

**Члены оргкомитета:**

В. В. Фомин, проректор по научной работе и инновационной деятельности, (председатель оргкомитета); А. Г. Магасумова, начальник управления научно-инновационной деятельностью (зам. председателя); А. В. Артёмов, Н. П. Бунькова, М. В. Газеев, Д. В. Демидов, Е. Ю. Лаврик, В. Н. Луганский, С. П. Санников, А. В. Чевардин, С. А. Чудинов.

НЗ4 **Научное творчество молодежи – лесному комплексу России** : материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. – 29,40 Мб. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Текст : электронный.

ISBN 978-5-94984-860-9

Сборник трудов научно-технической конференции включает статьи, которые раскрывают вопросы ведения лесного хозяйства и природопользования, применения ресурсосберегающих технологий, химических и биотехнологий. Помимо этого, рассмотрены вопросы моделирования в технических системах и автоматизации производственных процессов, а также проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог, мостов и тоннелей. Отдельно рассматриваются технологии, материалы и оборудование деревопереработки, вопросы безопасности эксплуатации транспортных средств и решения социально-экономических, управленческих и гуманитарных проблем лесного комплекса.

Сборник знакомит обучающихся с результатами научных исследований и разработок сверстников из российских образовательных организаций.

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

УДК 630(063)  
ББК 43я43

Мин. системные требования: IBM Intel Celeron 1,3 ГГц ; Microsoft Windows XP Sp3; Видеосистема Intel HD Graphics ; дисковод, мышь

Ответственный за выпуск – Л. В. Малютина  
Фото на обложке Е. И. Агапитова,  
Л. В. Малютиной, С. А. Чудинова,  
Д. В. Шейкмана и Центра информационного обеспечения УГЛТУ.

ISBN 978-5-94984-860-9



© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2023

НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЕЖИ – ЛЕСНОМУ КОМПЛЕКСУ РОССИИ 2023

# НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЕЖИ – ЛЕСНОМУ КОМПЛЕКСУ РОССИИ

МАТЕРИАЛЫ XIX ВСЕРОССИЙСКОЙ  
(НАЦИОНАЛЬНОЙ)  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Уральский государственный лесотехнический университет»  
(УГЛТУ)

**«НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО  
МОЛОДЕЖИ –  
ЛЕСНОМУ КОМПЛЕКСУ  
РОССИИ»**

Материалы XIX Всероссийской  
(национальной)  
научно-технической конференции  
студентов и аспирантов

Екатеринбург  
2023

УДК 630(063)  
ББК 43я43  
НЗ4

**Члены оргкомитета:**

В. В. Фомин, проректор по научной работе и инновационной деятельности, (председатель оргкомитета); А. Г. Магасумова, начальник управления научно-инновационной деятельностью (зам. председателя); А. В. Артёмов, Н. П. Бунькова, М. В. Газеев, Д. В. Демидов, Е. Ю. Лаврик, В. Н. Луганский, С. П. Санников, А. В. Чевардин, С. А. Чудинов.

НЗ4 **Научное творчество молодежи – лесному комплексу России** : материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. – 29,40 Мб. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Текст : электронный.

ISBN 978-5-94984-860-9

Сборник трудов научно-технической конференции включает статьи, которые раскрывают вопросы ведения лесного хозяйства и природопользования, применения ресурсосберегающих технологий, химических и биотехнологий. Помимо этого, рассмотрены вопросы моделирования в технических системах и автоматизации производственных процессов, а также проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог, мостов и тоннелей. Отдельно рассматриваются технологии, материалы и оборудование деревопереработки, вопросы безопасности эксплуатации транспортных средств и решения социально-экономических, управленческих и гуманитарных проблем лесного комплекса.

Сборник знакомит обучающихся с результатами научных исследований и разработок сверстников из российских образовательных организаций.

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

УДК 630(063)  
ББК 43я43

Мин. системные требования: IBM Intel Celeron 1,3 ГГц ; Microsoft Windows XP SP3; Видеосистема Intel HD Graphics ; дисковод, мышь

Ответственный за выпуск – Л. В. Малютина  
Фото на обложке Е. И. Агапитова, Л. В. Малютиной,  
С. А. Чудинова, Д. В. Шейкмана и Центра  
информационного обеспечения УГЛТУ.

ISBN 978-5-94984-860-9

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный  
лесотехнический университет», 2023

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Научная статья  
УДК 528.77

### ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ЗОНДИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС СВЕРДЛОВСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ (НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА ЕКАТЕРИНБУРГ – КАМЕНСК-УРАЛЬСКИЙ)

Куаныш Базарович Абишев<sup>1</sup>, Анастасия Владимировна Демидова<sup>2</sup>,  
Алина Флоритовна Уразова<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> 1kuanysh1@mail.ru

<sup>2</sup> dnastay03@gmail.com

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

*Аннотация.* Проведен анализ аэроснимков защитных лесных полос железной дороги Екатеринбург – Каменск-Уральский, полученных с использованием картографических сервисов. Рассматривались снимки 2007, 2010 и 2021 гг. Установлено уменьшение площади зеленых насаждений на двух рассматриваемых участках пути. Предложено для сохранения защитных функций полос провести ряд лесохозяйственных мероприятий.

*Ключевые слова:* защитные лесные полосы, Свердловская железная дорога, космические снимки

Scientific article

### APPLICATION OF REMOTE SENSING METHODS FOR THE SURVEY OF PROTECTIVE FOREST BELTS OF THE SVERDLOVSK RAILWAY (ON THE EXAMPLE OF THE YEKATERINBURG – KAMENSK-URALSKY SECTION)

Kuanysh B. Abishev<sup>1</sup>, Anastasia V. Demodova<sup>2</sup>, Alina F. Urazova<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> 1kuanysh1@mail.ru

<sup>2</sup> dnastay03@gmail.com

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

**Abstract.** The article deals with the interpretation of aerial photographs of protective forest strips along the Yekaterinburg – Kamensk-Uralsky railway obtained using cartographic services. The images of 2007, 2010 and 2021 have been considered. A decrease in the area of green spaces on the two sections of the road under consideration has been established. It is proposed to carry out several Forest measures to preserve the protective functions of the strips.

**Keywords:** protective forest strips, Sverdlovsk railway, satellite images

Основная функция лесных насаждений вдоль железных и автомобильных дорог – это защита от неблагоприятных природных явлений, которые могут помешать их штатному функционированию. Но защитные и лесные насаждения, как и естественные леса, подвергаются внешнему воздействию – это вырубки, пожары, деятельность человека и т. д. [1]. В связи с этим своевременный контроль необходим и является неотъемлемой частью устойчивого ведения хозяйства в защитных лесных насаждениях.

Для охраны лесов от пожаров, контроля лесопатологического состояния лесов, отслеживания незаконных рубок и решения ряда других хозяйственных и экологических задач осуществляется мониторинг леса [2].

Система мониторинга позволяет осуществлять контроль дистанционными и наземными способами [3]. В лесном хозяйстве наибольшее применение получили дистанционные методы зондирования. Дистанционное зондирование поверхности Земли проводится авиационными или космическими аппаратами, которые оснащены камерами высокого разрешения. В зависимости от использованного диапазона излучения выделяют следующие типы съемок: фотосъемка, сканерная съемка, радиолокационная съемка, спектральная съемка, тепловая съемка, лазерная съемка и др.

Первые работы по применению аэрофотосъемки в лесном хозяйстве были проведены в начале XX в. [4]. На современном этапе в связи с развитием технологий, а также требованием повысить эффективность лесоустройства, актуальность дистанционного мониторинга земли (ДЗЗ) только возрастает.

Применение методов ДЗЗ позволяет решать следующие задачи лесного хозяйства:

- выявление и контроль незаконной вырубки леса;
- актуализация достоверной информации о состоянии лесных насаждений;
- выявление и изучение факторов, оказывающих негативное влияние на лесную среду;
- определение таксационных показателей древостоев;
- обнаружение лесных пожаров и отслеживание их распространения;
- выявление несанкционированных свалок и др.

Анализ лесного хозяйства с применением технологий ДЗЗ осуществляется в три приема. Первый прием – это сбор информации со спутников, второй – анализ снимков, третий – создание материалов по обработанным материалам съемки [5].

Объектом исследования в данной работе был выбран участок железнодорожного пути Екатеринбург – Каменск-Уральский протяженностью 59 км (с 21 по 80 км). Для анализа состояния защитных лесных полос были использованы материалы ДЗЗ, находящиеся в свободном доступе на различных картографических сервисах 2007, 2010 и 2021 гг.

Камеральные работы выполнялись на персональном компьютере с использованием программ *SAS Planet* и *Google Earth Pro*.

В результате сравнительного анализа были установлены значительные изменения защитных лесных полос на двух участках пути: на 61 км (рис. 1) и 79 км (рис. 2) пути.



Рис. 1. Разновременные снимки на 61 км пути Екатеринбург – Каменск-Уральский:  
*а* – сентябрь 2010 г.; *б* – август 2021 г.



Рис. 2. Разновременные снимки на 79 км пути Екатеринбург – Каменск-Уральский:  
*а* – август 2007 г.; *б* – апрель 2021 г.

Полученные снимки фиксируют изменения в состоянии ЗЛП под влиянием хозяйственной деятельности и естественных природных процессов, например на 61 км часть полосы вырублена для строительства линии электропередачи. На 79 км пути Екатеринбург – Каменск-Уральский в период с 2007 по 2021 гг. на отдельных участках созданная структура ЗЛП полностью утрачена и полоса отвода активно зарастает кустарниковой растительностью.

*Список источников*

1. Уразова, А. Ф. Состояние защитных лесных полос железных дорог и их пожарная безопасность / А. Ф. Уразова, Э. Ф. Герц // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 4. – С. 35–41.
2. Казарян, М. Л. Мониторинг лесных массивов с помощью космических снимков – контроль вырубок леса / М. Л. Казарян, М. А. Шахраманьян. – Москва : Современные проблемы науки и образования. – 2015. – С. 1763.
3. Зубова, С. С. Мониторинг лесных экосистем : учебное пособие / С. С. Зубова, С. С. Постникова. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 89 с.
4. Сухих, В. И. Аэрометоды в лесоустройстве / В. И. Сухих, Н. Н. Гусев, Е. П. Данюлис. – Москва : Лесная промышленность, 1977. – 192 с.
5. Тюкленкова, Е. П. Фотограмметрия и дистанционное зондирование : учебное пособие / Е. П. Тюкленкова. – Пенза : ПГУА, 2016. – 112 с.

Научная статья  
УДК 630.181

## ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕРЕВЬЕВ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА «УРАЛ-КАРБОН» (КОУРОВКА) НА ПРИМЕРЕ ОДНОЙ ПРОБНОЙ ПЛОЩАДИ

Егор Михайлович Агапитов<sup>1</sup>, Владимир Евгеньевич Рогачев<sup>2</sup>,  
Валерий Владимирович Фомин<sup>3</sup>

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

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

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

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

**Аннотация.** В статье приведены результаты распознавания древесных пород на территории одной пробной площади территории «Урал-Карбон» (Коуровка). Дистанционные методы значительно снижают затраты на изучение территорий. Основная цель заключалась в оценке верификации методов дистанционного зондирования. Общее число распознанных деревьев (всего 47) в процентном соотношении составило 70,2 %.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, методика распознавания, древостой, снимки высокого пространственного разрешения, Урал-Карбон

**Благодарности:** работа выполнена в рамках исполнения госбюджетных тем FEUZ-2021-0014 и FEUG-2020-0013.

Scientific article

## EVALUATION OF QUANTITATIVE RECOGNITION OF TREES ON THE TERRITORY OF THE “URAL-CARBON” POLYGON (KOUROVKA) USING THE EXAMPLE OF ONE TEST AREA

Egor M. Agapitov<sup>1</sup>, Vladimir E. Rogachev<sup>2</sup>, Valery V. Fomin<sup>3</sup>

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

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

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

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

**Abstract.** The article presents the results of recognition of tree species on the territory of one test area of the territory of Ural-Carbon (Kourovka). It is shown



that remote methods significantly reduce the cost of studying territories. The main objective was to evaluate the verification of remote sensing methods. The total number of recognized trees (47 in total) in percentage ratio was 70,2 %.

**Keywords:** unmanned aerial vehicles, recognition technique, tree stand, high spatial resolution images, Ural-Carbon

**Acknowledgments:** the work was carried out within the framework of the execution of the state budget themes FEUZ-2021-0014 and FEUG-2020-0013.

Изменение климата поставило задачи по сохранению озонового слоя, снижения выбросов парниковых газов. Для этого в 1992 г. была принята рамочная конвенция ООН и затем в 1997 г. Киотский протокол [1–3]. Не все государства подписали соглашения. Именно с этого момента началась новая ступень сотрудничества стран по попытке сокращения выбросов в атмосферу.

Российская Федерация в наши дни предпринимает множество действий для изучения процессов аккумуляции углерода болотами, древесными сообществами на всей ее обширной территории [4].

На территории Свердловской области в 2021 г. были открыты два полигона проекта «Урал-Карбон» (рис. 1). Названия территорий: 1) «Урал-Карбон» (Северка); 2) «Урал-Карбон» (Коуровка) [5].

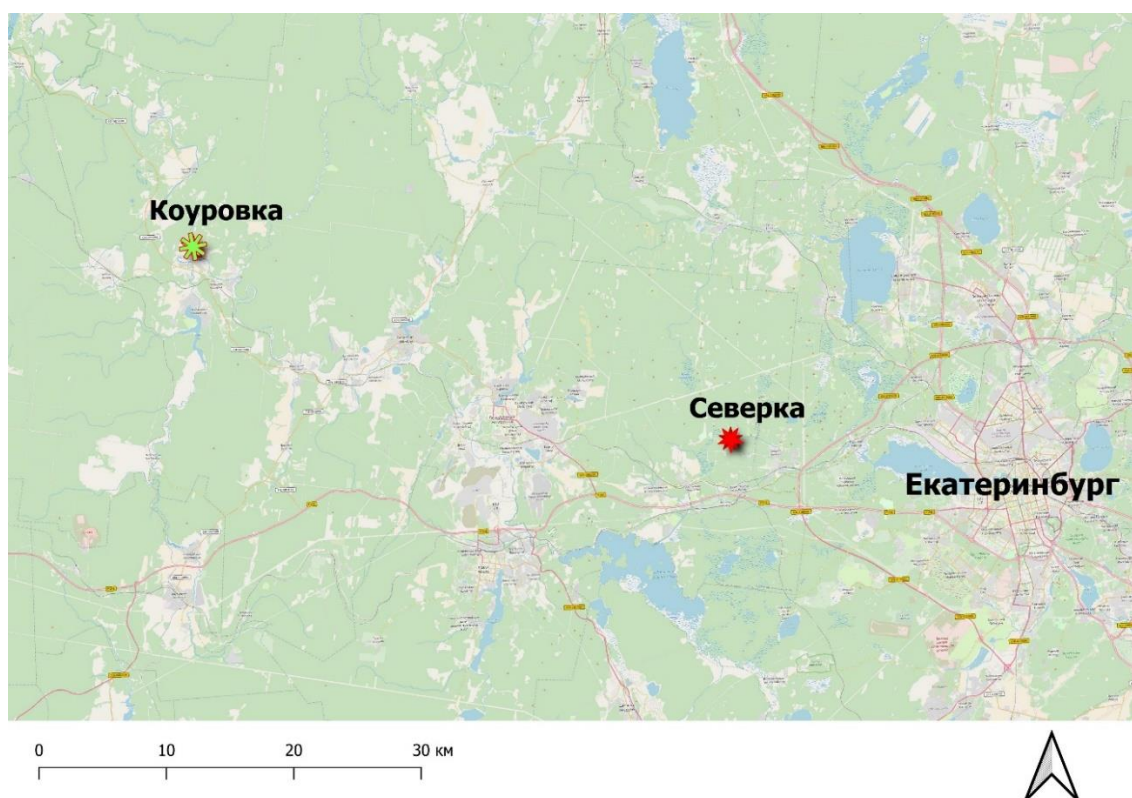


Рис. 1. Расположение полигонов относительно г. Екатеринбурга

В границах полигона Северка преобладают светлохвойные насаждения представленные сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницей сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.). Мягколиственные породы – березой повислой (*Betula pendula* Roth), на Коуровке – темнохвойные, представленные пихтой сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) и елью сибирской (*Picea obovata* Ledeb.).

Передовые технологии дают новые возможности в любых исследованиях лесных насаждений. Снижение стоимости беспилотных летательных аппаратов сделало возможным на ранних этапах исследований использовать летательные аппараты производства фирмы DJI 1) *Mavic* в высоком разрешении.

Для соотнесения наземных данных и данных дистанционного зондирования был применен метод закладки круговых пробных площадей с картированием деревьев [6] (рис. 2). Цветовое распределение по породам на математической модели было произведено в соответствии с ресурсом лесных информационных систем [7].

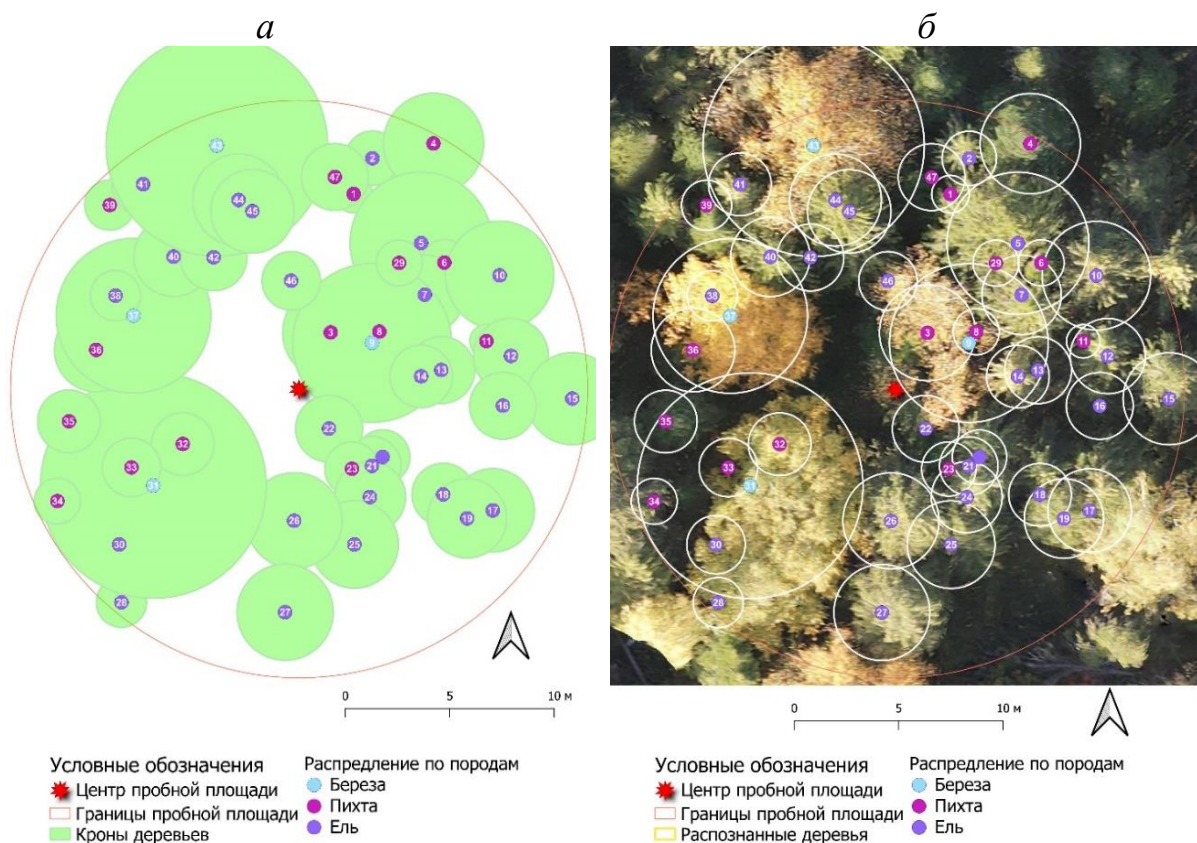


Рис. 2. Модель пробной площади № 2 на территории «Урал-Карбон» (Коуровка):  
 а – цифровая модель пробной площади, под литерой;  
 б – цифровая модель пробной площади с ортофотопланом

После получения всех данных было произведено распознавание крон древостоя с указанием их породы. Работы выполнялись одним заранее не обученным студентом (рис. 3). После распознавания были определены цветовые и текстурные характеристики для каждой породы в границах этой пробной площади.

В границах пробной площади находятся 47 деревьев. Из них 28 елей, 15 пихт и 4 березы. Из общего количества наибольший процент распознавания имеет береза, все ее экземпляры принадлежат верхнему ярусу древостоя. Распознавание ели вышло на уровень 26 деревьев из 28, пихта имеет наименьший процент распознавания (всего 3 экземпляра из 15).

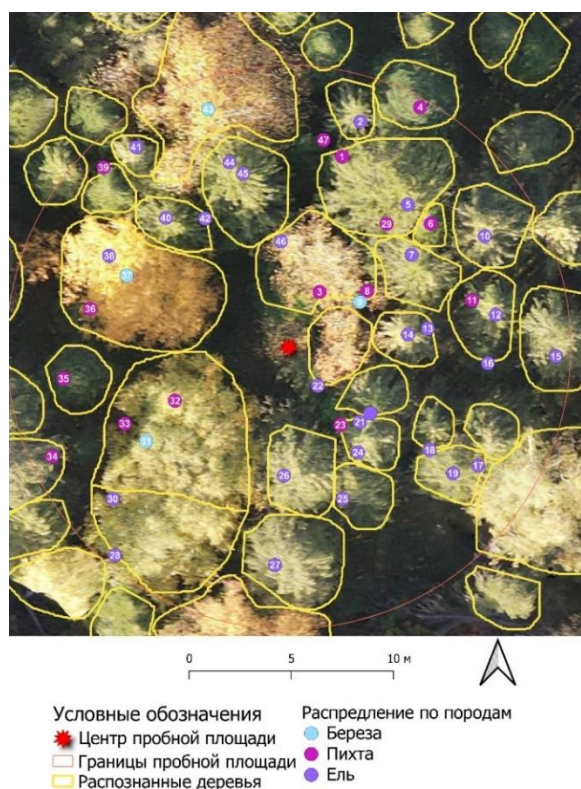


Рис. 3. Результат распознавания крон деревьев

Основным ярусом для распознавания является верхний. После анализа полученных результатов выявлена закономерность плохого распознавания пихты. Средняя высота пихты на пробной площади составляет 18,82 м. Данные результаты свидетельствуют о том, что данная порода на пробной площади имеет меньшие показатели по средней высоте. Таким образом, средний процент распознавания по этой пробе составил 70,2 % или 33 дерева из 47. Это означает, что выбранные ранее текстурные и цветовые характеристики позволяют с высокой точностью распознавать верхний ярус древостоя. Оценка нижнего яруса требует проведения дальнейших исследований и разработки новых методов распознавания.

*Список источников*

1. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Официальный русский перевод. – ООН, 1997. – 27 с.
2. Рамочная конвенция ООН об изменении климата. Официальный русский перевод. – ООН, 1992. – 30 с.
3. Paris Agreement under the Framework Convention on Climate Change. – UN, 2015. – 32 p.
4. Об утверждении методических указаний по количественному определению объема поглощения парниковых газов : Распоряжение Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30 июня 2017 г. № 20-р // Кодификация РФ : [сайт]. – 2015–2022. – URL: <https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-Minprirody-Rossii-ot-30.06.2017-N-20-r/> (дата обращения: 29.11.2022).
5. Полигон «Урал-карбон» (Северка) / С. В. Залесов, В. В. Фомин, Е. П. Платонов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. – 2021. – № 3 (78). – С. 4–14. – DOI 10.51318/FRET.2021.89.34.001.
6. Reconstruction of the Expansion of Siberian Larch into the Mountain Tundra in the Polar Urals in the 20th-Early 21st Centuries / V. Fomin, E. Agapitov, A. Mikhailovich, D. Golikov // Forests. – 2022. – Vol. 13. – № 3. – DOI 10.3390/f13030419. – EDN OIWRPB.
7. RGB Цвета плана лесонасаждений // Федеральное агентство лесного хозяйства : Лесные информационные системы : [сайт]. – URL: <http://www.lesis.ru/index.htm> (дата обращения: 29.11.2022).

Научная статья  
УДК 639.1.092.1(470.51)

## БРАКОНЬЕРСТВО В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Денис Сергеевич Алексеев<sup>1</sup>, Артур Андреевич Носков<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Удмуртский государственный аграрный университет,  
Ижевск, Россия

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

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

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены основные правонарушения в сфере охотничьего хозяйства, выявленные на территории Удмуртской Республики в 2022 г., а также мероприятия, направленные на снижение незаконной охоты.

**Ключевые слова:** браконьерство, охотничье хозяйство, Удмуртская Республика

Scientific article

## POACHING IN THE UDMURT REPUBLIC

Denis S. Alekseyev<sup>1</sup>, Artur A. Noskov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Udmurt State Agrarian University, Izhevsk, Russia

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

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

**Abstract.** This article discusses the main offenses in the field of hunting identified on the territory of the Udmurt Republic in 2022, as well as measures aimed at reducing illegal hunting.

**Keywords:** poaching, hunting, Udmurt Republic

В настоящее время вопросы о браконьерстве являются самыми актуальными, т. к. незаконная охота приносит огромный вред окружающей среде, популяции диких животных и охотничьим хозяйствам.

Браконьерство – охота, нарушающая законодательство об охране окружающей среды. Ради удовлетворения своих потребностей в мясе, шкурах, нарушители закона беспощадно убивают диких животных, не боясь ни штрафов, ни уголовных наказаний. В погоне за добычей и большей выгодой браконьеры идут на все: губят огромное количество взрослых особей, оставляя только что появившееся потомство без защиты,

убивают молодых особей в огромных количествах, под прицел их орудий попадают и беременные самки [1–3].

Рациональное использование охотничьих угодий на территории республики достигается сохранением биологического разнообразия и обеспечением устойчивого существования животного мира, охотничьих ресурсов, созданием условий для стабильного развития охотничьего хозяйства в закрепленных охотничьих угодьях [4].

Целью исследований было изучить правонарушения в области охотничьего хозяйства и меры борьбы с ними по литературным источникам и данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Удмуртской Республики (далее Минприроды УР).

Для этого были проанализированы данные Минприроды УР по случаям браконьерства; выявлены мероприятия, направленные на пресечение браконьерской деятельности; изучен ущерб от правонарушений в области охоты.

Материалами исследования в процессе работы послужили научные статьи, размещенные в журналах, публикации, диссертации, учебная литература, электронные ресурсы [5]. Использовались методы анализа.

Удмуртская Республика является одной из лидирующих республик, где браконьерство приносит большой ущерб объектам животного мира. На данный момент численность лося в республике составляет 19481 особей, кабана – 846 особей [6].

В рамках осуществления федерального охотничьего контроля (надзора) за истекший период 2022 года государственными охотничьими инспекторами проведено более 3 тыс. мероприятий, направленных на выявление и пресечение нарушений в области охоты, а также сохранение охотничьих ресурсов, в результате чего выявлено 528 нарушений законодательства в области охоты и сохранения охотничьих ресурсов. В результате незаконной охоты зарегистрирована гибель 28 лосей и 6 кабанов, всего возбуждено 31 уголовное дело. Предъявлено исковых требований о возмещении ущерба, причиненных объектам животного мира, на сумму более 7 млн рублей. За грубое нарушение правил охоты 13 граждан лишены права охоты сроком на год. Еще 7 административных дел по лишению права охоты находятся в судах, следствие продолжается.

В соответствии с межведомственным соглашением, а также планом совместных мероприятий, в Удмуртской Республике ежегодно проводятся массовые рейдовые мероприятия совместно с инспекторами Центра лицензионно-разрешительной работы ЦЛРР Росгвардии (ЦЛРР Росгвардия) и сотрудниками полиции при силовой поддержке сотрудников Отряда мобильного особого назначения (ОМОН).

Указанные мероприятия направлены:

- на пресечение и выявление нарушений правил охоты, приуроченных к срокам охоты на массовые виды охотничьих животных и копытных животных, а также правил оборота оружия;
- пресечение и выявление незаконного отстрела лосей вдоль автомобильных дорог;
- осуществление контроля за оборотом продукции охоты;
- осуществление контроля за использованием капканов.

Следует отметить, что для патрулирования общедоступных охотничьих угодий были задействованы беспилотные летательные аппараты, оборудованные инфракрасной оптикой. Это позволило инспекторам существенно расширить площадь контроля охотничьих угодий, обследовать труднодоступные места, проводить фиксацию фактов нарушения правил охоты.

В 2021 г. рейдовые мероприятия позволили задержать 6 организованных преступных групп, занимающихся незаконным отстрелом копытных. К уголовной ответственности в 2021 г. привлечены 6 граждан по факту незаконной охоты с причинением крупного ущерба, в отношении одной преступной группы в настоящее время продолжаются следственные мероприятия.

Виновные лица приговорены судом к таким видам наказания, как:

- лишение свободы сроком на 3 и 3,2 г. (условно) с дополнительным наказанием в виде лишения права заниматься деятельностью, связанной с добычей охотничьих ресурсов на срок 2 г.;
- исправительные работы на 5 месяцев;
- судебные штрафы.

В текущем году к уголовной ответственности привлечен гражданин по факту незаконной добычи лося в возрасте старше года. Виновный по приговору суда лишен свободы сроком на 2 г. условно. Кроме того, в настоящее время завершены следственные действия по факту браконьерства в Кизнерском районе, дело передано в суд, но приговор в настоящее время не вынесен.

Министерством ведется работа по развитию института производственных охотничьих инспекторов. Развитие данного направления позволяет снизить нагрузку на государственных инспекторов в области охраны окружающей среды Минприроды УР и повысить качество проводимых на территории охотничьих угодий надзорных мероприятий. На сегодняшний день производственный охотничий контроль на территории Республики осуществляют 73 инспектора [6].

В табл. форме ниже представлены распределения выявленных случаев незаконной охоты в Удмуртской республике по административным районам.

Случаи выявления правонарушений в сфере охоты на территории  
Удмуртской Республики

Административный район	Случаи незаконной охоты
Алнашский	–
Балезинский	–
Вавожский	3
Воткинский	2
Глазовский	–
Граховский	–
Дебесский	4
Завьяловский	1
Игринский	5
Камбарский	–
Каракулинский	1
Кезский	
Кизнерский	2
Киясовский	1
Красногорский	–
Можгинский	–
Малопургинский	5
Сарапульский	–
Селтинский	–
Сюмсинский	2
Увинский	3
Шарканский	–
Юкаменский	1
Якшур-Бодьинский	2
Ярский	–
Итого:	32

Всего выявлено 32 правонарушения, наибольшее количество выявлено в Игринском и Малопургинском районах Удмуртской Республики.

Итак, можно сказать, что браконьерство наносит огромный ущерб объектам животного мира. Для Удмуртской Республики борьба с браконьерством – одно из приоритетных направлений деятельности Министерства природы и правоохранительных органов.

Самым проблемным вопросом остается финансирование и материально-техническое обеспечение. Известно, что финансирование мероприятий осуществляется за счет средств пользователей животным миром, республиканского и федерального бюджета, внешних инвесторов. Существенную помощь в реализации охотохозяйственных мероприятий может оказать льготное кредитование, для чего необходимо формирование соответствующей нормативно-правовой базы [7].



*Список источников*

1. Раднаев, В. М. Борьба с браконьерством : диссертация на соискание ученой степени кандидата юридических наук / Раднаев Владимир Мхайлович. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2000. – 204 с.
2. Ревяко, Т. И. Браконьеры: История охоты и браконьерства / Т. И. Ревяко. – Минск : Литература, 1998. – 704 с.
3. Кротовских, А. А. Проблема браконьерства и Российское законодательство / А. А. Кротовских // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи : материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2016. – С. 175–177.
4. Якимов, М. В. Типология охотничьих угодий в Увинском лесничестве Удмуртской Республики / М. В. Якимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2016. – С. 117–118.
5. Якимов, М. В. Учет лесосечных остатков при заготовке древесины / М. В. Якимов // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки : материалы Национальной научно-практической конференции молодых ученых (Ижевск, 17–19 ноября 2021 года). – Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 59–62.
6. Министерство природы Удмуртской республики : [сайт]. – URL: <http://www.minpriroda-udm.ru> (дата обращения: 24.11.2022).
7. Якимов, М. В. Основные направления и мероприятия по развитию охотничьего хозяйства в Удмуртской Республике / М. В. Якимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2015. – С. 33–35.

Научная статья  
УДК 631.43

## ИЗУЧЕНИЕ ОБЩИХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИСКУССТВЕННЫХ ПОЧВОГРУНТОВ НА ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ САЛЕХАРДА

**Александра Владимировна Ананьина<sup>1</sup>, Валерьян Николаевич  
Луганский<sup>2</sup>**

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

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

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

**Аннотация.** В работе рассмотрены общие физические свойства искусственных почвогрунтов на партерных газонах г. Салехард. Проанализированы показатели плотности твердой фазы почвы, ее плотности и порозности по выделенным контурам для верхнего горизонта (Н1) и подстилающего (Н2). Установлена их связь с фильтрацией влаги в почвенном профиле. Рассмотрена оструктуренность почвенной массы в данных генетических горизонтах.

**Ключевые слова:** почва, плодородие, почвообразовательный процесс, почвогрунт, технозем, общие физические свойства, плотность твердой фазы почвы (объемная масса), плотность почвы (удельная масса), порозность (скважность)

Scientific article

## RESEARCH OF THE GENERAL PHYSICAL PROPERTIES OF ARTIFICIAL SOILS AT LANDSCAPING FACILITIES IN THE CITY OF SALEKHARD

**Aleksandra V. Ananina<sup>1</sup>, Valerian N. Luganskiy<sup>2</sup>**

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

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

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

**Abstract.** The article considers the general physical properties of artificial soils on the parterre lawns of the city of Salekhard. The indicators of the density of the solid phase of the soil, its density and porosity according to the selected contours for the upper horizon (H1) and the underlying (H2) have been analyzed.

Their connection with the filtration of moisture in the soil profile has been established. The structure of the soil mass in these genetic horizons has been considered.

**Keywords:** soil, fertility, soil formation process, technozem, general physical properties, density of the solid phase of the soil (volume mass), soil density (specific gravity), porosity

Естественный почвообразовательный процесс (ПОП) в районе исследований протекает при отрицательных годовых температурах, недостатке тепла, переувлажнении почв и формировании вечной мерзлоты. В рассматриваемых природно-климатических условиях имеет место замедление малого биологического круговорота, низкое накопление азота и зольных элементов [1].

В качестве особенностей почвообразования в районе исследований выделяют:

- небольшое поступление органических остатков (не более 6 ц/га);
- слабую дифференциацию почвенных профилей;
- оторфованность верхней части профиля;
- наличие вечной мерзлоты (охлаждение почвы и водоупор);
- присутствие надмерзлотной верховодки;
- широкое развитие мерзлотных явлений, включая тиксотропность, солифлюкцию и выпучивание;
- низкая биологическая активность почв;
- отсутствие или слабое проявление оглеения и др.

Наиболее типичными для рассматриваемого района являются тундровые глеевые почвы, которые выступают в качестве зональных. В целом в лесотундровой зоне почвы характеризуются как переходные от торфяно-глеевых к подзолисто-глеевым (глеево-подзолистым). В почвенном покрове Приуралья представлены и те, и другие. Данные почвы имеют низкое плодородие и при создании объектов озеленения часто требуют коренного улучшения.

На объектах озеленения, включая газоны, могут использоваться как улучшенные естественные, так и искусственно созданные почвенные субстраты. Для быстрого достижения эффективного плодородия или для выращивания особых культур, например цветов или формирования газонов, поверхность почвы перекрывается специально подготовленным субстратом (торфокомпостной смесью или плодородным слоем почвы-донора). В результате создается верхний искусственный обогащенный горизонт. При этом такой слой должен быть плодородным, а условия увлажнения благоприятными. В искусственных почвогрунтах формируется последовательная система слоев, которые должны функционировать аналогично естественной почве [2–7].

Почва – специфическое природное тело, которое естественно обладает совокупностью физических, физико-механических и других свойств. К общим физическим свойствам относятся плотность почвы, плотность твердой фазы, пористость и удельная поверхность. Они и были изучены в ходе проведения наших исследований.

Плотность почвы – масса сухого вещества почвы в единице ее объема ненарушенного естественного сложения. Плотность почвы зависит от гранулометрического и минералогического состава, структурного состояния, порозности, содержания органического вещества. Оптимальные значения показателя составляют 1,0–1,15 г/см<sup>3</sup>.

Плотность твердой фазы почвы (по устаревшей номенклатуре – удельный вес или масса) – средняя плотность частиц, из которых состоит почва, – масса сухого вещества в единице объема твердой фазы почвы.

В табл. рассмотрены общие физические свойства искусственно сформированных субстратов (техноземов).

Порозность почв (пористость или скважность) – это суммарный объем пор между твердыми частицами. Выражается порозность в процентах от общего объема почвы.

Порозность определяется по формуле:

$$P = (1 - D/d) 100 \%, \quad (1)$$

где D – объемная масса (г/см<sup>3</sup>); d – удельная масса (г/см<sup>3</sup>).

#### Общие физические свойства почв по образцам и горизонтам

Номер образца (индекс горизонта)	Плотность (объемная масса), г/см <sup>3</sup>	Плотность твердой фазы (удельная масса), г/см <sup>3</sup>	Порозность (скважность), %
1	1,14	2,42	5
2 (H2)	1,29	2,56	49,6
3 (H1)	1,01	2,39	57,7
4 (H2)	1,31	2,62	50,0
5 (H1)	1,08	2,54	57,5
6 (H2)	1,45	2,65	45,3
7 (H1)	1,09	2,53	56,9
8 (H2)	1,38	2,65	47,5
9 (H1)	1,01	2,48	59,3
10 (H2)	1,27	2,54	50,0
11 (H1)	1,02	2,46	58,5
12 (H2)	1	2,55	49,1
13 (H1)	1,06	2,38	55,5
14 (H2)	1,25	2,52	50,4

Почвы по показателю порозности для верхних (пахотных) горизонтов характеризуются, как отличная – 65–55 %, удовлетворительная – 55–50 %, неудовлетворительная – менее 50 %. При этом, как оптимальная, порозность оценивается величиной в 50–65 %, недостаточная в 35–40 %, соответственно корненипроницаемая – менее 30 %.

Результаты проведенных исследований.

1. Верхние горизонты (Н1) почвогрунтов в рамках выделенных контуров (сегментов) имеют благоприятные значения общих физических свойств для роста и развития травянистых растений, формирующих газоны.

2. Значения плотности твердой фазы (удельной массы) почвы для верхних горизонтов (Н1) несколько варьируются и оцениваются в 2,38–2,54 г/см<sup>3</sup>. Наибольшее значение показателя – 2,54 г/см<sup>3</sup> – отмечено для образца 5, а наименьшее – 2,38–2,39 – в образцах 13 и 3.

3. Для подстиляющих горизонтов (Н2) значения удельной массы несколько выше и меняются в пределах 2,52–2,65 г/см<sup>3</sup>. Наибольшее значение данного показателя выявлено в образцах 6 и 8, составляя, соответственно, 2,65 г/см<sup>3</sup>. Наименьшее значение данного показателя установлено в образце 1,40–2,52 г/см<sup>3</sup>.

4. Верхний горизонт почвы (Н1) сформирован из минерального субстратного компонента и торфа. При этом по сегодняшнему состоянию данного почвенного горизонта ясно, что при его создании использовался верховой неподготовленный торф. Данный факт подтверждается наличием неспецифических и неразложившихся фракций органического вещества, неоднородностью в структуре и окраске почвенной массы.

5. Для верхних горизонтов Н1, которые представлены образцами 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, плотность почвы, или объемная масса (вес), оценивается в 1,01–1,14 г/см<sup>3</sup>. Все верхние горизонты (Н1) почвогрунтов в рамках выделенных контуров (сегментов) имеют благоприятные значения общих физических свойств для роста и развития травянистых растений, формирующих газоны.

6. С глубиной (горизонт Н2) данный показатель возрастает до 1,38 (образец 8) и 1,45 (образец 6) г/см<sup>3</sup> и выше на фоне снижения скважности (порозности), что ведет к застаиванию влаги в местах, где отмечается наименьшая мощность горизонта (Н1). Рассматриваемые показатели варьируют по точкам отбора, несколько превышая оптимальные параметры применяемых для оценки верхних (пахотных) горизонтов.

7. Увеличение показателя плотности почвы (объемной массы) (Д) в горизонте (Н2) повышается, что обусловлено отсутствием органических остатков в почвенной массе, а также связано с увеличением доли физической глины.

8. Для верхних горизонтов (Н1) этот показатель порозности составляет от 52,9 % (образец 1) до 59,3 % (образец 2). Соответственно, в образцах 3, 5, 7, 9, 11, 13 порозность приурочена к интервалу 55–65 % и характеризуется

как отличная, а в образце 1 (52,5 %) – как удовлетворительная. Таким образом, все верхние горизонты (Н1) почв газона имеют оптимальные общие физические свойства.

9. Минеральный (подстилающий) горизонт (Н2) в отличие от торфяного обладает более низким коэффициентом фильтрации. Из-за фрагментарного переувлажнения газонные травы плохо всходят, медленно развиваются и отчасти погибают, образуя различные по величине и форме проплешины.

10. Структура почвы для верхних горизонтов (Н1) мало отличается и характеризуется как пылевато-комковатая. Отсутствие водопрочной структуры на фоне легкого гранулометрического состава обуславливает слабую аккумуляцию органического вещества в почве. По данной причине существует высокая вероятность миграции основных питательных элементов, прежде всего азота из верхнего гумусового горизонта (Н1) в нижележащие горизонты (слои).

#### *Список источников*

1. Абакумов, Е. В. Состояние почвенного покрова ЯНАО: разнообразие, морфология, химизм и антропогенная трансформация / Е. В. Абакумов, И. И. Алексеев, Г. А. Шамилишвили // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – С. 4–7.

2. Головина, Е. Т. Городские почвогрунты и пути их улучшения при создании зеленых насаждений / Е. Т. Головина. – Свердловск, 1980.

3. Почвоведение с основами геологии / под ред. А. И. Горбылевой. – Минск, 2002. – 464 с.

4. Вальков, В. Ф. Почвоведение / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Москва : Март, 2004. – 313 с.

5. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / под редакцией Л. М. Державина, Д. С. Булгакова. – Москва : Росинформагротех, 2003. – 36 с.

6. Луганский, В. Н. Состояние почв на месте закладки сквера им. А. А. Дунина-Горкавича (г. Белоярский) и пути повышения их плодородия / В. Н. Луганский, Т. Б. Сродных, В. Д. Луганская // Леса Урала и хозяйство в них. – Екатеринбург, 2001. – Вып. 21. – С. 312–319.

7. Луганский, В. Н. Особенности формирования почвенных субстратов на урботерриториях ХМАО / В. Н. Луганский, И. Ю. Пузанов, Л. А. Ткачева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы Всероссийской научно-технической конференции. Ч. 2. – 2008. – С. 187–189.

Научная статья  
УДК 630.233

**ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ОЗЕЛЕНЕНИЯ  
ПАРКА «У ФОНТАНА» ПОСЕЛКА ГОРОДСКОГО ТИПА  
ВЕРХНИЕ СЕРГИ В НИЖНЕСЕРГИНСКОМ РАЙОНЕ  
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Анастасия Дмитриевна Аникина<sup>1</sup>, Татьяна Ивановна Фролова<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> nastenka.anikina.2000@mail.ru

<sup>2</sup> Tah946@yandex.ru

**Аннотация.** В данной статье рассматривается история создания парка «У фонтана» в пгт Верхние Серги от начала основания и до сегодняшнего времени. Выявлена отличительная особенность парка, проведен анализ ассортимента озеленения, оценен уровень благоустройства территории.

**Ключевые слова:** история, пейзажный парк, благоустройство, проектирование, озеленение

**Благодарности:** авторы выражают благодарность работникам Верхнесергинского краеведческого музея за предоставленную информацию и фотоматериалы.

Scientific article

**THE HISTORY OF THE CREATION AND LANDSCAPING OF THE  
PARK “AT THE FOUNTAIN” OF THE URBAN-TYPE SETTLEMENT  
OF VERKHNIYE SERGI IN THE NIZHNESERGINSKY DISTRICT  
OF THE SVERDLOVSK REGION**

**Anastasia D. Anikina<sup>1</sup>, Tatyana I. Frolova<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> nastenka.anikina.2000@mail.ru

<sup>2</sup> Tah946@yandex.ru

**Abstract.** This article discusses the history of the creation of the park “At the Fountain” in the settlement of Verkhniye Sergi from the beginning of the foundation to the present time. A distinctive feature of the park has been revealed. An analysis of the range of landscaping has been carried out. The level of improvement of the territory has been assessed.

**Keywords:** history, landscape park, improvement, design, landscaping

**Acknowledgments:** the authors express their gratitude to the employees of the Verkhneserginsk Museum of Local Lore for the providing information and photographic materials.

Поселок городского типа Верхние Серги – один из уникальных населенных пунктов в Нижнесергинском районе Свердловской области. Интересной территорией поселка является парк вокруг Центра детского творчества (рис. 1).

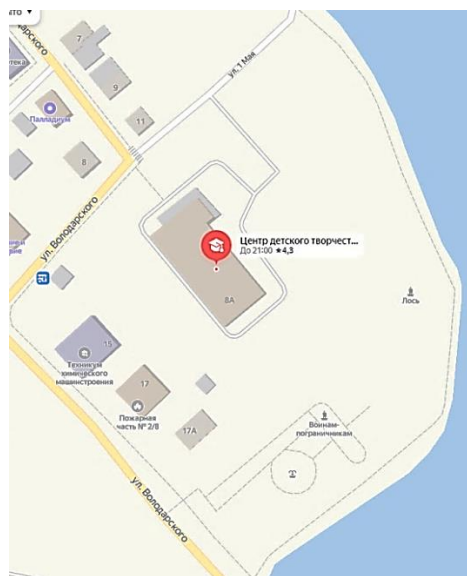


Рис. 1. Схема парка 2022 г.

В 1964 г. в бывшем здании больницы для детей открылся Дом пионеров, затем – Дом детского творчества. В 1996 г. Дом детского творчества объединили с Дворцом культуры и переименовали в Муниципальное учреждение дополнительного образования детей «Центр детского творчества р. п. Верхние Серги».

В настоящее время Центр детского творчества занимается дополнительным образованием и воспитанием детей и подростков, организацией досуговой деятельности населения.

Здесь проводятся районные педагогические конференции, фестивали, выставки юных талантов, поэтому вся территория является центром общерайонного значения. Из-за этого территория парка имеет особую значимость.

Говоря об истории создания поселка, необходимо начать с его расположения. Парк располагается вдоль Верхнесергинского водохранилища, история его создания относится к концу 50-х гг. XX в.

Работники Верхнесергинского краеведческого музея рассказывали, что инициаторами и вдохновителями стройки парка были ветераны труда, которые работали в 1960-е гг. на Верхнесергинском машиностроительном заводе, их возраст был примерно 30–35 лет. Именно благодаря их активности был создан описываемый парк.

Место для постройки парка выбирало все население поселка. По решению жителей была выбрана Сипкина гора (рис. 2), т. е. улица Володарского. Данная улица, как отмечалось в статье «Ретроспективный анализ планировочных особенностей поселка городского типа Верхние Серги в Нижнесергинском районе Свердловской области» является планировочной осью села и пересечением ул. Сныкина гора – Ленина.



Расположение парка вдоль главной улицы способствует удобной связи с отдельными частями поселка.

Идея создания парка была одобрена хозяйственным комитетом завода. На ул. Володарского находились жилые дома, поэтому для постройки парка возникла необходимость сноса зданий. Оценка домовладений проводилась для всех домов, многие жители поселка с трудом согласились на данные условия.



Рис. 2. Сипкина гора

Для начала постройки в 1972 г. после освобождения территории был создан общественный штаб по строительству ДК и благоустройству территории. Руководство проектом поручили Коновалову Леониду Ивановичу, секретарю комсомольской организации первого цеха. Охотно поддержал активистов Щербаков Леонард Александрович – местная знаменитость, очень талантливый художник. На заседании комитета комсомола обсуждали вопросы, связанные с благоустройством и планировкой парка. Участвовали все комсомольские организации поселка. После обсуждения все вопросы утверждали на собраниях. Так, с помощью жителей поселка определились планировочные особенности данной территории [1].

Первым заданием было перенести на территорию ДК танцевальную площадку, которая была расположена напротив инженерного корпуса. Со стороны левого крыла, где сейчас находится хоккейный корт, была танцевальная площадка, которая оказалась невостребованной посетителями парка, т. к. место выбрали ветреное и не совсем уютное. В то же время появилась идея, построить, кроме танцевальной площадки, фонтан. Осенью были проведены работы по посадке деревьев: тополь бальзамический (*Populus balsamifera*) – 10 шт., береза повислая (*Betula pendula*) – 18 шт. Позднее была произведена посадка ели голубой (*Picea pungens*) – 3 шт.

На территории проводилась укладка асфальта, установка МАФ (лося скульптор из Екатеринбурга изготавливал прямо на том месте, где он сейчас находится). По данным исторических документов, в 1974 г. проводилось благоустройство вокруг ДК и реализовывались другие проектные решения. В тот период парк назывался «30-летия Победы». В начале 2000 г. парк был официально переименован в парк «У фонтана».

Одна из реконструкций парка проводилась в период с 2018 по 2019 гг. В рамках реализации проекта «Формирование комфортной городской среды» в октябре 2019 г. в парке «У фонтана» был установлен молодежный арт-объект «Земной шар». Были созданы спортивные, игровые и тематические площадки, установлены элементы освещения, скамейки, фонтан, детская площадка, корт. Проводилось благоустройство зоны отдыха и организация мест для культурно-массовых мероприятий.

В последнее время в рамках патриотической направленности воспитания в парке установили памятные стелы по родам войск РФ для проведения различных мероприятий. Необходимо отметить, что реализация этой идеи была инициирована и финансирована жителями поселка. Жители, служившие в различных войсках, в память о людях, которые воевали в годы войны, устанавливали памятные стелы: стела пограничникам, стела морякам, памятник «Воинам-десантникам всех поколений». На рис. 3 представлена фотография этих стел.

С того времени у данных объектов проходят митинги, торжественные мероприятия, встречи ветеранов труда и войны. Традиционно проходит возложение цветов и почитание минутой молчания погибших в годы Великой Отечественной войны.



Рис. 3. Памятные стелы

В парке «У фонтана» на сегодняшний день в рамках муниципальной программы «Формирование современной городской среды» завершен первый этап благоустройства современного спортивного объекта и общественного пространства. Были проложены пешеходные дорожки,

установлены новые лавочки и урны, смонтировано освещение, построена детская игровая площадка и современная спортивная площадка – скейт-парк, который состоит из нескольких тренировочных зон, на них могут заниматься как новички, так и профессионалы.

В сентябре 2022 г. силами жителей поселка проводилась посадка в одной из входных зон парка ели обыкновенной (*Picea abies*) – 7 шт.

Координацию наблюдения за состоянием насаждений и благоустроенных объектов проводит отдел благоустройства Администрации городского поселения Верхние Серги. Помощь отделу благоустройства оказывает организованный Отряд мэра (Тимуровское движение) под руководством главы городского поселения Верхние Серги [2].

Парк «У фонтана» – привлекательный и самый посещаемый объект в поселке городского типа. Данный парк относится к пейзажному направлению в садово-парковом искусстве. Его отличительная особенность, как отмечалось ранее, заключается в истории его создания и проектирования. Привлекательность заключена в природном характере местности – отличительной живописности групп деревьев, которые размещены на полянах; извилистых дорожках; береговой линии со свободным очертанием вдоль всего парка.

Парк благоустроен, но ему не хватает озеленения, поэтому хотелось бы, чтобы этому уделили больше внимания, а также поддержанию эстетического облика, разнообразию ассортимента. Территория для проектирования озеленения в парке очень большая, и есть возможность воплотить задуманное в реальность.

#### *Список источников*

1. Могиленских, Ю. И. О заводе с гордостью, о родном поселке с уважением: История, события, люди / Ю. И. Могиленских, М. А. Округина. – Екатеринбург : Издательский дом «Автограф», 2011. – 304 с.

2. Официальный сайт муниципального образования поселок Верхние Серги. – URL: <http://www.vsergi.ru/> (дата обращения: 22.11.2022).

Научная статья  
УДК 630.233

## **РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПЛАНИРОВОЧНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОСЕЛКА ГОРОДСКОГО ТИПА ВЕРХНИЕ СЕРГИ В НИЖНЕСЕРГИНСКОМ РАЙОНЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Анастасия Дмитриевна Аникина<sup>1</sup>, Татьяна Ивановна Фролова<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> nastenka.anikina.2000@mail.ru

<sup>2</sup> Tah946@yandex.ru

**Аннотация.** В статье раскрывается ретроспективный анализ планировочных особенностей от начала застройки территории и до сегодняшних дней. Выявлена отличительная черта данного поселка городского типа. Определен основной тип застройки, главные функционирующие объекты. Проведен анализ планировочной оси поселка, описаны отдельные территории и особенности ассортимента озеленения.

**Ключевые слова:** анализ, тип постройки, инфраструктура, ассортимент озеленения

**Благодарности:** авторы выражают благодарность работникам Верхнесергинского краеведческого музея за предоставленную историческую справку.

Scientific article

## **RETROSPECTIVE ANALYSIS OF THE PLANNING FEATURES OF THE URBAN-TYPE SETTLEMENT VERKHNIYE SERGI IN THE NIZHNESERGINSKY DISTRICT OF THE SVERDLOVSK REGION**

**Anastasia D. Anikina<sup>1</sup>, Tatyana I. Frolova<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> nastenka.anikina.2000@mail.ru

<sup>2</sup> Tah946@yandex.ru

**Abstract.** The article reveals a retrospective analysis of planning features from the beginning of the development of the territory to the present day. A distinctive feature of this urban-type settlement has been revealed. The main type of development and the main functioning objects have been determined. An analysis of the planning axis of the village has been carried out. Separate territories and features of the range of landscaping have been described.

**Keywords:** analysis, building type, infrastructure, landscaping range

**Acknowledgments:** the authors express their gratitude to the staff of the Verkhneserginsky Museum of Local Lore for providing historical information.

В восточной части Нижнесергинского муниципального района Свердловской области расположено городское поселение Верхние Серги, в долине р. Серга, в месте впадения в нее р. Козя. Одно из 6 муниципальных образований Нижнесергинского городского поселения и один из двадцати восьми поселков городского типа Свердловской области, который имеет свои уникальные особенности.

Анализируя планировочные особенности поселка Верхние Серги, необходимо отметить период возникновения – 1717–1720 гг. [1].

Образование поселка связано с основанием железодобывающего завода. Обращаясь к истории, можно привести выдержку из книги «О заводе с гордостью, о родном поселке с уважением: История, события, люди»: «Строительство Верхнесергинского завода разрешено по Указам канцелярии главного завода правления (г. Екатеринбург) от 19 декабря 1739 г. и от 20 сентября 1740 г. Хозяин многих Уральских заводов Акинфий Никитич Демидов прибыл в Ревду вместе с братом Никитой Никитичем и главным приказчиком. В то время Акинфию Никитичу сказали, что Берг-Коллегия разрешила им построить два завода на реке Серге для племянника Ивана Никитича, которого он отправил для осмотра территории. Иван после возвращения рассказывал: "Там, где речка Черная сливается с Козей, до сих пор стоит заброшенная мужицкая домница, и руды тут же на высоком берегу речки. Кругом леса: сосна одна к другой хоть на постройку, хоть на уголь... хорошие леса и конца краю им нет. Ниже, версты три, где речка Козя впадает в Сергу, дюже доброе место для плотины. С берега на берег сажень сто, не больше. Берега крутые, высокие, плотные. И в 1740 г. унтер-шихтмейстер управления Чусовских горных заводов осмотрел места под постройку и отвел леса для заводов, о чем был составлен чертеж и описание. В январе 1742 г. в Екатеринбурге получен Указ из Петербурга о разрешении "сооружения малой палисадной крепости около того места на реке Серга, где заводы и жильё будет"» [2].

В момент создания завода Демидов привлек большое количество работников разных национальностей. Местное население в то время пополнили переселенцы. Так образовались поселения марийцев и казанских татар. Это сказалося на планировке поселка и стало особенностью данного населенного пункта.

На сегодняшний день планировка пгт Верхние Серги имеет строчный тип застройки (рис. 1). В целом, анализируя этапы формирования поселка городского типа, следует отметить то, что планировка изменилась от свободной, опирающейся на отсутствие регулярности и ориентированности в постановке хозяйственных построек и жилых домов,

до строчной, объединяющей в себе удобство расположения домов. Данный вид застройки имеет примерно одинаковую ориентацию территории, расположение домов в строчку создает лучшие условия проветривания, а также является лучшей защитой от шума и пыли.



Рис. 1. Карта пгт Верхние Серги

Следует отметить, что на выбор планировки повлияли природные факторы, такие как река и лес, окружающий поселок. Кроме того, на планировку повлияла организация группы жилых домов, которые относятся к группе домов различного типа (секционные дома, газоны и площадки, пешеходные дорожки, транспортные проезды), созданные без учета зонирования территории. Первые постройки двухэтажных домов относятся к 1938 г. С 1960 по 1980 гг. проводилась застройка пятиэтажных секционных домов в разных частях поселка.

Планировочной осью села является главное пересечение ул. Ленина и ул. Володарского, которая обозначена красной пунктирной линией на карте (рис. 1), протяженностью с севера на юго-восток. Озеленение улиц практически отсутствует, из существующих посадок в уличном озеленении были использованы: береза повислая (*Betula pendula*), береза белая (*Betula alba*), клен ясенелистный (*Acer negundo*), тополь бальзамический (*Populus balsamifera*), осина обыкновенная (*Populus tremula*). Анализируя необходимость озеленения улиц в населенных пунктах, ценность ухоженных здоровых эстетичных парков, различных древесно-кустарниковых групп и отдельных деревьев, можно прийти к выводу о потребности в проведении оценки зеленых насаждений и дальнейшего озеленения главных улиц поселка Верхние Серги.

Продолжая анализировать планировочные особенности данного населенного пункта, необходимо отметить наличие живописных мест вблизи поселка. Особенно притягивает внимание Козинский пруд с чистой водой и красивыми пейзажными полянами вокруг. В настоящее время Козинский пруд является важным планировочным элементом. Ниже по течению реки Козья в настоящее время разбит парк «У фонтана». Эта

территория является любимым местом отдыха горожан. Особую роль играет здесь река Серга, которая проходит через центральную часть поселка.

К отдельному притягательному планировочному элементу поселка можно отнести территорию Обелиска. Озеленение территории проводилось в несколько этапов. В настоящее время произрастают береза повислая (*Betula pendula*), ель обыкновенная (*Picea abies*), ель голубая (*Picea pungens*), тополь бальзамический (*Populus balsamifera*). Эта достопримечательность является актуальной, потому что используется для проведения массовых мероприятий, ставших традиционными для верхнесергинцев.

Интересным планировочным элементом является небольшой парк на берегу реки Серга, находится напротив современной пожарной части, создан в 1969 г. Именно в это время на территории парка был посажен тополь бальзамический (*Populus balsamifera*) и на фундамент установлена каменная глыба с надписью «50 лет ВЛКСМ».

Привлекательным и самым большим парком поселка городского типа Верхние Серги является парк «У фонтана». Вдоль Верхнесергинского водохранилища расположен парк, история создания которого берет начало в конце 1950-х гг. По словам работников Верхнесергинского краеведческого музея, инициаторами и вдохновителями стройки парка были ветераны труда в возрасте 30–35 лет. Всем поселком считали, что нужно строить парк на Сипкиной горе, т. е. улице Володарского.

Сразу было дано задание – танцевальную площадку, которая была напротив инженерного корпуса, перенести на территорию ДК. Параллельно танцевальной площадке появилась идея построить фонтан. Осенью проводились работы по посадке деревьев (рис. 2), садили в основном тополя бальзамические (*Populus balsamifera*) и березы повислые (*Betula pendula*). Позднее производилась посадка ели голубой (*Picea pungens*). Производилась укладка асфальта, установка МАФ. В 1974 г., руководствуясь выпиской из документов, проводилось благоустройство вокруг ДК. Все работы проводились силами жителей.



Рис. 2. Посадка деревьев на территории парка

Реконструкцию парка проводили в период с 2018 по 2019 гг. В октябре 2019 г. в парке «У фонтана» в рамках реализации проекта «Формирование комфортной городской среды» установлен молодежный арт-объект «Земной шар». Были сделаны игровые, спортивные и тематические площадки, установлены элементы благоустройства (скамейки, освещение, фонтан, детская площадка, корт). Проводилась установка памятных стел по родам войск РФ.

В поселке городского типа, кроме общественных территорий, имеются озелененные территории ограниченного пользования: функционирующий Центр детского творчества (ЦДТ) с парком вокруг, детской площадкой и скейт-площадкой. Интересное озеленение территории каменной Введенской церкви на главной площади поселка. Работники действующего библиотечного центра, школы искусств, отделения связи, пожарной части, ОАО «Уралбурмаш», МУП «Тепловые сети», двух школ МОУ СОШ № 10 (полное среднее образование 11 классов), МКОУ СОШ № 11 (9 классов), детских садов № 24, 56 и 57, спортивного стадиона, Верхне-Сергинской поликлиники, Верхнесергинского краеведческого музея вносят свой посильный вклад в озеленение поселка. Контроль за состоянием системы озеленения поселка Верхние Серги находится в ведении отдела благоустройства [3].

На сегодняшний день возникла необходимость инвентаризации системы зеленых насаждений поселка городского типа, а также озеленения центральной улицы и благоустройства парков, которое отсутствует.

Проанализировав историю поселка городского типа Свердловской области, можно сказать, что уникальность пгт Верхние Серги заключается в его планировочных особенностях, которые связаны с историческими особенностями освоения территории, достопримечательностями и рельефом.

#### *Список источников*

1. Поселок Верхние Серги // Ураловед : [сайт]. – URL: <https://uraloved.ru/verhnie-sergi> (дата обращения: 01.11.2022).

2. Могиленских, Ю. И. О заводе с гордостью, о родном поселке с уважением: История, события, люди / Ю. И. Могиленских, М. А. Округина. – Екатеринбург : Издательский дом «Автограф», 2011. – 304 с.

3. Официальный сайт муниципального образования поселок Верхние Серги. – URL: <http://www.vsergi.ru/> (дата обращения: 01.11.2022).



Научная статья  
УДК 551.55:628.29(470.54)

## ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕТРОВОГО РЕЖИМА НА ЮЖНОЙ АЭРАЦИОННОЙ СТАНЦИИ МУП «ВОДОКАНАЛ» ЕКАТЕРИНБУРГА

**Алексей Андреевич Анчугов<sup>1</sup>, Семен Григорьевич Семьшев<sup>2</sup>,  
Ирина Владимировна Шевелина<sup>3</sup>, Зуфар Ягфарович Нагимов<sup>4</sup>**

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

<sup>1</sup> alesha.anchugov@mail.ru

<sup>2</sup> simeonsemyshev@gmail.ru

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

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

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований розы ветров на южной аэрационной станции муниципального унитарного предприятия водопроводно-канализационного хозяйства г. Екатеринбурга. Выявлено, что направления ветров в летний период заметно отличаются от зимних, весенних, осенних. Разные районы города имеют принципиальное сходство по основному (западному) направлению ветров и количественные расхождения по удельному весу ветров других направлений.

**Ключевые слова:** градостроительство, сезоны года, роза ветров, защитные насаждения

**Финансирование:** работа выполнена в рамках исполнения хоздоговорной темы Н-108/2022.

Scientific article

## CHARACTERISTICS OF THE WIND REGIME AT THE SOUTHERN AERATION STATION OF THE MUNICIPAL UNITARY ENTERPRISE “VODOKANAL” IN THE CITY OF YEKATERINBURG

**Alexey A. Anchugov<sup>1</sup>, Semyon G. Semyshev<sup>2</sup>, Irina V. Shevelina<sup>3</sup>,  
Zufar Ya. Nagimov<sup>4</sup>**

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

<sup>1</sup> alesha.anchugov@mail.ru

<sup>2</sup> simeonsemyshev@gmail.ru

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

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

**Abstract.** The article presents the results of studies of the wind rose at the southern aeration station of the municipal unitary enterprise of the water supply and sewerage industry of the city of Yekaterinburg. It is revealed that the directions of winds in the summer period differ markedly from the directions of winter, spring, and autumn. Different districts of the city have fundamental similarities in the main (western) direction of the winds and quantitative differences in the specific gravity of the winds of other directions.

**Keywords:** urban planning, seasons, wind rose, protective plantings

**Funding:** the work was performed within the framework of the execution of the contractual theme Н-108/2022.

В современных условиях техногенного загрязнения городской среды учет ветрового режима в градостроительстве имеет важное значение. Планировка жилых кварталов и промышленных предприятий должна проводиться с таким расчетом, чтобы господствующие ветры эффективно меняли направления переноса дыма, газа и вредных примесей промзоны, унося их от жилой и общественной застройки и смешивая с массами чистого воздуха [1, 2].

Цель работы заключалась в получении сведений о направлении преобладающих ветров на территории южной аэрационной станции муниципального унитарного предприятия водопроводно-канализационного хозяйства г. Екатеринбурга (далее МУП «Водоканал»), необходимых для проектирования защитных запахоулавливающих и запахо-регулирующих насаждений.

Очистная станция расположена в Чкаловском районе Екатеринбурга. Для изучения характера ветрового режима использовались данные наблюдений за погодой ближайшей метеостанции, которая располагается на территории аэропорта Кольцово (широта 56,74, долгота 60,80, высота над уровнем моря 233 м). Климатические данные были взяты из открытого источника – с сайта прогноза погоды гисметео [3].

В архиве имеется доступ к данным по пункту наблюдения с мая 2010 г. по настоящее время. В наших исследованиях использованы материалы направления ветров по дням за период с декабря 2017 по ноябрь 2022 гг. Для каждого месяца получен дневник наблюдений. На начальном этапе исследований по этим дневникам проводилась помесечная группировка направлений ветров по 8 румбам: С (север), СВ (северо-восток), В (восток), ЮВ (юго-восток), Ю (юг), ЮЗ (юго-запад), З (запад), СЗ (северо-запад). Именно по этим румбам в нашей стране строится роза ветров – векторная диаграмма, характеризующая режим ветра в определенном районе по многолетним наблюдениям [4].

Пример группировки направлений ветров и определения преобладающих направлений приведен в таблице.

На втором этапе исследований проводилось усреднение повторяемости ветров по четырем сезонам года: зима (декабрь, январь, февраль), весна (март, апрель, май), лето (июнь, июль, август) и осень (сентябрь, октябрь, ноябрь).

Распределение дней месяца по преобладающим ветрам  
(декабрь, 2017 г.)

Направление ветра	Количество дней	
	шт.	%
Штиль	4	12,9
С	2	6,5
Ю	9	29,0
В	4	12,9
З	3	9,7
СЗ	1	3,2
СВ	0	0,0
ЮЗ	3	9,7
ЮВ	3	9,7
1–2 м/с	2	6,5
Итого	31	100,0

В результате этой работы по каждому календарному году (с 2018 по 2022 гг.) получены розы ветров для каждого из четырех сезонов года. На заключительном этапе работ на основе этих материалов определены розы ветров по сезонам года за исследуемый период. Все расчеты проводились в *МО Excel*.

С использованием полученных по вышеизложенной методике данных, для данного объекта исследований построены сезонные розы ветров (рис. 1). Сравнительный анализ повторяемости направлений ветра по сезонам года позволяет отметить следующее. Зимой (с декабря по февраль) на исследуемой территории преобладают ветры западного направления.

Их доля в общем балансе направлений ветров зимнего сезона составляет 29,8 % (рис. 1, а). Необходимо отметить, что удельный вес направлений – южное (12,1 %), юго-восточное (16,1 %) и юго-западное (10,3 %) – в сумме составляет 38,5 %. Доля ветров других направлений значительно ниже.

Ближе к рассмотренной розе ветров считаются весенние месяцы. Удельный вес ветров западного направления составляет 32,6 %, а суммарная доля южных, юго-восточных и юго-западных – 37,6 % (рис. 1, б).

Летние месяцы по розе ветров существенно отличаются от зимних и весенних. Наибольшая повторяемость характерна для ветров западного

(22,3 %), северо-западного (20,4 %) и северного (18,1 %) направлений (рис. 1, *в*). Суммарная доля ветров этих направлений в летний сезон достигает 60,8 %.

Осенью, так же как зимой и весной, господствующими являются ветры западного направления, удельный вес которых составляет 38,7 %. Значительной долей (30,2 %) в этот период характеризуются юго-западные и северо-западные ветры (рис. 1, *г*).

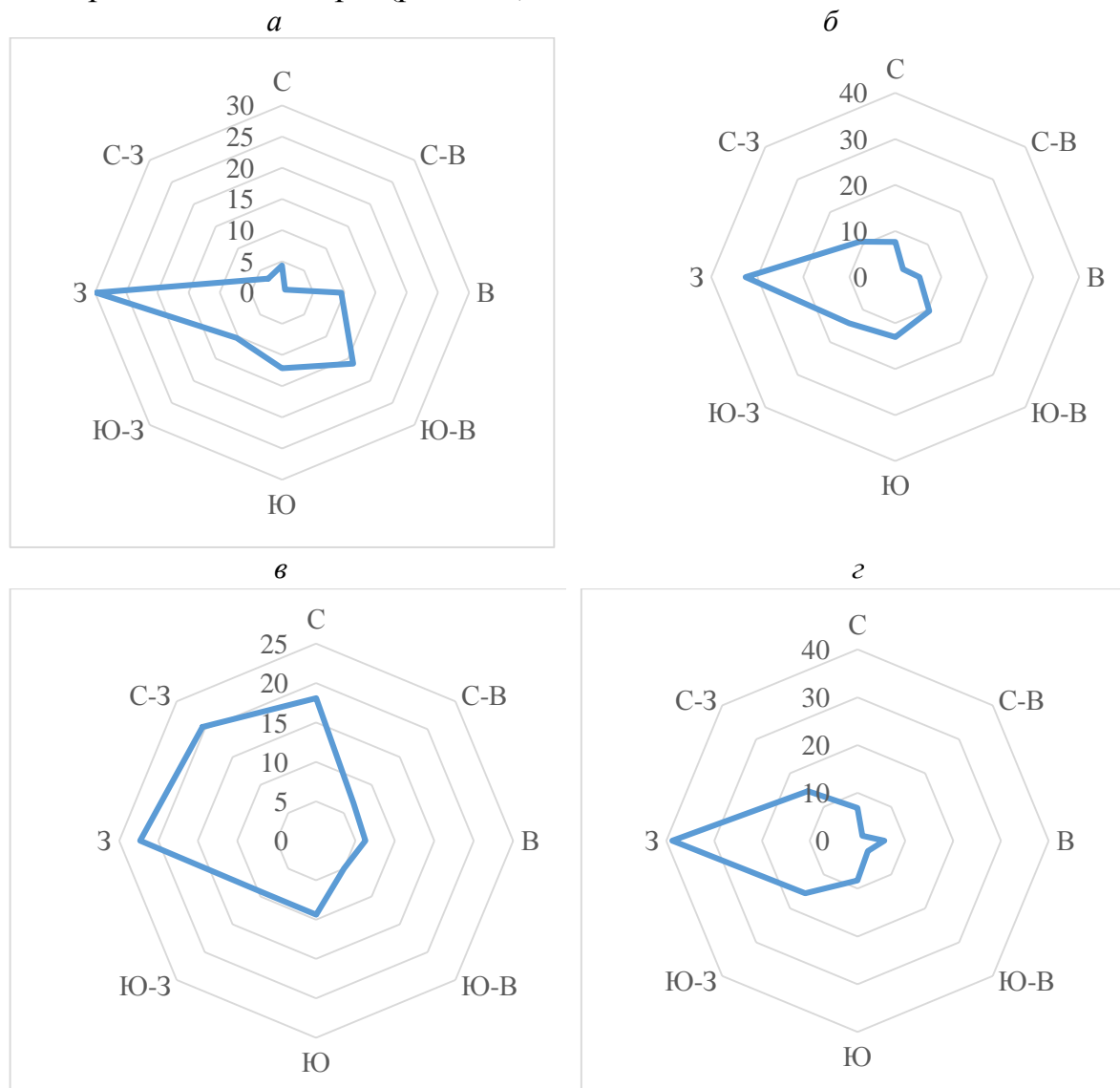


Рис. 1. Повторяемость ветров различных направлений (%) по сезонам года за период с 2018 по 2022 гг.: *a* – зима; *б* – весна; *в* – лето; *г* – осень

Наибольшее количество штилей отмечается в зимнее время года, их доля в этот период составляет 10,9 % от общего количества зимних дней.

На рис. 2 представлена роза ветров на исследуемой территории в среднем за исследуемый период наблюдения. Анализ данных позволяет отметить, что основным направлением ветра в районе исследований

является западное (30,9 %). Преобладающими можно назвать также ветры южного, северо-западного и юго-западного направлений, на долю которых приходится более 30 % от общего числа направлений. Самый редкий ветер в районе – северо-восточный. Следует отметить, что при сравнении наших результатов с опубликованными данными по розе ветров, полученными с других метеостанций, на фоне принципиального сходства по основному (западному) направлению обнаруживаются достаточно существенные различия по удельному весу ветров других направлений.

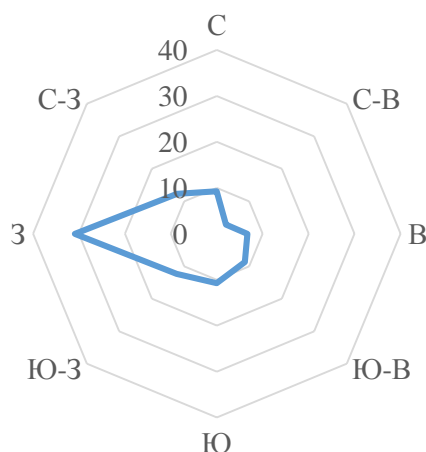


Рис. 2. Роза ветров в среднем за пять лет наблюдений

В целом результаты проведенных исследований свидетельствуют, что роза ветров достаточно существенно различается по сезонам года. Наиболее специфична она для летнего сезона. Направления ветров в летний период заметно отличаются от направлений зимних, весенних, осенних ветров и, как следствие, от розы ветров календарных лет. Разные районы города имеют принципиальное сходство по основному (западному) направлению ветров и количественные расхождения по удельному весу ветров других направлений. Характеристики ветрового режима должны быть учтены при создании системы защитных насаждений, предназначенных для снижения запаха от южной аэрационной станции МУП «Водоканал» на близлежащих жилых и общественных территориях.

#### *Список источников*

1. Серебровский, Ф. Л. Аэрация населенных мест / Ф. Л. Серебровский. – Москва : Стройиздат, 1985. – 172 с.
2. Колбин, Д. С. Исследование ветрового режима с целью аэрации и ветрозащиты городских территорий / Д. С. Колбин, В. Д. Оленьков // Вестник Пермского государственного технического университета. – 2011. – № 1. – С. 36–39.

3. Gismeteo : [сайт]. – URL: <https://goo.su/lhNmIvV> (дата обращения: 20.10.2022).

4. Советский энциклопедический словарь / предисловие А. М. Прохорова. – Москва : Советская энциклопедия, 1982. – 1600 с.

Научная статья  
УДК 630\*8166:615.322

**ВЛИЯНИЕ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ И ПРОХОДНЫХ РУБОК  
НА ЗАПАСЫ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ ЖИВОГО  
НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА БЕРЕЗОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Юрий Алексеевич Аржанников<sup>1</sup>, Максим Дмитриевич Абзаиров<sup>2</sup>,  
Игорь Александрович Панин<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> wolf1997@mail.ru

<sup>2</sup> abMz20@yandex.ru

<sup>3</sup> IgorPanin1993@yandex.ru

*Аннотация.* В статье представлены результаты изучения изменения надземной фитомассы ягодных растений живого напочвенного покрова. После сплошнолесосечных и проходных рубок наблюдается снижение биологических запасов ягодных растений, после проходных – увеличение.

*Ключевые слова:* дикорастущие ягодные растения, сплошнолесосечные рубки, проходные рубки

Scientific article

**THE EFFECT OF CLEAR CUTTING AND THINNING  
ON THE STOCKS OF WILD BERRY PLANTS IN THE LIVING  
GROUND COVER IN THE BEREZOVSKY FOREST OF THE  
SVERDLOVSK REGION**

**Yuri A. Arzhannikov<sup>1</sup>, Maxim D. Abzairov<sup>2</sup>, Igor A. Panin<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> wolf1997@mail.ru

<sup>2</sup> abMz20@yandex.ru

<sup>3</sup> IgorPanin1993@yandex.ru

*Abstract.* The article presents the results of studying the changes in the aboveground phytomass of berry plants of living ground cover. After clear cutting and thinning there is a decrease in biological stocks of berry plants and an increase after thinning.

*Keywords:* wild berry plants, clear cutting, thinning

Известно, что лесные ягоды востребованы и обладают хозяйственной ценностью. Они заготавливаются населением для собственных нужд на продажу и для использования в пищевой промышленности. Существующая система лесного хозяйства фокусируется на древесной продукции как главном лесном ресурсе [1]. Полное либо частичное удаление древостоя может по-разному влиять на ресурсы ягодных растений: снижать или увеличивать запасы.

Целью нашего исследования было оценить изменения запасов дикорастущих ягод после сплошнолесосечных и проходных рубок. Работа выполнена в 2019 году на территории Березовского лесничества Свердловской области. Было заложено 10 пробных площадей (далее – ПП) в насаждениях сосняка ягодникового. Из них 5 в насаждениях, где ранее (5–10 лет) были проведены проходные рубки, а другие 5 ПП в молодняках, формирующихся на месте сплошнолесосечных рубок 3–10 летней давности. В качестве основной характеристики была выбрана надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии как наиболее точная и полная. Урожайность сильно варьирует по годам, и из-за коротких сроков проведения исследования использование данного показателя невозможно. Внутри ПП на равномерно-размещенных учетных площадках все растения срезались на уровне поверхности почвы, сортировались по видам и взвешивались. Затем отбиралась навеска, которая высушивалась в лабораторных условиях до постоянной массы [2, 3].

Всего в живом напочвенном покрове (ЖНП) изучаемых насаждений было зафиксировано 4 вида ягодных растений: брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.), Костяника (*Rubus saxatilis* L.) и земляника (*Fragaria vesca* L.) На рис. 1 показана доля ПП, на которых представлены данные виды. В ЖНП после сплошнолесосечной рубки брусника представлена только на 1 ПП, черника на 2, костяника на 1, а земляника является наиболее распространенным видом, который обнаружен на 3 ПП. После проходной рубки в ЖНП насаждений самый распространенный ягодный вид – костяника – встречается на 4 ПП, брусника на 3 ПП, черника и земляника на 2.

Попарное сравнение показателей надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии насаждений после сплошнолесосечных и проходных рубок показаны на рис. 2 и 3. На рис. 2 средние значения по всем ПП, а на рис. 3 – наибольшие значения среди ПП. На ПП после выборочных рубок в среднем в 2 раза выше фитомасса брусники и в 4 раза – костяники. Также после проходной рубки значение надземной фитомассы черники в абсолютно сухом состоянии в среднем по ПП 160,3 кг/га, при максимальном значении 962,0 кг/га. После сплошнолесосечных рубок данный показатель меньше практически в 10 раз, составляя в среднем только ПП 19,2 кг/га. В живом напочвенном покрове после сплошнолесосечных рубок только один вид более распространен, чем после проходных рубок, – это земляника. Фитомасса данного вида в насаждениях после сплошных рубок в 5 раз выше



и составляет в среднем по ПП 10,6 кг/га, при 2,6 кг/га после рубок проходных.

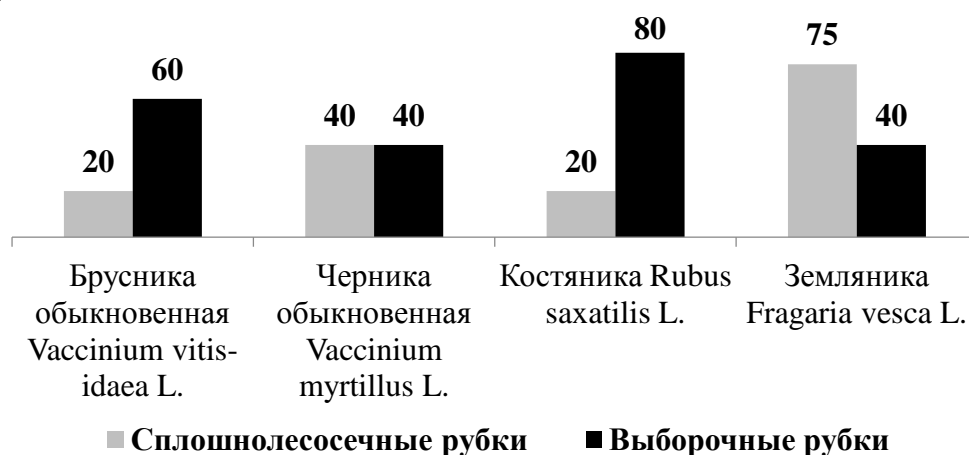


Рис. 1. Доля ПП, на которых данный вид представлен от общего количества ПП, %



Рис. 2. Средние значения надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии после сплошных и проходных рубок

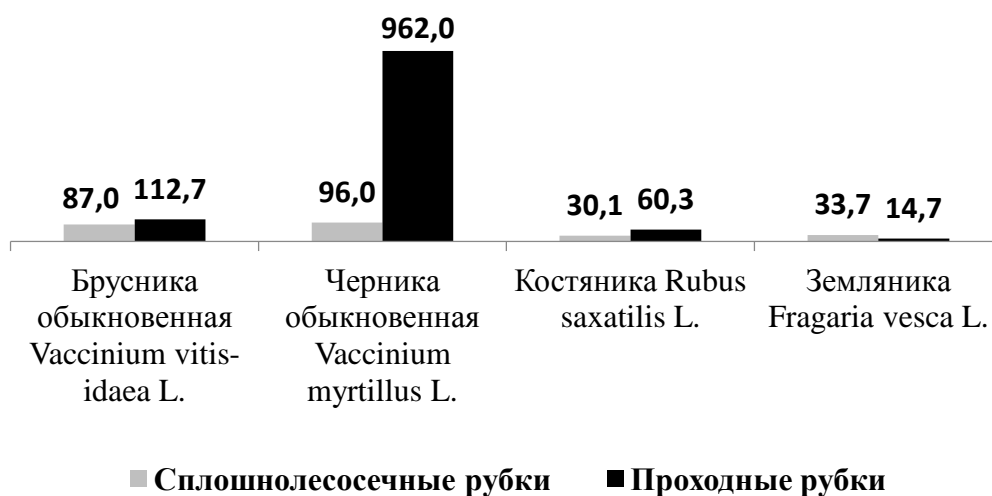


Рис. 3. Максимальные значения надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии после сплошных и проходных рубок

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Насаждения, пройденные выборочными рубками, характеризуются большей встречаемостью ягодных растений, чем пройденный рубками сплошнолесосечными.

2. После проходных рубок под пологом насаждений наблюдается развитие черничников, в то время как после сплошной рубки черника погибает и вытесняется травянистой растительностью.

3. После сплошнолесосечных рубок увеличивается проективное покрытие и фитомасса земляники лесной, по сравнению с насаждениями, где были проведены проходные рубки.

#### *Список источников*

1. Коростелев, А. С. Недревесная продукция леса / А. С. Коростелев, С. В. Залесов, Г. А. Годовалов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. – 480 с.

2. Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.]. – 3-е изд., доп. и перераб. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 90 с.

3. Панин, И. А. Определение ресурсов дикорастущих пищевых и лекарственных растений : учебное пособие / И. А. Панин, Л. А. Белов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. – 87 с.

Научная статья  
УДК 631.421.1 \*630

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ООПТ «СОКОЛИНЫЙ КАМЕНЬ»

**Ларина Фаиловна Ахматова<sup>1</sup>, Любовь Павловна Абрамова<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> larina.akhmatova.01@mail.ru

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

**Аннотация.** В статье приводится анализ четырех почвенных разрезов, разных склонов на территории Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ. Получены результаты: почвы слабокаменистые, пористость благоприятная, сильнокислые и кислые, содержат мало доступного калия, фосфором среднеобеспечены.

**Ключевые слова:** особо охраняемые природные территории, «Соколиный камень», почвенный разрез

**Благодарности:** авторы выражают благодарность за научное консультирование доктору биологических наук, профессору кафедры лесоводства – Л. А. Сеньковой.

Scientific article

## SOIL CHARACTERISTICS OF SPNA “FALCON STONE”

**Larina F. Akhmatova<sup>1</sup>, Lyubov P. Abramova<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> larina.akhmatova.01@mail.ru

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

**Abstract.** The article provides an analysis of four soil sections, different slopes on the territory of the Ural educational and experimental Forest USFEU. The results were obtained: the soils are slightly stony, the porosity is favorable, the soils are strongly acidic and acidic, they contain little available potassium, and are moderately supplied with phosphorus.

**Keywords:** specially protected natural areas, "Falcon stone", soil section

**Acknowledgments:** the authors express their gratitude for scientific advice to Professor of the Department of Forest, Doctor of Biological Sciences – L. A. Senkova

Целью исследования было дать характеристику почвам ООПТ УУОЛ «Соколиный камень». Подробное морфологическое описание исследованных почвенных профилей опубликовано в 2022 г. [1]. Закладка, описание почвенных разрезов и анализ отобранных образцов проводились по общепринятым методикам [2, 3].

Изучение почв проводили на территории Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ (УУОЛ УГЛТУ) в Билимбаевском лесничестве, Северском участковом лесничестве, Северском участке в 36 квартале [1]. Было заложено 4 почвенных разреза.

Характеристика объектов исследования приведена в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Расположение и условия объектов исследования

№ разреза	Квартал, выдел	Мезорельеф	Растительность, состав насаждения
1	36–31	Нижняя часть юго-восточного крутого склона	6С4Б
2	36–31	Южный крутой склон, средняя часть, ближе к нижней	5С5Б
3	36–15	Западная часть, ровное место	Сенокос
4	36–29	Средняя часть крутого северного склона	8Б2С+Ос, Л, Е

Таблица 2

Почвы Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ

№ раз-реза	Название почвы				
	Тип	Подтип	Род	Вид	Разновидность
1	Бурая лесная	Бурая лесная оподзоленная	Каменисто-галечниковый	Мало-мощный	Легко-суглинистая
2	Бурая лесная	Бурая лесная типичная	Каменисто-галечниковый	Мало-мощный	Легко-суглинистая
3	Дерновая	Глеево-дерновые	Бескарбонатный	Мало-мощный	Глинистая
4	Подзолистая	Дерново-подзолистая	Обычный	Слабо-дерновый, сильно-подзолистый	Тяжело-суглинистая

Полученные результаты исследования отображены в табл. 3. Изученные почвы имеют низкую скелетность (0–2 %). С увеличением глубины залегания почвенных горизонтов наблюдается увеличение плотности сложения. Верхние горизонты рыхлые или нормальные, а нижние уплотненные и сильно уплотненные. Плотность твердой фазы

отвечает показателям минеральной части почвы, ее почвообразующей породе.

Таблица 3

## Свойства почв ООПТ «Соколиный камень»

№ раз-реза	Гори-зонт	Скелет-ность, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Пористость, %	рН <sub>KCl</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
			твердой фазы	сложения			мг/100 г почвы	
1	A <sub>1</sub>	0	2,34	0,95	59,4	4,2	7,2	7,5
	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	0	2,41	1,24	48,5	4,2	3,6	10,0
	B	0	2,74	1,29	52,9	4,2	3,6	7,5
2	A <sub>1</sub>	0	2,65	1,10	58,5	4,8	8,0	20,0
	B <sub>1</sub>	0	2,73	1,30	52,4	4,4	9,0	5,0
3	A <sub>1</sub>	0	2,38	0,85	64,3	4,8	8,8	10,0
	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	1,4	2,65	1,21	54,3	4,4	5,5	5,0
	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	0	2,69	1,27	52,8	4,4	8,8	7,5
	B <sub>2</sub>	0	3,26	1,17	64,1	5,0	7,3	7,5
4	A <sub>1</sub>	0,6	2,43	0,70	71,2	4,6	7,0	15,0
	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	2,0	2,53	0,98	61,3	4,0	7,0	7,5
	A <sub>2</sub>	0	2,67	1,27	52,4	4,0	4,2	12,5
	B	0	3,31	1,35	59,2	4,8	6,0	15,0
	BC	0,1	2,73	1,28	53,1	5,0	5,3	12,5

Пористость почв благоприятная, достигающая 71,2 %, что обеспечивает оптимальный водно-воздушный режим и при рациональном использовании почвенного покрова снижает риски возникновения водной эрозии в условиях холмисто-увалистого рельефа.

Реакция почвенной среды сильно кислая и кислая. Содержание доступного калия (K<sub>2</sub>O) низкое. По обеспеченности доступным фосфором (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) почвы оцениваются в целом как среднеобеспеченные. Выявленные показатели экологически обусловлены для почв изучаемой лесорастительной зоны [4].

## Список источников

1. Характеристика почв особо охраняемой природной территории Уральского учебно-опытного лесхоза «Соколиный камень» / Л. П. Абрамова [и др.] // Современное состояние и перспектива развития сети особо охраняемых природных территорий в промышленно развитых регионах : материалы II Всероссийской конференции, посвященной 25-летию природного парка «Нумто» : сборник научных статей. – Екатеринбург : Ассорти, 2022. – С. 12–18.

2. Абрамова, Л. П. Почвоведение / Л. П. Абрамова, В. Н. Луганский. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2019. – 30 с.

3. Луганский, В. Н. Химический анализ почв : учебно-методическое пособие / В. Н. Луганский, Л. П. Абрамова, А. В. Бачурина. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – 49 с.

4. Туленкова, А. В. Почвы и подлесок лесопарков города Екатеринбурга // А. В. Туленкова, Л. П. Абрамова // Леса России и хозяйство в них. – 2021. – № 1 (76). – С. 44–53.

Научная статья  
УДК 630\*232.4

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ В РАМКАХ КОМПЕНСАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТАРКОСАЛИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

**Константин Андреевич Башегуров<sup>1</sup>, Алексей Сергеевич Клинов<sup>2</sup>,  
Сергей Вениаминович Залесов<sup>3</sup>, Артем Сергеевич Попов<sup>4</sup>**

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

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

<sup>2</sup> alexklinov2002@gmail.com

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

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

**Аннотация.** Проведенные исследования показали, что приживаемость лесных культур, созданных на пустырях, сеянцами с закрытой корневой системой выше, чем у сеянцев с открытой корневой системой. На приживаемость сеянцев влияет подготовка почвы и внесение торфа. Одним из важнейших направлений повышения эффективности работ по лесовосстановлению на пустырях является создание плодородного слоя грунта из торфа или торфо-песчаной смеси.

**Ключевые слова:** компенсационное лесовосстановление, приживаемость, пустырь, лесные культуры

**Финансирование:** работа выполнена в рамках исполнения госбюджетной темы FEUG-2020-0013.

Scientific article

## **EFFICIENCY OF REFORESTATION WITHIN THE FRAMEWORK OF COMPENSATORY MEASURES ON THE TERRITORY OF TARKOSALINSKY FOREST**

**Konstantin A. Bashegurov<sup>1</sup>, Alexey S. Klinov<sup>2</sup>, Sergej V. Zalesov<sup>3</sup>,  
Artem S. Popov<sup>4</sup>**

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

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

<sup>2</sup> alexklinov2002@gmail.com

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

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

**Abstract.** The conducted studies have shown that the survival rate of forest crops by seedlings with a closed root system is higher than that of seedlings with an open root system. The survival rate of seedlings is affected by soil preparation and peat application. One of the most important ways to improve the efficiency of reforestation on vacant lots is to create a fertile soil layer of peat or peat-sand mixture.

**Keywords:** compensatory reforestation, survival of forest crops, wasteland, forest crops

**Funding:** the work was carried out within the framework of the implementation of the state budgetary theme FEUG-2020-0013.

Лесные экосистемы выполняют множество функций, которые можно объединить в три большие группы: экологические, социальные и сырьевые [1]. В районах добычи углеводородов на первый план выходит экологическая функция лесов. Основная масса месторождений находится в северной части России. В силу жесткости лесорастительных условий формируются крайне хрупкие лесные экосистемы, которые, в свою очередь, подвергаются очень сильному антропогенному воздействию [2]. Также не стоит забывать о природных стихийных бедствиях в виде лесных пожаров, которые вносят значительный вклад в современный облик лесов.

Восстановление лесов является одним из приоритетных направлений повышения лесистости регионов крайнего севера, где не всегда обеспечиваются процессы естественного восстановления в силу жестких лесорастительных условий. Там, где подрост главных пород отсутствует или же находится в недостаточном количестве, проводят мероприятия по искусственному лесовосстановлению.

Целью исследования служила оценка приживаемости лесных культур сосны обыкновенной, созданных на пустырях (песчаных раздувах) Таркосалинского лесничества разным посадочным материалом (сеянцы с закрытой (ЗКС) и открытой (ОКС) корневыми системами). Помимо посадочного материала, учитывались внесение торфа в посадочные места и способ подготовки почвы.

Объектами исследования служили песчаные раздувы, на которых производилась посадка лесных культур сосны как с подготовкой почвы, так и без таковой. В основу исследования были положены методики, широко апробированные в области лесного хозяйства [3]. Для оценки развития корневых систем были отобраны и выкопаны сеянцы в количестве не менее 10 штук на каждой пробной площади.

В процессе исследования были проанализированы материалы лесоустройства Таркосалинского лесничества на предмет наличия фонда лесовосстановления. Данные представлены в табл. 1.



Таблица 1

Фонд лесовосстановления на территории  
Таркосалинского лесничества по лесорастительным районам, га / %

Категория земель фонда лесовосстановления	В т. ч. по лесным районам		Всего
	Западно-Сибирский район притундровых лесов и редкостойной тайги	Западно- Сибирский северо-таежный равнинный район	
Редины биологические	185415,3/82,98	99432,9/73,37	284848,2/79,36
Гари	33961,3/15,20	25352,2/18,71	59313,5/16,52
Насаждения погибшие	0,0/0,0	113,5/0,08	113,5/0,03
Ветровальники	0,0	18,1/0,01	18,1/0,01
Вырубки	0,0/0,0	296,2/0,22	296,2/0,08
Прогалины	394,9/0,18	0,8/0,0	395,8/0,11
Пустыри	3661,9/1,64	10300,7/7,60	13962,6/3,89
Итого	223433,5/100	135514,4/100	358947,9/100

Проанализировав данную таблицу, важно отметить, что территория Таркосалинского лесничества разделена на два лесных района: Западно-Сибирский район притундровых лесов и редкостойной тайги и Западно-Сибирский северо-таежный лесной район [4]. Основную долю (79,36 %) фонда лесовосстановления занимают редины, однако не все они нуждаются в мероприятиях по лесовосстановлению. Редины, сформировавшиеся на низкотрофных почвах, не нуждаются в искусственном лесовосстановлении, т. к. почвенное плодородие не позволит вырастить продуктивные насаждения и эффект от таких мероприятий будет низкий. А вот редины, которые сформировались в процессе деятельности человека или же в силу природных явлений (пожар, ветровал, бурелом и т. д.), нуждаются в лесовосстановлении, в том числе искусственном.

Пустыри занимают 3,89 % от всего фонда лесовосстановления. Однако пустыри подвержены сильной ветровой эрозии, что обуславливает отсутствие на них какой-либо растительности, а также верхнего слоя почвы. На таких объектах как раз и производилась посадка лесных культур сосны в 2021 г. Посадка производилась сеянцами как с открытой корневой системой (ОКС), так и с закрытой (ЗКС). Варианты подготовки почвы тоже различные – без подготовки почвы (ПП № Т-19,3641), с подготовкой почвы плугом ПКЛ-70. На некоторых участках (ПП № Т-38) в посадочное место вносился торф. Результаты приживаемости лесных культур сосны обыкновенной, созданных на пустырях (песчаных раздувах), представлены в табл. 2.

Таблица 2

Лесные культуры сосны обыкновенной, созданные на пустырях на территории Пурпейского участкового лесничества в 2021 г.

№ ПП	Квартал	Выдел	Подготовка почвы	Посадочный материал	Шаг посадки, м	Ширина между-рядий, м	Кол-во посадочных мест, шт./га	Приживаемость, %
Т-37	2866	39	ПКЛ-70	ОКС	0,75	3,12	4267	0,47
Т-36	2935	47	Нет	ОКС	0,66	3,12	4848	26,24
Т-38	2932	4	ПКЛ-70	ОКС	0,75	3,12	4267	39,09
Т-21	2866	10	ПКЛ-70	ЗКС	0,73	3,13	4377	62,14
Т-41	3031	2	Нет	ЗКС	0,9	2,77	4011	70,21
Т-19	2724	20	Нет	ЗКС	1,42	2,78	2533	84,33

В соответствии с действующим законодательством лесные культуры с ЗКС создаются не менее чем на 20 % площадей, предназначенных для искусственного лесовосстановления [5]. Однако данные нормативы не учитывают региональную специфику, в том числе и по Ямало-Ненецкому автономному округу [6].

Из табл. 2 видно, что приживаемость сеянцев с ЗКС гораздо выше вне зависимости от способа подготовки почв. На ПП № Т-37 приживаемость составила всего 0,47 %. Это объясняется, по нашему мнению, заносом посадочных мест песком до такой степени, что сеянцы полностью оказываются под толщей грунта и погибают. Очень интересные результаты получены на ПП № Т-38. Внесение торфа благоприятно сказывается на приживаемости сеянцев с открытой корневой системой. Корневые системы сеянцев с ЗКС не выходят из корневого стаканчика, что может вызывать опасение гибели таких посадок в будущем. Для более детального поиска причинно-следственных связей необходим длительный мониторинг данных площадей.

Торф в процессе разложения выделяет макроэлементы в доступной для растений форме. Как видно, внесение торфа благоприятно влияет на рост и развитие сеянцев. Таким образом, можно констатировать, что внесение торфа или торфо-песчаной смеси просто необходимо. Данное мероприятие может в значительной степени повысить приживаемость, а в будущем и продуктивность искусственных лесных насаждений, созданных на пустырях.

В результате исследования были сделаны следующие выводы:

1) приживаемость сеянцев с ЗКС значительно выше, чем с ОКС, что обусловлено наличием питательных веществ в торфяном стаканчике, однако нельзя однозначно сказать, как будут происходить рост и развитие сеянцев с ЗКС, необходимы долгосрочные исследования;

2) подготовка почвы на песчаных раздувах отрицательно сказывается на приживаемости сеянцев. Это происходит из-за переноса песчаных частиц ветром и заметанию сеянцев песком;

3) внесение торфа в посадочные места благоприятно сказывается на приживаемости сеянцев, т. к. торф при разложении высвобождает питательные элементы, которые остро необходимы сеянцам, особенно в ювениальный период.

#### *Список источников*

1. Залесов, С. В. Лесоводство : учебник / С. В. Залесов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 295 с.

2. Деградация и демуляция лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи : монография / С. В. Залесов, Н. А. Кряжевских, Н. Я. Крупинин [и др.]. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2002. – 436 с.

3. Основы фитомониторинга : учебное пособие / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.]. – 3-е изд., доп. и перераб. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 90 с.

4. Лесохозяйственный регламент Таркосалинского лесничества Ямало-ненецкого автономного округа : Утв. Приказом Департамента природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса Ямало-Ненецкого автономного округа от 24.12.2018 года. – № 5187. – URL: <https://dpr.yanao.ru/documents/active/21503/> (дата обращения: 15.09.2022).

5. Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления : Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29.12.2021 года. – № 1024. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/728111110?marker=6540IN> (дата обращения: 12.10.2022).

6. Об особенностях реализации закона от 19.07.2018 г. № 212-ФЗ «О компенсационном лесовосстановлении и лесоразведении на территории Ямало-Ненецкого автономного округа» / С. В. Залесов, А. С. Попов, К. В. Кравченко [и др.] // Леса России и хозяйство в них. – 2020. – № 2 (73). – С. 58–64.

Научная статья  
УДК 630

## МНОГОСТОРОННЕЕ ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ БИРСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Диана Николаевна Белова<sup>1</sup>, Альгиза Наилевна Хисамутдинова<sup>2</sup>

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

<sup>1,2</sup> HAF628@yandex.ru

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований и анализа ползащитных полос на снегораспределение и урожайность в условиях Бирского района Республики Башкортостан. Отмечены влияние и важная роль ползащитных лесных насаждений.

**Ключевые слова:** защитные лесные насаждения, снегораспределение, повышение урожайности, лесомелиорация

Scientific article

## MULTILATERAL INFLUENCE OF PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS IN THE CONDITIONS OF THE BIRSKY DISTRICT REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Diana N. Belova<sup>1</sup>, Algiza N. Hisamutdinova<sup>1</sup>

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

<sup>1,2</sup> HAF628@yandex.ru

**Abstract.** The article presents the results of research and analysis of protective strips for snow distribution and yield in the conditions of the Birsky district of the Republic of Bashkortostan. The influence and important role of protective forest stands are noted.

**Keywords:** protective forest plantations, snow distribution, yield increase, forest reclamation

Бирский район располагается в зоне Северной лесостепи. Это самый теплый, незасушливый и благоприятный агроклиматический район Республики Башкортостан. Влажный теплый летний период и умеренно суровая зима – характерные особенности климата. Основные ветры в летний период южные и северо-западные. Эти факторы и являются причиной засухи, которая плохо влияет на урожай. Задача – сделать так, чтобы поля не пострадали от этих факторов (сильного ветра). При условии,

что засуха как большое явление не может быть предотвращена в течение долгого времени, уменьшение скорости ветра на приземном слое воздуха поможет защитить сельское хозяйство от засухи почвы и эрозии. Благодаря этой защите действие засухи значительно ослабляется. Основным и главным средством, чтобы защитить поля от ветра, можно назвать лесные насаждения [1–3].

Использование лесных полос улучшает накопление влаги почвы в период с осени до зимы, потому что выполняется функция снегозадержания. Зимние температуры на сельскохозяйственных землях с защитными полосами указывают на значительное ослабление, если сравнивать их с территориями сельского хозяйства, которые располагаются на безлесомелиоративных участках. С помощью этого можно еще больше усилить защиту растений от вымерзания [4–5].

Целью работы было изучить и исследовать существующие в хозяйстве защитные полосы, установить их влияние на снегораспределение и показатели урожайности сельскохозяйственных культур.

От конструкции, ширины и высоты лесных полос зависит распределение снега на межполосном участке. В целях изучения состояния полос в них были заложены пробные площади, на которых были измерены высота и диаметр. Задачей исследования было изучение влияния этих насаждений на снегораспределение и урожайность.

На территории хозяйства изучено 2 полезащитные полосы, состояние которых является хорошим. В большинстве своем лесные полосы хозяйства состоят из березы повислой, тополя бальзамического и дуба черешчатого.

На лесной полосе № 1 преобладают береза повислая с яблоней и дуб черешчатый с акацией желтой, конструкция ажурная. Закладка полосы 1950-х гг., количество рядов – 5, ширина 9 м. Средний диаметр и высота – 38 см и 18 м соответственно.

В конце зимы 2022 г. на расстоянии 10, 25, 50, 100, 200, 300, 400 и 500 м от края полосы в заветренную сторону измерялась глубина снега деревянной рейкой. Полученные данные заносились в табл. форму ниже.

#### Влияние 5-рядной березовой лесополосы на снегораспределение

Расстояние, м	10	25	50	100	200	300	400	500
Высота снега, см	64	60	58	55	54	52	50	50

Из табл. формы видим, что профиль снега неравномерный, максимальная высота составляет 64 см × 10 м от насаждения. Также можно заметить, что высота покрова чем дальше от полосы, тем меньше. Это связано с наименьшими скоростями ветра вблизи полос, поэтому снегоотложение происходит более интенсивно.

Лесная полоса № 2 состоит из тополя бальзамического. Конструкция ажурная, закладка полосы 1971-й г., количество рядов – 4, ширина 8 м. Средний диаметр и высота 23 см и 19 м соответственно. Полученные при измерении данные вносились в табл. форму ниже.

Глубина снега была измерена так же, как для полосы № 1. Как видно из формы, снег расположился неравномерно. Так, на расстоянии 25 м наблюдается максимальная высота снега в 68 см.

#### Влияние 4-рядной тополиной лесополосы на снегораспределение

Расстояние, м	10	25	50	100	200	300	400	500
Высота снега, см	67	68	64	60	53	50	53	48

Также были созданы пробные площадки для изучения влияния лесной полосы на урожай на расстоянии 10, 50, 100, 200, 300, 400 и 500 м в заветренную сторону. Измерения проводились в начале августа, до сбора урожая. Измерялось расстояние от лесной полосы. На этих расстояниях подсчитывалось число зерен в колосе, количество колосьев, вес 1000 шт. зерен.

Ниже в табл. 1 приведены полученные данные в ходе проведения измерений на поле возле лесополосы № 1.

*Таблица 1*

#### Зависимость роста сельскохозяйственных культур от расстояния до полевзащитной полосы № 1

Расстояние от лесополосы, м	Показатели пшеницы в 2022 г.					
	Высота р-й, м	Кол-во зерен в колосе, шт	Количество р-й на 1 м <sup>2</sup>	Кол-во зерен на 1 м <sup>2</sup>	Вес 1000 шт. зерен, г	Урожайность, ц/га
10	0,81	28	110	3086	28,4	8,6
50	0,89	32	141	4499	30,5	14,4
100	0,90	37	169	6257	35,5	23,1
200	0,87	29	91	2645	30,9	7,7
300	0,82	28	113	3165	30,4	8,9
400	0,78	31	88	2739	31,6	8,5
500	0,81	29	121	3499	33,6	10,1

Максимальная урожайность пшеницы в 2022 г. наблюдается на расстоянии 100 м – 23,1 ц/га, а минимальный показатель урожайности составил 7,7 ц/га на расстоянии 200 м от лесной полосы. Сразу же под табл. 1 приведен график соотношения показателей снега и урожайности (рис. 1).

Ниже в табл. 2 приведены полученные данные в ходе проведения измерений на поле возле лесополосы № 2. Максимальная урожайность овса в 2022 г. наблюдается на расстоянии 300 м – 87,7 ц/га, а минимальный показатель урожайности составил 9,9 ц/га на расстоянии 10 м от лесной полосы.

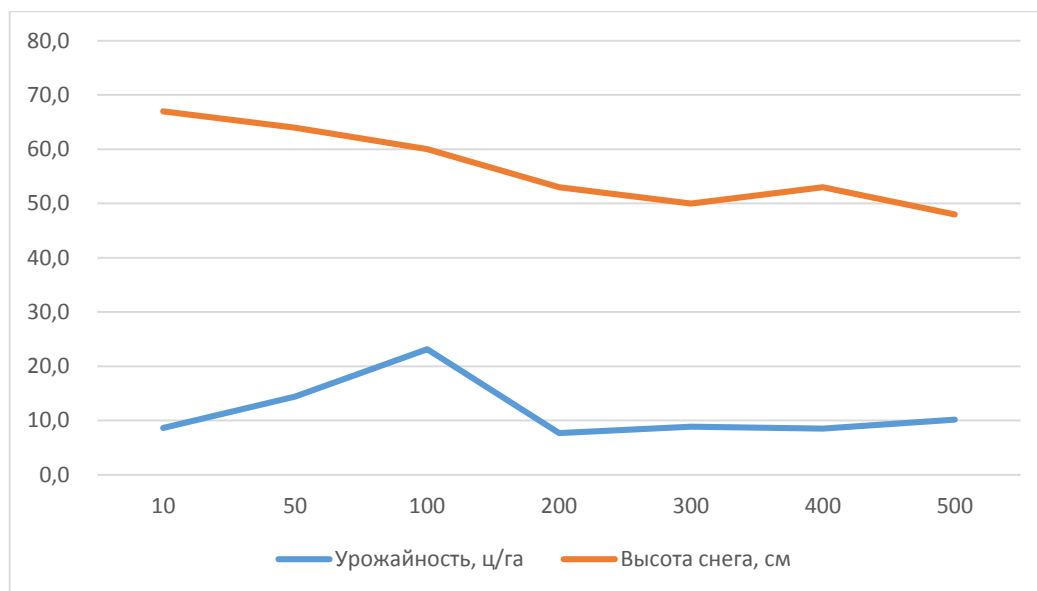


Рис. 1. Показатели снега и урожайности возле березовой полосы

Таблица 2

Зависимость роста сельскохозяйственных культур от расстояния до полевозащитной полосы № 2

Расстояние от лесополосы, м	Показатели в 2022 г.					
	Высота р-й, м	Кол-во зерен в колосе, шт	Количество р-й на 1 м <sup>2</sup>	Кол-во зерен на 1 м <sup>2</sup>	Вес 1000 шт. зерен, г	Урожайность, ц/га
10	0,82	14	503	7042	52,4	9,9
50	0,84	39	320	12480	53,8	48,7
100	0,86	30	391	11730	49,1	35,2
200	0,82	48	242	11616	45,1	55,8
300	0,89	51	337	17187	56,3	87,7
400	0,82	50	319	15950	52,5	79,8
500	0,87	48	280	13440	48,7	64,5

Также произведен замер снега на поле без лесомелиоративных насаждений, высота снежного покрова составила в среднем 40 см, что подтверждает тот факт, что наличие полос, по сравнению с открытой местностью, позволяет скапливать в 1,2–1,8 раз больше снежной массы, чем на незащищенной территории (рис. 2).

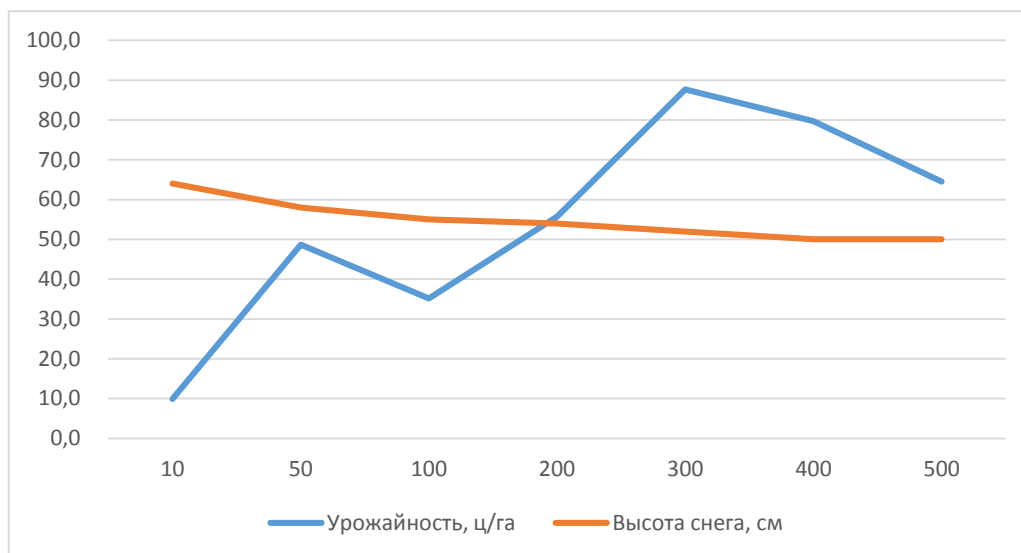


Рис. 2. Показатели снега и урожайности возле тополевой полосы

### Список источников

1. Бартыш, А. А. Оценка зарастания сельскохозяйственных земель лесной растительностью в Березовском городском округе Свердловской области / А. А. Бартыш, Р. Р. Никитин // Леса России и хозяйство в них. – 2021. – № 79. – С. 6–68.
2. Белов, Л. А. Изменение лесоводственно-таксационных показателей сосняков ягодникового типа леса, пройденных выборочными рубками / Л. А. Белов, П. Н. Сураев, Ш. Э. Микеладзе // Леса России и хозяйство в них. – 2021. – № 2 (77). – С. 26–35.
3. Юнусов, Д. В. Исследование рекреационного потенциала лесов / Д. В. Юнусов, Н. Г. Шалямов, А. Ш. Тимерьянов // Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 85-летию Башкирского государственного аграрного университета. – 2015. – С. 418–421.
4. Ишниязов, Р. М. Особенности адаптивно-ландшафтного земледелия на полях, защищенных лесными полосами / Р. М. Ишниязов, А. Ш. Тимерьянов // Сборник статей в 3 книгах. – Алтайский государственный аграрный университет, 2016. – С. 107–109.
5. Тимерьянов, А. Ш. Агролесомелиорация и биологическое земледелие / А. Ш. Тимерьянов // Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2015. – С. 463–466.



Научная статья  
УДК 630\*621

## ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НАСАЖДЕНИЯ ПАРКА КАМВОЛЬНОГО КОМБИНАТА

Анна Владимировна Беляева<sup>1</sup>, Татьяна Сергеевна Воробьева<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> anna.beliaevea2015@yandex.ru

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

*Аннотация.* Проведена оценка антропогенного воздействия на зеленые насаждения парка Камвольного комбината, расположенного на улицах Ферганская и Патрисы Лумумбы. Площадь, занятая лесными насаждениями, составляет 6,22 га. Представлены методы, которые использовались при оценке рекреационной нагрузки. Полученные результаты приведены в виде рисунков и таблиц. Выявлены значительные изменения лесной среды.

*Ключевые слова:* рекреационная нагрузка, антропогенное воздействие, городские парки, флуктуирующая асимметрия листьев березы, дорожно-тропиночная сеть, загрязнения атмосферного воздуха, посещаемость парка

Scientific article

## ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE PLANTINGS OF THE PARK OF THE WORSTED COMBINE

Anna V. Beliaevea<sup>1</sup>, Tatyana S. Vorobyeva<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> anna.beliaevea2015@yandex.ru

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

*Abstract.* The article deals with the assessment of the anthropogenic impact on the green plantings of the park of the Worsted Combine, located on Ferganskaya Street and Patrice Lumumba Street. The area occupied by forest plantations is 6.22 hectares. The methods that were used in assessing the recreational load are presented. The results obtained are presented in the form of figures and tables. Significant changes in the forest environment have been revealed.

**Keywords:** recreational load, anthropogenic impact, city parks, fluctuating asymmetry of birch leaves, road and path network, air pollution, park attendance

В условиях интенсивной производственной деятельности человека, ускорения темпов городской жизни с одновременным снижением физических нагрузок рекреационную функцию зеленых насаждений в городах трудно переоценить. *Рекреационной нагрузкой* называют степень непосредственного влияния отдыхающих людей (туризм, отдых, лечение, сбор даров леса, спортивная охота, рыболовство и др.), их транспортных средств, строительства дачных и временных жилищ и других сооружений на природные комплексы или рекреационные объекты (живописные места, памятники архитектуры и др.) [1]. У городских жителей большой популярностью пользуются парки и лесопарки в качестве мест спорта и отдыха. В данной статье рассматривается степень антропогенного воздействия, оказываемого на зеленые насаждения парка Камвольного комбината, расположенного на улицах Ферганская и Патрисы Лумумбы.

Парк Камвольного комбината является городским парком, расположенным в Чкаловском районе, в жилом микрорайоне Вторчермет. Площадь парка составляет 6,22 га. Парк является особо охраняемой природной территорией местного значения в муниципальном образовании город Екатеринбург. Такой режим парк приобрел 27 октября 2009 г. В парке преобладают такие древесные виды, как сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), тополь бальзамический (*Populus balsamifera*) и береза пушистая (*Betula pubescens*), в основном полог – черемуха обыкновенная (*Prúnus pádus*), клен ясенелистный (*Acer negundo*), в подлеске – боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea*).

Для оценки уровня антропогенного воздействия были применены следующие методы.

Изучение флуктуирующей асимметрии листа по методике В. М. Захарова 2000 г. [2]: с 10 берез, расположенных в парке, было взято по 10 листьев, что в итоге дало 100 листьев березы. По каждому листу были измерены такие показатели, как ширина половинки листа; длина второй жилки второго порядка от основания листа; расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; расстояние между концами этих жилок; угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка. Величина асимметричности оценивается с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия на признак. Полученные показатели оцениваются по пятибалльной шкале отклонения от нормы, в которой 1 балл – условная норма, а 5 баллов – критическое состояние. У восьми деревьев из десяти результат показал значительное отклонение, а у двух – критическое состояние. Такие результаты связаны с тем, что парк окружен проезжими улицами с интенсивным потоком автотранспорта.

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на участке магистральной улицы по степени концентрации угарного газа [3, 4]: три раза в день по часу (утром, днем и вечером) производился подсчет автомобилей по прилегающим к парку улицам: Ферганской и Патрисы Лумумбы. Проезжающие машины подразделялись на следующие типы: легкий грузовой, средний грузовой, тяжелый грузовой (дизельный), автобусный и легковой транспорт. По собранной информации вычислялся уровень загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта, который сравнивается с нормой:

$$КСО = (0,5 + 0,01 N \times K_T) K_A \times K_U \times K_C \times K_B \times K_{II}, \quad (1)$$

где  $N$  – суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, автом./час;

$K_T$  – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух окиси углерода;

$K_A$  – коэффициент, учитывающий аэрацию местности;

$K_U$  – коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона;

$K_C$  – коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра;

$K_B$  – то же (что и  $K_C$ ), в зависимости от относительной влажности воздуха;

$K_{II}$  – коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений).

Норма ПДК составляет  $3,00 \text{ мг/м}^3$ . По улице Ферганской уровень ПДК выбросов автотранспорта по окиси углерода равен  $5,04 \text{ мг/м}^3$ , он превышает норму в 1,68 раза. По улице Патрисы Лумумбы показатель равен  $5,78 \text{ мг/м}^3$ , превышает норму в 1,93 раза. Преобладающим видом транспорта на этих улицах является легковой, поэтому превышение значительное, но не критическое.

Оценка посещаемости парка людьми следующая: в будний и выходной дни по 10 ч производился подсчет посетителей в трех входах по категориям (рисунок). С помощью среднего арифметического вычислялся поток людей на каждый вход и весь парк в будний и выходной дни. Средняя посещаемость составила 2708 человек (см. табл.), что превышает норму в 9 раз. Большую долю составил транзит граждан, прогулки и посещение парка с детьми. Рядом расположены две школы, детская поликлиника и ФОК (физкультурно-оздоровительный комплекс). Также расположение парка помогает сократить путь в вышеперечисленные заведения или на работу.

Расчет дорожно-тропиночной сети парка операций следующий: измерялись длина и ширина асфальтированных и произвольно созданных людьми дорожек и тропинок, вычислялась их общая площадь и доля к общей площади парка. Дорожно-тропиночная сеть составила 0,7 га, что составляет 12 % от общей площади парка. В парке много произвольно созданных дорожек, накладывающихся друг на друга и близко расположенных.

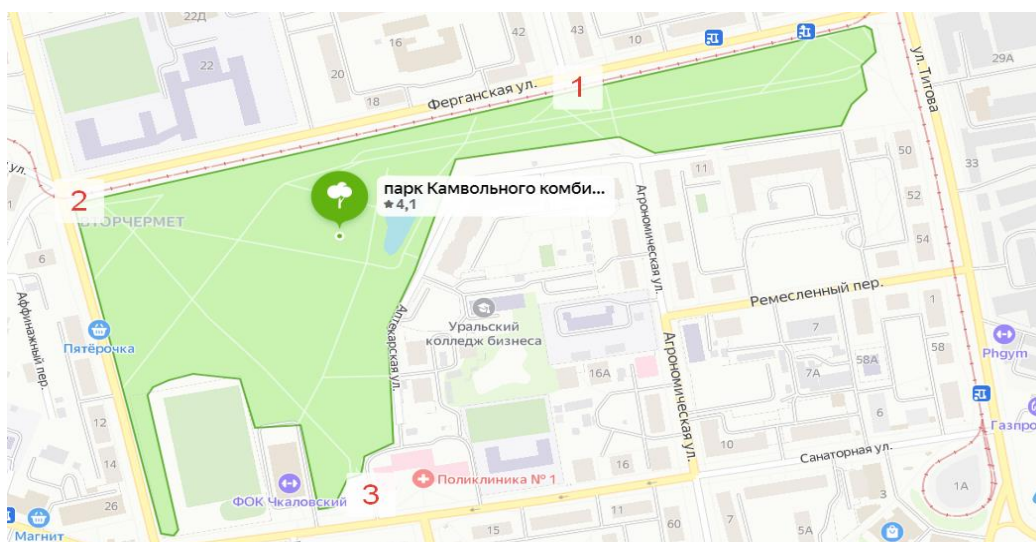


Схема парка и расположение местоположения точек контроля

### Количество граждан, посещающих парк по категориям

Время проведения исследования, часы	Категории граждан, посещающих парк							
	Транзит	Спорт	Собаки	Прогулка	Дети	Велосипеды	Электросамокаты	Общее
8–9	88	18	20	33	14	9	1	181
9–10	89	8	17	36	39	15	0	203
10–11	105	12	21	51	53	12	5	259
11–12	118	12	18	70	64	10	2	294
12–13	128	8	16	77	57	10	3	297
13–14	127	8	17	73	65	9	2	298
14–15	108	6	18	77	65	9	1	282
15–16	111	7	16	77	62	8	3	283
16–17	110	5	25	82	69	11	4	305
17–18	126	6	18	81	64	12	4	309
Общее	1107	87	184	655	551	103	23	2708

Подводя итоги, следует отметить, что на парк Камвольного комбината оказывается значительная рекреационная нагрузка. Высокий уровень посещаемости и интенсивная дорожно-тропиночная сеть приводят к тому, что в парке полностью отсутствует подрост и значительная площадь непокрыта травянистой растительностью. Выхлопы автотранспорта наносят колоссальный ущерб растительности парка, здоровью его посетителей и местных жителей. Выявлены значительные изменения лесной среды.

#### *Список источников*

1. Оборин, М. С. Особенности анализа рекреационной и антропогенной нагрузки вследствие санаторно-курортной и туристской деятельности / М. С. Оборин. – URL: <https://goo.su/nANjZQ> (дата обращения: 22.10.2022).

2. Об утверждении Методических рекомендаций по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ : Распоряжение Государственной службы охраны окружающей природной среды от 16 октября 2003 г. № 460-р // Электронный фонд правовых и нормотивно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901879474> (дата обращения: 22.10.2022).

3. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на участке магистральной улицы по концентрации угарного газа. – URL: <https://studfile.net/preview/7409980/page:3/> (дата обращения: 22.10.2022).

4. Об утверждении Методических рекомендаций по разработке норм и правил по благоустройству территорий муниципальных образований : Приказ Минрегиона России от 27 декабря 2011 г. № 613 (ред. от 17.03.2014) // Электронный фонд правовых и нормотивно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902322479> (дата обращения: 22.10.2022).

Научная статья  
УДК 630\*305

## РАЗРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПО НАВЕДЕНИЮ И ЗАХВАТУ, А ТАКЖЕ РАСПИЛУ И ПОВАЛУ ДЕРЕВА ХАРВЕСТЕРОМ

Максим Вячеславович Бураков<sup>1</sup>, Андрей Вениаминович Мехренцев<sup>2</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> maks45vest@gmail.com

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

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию наведения и захвата дерева, а также распилу и повалу дерева с применением харвестера разными операторами. Исследования проводились по видеороликам из интернет-источников, где измерялись длительность наведения харвестерной головки к дереву, захват, срезание дерева, снятие с пня.

**Ключевые слова:** харвестер, наведение на дерево, захват дерева, распил дерева, повал дерева

Scientific article

## DEVELOPMENT OF A STATISTICAL MODEL FOR POINTING AND CAPTURE, AS WELL AS CUTTING AND CUTTING A TREE BY A HARVESTER

Maxim V. Burakov<sup>1</sup>, Andrey V. Mekhrentsev<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> maks45vest@gmail.com

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

**Abstract.** The article is devoted to the study of the guidance and capture of a tree, as well as the sawing and felling of a tree using a harvester by different operators. The research was carried out using videos from Internet sources, where the duration of pointing the harvester head to the tree, capturing, cutting the tree, and removing it from the stump were measured.

**Keywords:** harvester, pointing at a tree, grabbing a tree, cutting a tree, felling a tree

При определении необходимого числа опытов-измерений и наблюдений проводится предварительный цикл имитационных

наблюдений, охватывающий не менее 50 замеров. Выполненные замеры были сведены в таблицу для статистической обработки.

В программе *Statistica* на основе результатов предварительного цикла имитационных наблюдений определим значения выборки для первой операции (рис. 1) и для второй операции (рис. 2), а именно среднее арифметическое (статическое) значение, минимальное значение, максимальное значение, дисперсию, статистическую оценку дисперсии, коэффициент вариации и ошибки.

Переменная	Описательные статистики (Таблица данных1)									
	N набл.	Среднее	Медиана	Сумма	Минимум	Максим.	Дисперсия	Ст.откл.	Козф.Вар.	Станд. ошибки
Наведение и захват, сек	50	5,257400	4,990000	262,8700	2,340000	9,250000	2,656007	1,629726	30,99871	0,230478

Рис. 1. Значения статистических оценок выборки предварительного цикла наведения и захвата дерева

Переменная	Описательные статистики (Таблица данных1)									
	N набл.	Среднее	Медиана	Сумма	Минимум	Максим.	Дисперсия	Ст.откл.	Козф.Вар.	Станд. ошибки
Распил и повал, сек	50	6,399200	5,885000	319,9600	2,650000	15,52000	7,556159	2,748847	42,95610	0,388746

Рис. 2. Значения статистических оценок выборки предварительного цикла распила и повала дерева

На основе этих данных коэффициент вариации наведения и захвата дерева  $v = 30,99$ , коэффициент вариации распила и повала дерева  $v = 42,96$ .

Проверка на аномальность проводится в предположении, что ошибка наблюдения подчиняется нормальному закону распределения.

Результат наблюдений является грубым или аномальным, если он существенно отличается по значению от остальных значений наблюдений в выборке.

Для предотвращения искажения в описании статистических данных грубые сущности объекта (анормальные результаты) должны быть исключены из выборки. В нашем случае проверка проводится по критерию Греббса:

$$U_1 = \frac{\bar{x} - x_{\min}}{S} = \frac{5,257 - 2,340}{1,63} = 1,789, \quad (1)$$

$$U_n = \frac{x_{\max} - \bar{x}}{S} = \frac{9,250 - 5,257}{1,63} = 2,45. \quad (2)$$

Здесь  $U_1$  и  $U_n$  характеризуют относительные величины наибольших отклонений от среднего, которые подчиняются  $\beta$  распределению. При известном объеме выборки ( $n$ ) и заданном уровне ( $\alpha$ ) из таблиц определяется табличное значение величины ( $h$ ), которое в последующем сравнивается

с  $U_1$  и  $U_n$ . Из таблицы предельных значений  $\beta$ -распределения  $h = 2,956$ . В данном случае соблюдаются следующие неравенства  $U_1 < h$  и  $U_n < h$ . Исходя из критерия Граббса, показатели наведения и захвата не выходят за предел\*, а вот распил и повал выходят за предел ( $U_1 = 1,363$  и  $U_n = 3,316$ ).

Следовательно, пересчет параметров статистических оценок имитационной выборки нужен только для распила и повала дерева.

Завершающий этап обработки – это выбор закона распределения. Этот этап включает в себя разбивку на интервалы построения.

Число интервалов  $k$  определяются по объему выборки (вычисляется по формулам или берется из таблиц).

Рассчитываем  $k$  по формуле:

$$k = 1 + 3,322 \lg n = 1 + 3,322 \times \lg 100 = 7,64 \approx 8. \quad (3)$$

Для определения ширины разрядов  $d$  используем следующую формулу, представленную Г. А. Стреджесом для первого значения [4] и второго [5]:  
первое значение:

$$d_1 = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k} = \frac{9,250 - 2,340}{8} = 0,86; \quad (4)$$

второе значение:

$$d_1 = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k} = \frac{15,520 - 2,650}{8} = 1,61, \quad (5)$$

где  $x_{\max} - x_{\min}$  – размах вариации (разность между наибольшим  $x_{\max}$  и наименьшим  $x_{\min}$  значениями);

$n$  – объем выборки;

$k$  – число разрядов(интервалов);

Ширину разрядов  $d$  необходимо округлить в большую сторону, поэтому  $d_1 = 1$ ,  $d_2 = 2$ .

Для оценки вероятности той или иной случайной величины используются описывающие их законы распределения.

Процедура этапов построения гистограммы рассмотрена на рис. 3, таблицы вычисления значений на рис. 4 и 5, теоретические и эмпирические частоты для расчета критерия Пирсона, гистограммы и кривой плотности наиболее подходящего закона распределения.

---

\* Редькин, А. К. Математическое моделирование и оптимизация технологий лесозаготовок : учебник / А. К. Редькин, С. Б. Якимович. – Москва : МГУЛ, 2005. – 504 с.



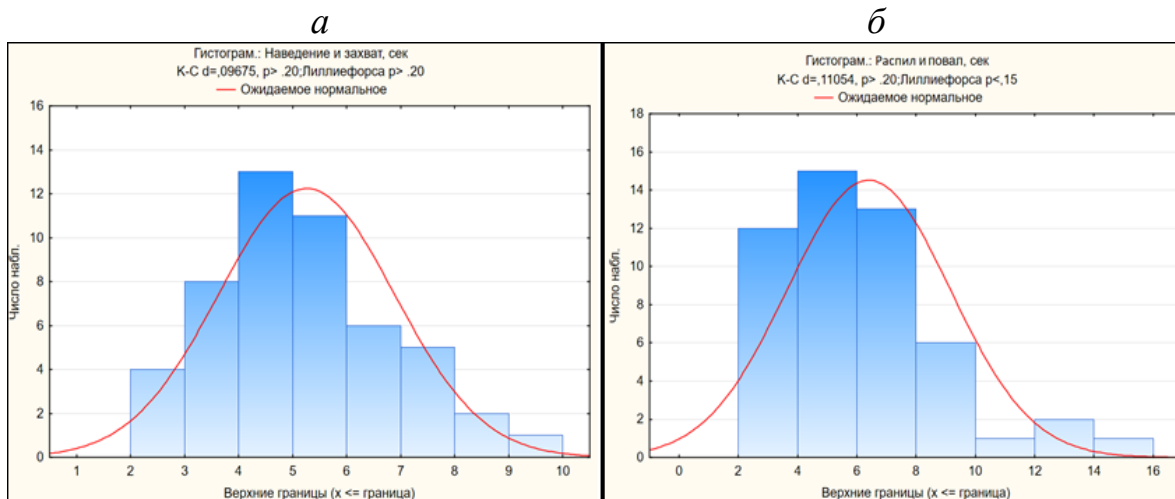


Рис. 3. Гистограммы для подготовительного выбора закона распределения:  
*а* – наведение и захват дерева; *б* – распил и повал дерева

Перемен.: Наведение и захват, сек, Распред.: Нормальное (Таблица данных1) Хи-квадрат = 4,69424, сс = 4 (скорр.), p = 0,32013									
Верхняя Граница	Наблюд. Частота	Кумул. Наблюд.	Процент Наблюд.	Кумул. % Наблюд.	Ожидаем. Частота	Кумул. Ожидаем.	Процент Ожидаем.	Кумул. % Ожидаем.	Наблюд.- Ожидаем.
<= 2,00000	0	0	0,00000	0,0000	1,140910	1,14091	2,28182	2,2818	-1,14091
2,50000	1	1	2,00000	2,0000	1,125522	2,26643	2,25104	4,5329	-0,12552
3,00000	3	4	6,00000	8,0000	1,883804	4,15024	3,76761	8,3005	1,11620
3,50000	3	7	6,00000	14,0000	2,871807	7,02204	5,74361	14,0441	0,12819
4,00000	5	12	10,00000	24,0000	3,987619	11,00966	7,97524	22,0193	1,01238
4,50000	3	15	6,00000	30,0000	5,043267	16,05293	10,08653	32,1059	-2,04327
5,00000	10	25	20,00000	50,0000	5,809659	21,86259	11,61932	43,7252	4,19034
5,50000	7	32	14,00000	64,0000	6,095796	27,95838	12,19159	55,9168	0,90420
6,00000	4	36	8,00000	72,0000	5,825742	33,78413	11,65148	67,5683	-1,82574
6,50000	3	39	6,00000	78,0000	5,071227	38,85535	10,14245	77,7107	-2,07123
7,00000	3	42	6,00000	84,0000	4,020827	42,87618	8,04165	85,7524	-1,02083
7,50000	4	46	8,00000	92,0000	2,903739	45,77992	5,80748	91,5598	1,09626
8,00000	1	47	2,00000	94,0000	1,910023	47,68994	3,82005	95,3799	-0,91002
8,50000	1	48	2,00000	96,0000	1,144346	48,83429	2,28869	97,6686	-0,14435
9,00000	1	49	2,00000	98,0000	0,624471	49,45876	1,24894	98,9175	0,37553
9,50000	1	50	2,00000	100,0000	0,310386	49,76914	0,62077	99,5383	0,68961
< бесконеч.	0	50	0,00000	100,0000	0,230855	50,00000	0,46171	100,0000	-0,23086

Рис. 4. Таблица границ интервалов и частот в абсолютном и процентном выражениях по наведению и захвату дерева

По результатам компьютерной подгонки теоретического распределения к эмпирическому определено по первому случаю (рис. 4): выбранный закон – нормальный, критерий согласия (хи-квадрат) равен 4,69 при стандартном уровне значимости  $p = 0,03$  и числе степеней свободы  $df = 4$ . Принимаем гипотезу о приемлемости нормального распределения. По второму случаю (рис. 5): выбранный закон – нормальный, критерий согласия (хи-квадрат) равен 13,63 при стандартном уровне значимости  $p = 0,08$  и числе степеней свободы  $df = 4$ . Принимаем гипотезу о приемлемости нормального распределения.

Верхняя Граница	Перемен.: Распил и повал, сек, Распред.:Нормальное (Таблица данных1) Хи-квадрат = 13,63336, cc = 4 (скорр.), p = 0,00856									
	Наблюд. Частота	Кумул. Наблюд.	Процент Наблюд.	Кумул. % Наблюд.	Ожидаем. Частота	Кумул. Ожидаем.	Процент Ожидаем.	Кумул. % Ожидаем.	Наблюд.- Ожидаем.	
<= 2,00000	0	0	0,00000	0,0000	2,737856	2,73786	5,47571	5,4757	-2,73786	
3,00000	1	1	2,00000	2,0000	2,668115	5,40597	5,33623	10,8119	-1,66811	
4,00000	11	12	22,00000	24,0000	4,163299	9,56927	8,32660	19,1385	6,83670	
5,00000	7	19	14,00000	38,0000	5,699300	15,26857	11,39860	30,5371	1,30070	
6,00000	8	27	16,00000	54,0000	6,844770	22,11334	13,68954	44,2267	1,15523	
7,00000	5	32	10,00000	64,0000	7,211925	29,32527	14,42385	58,6505	-2,21193	
8,00000	8	40	16,00000	80,0000	6,666517	35,99178	13,33303	71,9836	1,33348	
9,00000	2	42	4,00000	84,0000	5,406317	41,39810	10,81263	82,7962	-3,40632	
10,00000	4	46	8,00000	92,0000	3,846423	45,24452	7,69285	90,4890	0,15358	
11,00000	0	46	0,00000	92,0000	2,400838	47,64536	4,80168	95,2907	-2,40084	
12,00000	1	47	2,00000	94,0000	1,314664	48,96002	2,62933	97,9200	-0,31466	
13,00000	1	48	2,00000	96,0000	0,631551	49,59157	1,26310	99,1831	0,36845	
14,00000	1	49	2,00000	98,0000	0,266157	49,85773	0,53231	99,7155	0,73384	
15,00000	0	49	0,00000	98,0000	0,098400	49,95613	0,19680	99,9123	-0,09840	
16,00000	1	50	2,00000	100,0000	0,031913	49,98804	0,06383	99,9761	0,96809	
< бесконеч.	0	50	0,00000	100,0000	0,011956	50,00000	0,02391	100,0000	-0,01196	

Рис. 5. Таблица границ интервалов и частот в абсолютном и процентном выражениях по распилу и повалу дерева

Нормальное распределение вероятностей характеризует непрерывные случайные величины, все возможные значения которых лежат в пределах определенного интервала.

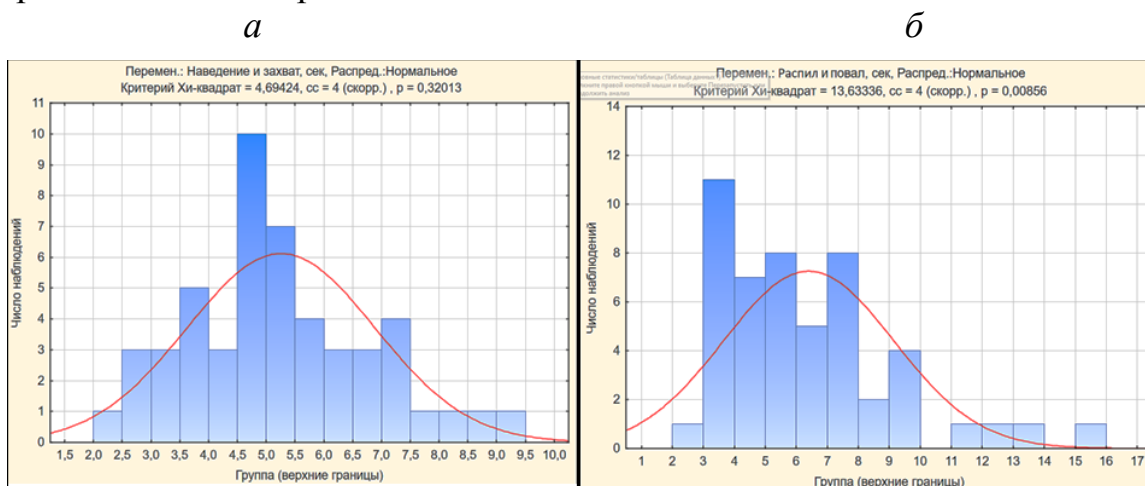


Рис. 6. Графика распределения: а – наведение и захват дерева; б – распил и повал дерева

Таким образом, при работе с данными было выявлено, что данных недостаточно, чтобы определить более точную длительность для наведения и захвата, а также распила и повала дерева харвестером, в связи с тем, что были разные харвестеры, операторы, условия среды и погоды, а также расстояния для дерева.

Научная статья  
УДК 712.4

## ОЗЕЛЕНЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА ПОЛЕВСКОГО И ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ МЕМОРИАЛЬНЫХ ЗОН НА ПРИМЕРЕ ПЛОЩАДИ ИМЕНИ П. П. БАЖОВА

Евгения Владимировна Васильева<sup>1</sup>, Дарья Олеговна Ермакова<sup>2</sup>,  
Татьяна Ивановна Фролова<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> evgenia180702@gmail.com

<sup>2</sup> dasha-si08@yandex.ru

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

*Аннотация.* В статье рассмотрены данные по оценке выполненного озеленения г. Полевского на примере его центральной части, также рассмотрены особенности реконструкции мемориальных зон на примере площади имени П. П. Бажова.

*Ключевые слова:* озеленение, формирование комфортной городской среды, мемориальная зона, проектные решения

Scientific article

## LANDSCAPING OF THE CENTRAL PART OF THE TOWN OF POLEVSKY AND FEATURES OF THE RECONSTRUCTION OF MEMORIAL ZONES ON THE EXAMPLE OF P. P. BAZHOV SQUARE

Evgenia V. Vasilyeva<sup>1</sup>, Daria O. Ermakova<sup>2</sup>, Tatiana I. Frolova<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> evgenia180702@gmail.com

<sup>2</sup> dasha-si08@yandex.ru

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

*Abstract.* The article considers the data on the assessment of the completed landscaping of the city of Polevsky on the example of its central part, and also considers the features of the reconstruction of memorial zones on the example of P. P. Bazhov Square.

*Keywords:* landscaping, formation of a comfortable urban environment, memorial zone, design solutions

Полевской – небольшой город Свердловской области. Он расположен в районе Среднего Урала на восточном склоне Уральского хребта, в 50 км к юго-западу от Екатеринбурга. Численность населения на 1 декабря 2022 г. по оценке Федеральной службы государственной статистики составляет 59112 человек [1].

Город Полевской имеет большую промышленную базу: добыча золота, меди, металлургия и обработка камня – уникальные поделочные породы (малахит) [2].

Анализируя систему озеленения, необходимо отметить, что она находится в прямой зависимости от планировочных решений, которые интенсивно формировались с 1960-х гг. Особое внимание стало уделяться системе озеленения после принятия программы «Формирование комфортной городской среды на территории Полевского городского округа на 2018–2022 годы», которая посвящена 300-летию города.

2018–2019 гг. было запланировано и частично реализовано благоустройство общественных территорий по следующим адресам: территория улиц Розы Люксембург – А. Матросова и территория дома Ялунина, 7А, со стороны ул. Дружбы, вдоль улицы А. Матросова; улица Победы, от улицы Володарского до улицы Бажова; нечетная сторона улицы Бажова от улицы Победы до улицы К. Маркса; Малышева от дома № 63 до дома № 67; Полевской округ, село Косой Брод [3]. Кроме того, было запланировано и реализовано благоустройство территории общего пользования около здания администрации, а также от улицы Советской, вниз до улицы Ленина; Полевской округ, село Мраморское, благоустройство территории общего пользования у Дома культуры. В рамках реализации программы было уделено особое внимание озеленению дворовых пространств, т. к. на данных территориях произрастает большое количество старовозрастных деревьев, а именно тополя бальзамического (*balsamica terei*), клена ясенелистного (*Ácer negúndo*), черемухи обыкновенной (*communis avis cerasis*).

В целом, оценивая особенности озеленения города, необходимо отметить, что на большей части общественных территорий требуется реконструкция зеленых насаждений [4].

В данной статье представлен более подробный анализ озеленения одного из важных объектов Южной части города Полевского – Площади имени П. П. Бажова.

По категории зонирования она относится к мемориальным, особенность которых зависит от исторической и смысловой значимости территории.

Площадь расположена в центральной части города и поэтому граничит с прилегающими к ней улицами – Карла Маркса, Торопова и вторым микрорайоном [5–7].

Территорию площади можно поделить на две части – территорию цветников и территорию, прилегающую к Центру развития творчества им. П. П. Бажова, где расположены крупные деревья и кустарники. У Центра развития творчества им. П. П. Бажова произрастают несколько деревьев и кустарников. Среди деревьев – это клен ясенелистный (*Acer negundo*), яблоня ягодная (*berry arbore*); кустарников 3 вида – карагана древовидная (*Caragána arboréscens*), боярышник кроваво-красный (*Crataégus sanguínea*), сирень венгерская (*Syringa josikaea*).

В цветниках использованы кустарники, среди которых выделяется по количеству можжевельник горизонтальный (*Juníperus horizontális*), лапчатка кустарниковая (*Dasiphora fruticosa*) и сосна горная (*Pinus mugo*); в летний период высаживаются различные однолетники. Рассматривая ассортимент цветочных растений в плане разнообразия, необходимо отметить, что он очень обыкновенен, поскольку это самые простые и распространенные виды: тагетисы, сальвии, петунии. Кроме клумб, цветочное оформление представлено вазонами с однолетниками.

В рамках предложений по реконструкции данной территории необходимо отметить необходимость создания дополнительных элементов озеленения: групповые и одиночные посадки, цветники, живые изгороди и т. д. Создание дополнительных насаждений является целесообразным, поскольку на территории площади имеются свободные места, а новые растения, высаженные здесь, создадут эффект завершенности объекта, радуя своим видом в любое время года.

Существующие насаждения, как уже было сказано выше, состоят из привычных для нас видов, встречающихся в любых местах, отсюда возникает необходимость включить новые декоративные виды, которые будут сочетаться с уже имеющимися. Одним из видов предлагается клен Гиннала (*Acer ginnala*). Выбор этого дерева связан с тем, что у этого вида имеются интересные декоративные формы. Главным достоинством вида является окраска в осеннее время. Она становится красного цвета и хорошо сочетается с окраской других, которая обычно желтая или оранжевая. Посадка деревьев этого вида может быть выполнена в виде небольших групп, закрывающих пространство между существующими видами и открытой территорией. Подобное решение позволит создать живой фон.

Другой задачей в рамках проектных решений является создание живой изгороди, которая оградит территорию площади от проезжей части, тем самым задержав на себе пыль. Живую изгородь предлагается создать из кизильника блестящего (*Cotoneáster lucídus*), который лучше всего подходит для этого. Выбор этого вида был основан на его неприхотливости к условиям произрастания, а также устойчивости к загазованности и регулярной обрезке.

В качестве дополнения к живой изгороди предлагается создать посевной газон перед живой изгородью из кизильника блестящего (*Cotoneáster lucídus*).

В шести уже существующих цветниках предлагается использовать ирис сибирский (*Íris sibíríca*), который переносит зимовку в условиях города. Выбор этого вида основан на его декоративности и неприхотливости к условиям произрастания. Использование этого вида позволяет наслаждаться его внешним видом в период цветения, а после периода цветения декоративность сохраняется благодаря листьям.

Кроме этого, для реализации тематической идеи территории предлагаются топиарные фигуры, выполненные в виде трех ключевых героев сказов П. П. Бажова – змея, ящерица и кошка. Данные фигуры будут являться композиционными центрами цветников, усиливая таким образом тематическую значимость площади.

#### *Список источников*

1. Историческая справка // Официальный сайт Администрации Полевского городского округа. – URL: <https://polevsk.midural.ru/special/article/show/id/83> (дата обращения: 01.12.2022).

2. Природные условия и ресурсы Полевского края // Полевской ТурПортал. – URL: <http://www.polevskoy-turcentr.ru/ocherki/prirodnye-usloviya.html> (дата обращения: 01.12.2022).

3. Память полевчан о П. П. Бажове // Официальный сайт Администрации Полевского городского округа. – URL: <https://polevsk.midural.ru/news/show/id/988> (дата обращения: 01.12.2022).

4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2020 году». – URL: <https://mprso.midural.ru/article/show/id/1126> (дата обращения: 01.12.2022).

5. Уникальный арт-объект «Борода Бажова» установлен в Полевском Свердловской области // Официальный сайт Правительства Свердловской области. – URL: [https://midural.ru/news/event\\_places/document142260/](https://midural.ru/news/event_places/document142260/) (дата обращения: 01.12.2022).

6. Решение Думы ПГО № 851 от 23.09.2009 «Об утверждении Положения об установке, обеспечении сохранности и демонтаже мемориальных досок на территории Полевского городского округа». – URL: <http://dumapgo.ru/> (дата обращения: 01.12.2022).

7. Цветочное оформление городских территорий. – URL: <https://elar.usfeu.ru/> (дата обращения: 01.12.2022).

Научная статья  
УДК630.233

## ОБЗОР ДЕНДРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРКОВ ЕКАТЕРИНБУРГА

Михаил Александрович Верхуша<sup>1</sup>, Светлана Николаевна Луганская<sup>2</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> verhunya2000@mail.ru

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

**Аннотация.** В статье представлен обзор дендрологических парков Екатеринбурга: история создания, функции, особенности планировки и ассортимент.

**Ключевые слова:** дендрологический парк, дендропарк, ассортимент

Scientific article

## OVERVIEW OF ARBORETUM PARKS IN YEKATERINBURG

Mikhail A. Verhusha<sup>1</sup>, Svetlana N. Luganskaya<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> UralStateForestEngineeringUniversity, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> verhunya2000@mail.ru

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

**Abstract.** The article presents an overview of the arboretum parks of the city of Yekaterinburg: the history of creation, functions, layout features and assortment.

**Keywords:** arboretumpark, arboretum, assortment of plant species

Дендрологические парки – заповедные территории, созданные для сохранения и изучения различных видов деревьев, кустарников в специальных условиях, чтобы наиболее эффективно использовать растения в научном, культурном и рекреационном назначении.

В дендропарках, созданных в черте города, жители могут не только наблюдать, но и принимать непосредственное участие в таких видах научной деятельности, как:

– поддержание видового разнообразия как местных, так и редких экзотических видов флоры, что необходимо для сохранения генофонда культурных растений;

– изучение особенностей роста и развития растений в специально созданных условиях, что имеет важное значение для расширения ассортимента городских объектов.

В современных условиях еще более значимой становится информационно-просветительская деятельность дендропарков. Это прекрасное место для различных образовательных, досуговых и культурных мероприятий. Актуальное во все времена экологическое образование на примере подобных объектов приобретает особую значимость, что в первую очередь важно для детей, помогает прививать им идеи гуманного и бережного отношения к природе и морально-этические нормы поведения в окружающей среде. Ну и, конечно же, дендропарки – это прекрасное место для отдыха среди городской суеты.

В Екатеринбурге два дендрологических парка: один расположен на ул. Первомайская, 87, второй – по адресу ул. 8 Марта, 37а. Оба этих объекта имеют статус особо охраняемой природной территории (ООПТ), где запрещается любая хозяйственная и иная деятельность, отрицательно влияющая на его экологическое и санитарное состояние [1].

Первый дендрологический парк в Екатеринбурге был создан в 1934 г. на улице Первомайской. Раньше на территории парка находилось небольшое болото, из которого брала начало речка Малаховка. На сегодняшний день этой речки уже не существует. Основой для дендропарка послужил питомник растений научно-исследовательской станции озеленения. Работники этой станции вырастили значительное количество произрастающих там деревьев [2].

Второй дендропарк был создан в 1948 г. на улице 8 Марта вместе с питомником растений площадью около 1 га. До него здесь находился сад для проведения уроков биологии для школьников. Позднее по проекту архитектора В. В. Емельянова дендропарк был преобразован в парк-выставку. В последующие годы в парке проводили выставки клумб и цветов [3].

Оба дендропарка расположены в городской черте недалеко от центра города. Рядом с парками находится зона плотной многоэтажной городской застройки с интенсивным движением.

Дендропарк на ул. 8 Марта имеет большое количество входов, множество тропинок и дорожек, по которым можно дойти до любой части дендрария. Центральное место занимает овальная площадка с фонтаном. От нее отходят две аллеи, расходящиеся в разные стороны. Первая – «Аллея памяти уральским воинам, безвестно павшим в годы Великой Отечественной войны» – уходит в сторону северо-запада. Вторая выходит на пересечение улиц Радищева и Добролюбова. Парк разделен на несколько участков: географический, плодово-ягодный и декоративных цветочных видов. Также в парке есть теплицы, оранжереи и питомник древесно-кустарниковых растений.



Дендропарк на ул. Первомайской является проходным, поэтому у него есть входы со всех сторон. Сеть пешеходных дорожек хорошо развита. Она пересекает парк по центру и диагонали. В центре имеется небольшая площадка. Ландшафт хорошо спланирован и организован в пейзажном стиле. Здесь чередуются газоны, аллеи и куртины древесных и кустарниковых растений. В парке созданы два искусственных пруда, вокруг которых произрастают живописные ивовые посадки.

Как правило, в дендропарках растения группируют по тем или иным признакам на группы, например, по географическим, тематическим, систематическим, экологическим, ландшафтно-декоративным. Однако благодаря отсутствию строгого соответствия подобным вариантам размещения растений в этих дендропарках создана более легкая атмосфера, располагающая к приятному отдыху.

Посетители обоих дендропарков имеют уникальную возможность наблюдать красоту растительного мира, при этом оба парка индивидуальны и не похожи друг на друга. Для того чтобы посетители могли узнавать растения, рядом с некоторыми из них установлены таблички с названиями. К сожалению, их недостаточно, поэтому приходится обращаться за помощью к определителям растений или работникам дендропарков.

Флористический состав дендропарка на ул. 8 Марта представлен более чем 80 видами деревьев и кустарников. Почти все деревья произрастают здесь с момента открытия парка и имеют возраст более 60–70 лет. Большинство деревьев имеют высоту 10–14 м и более, а диаметр стволов отдельных экземпляров достигает 60–100 см. В коллекциях представлены такие экзотические растения, как ясень маньчжурский, ясень американский, вяз шершавый, туя западная, черемуха Маака, орех маньчжурский, бархат амурский и др. Также в парке много различных видов и сортов сирени [4].

Более разнообразный ассортимент представлен посетителям в дендропарке на Первомайской. Это связано с тем, что объект создавался на основе питомника растений научно-исследовательской станции озеленения. Насаждения на Первомайской представлены более чем 100 видами деревьев и кустарников. В этом дендропарке находятся самые старые в городе экземпляры североамериканской ели колючей. Встречаются представители дальневосточной флоры: орех маньчжурский, бархат амурский и черемуха Маака в возрасте около 80 лет. В парке собрана коллекция кленов: остролистный, сахарный, татарский, приречный, Моно [5]. Ну и, конечно же, сиригарий.

Перечень видов древесных растений для изучения был взят из материалов инвентаризации, которая проводилась кафедрой ландшафтного строительства УГЛТУ в 2014–2015 гг. Основной акцент был сделан на видовой состав, изучение сортового разнообразия в рамках работы не проводилось. Коллекции дендрариев постоянно пополняются, и количество видов сортов ежегодно увеличивается.

На сегодняшний день основная и самая востребованная функция дендропарков Екатеринбурга – предоставление посетителям возможности проведения качественного кратковременного отдыха. На значительный потенциал рекреационной функции данных объектов указывает представленный для сравнения в таблице баланс территории обоих дендропарков.

Баланс территории дендропарков г. Екатеринбурга

№ п/п	Наименование	Первомайская, 87		8 Марта, 37а	
		площадь, м <sup>2</sup>	доля, %	площадь, м <sup>2</sup>	доля, %
1	Общая площадь объекта	87 500	100	72 653	100
2	Зеленые насаждения	62 879	71,9	52 977	71,9
3	Дорожно-тропиночная сеть	10 185	11,6	10 018	12,3
4	Площадки	7 430	8,5	3 821	5,3
5	Здания и сооружения (административное и беседки)	1 756	2,0	5 836	10,5
6	Площадь водных объектов, м <sup>2</sup>	5 250	6,0	–	–
7	Количество растений, шт.	3 302		1 814	

По представленным в таблице данным видно, что доля зеленых насаждений в обоих парках составляет 71,9 %, остальная часть – дорожки и площадки для прогулок и отдыха. Данное соотношение является очень привлекательным для посетителей разных возрастов, созданы комфортные условия для тихого и уединенного времяпрепровождения: как бы находясь в центре города, но при этом под защитой от городского шума и пыли.

Сделать выбор в пользу какого-то одного парка достаточно сложно. Каждый из них по-своему привлекателен. Дендропарк на Первомайской очаровывает своим пейзажным разнообразием, цветочной выставкой и большой коллекцией растений. В этом парке всегда тихо, все-таки сказывается некоторая удаленность от центральных улиц. Тут можно встретить различных птиц, понаблюдать за их поведением и не запрещается их даже покормить. Дендропарк на 8 Марта притягивает посетителей своим расположением в самом центре Екатеринбурга. После прогулки по людным торговым центрам приятно зайти в парк, отдохнуть и полюбоваться его красотой. В этом парке часто собираются дети и взрослые для того, чтобы попрактиковаться в живописи, не исключение и прекрасные виды на набережную р. Исеть.

Таким образом, дендрологические парки Екатеринбурга – это одни из самых любимых мест отдыха жителей города. Здесь, несмотря на научную значимость этих территории, нет ограничений для посещения. Притягательным является и то, что грамотное объединение разных функций в пределах этих объектов не мешает вести научную деятельность при

наличии все возрастающего количества посетителей. Окунаясь в атмосферу этих дендропарков, особенно чувствуется, как соседствуют два мира: тихая размеренная жизнь внутри границ парка и стремительная за его пределами.

Именно на примере дендропарков надо изучать особенности ассортимента с целью его последующего внедрения в новые городские объекты. Но не стоит забывать и о том, что поддержание санитарного состояния, декоративности, устойчивости насаждений – это серьезная работа специалистов-профессионалов своего дела.

#### *Список источников*

1. Положение «Об особо охраняемых природных территориях местного значения в муниципальном образовании "город Екатеринбург"» // Официальный портал Екатеринбург.рф. – URL: <https://xn-80acgfbsl1azdqr.xn-p1ai/file/43ae-67bff4ca61d2b6e9384b26ceacaf> (дата обращения: 28.10.2022).

2. Дендропарк на Первомайской: зеленое богатство Екатеринбурга растений // Официальный портал Екатеринбург.рф. – URL: <https://екатеринбург.рф/-/news/78688-dendropark-na-pervomayskoj-zelyonoebogatstvo-Yekaterinburga> (дата обращения: 29.10.2022).

3. Дендропарк на улице 8 Марта: заповедник редких растений // Официальный портал Екатеринбург.рф. – URL: <https://екатеринбург.рф/news/53806-dendropark-na-ulitse-8-marta-zapovednik-redkikh-rasteniy> (дата обращения: 29.10.2022).

4. Паспорт особо охраняемой природной территории местного значения в муниципальном образовании «город Екатеринбург» парка-выставки «Дендрологический парк-выставка» по адресу: ул. 8 Марта, 37а // Информационно-правовой портал Гарант.ру. – URL: <https://base.garant.ru/35144509/13eccbabac-cd95fb589d9b148b51f6f0/> (дата обращения: 03.11.2022).

5. Паспорт особо охраняемой природной территории местного значения в муниципальном образовании «город Екатеринбург» парка-выставки «Дендрологический парк-выставка» по адресу: ул. Первомайская, 87 // Информационно-правовой портал Гарант.ру. – URL: <https://base.garant.ru/20933872/4d593d7246b-a14834e15c0fd54275b42/> (дата обращения: 03.11.2022).

Научная статья  
УДК 712.4

## ОСОБЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ И ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

**Игорь Андреевич Волосов<sup>1</sup>, Татьяна Ивановна Фролова<sup>2</sup>**

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

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

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

**Аннотация.** Благоустройство и озеленение образовательного учреждения непосредственно влияют на психоэмоциональное состояние учащихся. В данной статье предложены проектные решения для создания эстетически привлекательного и многофункционального пространства возле специализированной школы-интерната № 6 на основании детального изучения территории.

**Ключевые слова:** озеленение, благоустройство, речевой дендрарий, школа-интернат, зеленые насаждения

Scientific article

## FEATURES OF LANDSCAPING AND DESIGN SOLUTIONS OF A SPECIALIZED EDUCATIONAL INSTITUTION

**Igor A. Volosov<sup>1</sup>, Tatiana I. Frolova<sup>2</sup>**

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

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

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

**Abstract.** Landscaping and landscaping of an educational institution directly affect the psycho-emotional state of students. This article suggests design solutions for creating an aesthetically attractive and multifunctional space near a specialized boarding school No 6 based on a detailed study of the territory.

**Keywords:** landscaping, greening, speech arboretum, boarding school, green spaces

Грамотно благоустроенная территория образовательного учреждения непосредственно связана с развитием творческих способностей учащихся,

их эмоциональным состоянием, что очень важно для физического и психического развития. Также воспитывает экологические и эстетические качества, формирует чувство ответственности за свое учебное заведение. Это особенно важно учреждениям, имеющим свой уклон, как Екатеринбургская школа-интернат № 6, предназначенная для обучения детей с тяжелыми нарушениями речи.

Школа-интернат № 6 была основана 19 ноября 1961 г. как Свердловская областная речевая школа-интернат № 1, являлась 13-й по счету в Советском Союзе и стала одной из уникальных речевых школ России. За 60 лет выпустились около 500 учеников, более 1370 после 4-го класса продолжили обучение в других учебных заведениях [1]. В настоящее время в школе обучается 264 ученика, 36 из них проживают в ней круглосуточно. Общая территория, по данным кадастровой карты, составляет 20 855 м<sup>2</sup>, на ней расположено несколько капитальных строений: учебный и спальный корпус, столовая – они соединены между собой, также имеется беговая дорожка, игровые и спортивные площадки, зоны для встреч. Благоустраиваемая территория требует изменений: где-то можно увидеть заросли кустарников, имеются старые деревья, недостаточно мест для отдыха и прогулок во внеурочное время.

В рамках предпроектного ландшафтного анализа в 2021 г. была проведена подеревная инвентаризация, которая показала произрастание на участке школы-интерната большого видового разнообразия: 13 видов деревьев и 11 видов кустарников (таблица).

Сводная ведомость подеревной инвентаризации

№ п/п	Вид	Средние показатели			Кол-во, шт.	Доля, %
		Высота дерева, м	Диаметр ствола на высоте 1,3 м	Санитарное состояние, балл		
1	Тополь балзамический	7,0	40	4	56	15,1
2	Клен ясенелистный	8,0	30	4	83	22,4
3	Клен остролистный	2,0	4	1	1	0,2
4	Боярышник обыкн.	6,0	20	4	50	13,5
5	Рябина обыкновенная	5,0	20	4	2	0,5
6	Черемуха виргинская	5,5	18	4	2	0,5
7	Груша Уссурийская	7,0	30	4	1	0,2
8	Яблоня ягодная	5,0	18	4	29	7,8
9	Яблоня домашняя	5,0	20	4	1	0,2
10	Липа обыкновенная	7,0	30	4	8	2,1

## Окончание таблицы

11	Вяз шершавый	8,0	40	4	1	0,2
12	Береза белая	13,0	40	2	2	0,5
13	Ива козья	3,0	10	3	1	0,2
14	Сирень обыкновенная	0,3	–	4	2	0,5
15	Роза майская	2,0	–	3	2	0,5
16	Роза собачья	2,0	–	3	1	0,2
17	Дерен белый	1,0	–	3	1	0,2
18	Смородина золотистая	1,0	–	3	2	0,5
19	Спирея иволистная	0,5	–	4	28	7,5
20	Спирея японская	0,5	–	3	1	0,2
21	Карагана древовидная	3,0	–	4	3	0,8
22	Пузыреплодник обыкн.	0,5	–	4	17	4,6
23	Чебушник венечный	1,5	–	3	1	0,2
24	Кизильник блестящий	1,0	–	2	75	20,3

Некоторые деревья подлежат удалению, есть экземпляры, нуждающиеся в санитарной или омолаживающей обрезке. Пересадка в более подходящее место необходима спиреи иволистной.

Для разработки проектных решений, в первую очередь были изучены законодательные базы, например Постановление главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20», в нем подробно изложены требования размещения объектов на территории школы, нормы озеленения и его сокращения, а также требования к освещению и ветрозащите [2].

Концепция проекта состоит в создании и проектировании модели озеленения и благоустройства пришкольной территории с учетом нового подхода к цветочно-декоративному оформлению, формировании у каждого участника педагогического процесса, внутренней потребности в защите и приумножении природных богатств, создании и поддержании прекрасного вокруг себя, также в учете специфики образовательного учреждения [3].

В результате проекта предполагается выделить несколько зон с различным режимом использования: учебно-опытную («речевой» дендрарий), физкультурно-спортивную, хозяйственную, фотозону, зоны отдыха и зоны активного отдыха с детскими площадками (рис. 1).

Помимо мест проведения уличных занятий и досуга учащихся, на школьной территории было принято решение разработать одно из главных концептуальных решений, связанных с идеей создания школьного «речевого» дендрария с тематическими насаждениями.



Условные обозначения

№ п/п	Обозначения	Примечания
1		Учебно-опытная зона
2		Хозяйственная зона
3		Зона активного отдыха
4		Физкультурно-спортивная зона
5		Зона отдыха

Рис. 1. Схема функционального зонирования

В рамках основной цели деятельности школы-реабилитации и социальной адаптации детей с тяжелыми нарушениями речи учебно-опытная зона («речевой» дендрарий) поделена на несколько участков с тематическим насаждением, начинающимся на определенную труднопроизносимую согласную букву:

– зона «К»: каприфоль, клен остролистный, клен приречный, клен татарский, каштан конский, карагана древовидная, кизильник блестящий, калина обыкновенная и калина бульденеж;

– зона «С»: сосна горная, сосна обыкновенная, сосна сибирская кедровая, сирень обыкновенная, сирень венгерская, сирень амурская, спирея серая, смородина золотистая;

– зона «Р»: рябина обыкновенная, рябинник рябинолистный, ракитник венечный, роза чайно-гибридная «Мадонна» и роза морщинистая.

Одна зона «Аптекарского огорода» с лекарственными и пряными травами и две свободные зоны для высадки деревьев выпускниками, которые будут выполнять средозащитную роль. Центральная часть со скамейкой в форме замкнутого круга, в окружности которого солитер-маньчжурский орех и композиции из многолетних и однолетних растений.

Зона отдыха с северо-западной стороны включает в себя крытую веранду, прилегающую к зданию школы и имеющую прямоугольную форму, а также место для общения и проведения уроков на открытом воздухе в виде округлой площадки с двумя рядами скамеек, повторяющих ее форму. По желанию заказчика была спроектирована фотозона, представляющая собой арку с лианой и насаждениями декоративных кустарников вокруг. Виды подобраны так, чтобы максимальную декоративность эта зона принимала в июне, на момент завершения учебного года и выпуска учеников.

Парадная часть школы представлена рядовой посадкой ели колючей и живой изгородью из караганы древовидной, которая отличается высокой скоростью роста и газоустойчивостью.

Для создания цветников в пейзажном стиле предложены виды многолетних растений, имеющих декоративную листву или длительное цветение: гемерокаллис, ирис бородатый, страусник обыкновенный, люпин многолетний, котовник кошачий, астильба китайская (рис. 2).



Рис. 2. Генеральный план

При проектировании озеленения территории учитывалась высокая декоративность проектируемых посадок, удобство обслуживания и использование существующих зеленых насаждений.

Основным требованием при создании эстетического облика участка является комплексное проектирование и подбор оборудования в едином стиле. Ландшафтные работы по благоустройству выполняются в соответствии с рабочими чертежами с соблюдением всех технологических требований и техники безопасности. Обязательно включают в себя подготовку и выполняются в определенной последовательности:



- 1) очистка участка от травы и поросли деревьев;
- 2) удаление лишних насаждений и аккуратная выкопка деревьев и кустарников для последующей пересадки, согласно проекту;
- 3) осуществляется разбивка территории;
- 4) если требуется, прокладываются инженерные коммуникации;
- 5) устройство дорожек, площадок, тротуаров, посев газона, посадка деревьев, кустов и цветов;
- 6) установка малых архитектурных форм.

*Список источников*

1. ГБОУ СО ЕШИ № 6 : историческая справка. – URL: [http://школа-интернат6.рф/glavnaya/istoricheskaya\\_spravka/](http://школа-интернат6.рф/glavnaya/istoricheskaya_spravka/) (дата обращения: 15.11.22).
2. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648–20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи"». – URL: <https://base.garant.ru/75093644/> (дата обращения: 15.11.22).
3. Теодоронский, В. С. Объекты ландшафтной архитектуры : учебное пособие / В. С. Теодоронский, И. О. Боговая. – Москва : МГУЛ, 2003. – 300 с. – ISBN 5-8135-0198-3.

Научная статья

УДК 630\*181.1(235.31.07)

## СОВРЕМЕННАЯ ЭКСПАНСИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ГОРНЫЕ ТУНДРЫ И ЛУГА В ГОРАХ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Сергей Олегович Вьюхин<sup>1</sup>, Арина Аликовна Вьюхина<sup>2</sup>,  
Артем Сергеевич Тимофеев<sup>3</sup>, Андрей Андреевич Григорьев<sup>4</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> sergey.vyuhin@mail.ru

<sup>2</sup> arina\_galimova93@mail.ru

<sup>3</sup> artyom-timofeev-98@mail.ru

<sup>4</sup> grigoriev.a.a@ipae.uran.ru

**Аннотация.** В статье обсуждаются вопросы формирования древостоев лиственницы и кедра на верхнем пределе их произрастания на хребте Холодный белок в западной части Алтае-Саянской горной страны. Показано, что в последнем столетии происходила активная экспансия древесной растительности выше в горы.

**Ключевые слова:** верхняя граница леса, возрастная структура древостоев, Алтае-Саянская горная страна, изменение климата

Scientific article

## MODERN EXPANSION OF WOODY VEGETATION TO MOUNTAIN TUNDRA AND MEADOWS IN THE MOUNTAINS OF THE ALTAI REPUBLIC

Sergey O. Vyukhin<sup>1</sup>, Arina A. Vyukhina<sup>2</sup>, Artyom S. Timofeev<sup>3</sup>,  
Andrey A. Grigoriev<sup>4</sup>

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

<sup>1</sup> sergey.vyuhin@mail.ru

<sup>2</sup> arina\_galimova93@mail.ru

<sup>3</sup> artyom-timofeev-98@mail.ru

<sup>4</sup> grigoriev.a.a@ipae.uran.ru

**Abstract.** The article discusses the formation of larch and cedar forest stands at the upper limit of their growth on the Kholodny Belok ridge in the western part of the Altai-Sayan mountainous country. It is shown that in the last century there was an active expansion of woody vegetation higher into the mountains.

**Keywords:** upper boundary of the forest, age structure of forest stands, Altai-Sayan mountainous country, climate change

Выявление и количественная оценка трансформации высокогорных лесных экосистем на сегодняшний день одни из актуальных задач для экологии, роль которых значительно повышается на фоне изменения современного климата. Общеизвестно, что каждое из трех последних десятилетий характеризовалось более высокой температурой у поверхности Земли, по сравнению с любым предыдущим десятилетием, начиная с 1950 г. [1]. Экосистемы, расположенные в арктических и высокогорных районах, являются одними из наиболее чувствительных к изменениям климатических условий [2].

Целью работы было выявление и оценка сдвига верхней границы распространения древесной растительности на горе Холодный белок, находящейся в республике Алтай.

Для изучения структуры и динамики древостоев на верхнем пределе их произрастания в 2021 и 2022 гг. было заложено 2 высотных профиля: профиль I – на склоне восточной экспозиции, профиль II – на склоне северной экспозиции. Главными лесообразующими породами являются кедр сибирский (*Pinus sibirica*) и лиственница сибирская (*Larix sibirica*). На профилях в пределах экотона верхней границы древесной растительности фиксировались четыре высотных уровня: 1 – у верхней границы отдельных деревьев в тундре, 2 – у верхней границы распространения редины, 3 – у верхней границы редколесий, 4 – у границы сомкнутых лесов. На каждом уровне было заложено по 3–5 постоянных круговых пробных площади размером 16 × 16 м вдоль склона, где у каждого дерева определялись точное местоположение внутри площадки, высота, диаметр на основании и на высоте 1,3 м, диаметр кроны в двух взаимно перпендикулярных направлениях и возраст (таблица). Возраст определялся путем взятия кернов у основания ствола с последующим подсчетом и датировкой годовичных колец в лабораторных условиях [3].

Данные таблицы свидетельствуют, что по мере продвижения древесной растительности выше в гору (по мере ухудшений условий для роста) все таксационные показатели закономерно уменьшаются.

На обоих исследуемых профилях в составе преобладает кедр сибирский, на верхних уровнях лиственница малочисленна (на восточном профиле густота составляет 73 шт./га) или отсутствует полностью (на северном профиле). Также наблюдается практически полное отсутствие подраста лиственницы (особи менее 1,5 м) на восточном профиле, закономерное уменьшение площадных характеристик древостоев по мере продвижения в гору.

Средние таксационные показатели кедр сибирского и лиственницы сибирской на восточном и северном склонах

Уровень и экспозиция	Древесный вид	Средние таксационные показатели				Проективное покрытие крон, м <sup>2</sup> /га	Густота, шт./га	
		Диаметр на 1,3 м (см)	Высота ствола (м)	Возраст (лет)	Диаметр кроны (м)		<1,5 м	>1,5 м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 E	LS	12,5±5,9	4,5±1,9	68±24	3,1±0,9	646	1	73
	PS	5,8±2,9	2,4±0,7	28±18	1,7±0,5	500	470	191
2 E	LS	12,0±7,3	7,4±2,9	70±20	4,2±1,8	2643	0	176
	PS	7,4±5,2	3,6±1,5	38±22	2,0±0,9	1046	154	529
3 E	LS	12,9±7,7	9,7±3,2	70±19	5,8±1,6	6585	0	264
	PS	12,7±8,2	5,5±2,7	48±18	2,8±1,3	3001	55	760
4 E	LS	25,9±11,4	16,7±3,7	100±26	5,8±1,9	13502	0	539
	PS	15,3±8,8	9,8±4,5	86±19	3,4±1,5	7610	0	881
1 N	LS	0	0	0	0	0	0	0
	PS	3,9±2,4	2,1±0,5	40±21	1,6±0,6	1395	1894	646
2 N	LS	18,7±11,5	6,9±2,9	100±39	3,6±1,4	2368	55	220
	PS	6,6±4,5	3,5±1,8	74±26	1,8±1,1	4813	220	1806
3 N	LS	26,5±16,6	10,0±3,8	212±169	4,2±1,9	4053	26	291
	PS	8,2±5,5	4,4±2,7	71±32	1,9±0,9	3639	414	1057
4 N	LS	40,6±23,3	14,1±3,4	278±180	4,5±1,3	537	18	97
	PS	24,6±23,9	8,4±5,4	168±125	3,2±2,0	8511	476	775

Анализ данных, представленных на рис. 1, свидетельствует, что заселение северного склона кедром сибирским началось значительно раньше, чем на восточном склоне. Первые деревья начали появляться еще в начале XV в. Наиболее массово этот процесс происходил в XX в. (в период с 1930 по 1990-е гг.). На восточном склоне первые деревья появились в середине XIX в. Активное заселение происходило в середине XX в.

Данные рис. 2 свидетельствуют, что лиственница сибирская также раньше начала заселяться на северном склоне. На восточном склоне наблюдается на нижнем уровне разновозрастный древостой, на северном склоне на верхнем уровне лиственница отсутствует.

По данным метеорологических наблюдений, в районе исследований на метеостанции «Усть-Кокса» климат стал менее влажным и более теплым, при этом наиболее заметные изменения произошли в холодный период года (ноябрь-март). Для теплого периода отмечена тенденция увеличения температуры воздуха на 1,5 °C за 100 лет ( $R^2 = 0,34$ ,  $p\text{-level} = 0,02$ ).

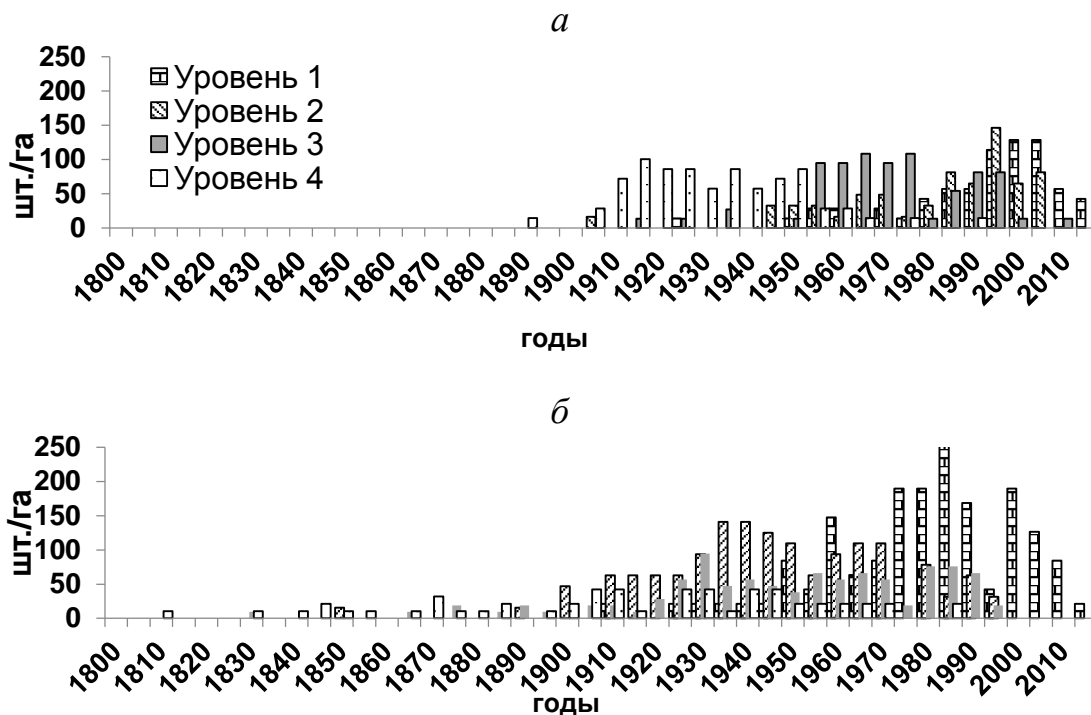


Рис. 1. Распределение количества деревьев кедра сибирского:  
*a* – на восточном профиле; *б* – на северном профиле

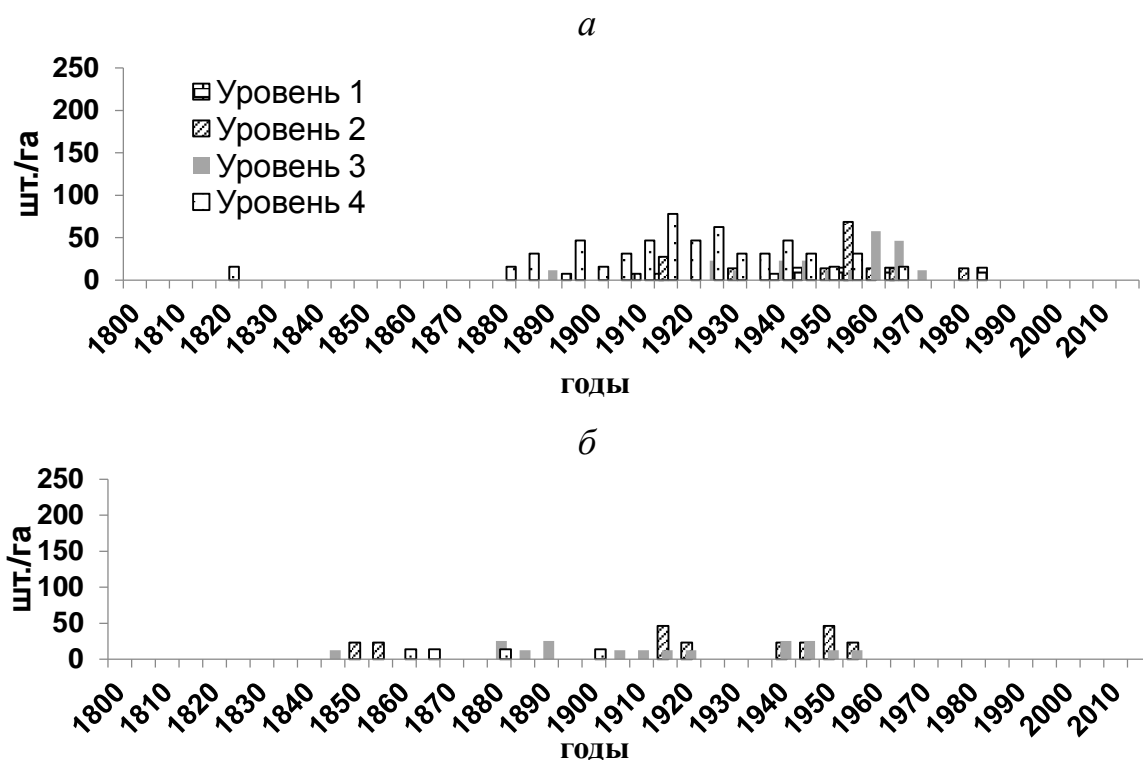


Рис. 2. Распределение количества деревьев лиственницы сибирской:  
*a* – на восточном профиле; *б* – на северном профиле

Анализ возрастной структуры и таксационных показателей на склонах двух различных экспозиций показал, что в последнем столетии происходила интенсивная экспансия древесной растительности в горные тундры и луга горы Холодный Белок. В зависимости от экспозиции склона процесс заселения происходил разными темпами. На склоне северной экспозиции, где суммарное поступление солнечной радиации меньше, в отличие от восточного склона, процесс формирования сомкнутых древостоев происходил значительно медленнее. В зависимости от высоты над углом места и экспозиции склона наблюдаются различия в породном составе древостоев верхней границы леса. Смещению верхней границы распространения древесной растительности вдоль высотного градиента, вероятнее всего, могло способствовать общее изменение климатических условий в районе исследований.

#### *Список источников*

1. Горчаковский, П. Л. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях / П. Л. Горчаковский, С. Г. Шиятов. – Москва : Наука, 1985. – 208 с.
2. Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming / M. A. Harsch, P. E. Hulme, M. S. McGlone, R. P. Dunca // Ecology Letters. – 2009. – № 12. – P. 1040–1049.
3. Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации / С. Г. Шиятов, Е. А. Ваганов, А. В. Кирдянов [и др.]. – Красноярск : КрасГУ. – 80 с.

Научная статья  
УДК 630\*181.1

## ЗАВИСИМОСТЬ ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКОГО ОТКЛИКА СОСНЫ НА СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЕ ЛЕСА В ФИНЛЯНДИИ ОТ ВОЗРАСТА ДЕРЕВЬЕВ

Арина Аликовна Вьюхина<sup>1</sup>, Марина Анатольевна Гурская<sup>2</sup>

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

<sup>1,2</sup> Институт экологии растений и животных УрО РАН,  
Екатеринбург, Россия,

<sup>1</sup> arina\_galimova93@mail.ru

<sup>2</sup> marina\_gurskaya@mail.ru

**Аннотация.** В статье сравнивается динамика годовой изменчивости ширины годовых колец и климатического сигнала разновозрастных деревьев сосны обыкновенной из северной Финляндии. Хотя динамика ширины годовых колец у деревьев аналогична, климатическая реакция хронологии старых деревьев имеет более выраженную связь с температурой июля, чем хронология молодых деревьев.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, дендроклиматология, древесно-кольцевой анализ, граница леса, Финляндия

**Финансирование:** работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 20-05-00569а и INTERACT TA TREENE.

Scientific article

## AGE-RELATED DENDROCLIMATIC RESPONSE OF SCOTS PINE AT THE NORTHERN TREELINE IN FINLAND

Arina A. Vyukhina<sup>1</sup>, Marina A. Gurskaya<sup>2</sup>

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

<sup>1,2</sup> The Institute of Plant and Animal Ecology, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> arina\_galimova93@mail.ru

<sup>2</sup> marina\_gurskaya@mail.ru

**Abstract.** In this article the dynamics of annual variability of tree ring width and climate signal of uneven-age Scotch pine trees from northern Finland were compared. Although the dynamic of tree ring width is similar at trees, the climate response of old-tree chronology has more pronounced relationships with July temperature than young-tree chronology.

**Keywords:** scotch pine, dendroclimatology, tree ring analysis, treeline, Finland

**Funding:** the work was supported by RFBR grants No 20-05-00569a and INTERACT TA TREENE.

Деревья являются отличным «индикатором» климатических условий. Данные в годичных кольцах деревьев, чувствительных к температуре, не случайны. Лучше всего они проявляются на границе ареалов видов [1]. В зависимости от возраста у деревьев могут различаться сроки вегетации и интенсивность физиологических процессов, поэтому изучение влияния климата на радиальный прирост разновозрастных деревьев является актуальным [2].

Целью работы было проанализировать климатический сигнал в разновозрастных древесно-кольцевых хронологиях.

Сбор материала производился на территории Северной Лапландии (Финляндии) в окрестностях субарктической станции Кево ( $69^{\circ}54'$  с. ш.  $26^{\circ}42'$  в. д., 230 м над ур. м.). Район исследования относится к лесотундровой растительной зоне и характеризуется суровым субарктическим климатом (рис. 1). Средняя многолетняя температура воздуха –  $2,9^{\circ}\text{C}$ . Самым холодным месяцем является январь ( $-15,8^{\circ}\text{C}$ ), самым теплым – июль ( $+12,3^{\circ}\text{C}$ ), среднее многолетнее количество осадков – 545 мм.



Рис. 1. Карта-схема района исследований



С разновозрастных деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) при помощи возрастного бурава было собрано 50 образцов древесины (кернов). Сбор образцов производился на высоте 0,5 м от поверхности почвы.

В лабораторных условиях образцы были наклеены на деревянные подложки, зачищены с помощью микротомы. Для повышения контрастности годичных колец образцы натирались мелом, а затем сканировались на планшетном сканере *Epson Perfection V550 Photo* с разрешением 3200dpi с помощью программы *SilverFast AI8*. В программе *CooRecorder 8.1* [3] были проведены измерения ширины годичных колец. В программе *TSAP-Win* была проведена датировка ширины годичных колец, ее качество оценивалось в программе *COFESHA*, возрастной тренд в измерениях удален с помощью скользящего кубического сплайна длиной  $2/3$  от длины ряда в программе *ARSTAN* [4]. Для проведения анализа были взяты две древесно-кольцевых хронологии по старовозрастным и молодым деревьям.

Климатические данные взяты из базы данных *Climate explorer*  $69^{\circ}25'$  с. ш.  $26^{\circ}75'$  в. д. и  $70^{\circ}00'$  с. ш.  $27^{\circ}25'$  в. д. [5]. Связь с климатическими параметрами оценивали в программе *Dendroclim 2002* [6] с использованием метода скользящего окна размером 26 лет с шагом в один год за период с 1956 по 2017 гг.

На основе количества годичных колец исследованных деревьев они были разделены на две группы: молодые – до 50 годичных колец и старые – более 50 годичных колец (рис. 2).

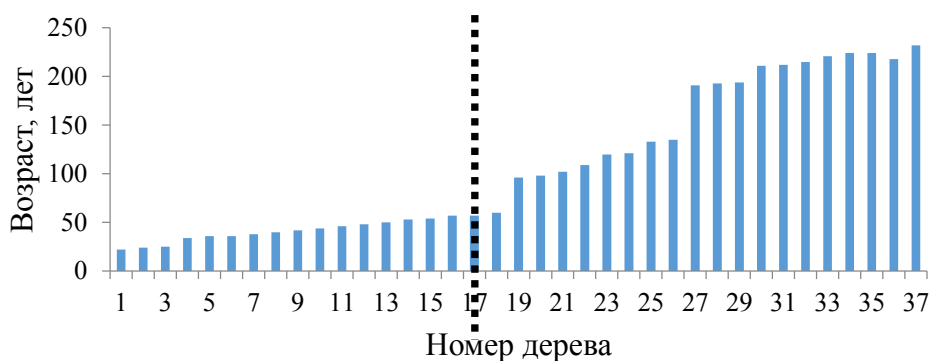


Рис. 2. Возраст деревьев в пределах тест-полигона

В таблице приведены данные по средним показателям построенных хронологий.

Сравнение обобщенных хронологий между собой показало, что выраженный популяционный сигнал для старых составляет 0,88, а для молодых – 0,61. Хронологии по молодым и старым деревьям имеют схожую динамику погодичной изменчивости. Корреляция между хронологиями по старым и молодым деревьям составила 0,31 (рис. 3).

### Характеристики обобщенных древесно-кольцевых хронологий

Код	Средний возраст, лет	Средний прирост, мм	Выпадающие кольца, %	Чувствительность	Корреляция между сериями
Старые	172±12	0,62±0,06	0,53	0,24	0,52
Молодые	42±3	0,71±0,05	0,13	0,22	0,45

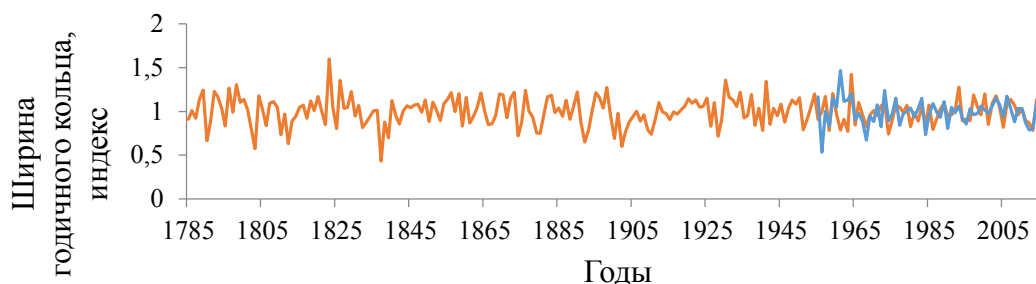


Рис. 3. Индексированные хронологии по ширине годичных колец

Результаты анализа климатического отклика показали, что ширина годичных колец как старых, так и молодых деревьев, положительно коррелирует со средней температурой июля (рис. 4).

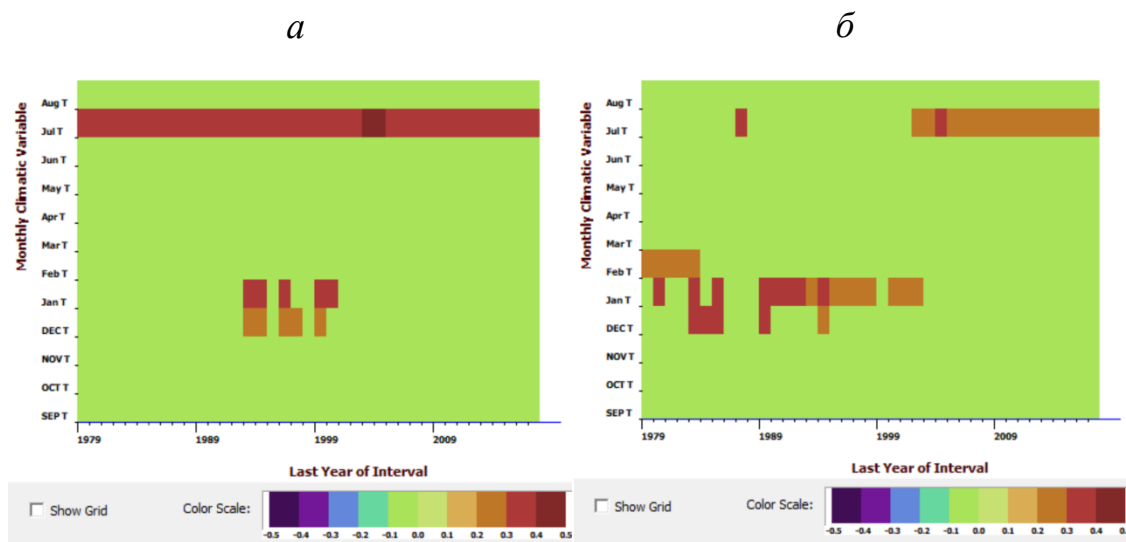


Рис. 4. Коэффициенты корреляции между индексами ширины годичного кольца и температуры воздуха по данным ближайшей метеостанции, рассчитанные методом скользящего окна размером 26 лет:

*а* – старовозрастные деревья; *б* – молодые деревья.

Зеленый цвет – незначимые коэффициенты корреляции

Следует отметить, что отклик старовозрастных деревьев отличается более выраженными связями с климатическими переменными [2]. На наш взгляд, это связано с тем, что молодые деревья подвержены более сильному влиянию неклиматических факторов (световая конкуренция, почвенные

условия). Наши данные не согласуются с результатами, полученными для более южных территорий, где с возрастом деревьев уменьшается их чувствительность и сила климатического отклика на температуру [7].

В заключение стоит отметить, что ширина годовых колец сосны, которая произрастает в Северной Лапландии, отражает температурные условия июля текущего года, что согласуется с полученными ранее результатами по данному виду на границе леса в Фенноскандии [8–10].

#### *Список источников*

1. Ваганов, Е. А. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской субарктике / Е. А. Ваганов, С. Г. Шиятов, В. С. Мазепа. – Новосибирск : Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1996. – 246 с.
2. Age-Effect Radial Growth Responses of *Picea schrenkiana* to Climate Change in the Eastern Tianshan Mountains / L. Jiao, Y. Jiang, M. Wang [et al.] // *Forests*. – No 8 (9). – 2017. – P. 294.
3. Larsson, L. CooRecorder and Cdendro programs of the CooRecorder / L. Larsson. – URL: <https://www.cybis.se/dendro/dendro-tools/> (дата обращения: 01.10.2022).
4. Методы дендрохронологии. Ч. 1. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации / С. Г. Шиятов, Е. А. Ваганов, А. В. Кирдянов [и др.]. – Красноярск : КрасГУ, 2000. – 80 с.
5. Climat Explorer : [сайт]. – URL: <https://climexp.knmi.nl/start.cgi> (дата обращения: 01.10.2022).
6. Biondi, F. DENDROCLIM2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies / F. Biondi, K. Waikul // *Computers & Geosciences*. – 2004. – № 30 (3). – P. 303–311.
7. Climate signal age effects in boreal tree-rings: Lessons to be Learned for paleoclimatic reconstructions / O. Konter, U. Büntgen, M. Carrer [et al.] // *Quaternary Science Reviews*. – 2016. – № 142. – P. 164–172.
8. Вьюхина, А. А. Интенсивность отражения синего (Blue Intensity): дендроклиматический потенциал сосны, произрастающей на севере Фенноскандии / А. А. Вьюхина, М. А. Гурская // *Журнал СФУ. Биология*. – 2022. – № 15 (2). – С. 244–263.
9. Variability and extremes of northern Scandinavian summer temperatures over the past two millennia / J. Esper, U. Büntgen, M. Timonen, D. C. Frank // *Global and Planetary Change*. – 2012. – № 88–89. – P. 1–9.
10. A 970-year-long summer temperature reconstruction from Rogen, westcentral Sweden, based on blue intensity from tree rings / M. Fuentes, R. Salo, J. Björklund [et al.] // *Holocene*. – 2018. – № 28 (2). – P. 254–266.

Научная статья  
УДК 630.568

**ФИТОМАССА СОСНЫ СИБИРСКОЙ КЕДРОВОЙ (*PINUS SIBIRICA*) ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА В УСЛОВИЯХ АЛТАЕ-САЯНСКОГО ГОРНО-ТАЕЖНОГО РАЙОНА**

**Антон Максимович Громов<sup>1</sup>, Дмитрий Сергеевич Балакин<sup>2</sup>,  
Ильдар Кадилович Гайсин<sup>3</sup>, Павел Александрович Моисеев<sup>4</sup>**

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

<sup>3</sup> Башкирский государственный природный заповедник,  
Старосубхангулово, Россия

<sup>4</sup> Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия

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

<sup>2</sup> dmitriybalakin047@gmail.com

<sup>3</sup> i.gaisin2012@yandex.ru

<sup>4</sup> moiseev@ipae.uran.ru

**Аннотация.** В 2021–2022 гг. на верхней границе леса для определения структуры древостоев и особенности накопления ими фитомассы в условиях Алтае-Саянского горно-таежного района были проведены исследовательские работы по сбору различных компонентов надземной и подземной фитомассы отдельных деревьев на разных ступенях толщины. В статье приведены данные сравнительного анализа структурных частей фитомассы деревьев с их таксационным диаметром на высоте 1,3 м.

**Ключевые слова:** фитомасса древостоя, Кедр сибирский, Алтае-Саянский горно-таежный район, скорость накопления

Scientific article

**PHYTOMASS OF THE SIBERIAN CEDAR PINE (*PINUS SIBIRICA*) OF THE UPPER FOREST BORDER UNDER THE CONDITIONS OF THE ALTAI-SAYAN MOUNTAIN-TAIGA REGION**

**Anton M. Gromov<sup>1</sup>, Dmitry S. Balakin<sup>2</sup>, Ildar K. Gaisin<sup>3</sup>,  
Pavel A. Moiseev<sup>4</sup>**

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

<sup>3</sup> Bashkir State Nature Reserve, Starosubkhangulovo, Russia

<sup>4</sup> Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

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

<sup>2</sup> dmitrijbalakin047@gmail.com

<sup>3</sup> i.gaisin2012@yandex.ru

<sup>4</sup> moiseev@ipae.uran.ru

**Abstract.** Research work was carried out to collect various components of the aboveground and underground phytomass of individual trees at different thickness levels in 2021–2022, on the upper border of the forest, to determine the structure of forest stands and the peculiarities of their accumulation of phytomass in the conditions of the Altai-Sayan mountain-taiga region. The article presents data on a comparative analysis of the structural parts of the phytomass of trees with their taxation diameter at a height of 1,3 meters.

**Keywords:** phytomass of forest stand, Siberian cedar, Altai-Sayan mountain-taiga region, accumulation rate

На сегодняшний день сведения о различных частях фитомассы и о ее общей величине получают при проведении исследовательских работ. Несомненно, большой вклад в изучение структурной фитомассы и продуктивность насаждений различных пород внесли такие ученые, как А. А. Молчанов, А. И. Уткин, В. А. Усольцев, З. Я. Нагимов. Однако глобальное потепление климата и связанные с ним проблемы заставляют взглянуть по-новому на роль лесов и выполняемые ими функции, в том числе и на скорость накопления фитомассы [1]. Переход от объема стволовой древесины к общей фитомассе древостоя затруднен тем, что соотношение между этими показателями зависит от возраста древостоя и условий произрастания, особенно сильно это выражается в условиях высокогорья. В данной работе проведен анализ процессов накопления фитомассы различных фракций у Кедров сибирского в условиях Алтае-Саянского горно-таежного района.

В 2021–2022 гг. на территории горного Алтая в районе хребта Холодный белок ( $50^{\circ}11'44''\text{N}$   $83^{\circ}15'40''\text{E}$ ), высота которого составляет 2250 м над уровнем моря, и Западных Саян на горе Кохош ( $51^{\circ}45'15''\text{N}$ ,  $89^{\circ}43'14''\text{E}$ ) – 2524 м над уровнем моря – был проведен ряд работ по сбору структурных частей фитомассы Кедрово-лиственничного древостоя. Всего было обмерено 35 модельных деревьев, из них 16 были взяты с подземной фитомассой. Производился замер диаметров у основания, на высоте 1,3 м, расстояния от комля до первой сухой и живой ветки, протяженность кроны. После чего производилась непосредственная валка деревьев. Каждая модель тщательно исследовалась по элементам фитомассы путем взвешивания [2]. Измерялись такие структурные части, как кора, ствол, ветви, древесная зелень, при этом точность взвешивания составляла 0,01 г. Отбор деревьев происходил по ступеням толщины (шаг ступени 4 см).

В лабораторных условиях все полученные образцы древесины, коры, ветвей и хвои высушивали при температуре 105 °С, после чего производилось повторное взвешивание, но только уже в засушенном состоянии [3].

Подводя итоги, стоит сказать, что анализ процессов накопления фитомассы различных структурных частей у деревьев с разных вершин показывает, что у массы коры ствола наблюдается примерно одинаковая картина как на хребте Холодный белок, так и на горе Кохош. Массы этой фракции примерно одинаковые и разница между ними небольшая [4].

Скорость накопления фракций ветвей для деревьев малых диаметров примерно равна (до 12 см), затем стремительно увеличивается на хребте «Холодный белок» (рис. 1).

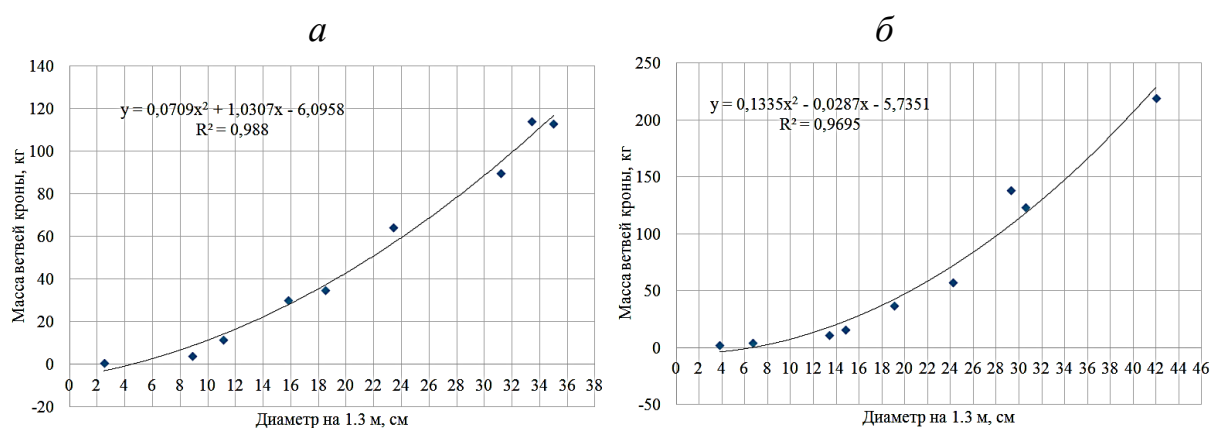


Рис. 1. Математические модели зависимости массы ветвей кроны от диаметра ствола на 1,3 м:

а – Западные Саяны, гора Кохош; б – горный Алтай, хребет Холодный белок

Наиболее значимым и показательным элементом фитомассы древостоев является вес подземной части, а именно корней. В исследовании были взяты пробы у 8 модельных деревьев. Масса подземной части на хребте Холодный белок в 1,2 раза больше, чем на горе Кохош, при этом большую часть массы показал именно такой элемент структурной части, как крупные корни.

Накопление хвои также идет по-разному. Для небольших диаметров масса хвои примерно равна, а для более крупных диаметров резко увеличивается на хребте Холодный белок (рис. 2). Так, масса хвои при диаметре 32 см на высоте груди примерно в 1,5 раза больше на хребте Холодный белок, чем на горе Кохош [5].

Прирост надземной фитомассы на хребте «Холодный белок» более интенсивен, по сравнению с горой «Кохош». На диаграмме видно, что фитомасса накапливается заметно быстрее на каждый сантиметр диаметра (рис. 3).

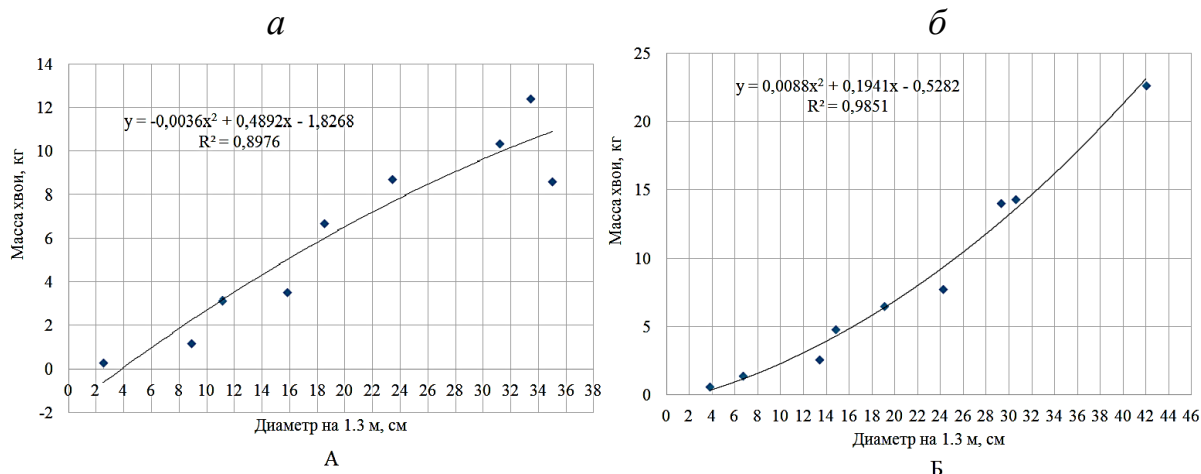


Рис. 2. Математические модели зависимости массы хвои от диаметра ствола на 1,3 м:  
*а* – Западные Саяны, гора Кохош; *б* – горный Алтай, хребет Холодный белок

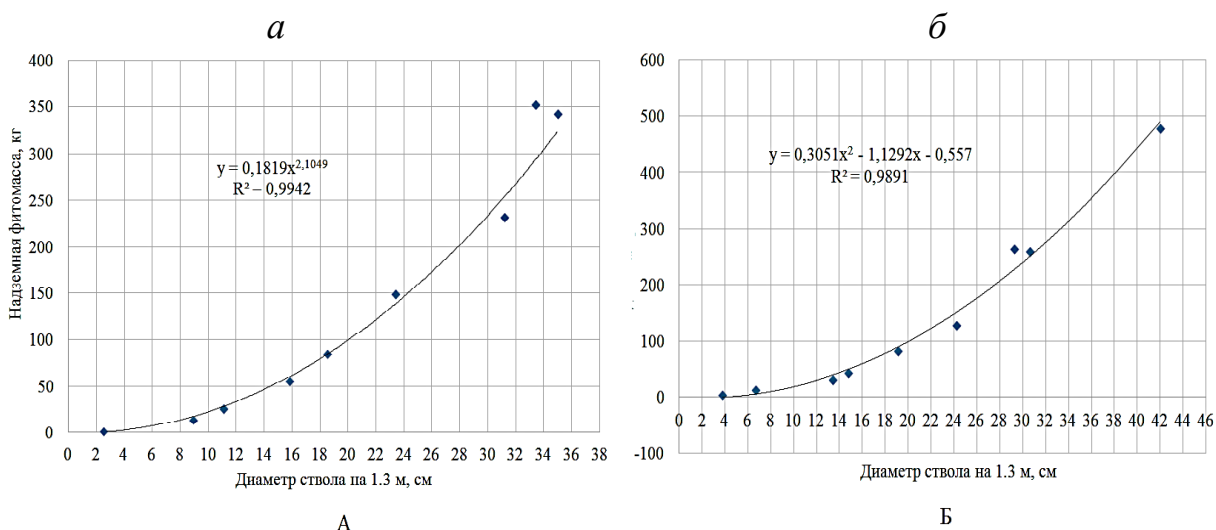


Рис. 3. Математические модели зависимости  
 общего веса надземной фитомассы от диаметра ствола на 1,3 м:  
*а* – Западные Саяны, гора Кохош; *б* – горный Алтай, хребет Холодный белок

В результате исследования было выявлено, что запас наземной и подземной фитомассы на хребте Холодный белок значительно больше, чем на горе Кохош. Фитомасса ветвей на малых диаметрах практически не различается, но по мере увеличения диаметра на Алтае она начинает значительно расти, по сравнению с Западными Саянами. Масса коры примерно одинакова. Разница в накоплении массы хвои на больших диаметрах составляет примерно 1,5 раза.

#### Список источников

1. Изменение климата, 2013 г. Физическая научная основа: вклад Рабочей группы I в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата: Резюме для политиков / под ред. Т. Ф. Стокера [и др.]. – Швейцария : МГЭИК, 2013. – С. 34.

2. Усольцев, В. А. Фитомасса деревьев двухвойных сосен Евразии: аддитивные модели в климатических градиентах / В. А. Усольцев, И. С. Цепордей, В. П. Часовских // Сибирский лесной журнал. – 2019. – № 1. – С. 56.

3. Усольцев, В. А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев / В. А. Усольцев. – Красноярск : Изд-во Красноярского ун-та, 1985. – С. 192.

4. Нагимов, З. Я. Таксация леса : учебное пособие / З. Я. Нагимов, И. В. Коростелев, И. Ф. Шевелина. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2006. – 300 с.

5. Структура и фитомасса березовых древостоев на верхней границе леса в условиях Северного Урала / З. Я. Нагимов, П. А. Моисеев, И. В. Баргыш [и др.] // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2008. – № 3 (60). – С. 67.



Научная статья  
УДК 635.92:632.95

## ПРИМЕНЕНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ РАЗМНОЖЕНИИ РАЗНЫХ ВИДОВ МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Артем Игоревич Дегтярев<sup>1</sup>, Галина Васильевна Барайщук<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина,  
Омск, Россия

<sup>1</sup> ai.degtyarjov@omgau.org

<sup>2</sup> gv.barayschuk@omgau.org

**Аннотация.** Рассмотрено влияние биологических препаратов на степень укоренения разных видов можжевельников. Наиболее эффективными у всех наблюдаемых объектов исследования были варианты обработки препаратами Азолен, Мизорин и Флавобактерин.

**Ключевые слова:** биопрепараты, черенкование, размножение, укоренение, можжевельники

Scientific article

## APPLICATION OF BIOLOGICAL PREPARATIONS IN REPRODUCTION OF DIFFERENT JUNIPER SPECIES IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

Artem I. Degtyarev<sup>1</sup>, Galina V. Barayshchuk<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk, Russia

<sup>1</sup> ai.degtyarjov@omgau.org

<sup>2</sup> gv.barayschuk@omgau.org

**Abstract.** The influence of biological preparations on the degree of rooting of different types of junipers is considered. The treatment options with Azolene, Mizorin and Flavobacterin were more effective for all the observed objects of the study.

**Keywords:** biopreparations, cuttings, reproduction, rooting, junipers

Одними из важных задач озеленения города являются расширение видового состава и внедрение новых древесных и кустарниковых пород. Для повышения биоразнообразия все чаще стали использовать хвойные породы, т. к. они являются источником фитонцидов [1, 2], поэтому

в озеленении мегаполисов все чаще стали использовать разнообразные виды и сорта можжевельников.

При массовом размножении культуры основным является вегетативный способ (стеблевыми черенками) [3]. В момент отделения от маточного растения черенки оказываются в стрессовой ситуации, т. к. происходит разрыв целостности организма. На этом этапе необходимо повышение их адаптивных свойств к новым условиям выращивания. Этого можно добиться использованием регуляторов роста растений [4]. В технологии зеленого черенкования декоративных растений чаще всего используют синтетические регуляторы роста с ауксиновой активностью. Регуляторы положительно влияют на процесс образования корней [5, 6]. Но использование таких препаратов в размножении часто не по карману, также доказано, что они тормозят процесс образования корней, образуя интенсивное калусообразование у черенков. По этой причине в настоящее время актуально использование биологических препаратов, снижающих экологическую нагрузку на окружающую среду, а также повышающих адаптивные свойства укореняемых растений и положительное стимулирование ризогенеза у черенков [7–9].

Использование биопрепаратов основывается на применении современных физиологически активных и экологически безопасных природных комплексных препаратов, которые включают в себя ростовые вещества, фунгициды, микроэлементы химического, микробиологического и растительного происхождения, обладающие росторегулирующей активностью, обеспечивающей устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды и болезням, стимуляцию образования корней [10]. Поэтому разработка технологии размножения представителей рода Можжевельник зелеными черенками и системы применения различных препаратов биологического действия является в настоящее время важным и непроработанным вопросом.

Целью исследования было изучение влияния некоторых экологически безопасных биопрепаратов, произведенных в ФГБУ «Омский референтный центр Россельхознадзора» Всероссийским научно-исследовательским институтом защиты растений (г. Санкт-Петербург), оказывающих защитные и ростостимулирующие действия на степень укоренения (%) у зеленых черенков можжевельника.

В задачи исследования входило определение влияния биопрепаратов Азолен, Елена, Мизорин, Флавобактерин на степень укоренения зеленых черенков разных видов можжевельника (рисунок).

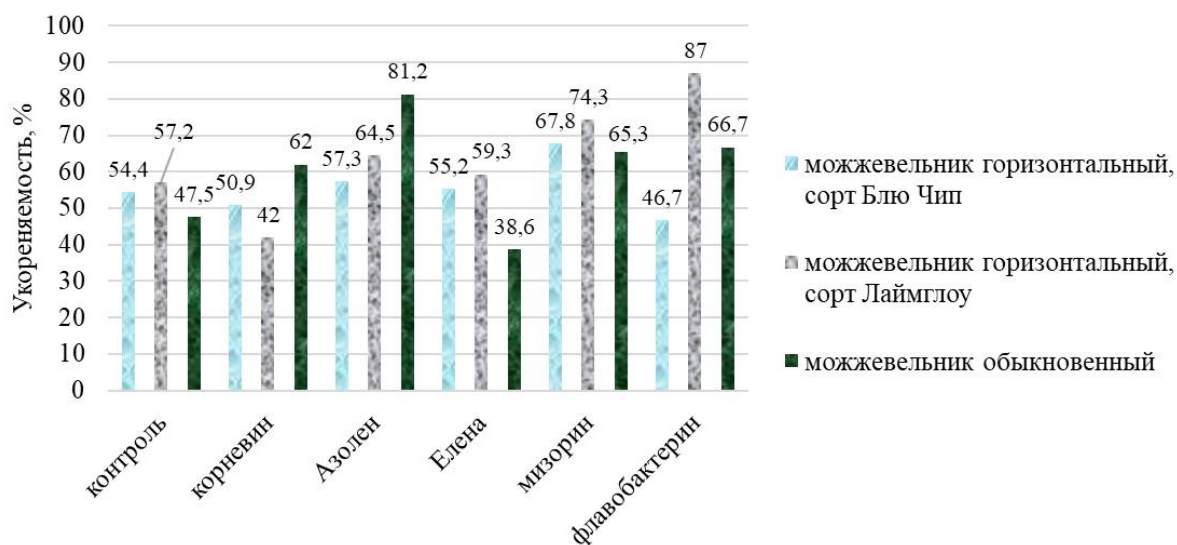
Исследования проводились в 2022 г. на территории учебно-научной лаборатории многолетних культур «Сад им. А. Д. Кизюрина» учебно-опытного хозяйства (г. Омск).

Объектами исследования были зеленые черенки можжевельника горизонтального сорта Блю Чип, можжевельника горизонтального сорта

Лаймглоу и можжевельника обыкновенного, маточные растения которых произрастают на территории Омского ГАУ.

Черенкование проводилось в конце июня, черенки нарезали с наличием полуодревеснения 1 см. Перед посадкой их погружали в водные растворы экологически безопасных препаратов: Азолен, 3 %-ый; Елена, 1 %-ый; Мизорин, 6 %-ый; Флавобактерин, 6 %-ый. За контроль были взяты необработанные препаратами черенки. Повторность опыта – трехкратная. Посадка черенков проводилась в стационарную теплицу с мелкодисперсионным поливом. В качестве субстрата использовали песок.

Исследования показали, что стимуляторы положительно влияют на укореняемость зеленых черенков разных видов можжевельника. Укореняемость контрольного варианта у можжевельника горизонтального сорта Блю Чип, высаженного без обработки препаратами, составила 54,4 % (рис.). Самый высокий результат был в варианте обработки препаратом Мизорин (67,8 %). Варианты опыта Азолен и Елена были незначительно выше контроля (на 2,9 и 0,8 % соответственно), тогда как варианты с Корневином и Флавобактерином были ниже контроля.



Процент укоренения зеленых черенков рода Можжевельник, 2022 г.

Укореняемость контрольного варианта зеленых черенков можжевельника горизонтального сорта Лаймглоу составила 57,2 %. Обработка зеленых черенков была эффективна у всех препаратов, показатели выше контроля. Тогда как вариант обработки Флавобактерином был выше контроля почти на 30 %.

Укореняемость контрольного варианта можжевельника обыкновенного составила 47,5 %. Вариант обработки зеленых черенков препаратом Азолен составил 81,2 %. Варианты обработки препаратами Корневин и Мизорин были незначительно выше контроля, тогда как зеленые черенки, обработанные препаратом Елена, были на 8,9 % ниже.

Таким образом, установлено достоверное положительное влияние биологических препаратов на образование и развитие корневой системы у зеленых черенков рода Можжевельник. Наблюдается видоспецифическая реакция на образование корней у можжевельников. Более эффективными препаратами у можжевельника горизонтального сорт Блю Чип был Мизорин, у можжевельника горизонтального сорта Лаймглоу – Флавобактерин, а у можжевельника обыкновенного – Азолен.

#### *Список источников*

1. Перспективные хвойные интродуценты для озеленения и расширения биологического разнообразия на Среднем Урале / Е. С. Залесова, С. В. Залесов, Н. П. Бунькова [и др.] // Лесная наука в реализации концепции Уральской инженерной школы : социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики. – Екатеринбург, 2019. – С. 169–172.

2. Перспективные хвойные интродуценты для озеленения и расширения биологического разнообразия на среднем Урале / М. В. Соловьева, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.] // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2019. – № 54. – С. 157–159.

3. Тарасенко, М. Т. Зеленое черенкование садовых и лесных культур / М. Т. Тарасенко. – Москва : ТСХА, 1991. – 272 с.

4. Родин, А. Р. Выращивание посадочного материала хвойных пород с использованием экологически чистых регуляторов роста / А. Р. Родин, Н. Я. Попова // Регуляторы роста и развития растений : тезисы докладов V Международной конференции (29 июня – 1 июля 1999 года). – Москва, 1999. – С. 181–182.

5. Барайщук, Г. В. Влияние стимуляторов роста на укоренение зелеными черенками представителей семейства Кипарисовые в условиях города Омска / Г. В. Барайщук, А. И. Дегтярев // Каталог выпускных квалификационных работ ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Серия: Агробиотехнология : сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности. – Омск : Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2021. – С. 269–271.

6. Дегтярев, А. И. Влияние химически активных веществ на укоренение зеленых черенков разных форм туи западной в условиях города Омска / А. И. Дегтярев, Г. В. Барайщук // Теория и практика современной аграрной науки. – Новосибирск, 2020. – С. 441–443.

7. Резвякова, С. В. Размножение хвойных пород зелеными черенками с использованием новых биопрепаратов / С. В. Резвякова, А. Г. Гурин, Е. С. Резвякова // Вестник аграрной науки. – 2017. – № 2 (65). – С. 9–14.

8. The influence of growth stimulators on the rooting of green cuttings of the Cypress family in the conditions of the city of Omsk / A. I. Degtyarev,

G. V. Barayshchuk, M. V. Usova, N. Y. Shevchenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (29–30 march 2021). – Omsk City, 2022.

9. Дегтярев, А. И. Представители семейства кипарисовые в городской среде / А. И. Дегтярев, Г. В. Барайщук // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса : юбилейный сборник научных трудов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Донского государственного технического университета (Ростовского-на-Дону института сельхозмашиностроения) в рамках XXIII Агропромышленного форума юга России и выставки «Интерагромаш». В 2-х томах. Том 1. – Ростов-на-Дону, 2020. – С. 496–499.

10. Казакова, А. С. Применение стимуляторов роста при выращивании черенковых саженцев хвойных пород семейства Кипарисовые (Cupressaceae) в условиях южной лесостепи Омской области / А. С. Казакова, Г. В. Барайщук // Омский научный вестник. – 2012. – № 2 (114). – С. 155–159.

Научная статья  
УДК 631.421.1 \*630

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ТИПОВ ЛЕСА УРАЛЬСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА

Анастасия Евгеньевна Досманова<sup>1</sup>, Любовь Павловна Абрамова<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> anastasia.dosmanova@yandex.ru

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

**Аннотация.** В статье приводится анализ почвенных разрезов, разных типов леса на территории Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ. По результатам исследования было выявлено, что почвы слабокаменистые, пористость благоприятная, сильнокислые и кислые, содержат мало доступного калия, фосфором среднеобеспечены.

**Ключевые слова:** почвенный разрез, типы леса, свойства почв

**Благодарности:** авторы выражают благодарность за научное консультирование доктору биологических наук, профессору кафедры лесоводства – Л. А. Сеньковой.

Scientific article

## CHARACTERISTICS OF THE FOREST SOIL TYPES OF THE URAL TRAINING AND EXPERIMENTAL FOREST

Anastasia E. Dosmanova<sup>1</sup>, Lyubov P. Abramova<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> anastasia.dosmanova@yandex.ru

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

**Abstract.** The article provides an analysis of soil profiles, different types of forests on the territory of the Ural educational and experimental Forest USFEU. According to the results of the study, it was revealed that the soils are weakly stony, porosity is favorable, strongly acidic and acidic, contain little available potassium, and are medium-supplied with phosphorus.

**Keywords:** soil section, forest types, soil properties

**Acknowledgments:** the authors express their gratitude for scientific advice to the Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Forestry – L. A. Senkova.

Целью исследования было дать характеристику почвам различных типов леса.

Морфологическое описание исследованных почвенных профилей опубликовано в 2022 г. [1]. Закладка, описание почвенных разрезов и анализ отобранных образцов проводились по общепринятым методикам [2, 3].

Изучение почв проводили на территории Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ (УУОЛ УГЛТУ) в Парковом лесничестве, в 32-ом и 42-ом квартале на постоянных пробных площадях (ППП), заложенных И. Ф. Коростелевым [1]. Было выкопано и проанализировано 4 почвенных разреза.

Характеристика объектов исследования приведена в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Расположение и условия объектов исследования

№ пробной площади	Мезорельеф	Состав древостоя	Тип леса
1	Нижняя часть южного пологого склона	5С3Л2Б	С черн
3	Средне-нижняя часть покатого восточного склона	6С2Л2Б	С ртр
4	Верхняя часть южного крутого склона	8С2Б+Л	С яг
5	Верхняя часть южного склона	10С+Б+Л	С бр

Таблица 2

Почвы Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ

№ п/п	Название почвы				
	Тип	Подтип	Род	Вид	Разновидность
1	Бурая лесная	Неполноразвитая	Каменисто-галечниковый	Маломощный	Легко-суглинистая
3	Подзолистая	Дерново-подзолистая	Обычный	Слабодерновый, сильноподзолистый	Глинистая
4	Бурая лесная	Неполноразвитая	Каменисто-галечниковый	Маломощный	Легко-суглинистая
5	Бурая лесная	Бурая лесная типичная	Каменисто-галечниковый	Маломощный	Супесчаная

Полученные результаты исследования отображены в табл. 3. Изученные почвы имеют низкую скелетность (0–5 %). Исключение составляют верхние горизонты ППП сосняка разнотравного, которые средне каменисты. С увеличением глубины залегания почвенных горизонтов наблюдается увеличение плотности сложения. Исключение почва на ППП 3, где верхний горизонт среднеуплотнен, а два нижележащих горизонта сильно уплотнены. В нижней части этого разреза плотность сложения нормальна. Это связано с тяжелым гранулометрическим составом

почвы. На остальных изученных площадях верхние горизонты рыхлые или нормальные, а нижние сильно уплотненные. Плотность твердой фазы отвечает показателям минеральной части почвы, ее почвообразующей породе.

Таблица 3

Свойства почв УУОЛ

№ ППП	Горизонт	Скелетность, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Пористость, %	pH <sub>KCl</sub>	K <sub>2</sub> O P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> мг/100 г почвы	
			твердой фазы	сложения				
1	A	0,0	2,36	1,15	51,3	4,2	7,2	7,5
	B	1,5	2,67	1,39	47,9	4,2	3,6	7,5
3	A <sub>1</sub>	6,7	2,65	1,17	55,8	5,0	4,5	15,0
	A <sub>2</sub> B	9,0	2,67	1,28	52,1	5,2	4,5	8,8
	B <sub>1</sub>	1,1	2,62	1,29	50,8	5,0	6,0	15,0
	B <sub>2</sub>	0,0	2,46	1,13	54,1	4,6	9,0	15,0
	B <sub>3</sub>	0,0	2,16	1,12	48,1	4,6	15,0	12,5
4	A <sub>1</sub>	0,0	2,69	1,05	61,0	4,0	8,8	5,0
	BC	5,0	2,28	1,45	36,4	4,6	4,4	8,8
5	A	0,9	2,20	0,78	64,5	4,2	14,0	7,5
	B <sub>1</sub>	0,7	2,68	1,40	47,8	4,8	8,4	7,5
	B <sub>2</sub>	1,4	2,92	1,42	51,4	4,6	8,4	8,8
	BC	0,1	2,77	1,41	49,1	5,0	6,0	7,5

Пористость почв благоприятная, достигающая 64,5 %, что обеспечивает оптимальный водно-воздушный режим и при рациональном использовании почвенного покрова снижает риски возникновения водной эрозии в условиях холмисто-увалистого рельефа. Исключение составляет горизонт BC на 4 ПП в ягодниковом типе леса, пористость данного горизонта оценена как недостаточная.

Реакция почвенной среды сильно кислая и кислая. Причем сильнокислой реакцией обладают верхние горизонты в ягодниковом и брусничном типе леса, в разнотравном типе леса все горизонты имеют кислую реакцию, а в черничном сильно кислую.

Содержание доступного калия (K<sub>2</sub>O) низкое, за исключением нижнего горизонта в разнотравном типе леса, где обеспеченность калием оценена как средняя. По обеспеченности доступным фосфором (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) почвы оцениваются в целом как среднеобеспеченные, исключая верхний горизонт на ППП в ягодниковом типе леса. Выявленные показатели экологически обусловлены для почв изучаемой лесорастительной зоны [4].



*Список источников*

1. Досманова, А. Е. Типы леса и типы почв уральского учебно-опытного лесхоза = Types of forest and types of soils of the ural educational and experimental Forest / А. Е. Досманова, Л. П. Абрамова, И. В. Шевелина // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. – Екатеринбург, 2022. – С. 110–114.
2. Абрамова, Л. П. Почвоведение : методические указания / Л. П. Абрамова, В. Н. Луганский. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2019. – 30 с.
3. Луганский, В. Н. Химический анализ почв : учебно-методическое пособие / В. Н. Луганский, Л. П. Абрамова, А. В. Бачурина. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – 49 с.
4. Туленкова, А. В. Почвы и подлесок лесопарков города Екатеринбурга // А. В. Туленкова, Л. П. Абрамова // Леса России и хозяйство в них. – 2021. – №1 (76). – С. 44–53.

Научная статья  
УДК 630.161

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В РАЙОНАХ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Александра Алексеевна Дудко<sup>1</sup>, Василий Андреевич Азаренок<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> sasha\_dudko\_2000@inbox.ru

<sup>2</sup> v.azarenok@yandex.ru

**Аннотация.** В работе предложены технологии лесозаготовительных работ для лесонасаждений, произрастающих на территориях, где производится добыча углеводородного сырья, что обеспечивает сохранение лесной среды и непрерывное лесопользование. С этой целью рассмотрены системы выборочных рубок и рубок ухода, обеспечивающих повышение выхода деловой продукции и естественное лесовозобновление.

**Ключевые слова:** лесовозобновление, лесопользование, углеводородное сырье, технологии лесозаготовительных работ

Scientific article

## TECHNOLOGICAL FEATURES OF FOREST IN AREAS OF HYDROCARBON PRODUCTION

Alexandra A. Dudko<sup>1</sup>, Vasily A. Azarenok<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> sasha\_dudko\_2000@inbox.ru

<sup>2</sup> v.azarenok@yandex.ru

**Abstract.** The article lists the technologies of logging operations for forest plantations growing in the territories where hydrocarbon production is carried out are suggested, which ensures the preservation of the forest environment and continuous forest management. For this purpose, the systems of selective logging and care felling, providing an increase in the yield of business products and natural reforestation, are considered.

**Keywords:** reforestation, forest management, hydrocarbon raw materials, logging technologies

В настоящее время лесопользование, охрана и воспроизводство лесов в районах добычи углеводородного сырья имеет свою специфику и требует научно-обоснованного подхода к данной проблеме. При этом необходимо учитывать множество факторов негативного воздействия на лесную среду, а также особенности трансформации лесных экосистем с учетом эколого-лесоводственных и климатических факторов [1].

Особенно существенной трансформации подвергаются лесонасаждения, произрастающие в границах месторождений и на прилегающих к ним территориях.

Деграция лесов происходит вследствие [2]:

- снижения водоохранно-защитных функций лесов на больших пространствах;

- ухудшения лесорастительных свойств почв за счет влияния нефти, минерализованных вод, поднятия грунтовых вод, снижения аэробных процессов и усиления анаэробных, подавления почвенной биоты;

- многократного увеличения числа лесных пожаров, что ускоряет деграцию лесов на больших площадях.

Поэтому необходимо обеспечить разработку мероприятий по повышению эффективности лесопользования, охраны, защиты и обеспечения при этом непрерывного лесопользования.

*Местоположение и естественно-географические условия предприятия.* Большая протяженность Приобья в меридианном направлении обуславливает существенное различие географических и природно-климатических условий.

ООО «Нерга» расположен в пгт. Приобье на берегу Алешкинской протоки реки Оби. Весенняя распутица начинается с 15 апреля по 15 июня, осенняя распутица начинается с 15 октября по 15 ноября.

Климат района резко континентальный с продолжительной зимой и коротким теплым летом. Зима морозная и снежная. Самый холодный месяц года – январь (среднемесячная температура  $-19,5$  °С). Абсолютный минимум  $-52$  °С. Самым теплым является июль (среднемесячная температура  $+17$  °С), абсолютный максимум  $+55$  °С. Среднегодовое количество осадков 500–550 мм в год, причем 75 % приходится на теплое время года. Снежный покров устанавливается во второй половине октября и продолжается до начала июня. Мощность снежного покрова от 0,7 м до 1,5–2,0 м. Глубина промерзания почвы 1,0–1,5 м.

Для рассматриваемого района характерны подзолистые глинистые почвы на сравнительно возвышенных участках и торфянисто-подзолисто-иловые и торфяные почвы на заболоченных участках местности.

*Анализ арендуемых участков.* Лесные земли занимают 8100,9 га (93,8 %) общей площади лесного участка и представлены насаждениями естественного происхождения.

Общий ежегодный объем заготовки древесины по арендуемому лесному участку согласно договору аренды лесного участка составляет 70 тыс. м<sup>3</sup>: хвойные 58,1 тыс. м<sup>3</sup>, лиственные – 11,9 тыс. м<sup>3</sup>.

Состав лесонасаждения: 6СЗБ1Е.

Средний возраст насаждений по лесному участку составляет 135 лет, в том числе хвойных – 140 лет, мягколиственных – 100 лет.

Полнота насаждений лесного участка средняя – 0,59.

Средний бонитет по лесному участку составляет IV–V.

Средний текущий прирост по запасу на 1 га покрытых лесной растительностью земель составляет 1,0 м<sup>3</sup>.

*Характеристика существующего технологического процесса лесосечных работ.* Работы на лесном участке, связанные с заготовкой древесины, осуществляются сплошными рубками с использованием системы машин харвест-форвардер.

Применение лесозаготовительного комплекса харвест-форвардер позволяет обеспечить механизацию всех выполняемых технологических операций, безопасность труда и высокую производительность. При этом используются технологические схемы при размещении волока по границе пасеки (хорошая несущая способность грунтов) или на ее середине (слабая несущая способность грунтов) с учетом наличия подроста. Все работы по заготовке древесины осуществляются на основании технологической карты, которая составляется на каждый участок лесного фонда, отведенный в рубку (лесосеку). Однако применение сплошных рубок не позволяет учитывать различные эколого-таксационные показатели лесонасаждений и тем самым не обеспечивает непрерывное лесопользование и последующее естественное лесовозобновление [2]. Это особенно негативно сказывается в лесонасаждениях, подвергаемых дополнительным воздействием в промышленных выбросах от нефтепромыслов.

*Предлагаемые технологии лесосечных работ.* Предлагается применить технологии лесосечных работ с использованием выборочных рубок, которые с учетом эколого-таксационных показателей лесонасаждений позволяют значительно повысить эффективность производства при максимальном сохранении природной среды и обеспечения непрерывного лесопользования. Кроме того, возможно применение рубок ухода (проходные рубки) в средневозрастных лесонасаждениях. В отдельных случаях возможно применять сплошные рубки в спелых и перестойных лесонасаждениях с наличием подроста предварительной генерации:

– выборочные рубки применительно к спелым сосновым лесонасаждениям – двухприемные равномерно-постепенные;

– реконструктивные рубки (двухприемные равномерно-постепенные) применительно к смешанным лесонасаждениям (хвойно-лиственные, лиственно-хвойные) при этом дополнительно позволяют обеспечить

заготовку деловой березовой древесины – фанерный кряж, имеющий сбыт в регионе;

– для лесонасаждений, имеющих достаточное количество жизнеспособного подроста предварительной генерации, возможно применение сплошных рубок;

– рубки ухода в средневозрастных лесонасаждениях позволяют обеспечить интенсивность вырубki по запасу, увеличение доли крупномерной древесины к возрасту спелости и сокращение числа последующих приемов рубок.

Применение рассматриваемых рубок позволит обеспечить непрерывное лесопользование, естественное лесовозобновление и сохранение лесной среды, а также уменьшить отрицательное воздействие нефтегазовых месторождений на лесные экосистемы.

*Технология разработки лесосеки с заездом харвестера на полупасеки.* Разработка пасеки осуществляется следующим образом. Обе полупасеки разрабатываются одновременно с волоком. Деревья спиливают и валят перпендикулярно волоку, но с учетом расположения групп подроста и молодняка хозяйственно ценных пород. Волок при этой технологии может быть как прямолинейным, что упрощает трелевку, так и непрямолинейным вследствие огибания харвестером куртин подроста, куртин и одиночных деревьев молодняка хозяйственно ценных пород и других препятствий. Непрямолинейные волокы также снижают ветровую нагрузку на насаждение при несплошных рубках. Ширина пасеки при этой технологии составляет два эффективных вылета манипулятора харвестера.

Технология с заездами харвестера на полупасеки рассматривается как вариант технологии с волоком по середине пасеки с увеличением ширины пасеки до 30 м. Технология может быть использована для реализации сплошных рубок с групповым подростом или несплошных рубок с неравномерным распределением вырубаемой части древостоя. Шаг примыкания заездов к волоку с каждой его стороны составляет около 30 м при равномерном изреживании по площади. При неравномерном размещении деревьев, отведенных в рубку, заезды выполняются в зоне их расположения. Заезды при этом выполняются по дуге, что обеспечивает плавное примыкание их к волоку (рис. ниже).

*Технология разработки лесосеки со вспомогательным технологическим коридором и применением харвестера-форвардера.* Вариант со вспомогательным коридором, на котором работает только харвестер, позволяет уменьшить общую длину пасечных волоков на лесосеке. Технология может быть использована для реализации системы постепенных и выборочных рубок средней и высокой интенсивности. Форвардер работает лишь на волоках, удаленных друг от друга на расстояние 30 м. При работе харвестера во вспомогательном коридоре, как и на волоке,

выполняется весь цикл операций: валка, обрезка сучьев, раскряжевка и пакетирование, однако пакеты сортиментов при этом укладываются на максимальном удалении от машины. Этим обеспечивается доступность пакетов, сформированных харвестером, при работе во вспомогательном коридоре манипулятору форвардера, перемещающегося по волоку.

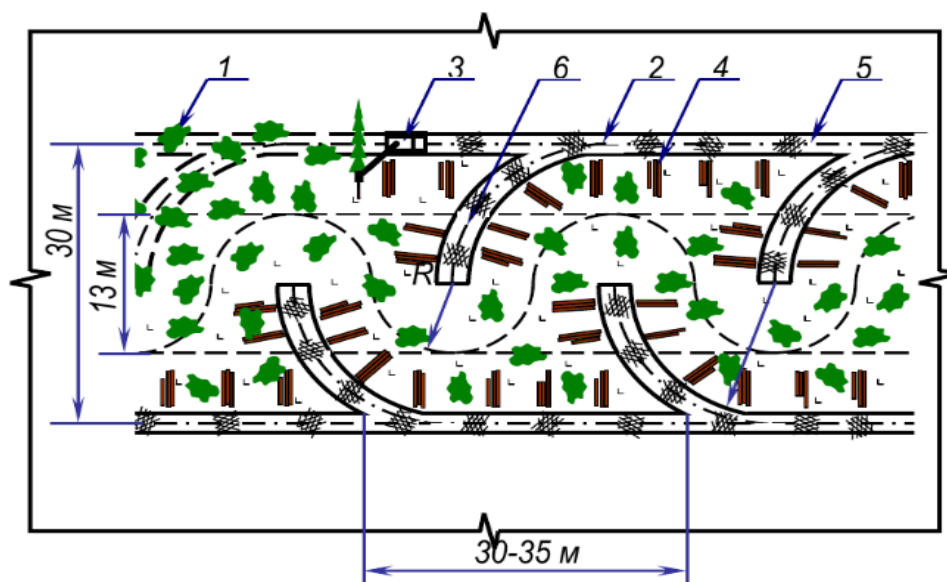


Схема работы харвестера с заездами на полупасеки:  
 1 – растущий лес; 2 – волок; 3 – харвестер; 4 – пакет сортиментов;  
 5 – порубочные остатки; 6 – заезд на полупасеку

Технология разработки лесосеки зависит от таксационных показателей древостоя, количества и размещения подроста хозяйственно ценных пород, вида рубки, типа леса и времени года. Она должна обеспечивать наибольшую производительность механизмов при неуклонном соблюдении лесоводственных требований и правил техники безопасности. Среднее расстояние подвозки сортиментов форвардером устанавливается в зависимости от трудоемкости строительства усов лесовозных дорог, расположения существующих дорог, эксплуатационного запаса древесины на лесосеке, почвенно-грунтовых условий, а также лесоводственных ограничений по длине пасечных волоков.

*Рубки ухода за лесом.* Для насаждений, подлежащих рубкам ухода, наиболее целесообразно применять сортиментную технологию как с применением харвестера-форвардера, так и бензомоторных пил. Проводимые рубки ухода в средневозрастных лесонасаждениях позволяют обеспечить как заготовку деловой древесины, так и создание благоприятных условий для роста и развития лесонасаждений.

При планировании и проведении рубок ухода следует стремиться к выполнению следующих задач:

- повышение интенсивности вырубki по запасу;
- увеличение сроков повторяемости отдельных приемов ухода;
- сокращение числа приемов рубок;
- увеличение доли крупномерной древесины к возрасту спелости;
- возможность применения средств комплексной механизации;
- расчет интенсивности изреживания на основе данных оптимальной и минимальной густоты и полноты древостоев.

*Список источников*

1. Морозов, А. Е. Научная организация использования и сохранения лесов в районах добычи углеводородного сырья (на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры) : дис. ... д-ра с/х. наук / Морозов Андрей Евгеньевич. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. – 39 с.

2. Азаренок, В. А. Экологизированные рубки леса : учебное пособие / В. А. Азаренок, С. В. Залесов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. – 97 с.

Научная статья  
УДК 630\*2:502.174

## МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ В ЛЕСНОМ ФОНДЕ

**Ирина Александровна Евкович<sup>1</sup>, Павел Александрович Протас<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Белорусский государственный технологический университет,  
Минск, Беларусь

<sup>1</sup> evcovich.irina@mail.ru

<sup>2</sup> protas@belstu.by

*Аннотация.* Для эффективной ликвидации последствий от стихийных бедствий в лесном фонде, повышения качества управленческих решений требуется прогноз динамики стихийных бедствий и их влияния на лесные экосистемы. Такой прогноз можно получить с помощью методов предиктивной аналитики на основе анализа статистических данных прошлых лет.

*Ключевые слова:* лесной фонд, стихийные бедствия, прогнозирование, ликвидация последствий, теория игр

Scientific article

## METHODS OF FORECASTING THE CONSEQUENCES OF NATURAL DISASTERS IN THE FOREST FUND

**Irina A. Evkovich<sup>1</sup>, Pavel A. Protas<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

<sup>1</sup> evcovich.irina@mail.ru

<sup>2</sup> protas@belstu.by

*Abstract.* A forecast of the dynamics of natural disasters and their impact on forest ecosystems is required for effective eliminating the consequences of natural disasters in the forest fund and for improving the quality of management decisions. Such a forecast can be obtained using predictive analytics methods based on the analysis of statistical data of past years.

*Keywords:* forest fund, natural disasters, forecasting, elimination of consequences, game theory

Существенными и разрушительными стихийными бедствиями в лесном фонде, которые обостряют экологические проблемы, приводят



к потере лесных ресурсов, изменению породного состава древостоев, а также к затратам на их ликвидацию, являются такие природные катаклизмы, как ветровалы, буреломы, усыхания насаждений и лесные пожары. Такие стихийные бедствия являются стохастическими и непредсказуемыми, которые невозможно спрогнозировать с достаточной степенью вероятности.

Учитывая ежегодное изменение климата, многие специалисты предполагают и дальнейшее воздействие стихийных бедствий на лесной фонд, что и подтверждается статистикой последних лет [1].

В настоящее время в прогнозировании стихийных бедствий можно выделить две задачи.

1. Прогнозирование вероятности события самого стихийного бедствия. Эту задачу решают погодно-климатическими методами с помощью гидрометеостанций. При этом они краткосрочны, малоэффективны и имеют достаточно низкий вероятностный характер. Такой метод прогнозирования базируется на основании различных факторов: температура воздуха, влажность, давление, скорость ветра и др.

2. Прогнозирование ликвидаций последствий стихийного бедствия. Данную задачу применительно к лесному фонду можно решать с использованием различных методов предиктивной аналитики, которые будут учитывать следующие факторы: масштаб поврежденного лесфонда, характеристику участка, экономические затраты на ликвидацию последствий и др. [2].

В данном случае рассмотрим вторую задачу с применением метода предиктивной аналитики. Последствия стихийных бедствий могут прогнозироваться с помощью различных методов: математических, экономических и программных.

Математические методы прогнозирования стихийных бедствий включают следующие этапы:

- характеристику объекта исследования;
- сбор исходных данных;
- выбор и подтверждение математической модели;
- обработку информации;
- приобретение дополнительных характеристик;
- прогнозирование последствий стихийного бедствия;
- получение результата об объекте исследования.

Изучив и выполнив анализ различных методов, установили, что наиболее целесообразными могут быть методы математической статистики, а именно метод теории игр по критерию Вальда и Сэвиджа [3].

Такой метод основан на статистических данных и позволяет находить закономерности в исторических и транзакционных данных и определять потенциальные риски и возможности. В качестве основы при выполнении

анализа используется опыт аналогичных решений, принятых в прошлом. Главными принципами такой методики являются классическая стратегия и функциональная математика.

В настоящее время теория игр широко применяется для решения многих практических задач. Так, с помощью методов теории игр можно решить следующие задачи [4]:

- планирование лесосечных работ в течение года: неопределенность здесь обусловлена случайным воздействием погодных изменений, и поэтому состоянием лесосек, непостоянством размерно-качественных характеристик заготавливаемого сырья, состоянием техники;

- оперативное управление производством, например, принятие решения о временной переброске техники на поврежденный стихийными бедствиями участок;

- обоснование параметров и конструкции машины, природно-производственные условия эксплуатации которой мало изучены или отличаются случайным непостоянством.

Наибольшее распространение в прогнозировании событий в лесозаготовительном комплексе имеют парные стратегические игры. Такие игры имеют два метода решения задач.

1. Противоборствующим противником. Такой метод является избирательным и имеет определенные характеристики, которые всегда остаются не за одним человеком. В данном методе имеется в виду, что функции выигрыша общедоступны любому из игроков, т. к. любой участник знает свою функцию выигрыша, а также функции всех остальных игроков, и в соответствии с данной информацией сформировывает свое поведение. В качестве ключевого условия в теории игр предусматривается гарантировать предельно допустимый выигрыш каждому игроку при любых манипуляциях партнера [4].

2. Объективной действительностью (природой). Данная методика учитывает различные природные факторы и состоит в том, что в ней участвуют два игрока, один из которых – природа. Для второго игрока (природы) результат не имеет значения, т. к. он не способен к принятию осознанных решений. Исходные данные в предложенной методике не будут зависеть от решений и хода игрока, а будут определяться природными факторами.

Для прогнозирования последствий стихийных бедствий в лесном фонде подходит второй метод решения задач с объективной действительностью (природой). Решение данной задачи может выполняться по оценке критерия Вальда или критерия Сэвиджа [4]. При этом каждый из них имеет свою особенность.

*Критерий Вальда.* В качестве приемлемой избирается стратегия, дающая следующую гарантию выигрыша – минимум, чем «нижняя цена игры с природой»:

$$W = \max_i \min_j W_{ij}. \quad (1)$$

Принцип принятия решения на основании критерия Вальда можно трактовать должным образом: игровая матрица приобретает еще один столбец из наименьших итогов каждой строки. Выбрать необходимо тот вариант, в строке которого стоит максимальное значение данного столбца. В результате принятого решения игра исключает риск. В соответствии с принятым решением в игре участник не может столкнуться с худшим результатом, нежели тот, на кого он ориентируется. Какими бы не были условия  $S_i$ , соответствующий результат не может быть ниже  $W$ .

Такое свойство считается одним из фундаментальных в критерии Вальда. Критерий Вальда можно использовать при следующих обстоятельствах:

- о возникновении стратегии  $S_i$  ничего не известно;
- с возникновением стратегии  $S_i$  необходимо считаться;
- реализуется только незначительное число решений;
- не допускается отрицательный риск.

Критерий Вальда предполагает, что игрок (природа) действует пессимистическим для человека образом, делает все, чтобы не достичь желаемого успеха.

*Критерий Сэвиджа.* В качестве приемлемой избирается стратегия, вследствие которой величина риска принимает минимальное значение при неблагоприятных обстоятельствах:

$$W = \min_i \max_j (W_{\max_j} - W_{ij}). \quad (2)$$

Величина  $W$  в критерии Сэвиджа обосновывается как максимальный выигрыш, который будет достигнут, если состояние  $S_j$  вместо варианта  $U_j$  заменить на более подходящий для нашего условия вариант.

В соответствии с критерием Сэвиджа выбор решения игры будет следующий: каждый элемент матрицы вычитается из максимального результата  $W_{ij}$  соответствующего столбца. Разности результатов будут образовывать остатки матриц и дополняться столбцом максимальных разностей  $W_{ir}$ . В результате избирается тот вариант, в строке которого находится минимальное значение числа [4].

Методика прогнозирования последствий стихийных бедствий в лесном фонде начинается со сбора статистических данных, которые осуществляются в различных режимах.

Учитывая максимальное количество факторов, которые позволяют принять в решении задач критерий Вальда, для прогнозирования последствий стихийных бедствий в лесном фонде целесообразно применять данный критерий.

Исходными данными для прогнозирования последствий стихийных бедствий являются: площадь поврежденного лесфонда, время года, объемы поврежденной древесины, затраты на ликвидацию и др.

Эти все исходные данные подразделяются на:

1) природно-эксплуатационные – площадь, время года, климатические условия;

2) объемные – объем поврежденной древесины, объем работ при выполнении ликвидаций последствий стихийных бедствий;

3) экономические – снижение стоимости на лесоматериалы ввиду его низкого качества, затраты на ликвидацию последствий, затраты на лесовосстановление, затраты на защиту лесов и др;

4) экологические – необходимость в последующем лесовосстановлении, учет потерь экосистемных услуг, лесной среды и др [1].

В заключение необходимо отметить, что применение метода теории игр по критерию Вальда на базе принятых исходных данных позволит более детально прогнозировать последствия стихийных бедствий при принятии соответствующих решений. Данный прогноз поможет снизить материальные затраты и трудозатраты на ликвидацию последствий стихийных бедствий в лесном фонде, а также обеспечить сокращение сроков ликвидации и соответственно ускорить процесс лесовосстановления.

#### *Список источников*

1. Ледницкий, А. В. Экономическая оценка потерь в результате стихийных бедствий в лесном секторе Беларуси в контексте климатических изменений: современное состояние и направления совершенствования с учетом международного опыта / А. В. Ледницкий [и др.]. – Минск : Изд-во World Bank Group, 2018. – 123 с.

2. Прогнозирование стихийных бедствий // LiveJournal : [сайт]. – URL: <https://clck.ru/33eUvY> (дата обращения: 29.11.2022).

3. Колесников, В. Л. Математические основы компьютерного моделирования химико-технологических систем : учебное пособие / В. Л. Колесников. – Минск : БГТУ, 2003. – 312 с.

4. Игнатенко, В. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок / В. В. Игнатенко, И. В. Турлай, А. С. Федоренчик. – Минск : БГТУ, 2004. – 178 с.

Научная статья  
УДК 630\*114.521.6

## **ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РЯБИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И КЛЕНА ЯСЕНЕЛИСТНОГО В УКТУССКОМ ЛЕСНОМ ПАРКЕ ЕКАТЕРИНБУРГА**

**Роман Витальевич Егоров<sup>1</sup>, Алексей Петрович Кожевников<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup> ФГБУН «Ботанический сад УрО РАН», Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> ro\_man\_1995@mail.ru

<sup>2</sup> kozhevnikova\_gal@mail.ru

**Аннотация.** Ценопопуляции аборигенных подлесочных видов являются индикаторами лесных экосистем подзоны южной тайги (*Sorbus aucuparia*, *Rosa acicularis*, *Chamaecytisus ruthenicus* и др.). В лесных парках Екатеринбурга за последние 50 лет отмечены инвазионные ценопопуляции *Acer negundo*, *Malus baccata*, *Cornus alba*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Physocarpus opulifolius*, *Sorbaria sorbifolia* и др. В настоящее время актуально изучение плотности аборигенных подлесочных ценопопуляций.

**Ключевые слова:** интродуцент, трансформация, инвазия, антропогенные изменения, коэффициент вариации

**Финансирование:** работа выполнена в рамках государственного задания Ботанического сада УрО РАН на базе УНУ.

Scientific article

## **INTRASPECIFIC VARIABILITY OF MOUNTAIN ASH AND ASH- LEAVED MAPLE IN THE UKTUSSKY FOREST PARK OF EKATERINBURG**

**Roman V. Egorov<sup>1</sup>, Alexey P. Kozhevnikov<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup> Botanical Garden of The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Ekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> ro\_man\_1995@mail.ru

<sup>2</sup> kozhevnikova\_gal@mail.ru

**Abstract.** Price populations of native understory species are indicators of forest ecosystems of the southern taiga subzone (*Sorbus aisiragia*, *Rosa acicularis*,

*Chamaecytisus ruthenicus*, etc.). Invasive price populations of *Acer negundo*, *Malus baccata*, *Cornus alba*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Physocarpus opulifolius*, *Sorbaria sorbifolia*, etc. Currently, it is relevant to study the density of indigenous understory cenopopulations.

**Keywords:** introduced species, transformation, invasion, anthropogenic changes, coefficient of variation

**Funding:** the work was carried out within the framework of the state task of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences on the basis of UNU.

Ценопопуляции аборигенных подлесочных видов являются индикаторами лесных экосистем подзоны южной тайги (рябина обыкновенная, шиповник иглистый, раkitник русский и др.). В лесных парках Екатеринбурга за последние 50 лет отмечены инвазионные ценопопуляции клена ясенелистного, яблони ягодной, дерена белого, кизильника черноплодного, пузыреплодника калинолистного, рябинника рябинолистного и др. [1, 2]. В настоящее время актуально изучение плотности аборигенных подлесочных ценопопуляций и индикаторных признаков инвазивных интродуцентов как показателей антропогенной трансформации лесных парков.

Целью исследований было установление плотности и морфологических параметров ценопопуляции рябины обыкновенной предгенеративного и генеративного возрастного состояния, определение уровня внутривидовой изменчивости угла расхождения крылаток клена ясенелистного в Уктусском лесном парке.

Методика работы заключалась в маршрутном обследовании Уктусского лесного парка в определении плотности ценопопуляции рябины обыкновенной в наиболее распространенном типе леса – сосняке ягодниковом, установлении уровня внутривидовой изменчивости высоты и диаметра биотипов рябины предгенеративного и генеративного возрастного состояния и нахождении уровня внутривидовой изменчивости угла расхождения крылаток клена ясенелистного по шкале С. А. Мамаева [3]. Проведено 611 измерений диаметра и высоты деревьев и кустарников в предгенеративном возрастном состоянии, 227 замеров тех же признаков деревьев и кустарников в генеративном возрастном состоянии. Определены углы расхождения крылаток семян (180 измерений) и установлен уровень внутривидовой изменчивости в девяти локальных ценопопуляциях клена ясенелистного.

Механизм устойчивости ценопопуляций рябины сибирской (*Sorbus sibirica* Hedl.) в черневых и сосновых лесах Салаирского кряжа связан с ее плотностью, которая колеблется в больших пределах – от 1,7 до 19,1 тыс. шт./га [4, 5].

Отсутствие подроста в перестойных насаждениях лесного парка позволяет рябине обыкновенной захватывать свободное пространство и удерживать его длительное время. Плотность ценопопуляции рябины обыкновенной составила 7200 шт./га. Деревья и кустарники рябины в предгенеративном и генеративном возрастном состоянии имеют очень высокий (29–80 %) уровень внутривидовой изменчивости по высоте и диаметру основного ствола (табл. 1). Это связано с разнокачественностью семян с их зоохорным характером распространения, наличием разнообразия экологических ниш внутри ценопопуляций и т. д.

Таблица 1

Морфологические показатели и возрастное состояние ценопопуляции рябины обыкновенной в Уктусском лесном парке

Жизненная форма – кустарник					Жизненная форма – дерево				
Кол-во биотипов, шт.	Высота основного ствола, м		Диаметр основного ствола, см		Кол-во биотипов, шт.	Высота ствола, м		Диаметр ствола, см	
	X ± mx	CV, %	X ± mx	CV, %		X ± mx	CV, %	X ± mx	CV, %
Деревья и кустарники в предгенеративном возрастном состоянии									
611	2,2±0,05	54,1	1,7±0,04	58,2	20	1,3±0,22	77,5	1,1±0,20	80,1
Деревья и кустарники в генеративном возрастном состоянии									
227	3,2±0,06	29,7	2,8±0,07	35,6	3	3,1±0,81	45,2	2,7±0,77	50,3

Локальные поселения клена ясенелистного образуются за счет разноса ветром семян крылаток. Биотипы данного вида предпочитают открытые пространства (поляны, прогалины, участки после повышенной рекреационной нагрузки). Преобладают особи с острым углом (25–50 °С) расхождения крылаток, со средним уровнем изменчивости до 21 % (табл. 2). В двух локальных популяциях (со стороны ул. Прониной и СЦ ЦСКА) отмечен очень высокий уровень изменчивости угла расхождения крылаток – 22,5; 32,6 °С соответственно.

Таким образом, из-за отсутствия подроста в перестойных сосновых насаждениях происходит массовое размножение зоохорных (рябина обыкновенная) и анемофильных (клен ясенелистный) подлесочных видов. Чаще всего рябина приобретает жизненную форму в виде кустарника. Очень высокий уровень изменчивости высоты и диаметра стволов рябины характерен для биотипов в предгенеративном и генеративном возрастном состоянии. Очень высокий уровень внутривидовой изменчивости угла расхождения крылаток семян отмечен в двух локальных популяциях клена ясенелистного (табл. 2).

Таблица 2

Внутривидовая изменчивость угла расхождения  
крылаток семян клена ясенелистного

№ пп	Локальные популяции при входе в Уктусский лесной парк	Угол расхождения и коэффициент вариации крылаток семян					
		X ± mх, градус	CV, %	X ± mх, градус	CV, %	X ± mх, градус	CV, %
		1 локальная популяция		2 локальная популяция		3 локальная популяция	
1	Со стороны ЖК «Каменный ручей»	50,1±1,63	14,6	37,2±1,73	20,7	33,7±1,65	21,9
2	Со стороны ул. Прониной	35,6±1,61	20,3	42,8±1,26	13,1	34,9±1,75	22,5
3	Со стороны СЦ ЦСКА	24,7±1,80	32,6	32,4±1,15	15,8	35,6±1,32	16,6

Список источников

1. Кожевников, А. П. Внедрение древесных интродуцентов в состав подлеска лесопарков г. Екатеринбурга / А. П. Кожевников // Леса России и хозяйство в них. – 2018. – № 4 (67). – С. 49–56.

2. Кожевников, А. П. Экологические ниши и плотность ценопопуляций рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) в лесопарках Екатеринбурга / А. П. Кожевников, А. И. Черных, И. С. Дегтярев // Вестник Поволжского государственного технологического университета. – 2022. – № 1 (53). – С. 60–68. (Серия: лес. экология. природопользование).

3. Мамаев, С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений на примере семейства Pinaceae на Урале / С. А. Мамаев. – Москва : Наука, 1973. – 284 с.

4. Тищенко, М. П. Ценогическая стратегия жизни рябины сибирской на Салаире / М. П. Тищенко // Krylovia. – 1999. – Т. 1, № 1. – С. 41–48.

5. Тищенко, М. П. Биоморфология и популяционная структура кустарников черневых лесов Салаирского края / М. П. Тищенко // Krylovia. – 2001. – Т. 3, № 1. – С. 104–113.



Научная статья  
УДК 630\*8

## ЧАГА – ДОРОГОСТОЯЩИЙ И ПОЛЕЗНЫЙ НЕДРЕВЕСНЫЙ ПРОДУКТ ЛЕСА

**Ярослав Дмитриевич Егоров<sup>1</sup>, Кирилл Вячеславович Мандрыгин<sup>2</sup>,  
Юрий Валерьевич Ефимов<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> egorovyaroslav02@mail.ru

<sup>2</sup> Mlabepma228@mail.ru

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

**Аннотация.** В настоящей статье рассмотрены полезные свойства, область применения чаги, а также возможность повышения экономической ценности лесов за счет его выращивания.

**Ключевые слова:** чага, экономическая эффективность, грибной дюбель

Scientific article

## CHAGA MUSHROOM IS AN EXPENSIVE AND USEFUL NON-TIMBER FOREST PRODUCT

**Yaroslav D. Egorov<sup>1</sup>, Kirill V. Mandrygin<sup>2</sup>, Yury V. Efimov<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> egorovyaroslav02@mail.ru

<sup>2</sup> Mlabepma228@mail.ru

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

**Abstract.** This article discusses the useful properties, scope of chaga, as well as the possibility of increasing the economic value of forests through its cultivation.

**Keywords:** chaga, economic efficiency, mushroom dowel

Недревесные продукты леса – это полезные лесные ресурсы (материалы, вещества, продукты питания), полученные не из древесины. Одними из самых ценных пищевых продуктов леса являются грибы. Это большая группа низших растений, насчитывающая около 30 тыс. видов. К данной группе растений относится и чага (рис. 1) [1].



Рис. 1. Березовый гриб чага

Чаще всего чага встречается на березах. Отсюда и пошло название «черный березовый гриб». Наиболее часто этот гриб поражает деревья в холодном климате – от Сибири и Северной Европы до Аляски. В России же чага больше всего распространена на западе и северо-западе Вологодской области.

Считается, что березовую чагу можно собирать круглый год, но в летний период это сделать проблематично из-за листвы, которая затрудняет ее поиск, а зимой – из-за глубоких сугробов. Обычно чагу собирают в весенний (до распускания зелени) или осенний периоды (после того как листья опадут). Народные лекари также считают, что именно весной и осенью этот гриб концентрирует в себе максимальное количество полезных веществ. Срезанную с дерева чагу необходимо хранить в сухом месте с хорошей циркуляцией воздуха.

В наше время чага имеет огромный потенциал в области медицины. Мощные антиоксиданты в этом грибе потенциально могут предотвратить или замедлить рост злокачественной опухоли [2]. Другие возможные преимущества чаги включают снижение уровня холестерина и борьбу с сердечными заболеваниями [3]. Кроме того, научно доказано, что прием чаги повышает защитные реакции организма, активизирует обмен веществ в мозговой ткани, улучшает биоэлектрическую активность коры головного мозга, нормализует артериальное и венозное давление, улучшает отток желчи и работу выделительной системы, способствует очищению от шлаков и вредных веществ, замедляет скорость роста и снижает агрессивность новообразований, устраняет воспалительные процессы в организме, придает силы, а также добавляет энергию [4].

Помимо этого, чага широко используется в косметологии. Она входит в состав кремов, масел, тоников для любых типов кожи. Кроме того, чага полезна и для волос. Она не только их укрепляет и усиливает рост, но

и борется с перхотью, зудом и воспалениями. Этот гриб эффективен для лечения дерматологических заболеваний, а также для лечения пародонтоза и гингивита [5].

Чага пользуется огромным спросом на зарубежных рынках. В частности, в странах Азии, Северной Америки и Европы. Березовая чага по лицензии на экспорт в среднем оценивается в 570–600 руб. за 1 кг. Наиболее дорогая форма чаги – сублимированная (рис. 2). Стоимость сублимированного экстракта чаги может варьироваться от 8700 до 9000 руб. за 100 гр (цены актуальны на ноябрь 2022 г.).



Рис. 2. Чага сублимированная

Искусственно вывести гриб можно в березовых лесах с помощью специальных грибных дюбелей. Сбор чаги можно вести совместно с заготовкой березы, впоследствии зарабатывая гораздо больше, чем при одной лишь лесозаготовке [6]. Пораженную грибом березу можно по-прежнему использовать при производстве основных изготавливаемых из березовой древесины продуктов: дров и бумаги.

Таким образом, чага обладает широким спектром полезных свойств, а также необъятным потенциалом в области медицины и косметологии. В качестве получения дополнительной прибыли при лесозаготовке можно намеренно выращивать чагу в березниках, к примеру на тех деревьях, которые пойдут на низкосортное сырье либо дрова.

#### *Список источников*

1. Шегельман, И. Р. Системный анализ направлений разработок в области промышленного использования недревесных ресурсов леса: березовый гриб чага / И. Р. Шегельман, П. В. Будник, А. С. Васильев // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 5 (56). – С. 11.

2. Шашкина, М. Я. Чага в онкологии / М. Я. Шашкина, П. Н. Шашкин, А. В. Сергеев // Российский биотерапевтический журнал. – 2005. – Т. 4, № 4. – С. 59–72.

3. Кароматов, И. Д. Чага, березовый гриб / И. Д. Кароматов, М. М. Муродова // Биология и интегративная медицина. – 2017. – № 2. – С. 164–179.

4. Ивойлов, А. В. Чага / А. В. Ивойлов // Мордовский заповедник. – 2012. – № 3 (3). – URL: <https://clck.ru/33eW4i> (дата обращения: 28.11.2022).

5. Дашкевич, Ю. Чага (Березовый гриб) / Ю. Дашкевич, С. Барнаулова. – URL: <https://clck.ru/33eW6M> (дата обращения: 30.11.2022).

6. Забелин А. Заготовка чаги как дополнительный стимул для лесозаготовки / А. Забелин // ЛесПромИнформ – 2017. – № 3 (125). – URL: <https://clck.ru/33eW7n> (дата обращения: 30.11.2022).

Научная статья  
УДК 711.4-112

## **РОЛЬ ОБЪЕКТОВ ОГРАНИЧЕННОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДА ЗЕЛеныМИ НАСАЖДЕНИЯМИ**

**Наталья Анатольевна Ефимова<sup>1</sup>, Татьяна Борисовна Сродных<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> natashapi96@mail.ru

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

**Аннотация.** В статье на основании данных планов градостроительного зонирования Екатеринбурга рассчитана обеспеченность жителей насаждениями общего пользования в двух районах города: Октябрьском и Чкаловском. Получены также данные по площадям ограниченного пользования, которые играют важную роль в обеспеченности жителей города озелененными территориями.

**Ключевые слова:** объекты ограниченного пользования, градостроительное зонирование, озеленение Екатеринбурга, площадь зеленых насаждений

Scientific article

## **THE ROLE OF RESTRICTED USE FACILITIES IN DETERMINING THE PROVISION OF GREEN SPACES FOR CITY RESIDENTS**

**Natalia A. Efimova<sup>1</sup>, Tatiana B. Srodnykh<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> natashapi96@mail.ru

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

**Abstract.** In the article, based on the data of urban zoning plans for Yekaterinburg, the provision of residents with public plantations in two districts of the city: Oktyabrsky and Chkalovsky is calculated. We also obtained data on areas of limited use, which play an important role in the provision of city residents with green areas.

**Keywords:** objects of limited use, urban zoning, landscaping of Yekaterinburg, area of green spaces

При расчете количества площади насаждений в городе на одного человека были использованы данные по площадям объектов общего пользования, в основном эти объекты в документе градостроительного зонирования обозначаются ТОП-1 и ТОП-2 (объекты общего пользования: ТОП-1 – парки, набережные, ТОП-2 – скверы, бульвары).

Целью работы было изучение планов градостроительного зонирования Екатеринбурга, в частности Октябрьского и Чкаловского районов, для расчета площадей объектов ограниченного пользования и их роли в системе озеленения населенных пунктов.

Потребность в зонировании той или иной территории возникает при определении мероприятий по созданию и уходу, а также при необходимости комфортного расположения зон различной деятельности по отношению друг к другу. Для рассмотрения взяты два района города, расположенные рядом, но Октябрьский район захватывает центральную часть города, а Чкаловский в основном периферию города.

Для населенных пунктов значимыми документами являются правила землепользования и застройки, документ градостроительного зонирования, которым устанавливаются территориальные зоны, градостроительные регламенты.

По городу Екатеринбургу составлена карта градостроительного зонирования в 2020 г. [1]. Всего выделен 71 участок, включающий в себя общественно-деловые и коммерческие зоны; специальные зоны для осуществления профильных видов деятельности; жилые зоны; зоны развития застройки; зоны специального назначения; природно-рекреационные зоны; сельскохозяйственные зоны; производственные и коммунальные зоны; зоны комплексного развития территории; территории, на земельные участки в пределах которых действие градостроительных регламентов не распространяется.

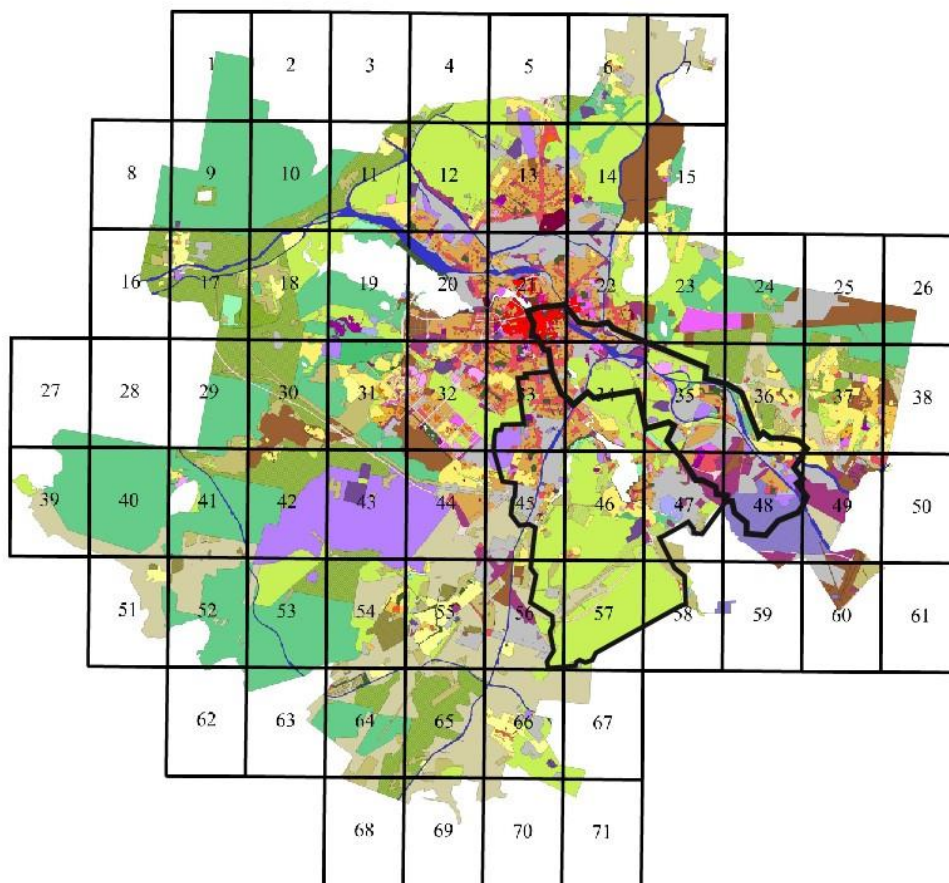
Визуально значительную часть занимают территории городских лесов (по периметру города), зона отдыха населения, зоны специального назначения, зоны личного подсобного хозяйства и сельского хозяйства.

В центре города сконцентрированы общественно-деловые и коммерческие зоны.

На рисунке ниже представлен план градостроительного зонирования Екатеринбурга и обозначены границы исследуемых районов – Чкаловского и Октябрьского.

При визуальном обследовании в пределах границ районов можно отметить следующее:

- площадь Чкаловского района в 2,5 раза больше площади Октябрьского района (402 км<sup>2</sup> против 157,0 км<sup>2</sup>);
- в Чкаловском районе преобладают зоны отдыха населения (Р-1);
- в Октябрьском районе относительно в равных частях находятся зоны общественно-деловые и коммерческие, зоны иных объектов специального назначения и зоны отдыха населения.



Границы Чкаловского и Октябрьского районов на карте градостроительного зонирования Екатеринбурга

В ходе работы был произведен расчет площади ТОП-1, ТОП-2, Р-1, Р-2, Р-3 для Октябрьского и Чкаловского районов (табл. 1).

Таблица 1

Площадь озелененных пространств  
в Октябрьском и Чкаловском районах

Зоны	Расшифровка наименования	Общая площадь в Октябрьском районе, га	Общая площадь в Чкаловском районе, га
ТОП-1	Территории общего пользования	38,25	105,0
ТОП-2	Территории общего пользования (улично-дорожная сеть)	68,5	220,0
Р-1	Зона отдыха населения	98,0	4245,5
Р-2	Зона специальных зеленых насаждений	17,0	340,5
Р-3	Зона природных насаждений	0,0	0,0
Итого		221,75	4911

Также произведены расчеты по обеспеченности зелеными насаждениями на одного жителя (табл. 2). Население Октябрьского района – 148 981 человек, Чкаловского – 275 571.

Таблица 2

Обеспеченность районов на одного человека  
зелеными насаждениями

№ п/п	Параметр	Площадь на 1 чел. в Октябрьском районе, м <sup>2</sup>	Площадь на 1 чел. в Чкаловском районе, м <sup>2</sup>
1	Территории общего пользования (парки, набережные, скверы, бульвары)	2,57	3,81
2	Территории общего пользования включая уличное озеленение	7,17	11,79
3	Общая площадь озелененных пространств	14,88	178,21

В жилых районах крупнейших городов норма озеленения по объектам общего пользования на одного человека – 6 м<sup>2</sup>. При оценке только зон ТОП-1 в обоих районах озеленения недостаточно. Зачастую остальные объекты труднодоступны или недостаточно благоустроены, хотя при этих расчетах цифры удовлетворяют нормативным показателям: 7,17 и 11,29 м<sup>2</sup> на одного человека. В случае с Чкаловским районом общие площади озеленения превышают его в 30 раз. Это связано с тем, что в границы района входит часть лесопарка Лесоводов России и ЦПКиО им. Маяковского, Уктусский лесопарк и естественные лесные насаждения.

Однако для удовлетворения потребностей в озелененных пространствах горожане определенных категорий и в определенных ситуациях используют объекты ограниченного пользования (территории детских садов, школ, больниц), располагающие благоустроенным пространством.

Согласно карте градостроительного зонирования были определены площади данных объектов (табл. 3).

Также было определено, что не все объекты данных категорий имеют собственное озелененное пространство. В среднем 40 % от общей площади объектов ограниченного пользования являются озелененными.

Таким образом, при учете данных территорий обеспеченность районов в м<sup>2</sup> на 1 чел. увеличивается на 4,36 м<sup>2</sup> в Октябрьском и на 0,73 м<sup>2</sup> на человека в Чкаловском районах.

Данный показатель существенно увеличивает показатель зеленых пространств в Октябрьском районе, что указывает на важную роль этой категории в озеленении района.



Таблица 3

## Площадь территорий ограниченного пользования

Зоны	Расшифровка наименования	Общая площадь в Октябрьском районе, га	Площадь на 1 чел. в Октябрьском районе, м <sup>2</sup>	Общая площадь в Чкаловском районе, га	Площадь на 1 чел. в Чкаловском районе, м <sup>2</sup>
ЦС-1	Зоны объектов здравоохранения	74,0	4,97	35,5	1,29
ЦС-2	Зона объектов среднего и высшего профессионального образования и научных комплексов	58,0	3,89	10	0,36
ЦС-6	Зоны объектов общего образования	36,5	2,45	40,3	1,46
Итого		168,5	11,31	50,3	1,82

При анализе схемы градостроительного зонирования Октябрьского и Чкаловского районов выявлена существенная разница между ними.

Несмотря на отсутствие в Чкаловском районе известных парков, площадь объектов общего пользования ТОП-1 на одного человека превышает тот же параметр в Октябрьском районе. А при учете пригородных лесов, входящих в состав района, площадь озеленения на одного человека больше в 10 раз.

Зачастую при анализе системы озеленения не учитывают объекты ограниченного пользования, которые по расчетам также играют значительную роль в формировании зеленых зон города (в Октябрьском районе площадь озелененных объектов ограниченного пользования на одного человека – 4,36 м<sup>2</sup>).

Настоящая работа показывает, что для составления общей картины по системе городского озеленения и обеспеченности жителей района зелеными насаждениями нужен всесторонний анализ как градостроительного зонирования, так и учета озелененных площадей отдельных объектов (как в случае с объектами ограниченного пользования – не все территории под данными зонами имеют зеленые насаждения).

#### Список источников

1. Правила землепользования и застройки городского округа муниципального образования «Город Екатеринбург» : муниципальные правовые акты. – Екатеринбург, 2020.

2. Теодоронский, В. С. Озеленение населенных мест. Градостроительные основы : учебное пособие / В. С. Теодоронский, Г. П. Жеребцова. – Москва : Академия, 2010. – 256 с.

Научная статья  
УДК 630

## ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ ООО «КРОНОШПАН ОСБ».

Дамир Амирович Загидуллин<sup>1</sup>, Эдуард Федорович Герц<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> zagidullinda@gmail.com

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

**Аннотация.** В статье приведены производственная структура ООО «Кроношпан ОСБ», таксационные характеристики арендных участков в лесах Башкортостана, а также проектируемый объем ежегодной заготовки древесины в разрезе пород по видам рубок. Намечены основные организационно-технологические мероприятия по формированию эффективного лесозаготовительного производства.

**Ключевые слова:** сырье, древесина, арендные участки

Scientific article

## PROSPECTS FOR HARVESTING WOOD LLC “KRONOSHPAN OSB”

Damir A. Zagidullin<sup>1</sup>, Eduard F. Gerts<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> zagidullinda@gmail.com

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

**Abstract.** The article presents the production structure of LLC “Kronospan OSB”, the taxation characteristics of rental plots in the forestries of Bashkortostan, as well as the projected volume of annual timber harvesting in the context of species by type of felling. The main organizational and technological measures for the formation of effective logging production are outlined

**Keywords:** raw materials, timber, rental plots

Холдинг Кроношпан – крупнейший мировой производитель древесных плит. Его предприятия работают в 21 стране мира. В настоящее время предприятия Кроношпан работают в ряде регионов России: Московской, Пензенской областях и республике Башкортостан. До настоящего времени эти предприятия не имели своего лесозаготовительного подразделения и закупали необходимое сырье (балансы и отходы лесопильных

производств). Однако зависимость от рынка при отсутствии гарантированных поставок сырья представляют собой серьезные риски для динамичного развития производства. Так, предприятие Кронашпан в г. Уфе, строительство которого началось в 2014 г., в настоящее время выпускает 700 тыс. м<sup>2</sup> OSB и 850 тыс. м<sup>2</sup> ДСП ежегодно. Продукция предприятия реализуется на внутреннем рынке (порядка 2/3), при этом Кронашпан является крупнейшим экспортером Башкортостана. На предприятии работает более 600 человек. Вывод производственных мощностей на проектную мощность в настоящее время предполагает гарантированное обеспечение сырьем.

Первым шагом на этом пути явилось создание предприятия ООО «Кронашпан ОСБ», основная задача которого обеспечить сырьем российские предприятия Кронашпан в г. Уфе производителей плит OSB и ДСП. В настоящее время компанией ООО «Кронашпан ОСБ» создано 6 лесозаготовительных участков в различных лесничествах республики Башкортостан (табл. 1) [1].

Таблица 1

Таксационные характеристики арендных участков

Лесо-заготовительный участок	Лесничество	Площадь арендных лесов, га	Расчетная лесосека, м <sup>3</sup>	Средние			
				Высота дерева, м	Диаметр, см	Объем хл., м <sup>3</sup>	Запас, м <sup>3</sup> /га
Туймазинский	Туймазинское	26825	99191	22	28	0,6	170
Салаватский	Саловатское	24368	49653	19	24	0,4	150
Белокатайский	Белокатайское	24708	86035	20	25	0,5	150
Гайфурийский-Архангельский	Гафурийское	12715	48309	20	30	0,6	140
	Архангельское	32441	112172	20	32	0,7	140
Караидельский-Нуримановский	Караидельское	7107	38867	20	25	0,5	160
	Нуримановское	15268	35170	20	30	0,6	160
Уфимский-Иглинский	Уфимское	3267	15636	20	30	0,6	170
	Иглинское	12053	73657	22	26	0,6	200
<b>Всего</b>	–	<b>158752</b>	<b>558690</b>	–	–	–	–

В состав арендных участков наряду с эксплуатационными лесами входят и защитные, где заготовка древесины предполагает использование выборочных рубок низкой интенсивности [2]. В качестве примера приведены сведения о проектируемых объемах заготовки древесины в Туймазинском лесничестве (табл. 2).

При сравнительно высоких средних диаметрах деревьев и запасах древесины арендный лесной фонд характеризуется значительным породным разнообразием. Анализ товарной структуры проведен в работе в соответствии с методикой [3]. Товарная структура древесины арендных участков Туймазинского лесничества приведена ниже в табл. 3.

Таблица 2

Ежегодный объем заготовки древесины в Туймазинском лесничестве

Хозяйство	Защитные леса			Эксплуатационные леса		
	Площадь, га	Запас, м <sup>3</sup>		Площадь, га	Запас, м <sup>3</sup>	
		корневой	ликвидный		корневой	ликвидный
При рубке спелых и перестойных насаждений						
Хвойное	–	–	–	9,7	2704	2434
Твердо- лиственное	–	–	–	21,5	3640	3060
Мягко- лиственное	1,6	60	50	493,7	113086	88008
Итого:	1,6	60	50	524,9	119430	93502
При уходе за лесами						
Хвойное	1,1	48	37	116,8	5212	4198
Твердо- лиственное	–	–	–	1,8	77	51
Мягко- лиственное	–	–	–	42,9	1792	1353
Итого:	1,1	48	37	161,5	7081	5602
<b>Всего</b>	<b>2,7</b>	<b>108</b>	<b>87</b>	<b>686,4</b>	<b>126511</b>	<b>99104</b>

Таблица 3

Товарная структура товарной древесины в арендных участках  
Туймазинского лесничества

Порода	Ликвидная древесина	Деловая древесина, м <sup>3</sup>				Дровяная, м <sup>3</sup>
		всего	крупная	средняя	мелкая	
<b>Сплошные рубки</b>						
Сосна	2436	2304	1233	886	185	132
Ель	10	9	1	5	3	1
Лиственница	3	3	1	1	1	0
<b>Всего хвойные</b>	<b>2449</b>	<b>2316</b>	<b>1235</b>	<b>892</b>	<b>189</b>	<b>133</b>
Дуб высокоствольный	21	11	3	7	1	10
Дуб низкоствольный	5207	2441	1435	952	54	2766
Клен	6451	2800	620	1707	474	3651
Вяз	1016	438	149	253	36	578
Ильм	1564	659	205	386	68	905
<b>Всего твердолиственные</b>	<b>14259</b>	<b>6348</b>	<b>2412</b>	<b>3304</b>	<b>633</b>	<b>7911</b>
Береза	14327	7893	3715	3362	816	6434
Осина	21723	5719	1701	3107	911	16004
Липа	40562	20519	8268	9613	2639	20043
Ольха серая	129	31	4	15	12	98
Ольха черная	53	16	5	10	1	37
<b>Всего мягколиственные</b>	<b>76794</b>	<b>34178</b>	<b>13693</b>	<b>16106</b>	<b>4378</b>	<b>42616</b>
<b>Всего в экспл-х лесах</b>	<b>93502</b>	<b>42842</b>	<b>17340</b>	<b>20302</b>	<b>5200</b>	<b>50660</b>

Окончание табл. 3

Порода	Ликвидная древесина	Деловая древесина, м <sup>3</sup>				Дровяная, м <sup>3</sup>
		всего	крупная	средняя	мелкая	
<b>Выборочные рубки</b>						
Сосна	1331	1237	251	721	265	94
Ель	1097	962	63	444	455	135
Лиственница	629	580	113	327	140	49
<b>Всего хвойные</b>	<b>3057</b>	<b>2779</b>	<b>427</b>	<b>1492</b>	<b>860</b>	<b>278</b>
Дуб высокоствольный	6	4	0	3	1	2
Дуб низкоствольный	34	17	3	10	4	17
Клен	316	155	4	78	73	161
Вяз	30	16	1	7	8	14
Ильм	54	27	1	13	13	27
<b>Всего твердолиственные</b>	<b>440</b>	<b>219</b>	<b>9</b>	<b>111</b>	<b>99</b>	<b>221</b>
Береза	780	404	85	165	154	376
Осина	504	127	4	50	72	377
Липа	902	512	15	226	271	390
Тополь (культуры)	6	3	1	2	0	3
<b>Всего мягколиственные</b>	<b>2192</b>	<b>1046</b>	<b>106</b>	<b>443</b>	<b>497</b>	<b>1146</b>
<b>Всего в защитных лесах</b>	<b>5689</b>	<b>4044</b>	<b>542</b>	<b>2046</b>	<b>1456</b>	<b>1645</b>

Эффективная организация работы предприятия должна предусматривать:

- подбор систем машин и технологий рубок, обеспечивающих выполнение лесоводственных требований во всем многообразии природно-производственных условий арендных участков;
- рациональное использование сырьевых ресурсов арендных участков;
- минимизацию транспортных расходов доставки сырья к местам потребления с учетом территориального распределения арендных участков, существующих транспортных путей и расположения потребителей круглых лесоматериалов.

#### Список источников

1. Лесной план Республики Башкорстан 2019–2028 // Министерство лесного хозяйства : [сайт]. – URL: <https://clck.ru/33efER> (дата обращения: 12.11.2022).
2. Безгина, Ю. Н. Выбор технологии лесосечных работ в условиях устойчивого лесопользования / Ю. Н. Безгина, Э. Ф. Герц, В. В. Иванов // Леса России и хозяйство в них. – 2015. – № 4 (55). – С. 12–22.
3. Солдатов, А. В. Разработка нормативно-информационной базы для специализированной раскряжевки хлыстов : дисс. ... канд. техн. наук / Александр Владиславович Солдатов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2010.

Научная статья  
УДК 630\*181.351

**ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ ЖИВОГО  
НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В УСЛОВИЯХ  
ШАРТАШСКОГО ЛЕСНОГО ПАРКА ЕКАТЕРИНБУРГА**

**Марина Александровна Иванова<sup>1</sup>, Шорена Элгуджевна Микеладзе<sup>2</sup>,  
Наталья Павловна Бунькова<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> iivanoova\_marina@maill.ru

<sup>2</sup> shorena210@mail.ru

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

*Аннотация.* Исследования проводились в Шарташском лесном парке Екатеринбурга на постоянных пробных площадях (ППП). В результате проведенных исследований определено проективное покрытие и видовой состав живого напочвенного покрова (ЖНП). Для данной территории исследования даны рекомендации по сохранению видового разнообразия ЖНП в условиях рекреационного воздействия.

*Ключевые слова:* живой напочвенный покров, проективное покрытие, видовое разнообразие, лесной парк

Scientific article

**PROJECTIVE COVERING OF LIVING GROUND COVER  
IN THE CONDITIONS OF THE SHARTASHSKY FOREST PARK  
OF YEKATERINBURG**

**Marina A. Ivanova<sup>1</sup>, Shorena E. Mikeladze<sup>2</sup>, Natalia P. Bunkova<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> iivanoova\_marina@maill.ru

<sup>2</sup> shorena210@mail.ru

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

*Abstract.* The research was carried out in the Shartashsky Forest Park of Yekaterinburg on permanent test areas (PTA). As a result of the research, the projective cover and the species composition of the living ground cover (LGC) were determined. For this research area, recommendations are given for the conservation of the species diversity of the LGC in conditions of recreational exposure.

**Keywords:** living ground cover, projective cover, species diversity, forest park

Шарташский лесной парк является активным местом отдыха для населения. Полностью обустроенный, с озером Шарташ в сосновых насаждениях лесной парк привлекает внимание местных жителей с каждым годом все больше. Такое активное использование лесного парка под рекреационную деятельность несет отрицательное воздействие на все компоненты лесной экосистемы. В данном случае одним из первых под негативное влияние попадает живой напочвенный покров [1]. Исследования многих авторов подтверждают, что нижние ярусы травянистой растительности в первую очередь поддаются рекреационному воздействию [2].

Исследования проводились в Шарташском лесном парке на семи ППП, заложенных Н. П. Буньковой в 2006 г. [3]. За основу исследования взят показатель ЖНП – проективное покрытие. Последнее определяет относительную площадь занимаемого пространства над почвой отдельных видов или групп ЖНП (выражается в процентах). Данный показатель является важным, так как указывает на развитие растений и их фитомассы в период роста [4].

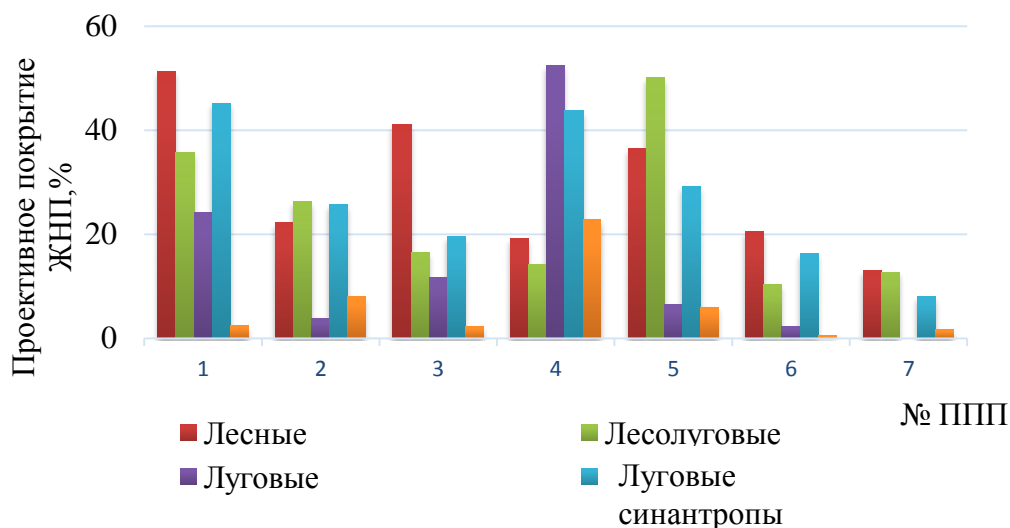
Согласно методике при оценке проективного покрытия для отдельных видов ЖНП применяли квадрат – сетку Раменского. Она представляет собой рамку  $1 \times 1$  м, разделенную на квадраты размером  $10 \times 10$  см. Площадь сетки составляет 100 %, квадрат – 1 %. Далее определили процент заполнения квадратов сетки видами ЖНП и установили проективное покрытие каждого вида. Вычислили проективное покрытие всех видов суммированием покрытий на каждой учетной площадке и подсчитали среднее значение между всеми учетными площадками [5]. Дополнительно при камеральной обработке материалов выполнено распределение по видам, семействам и принадлежности к ценотипам (луговые, лесные, лесолуговые, лесные синантропы и луговые синантропы) [6].

Полученные данные по показателю проективного покрытия живого напочвенного покрова на семи ППП на территории Шарташского лесного парка г. Екатеринбурга в условиях сосняка разнотравного представлены на рис. ниже.

Данные свидетельствуют о том, что значительный показатель проективного покрытия выделяется у трех групп ценотипов: лесные, луговые и луговые синантропы. Их общая доля превышает 50 % от общего показателя.

Так, лесная группа ценотипов на ППП–1, ППП–3 и ППП–5 имеет показатель проективного покрытия ЖНП 51,25, 41,10 и 36,45 % соответственно. На остальных ППП проективное покрытие варьирует от 13 до 20,50 %. Для представленной группы ценотипов характерно

произрастание растений под пологом древостоев. Однако, если рассматривать заложенные ППП в целом по показателю проективного покрытия ЖНП, следует отметить, что живой напочвенный покров в условиях данного лесного парка развит неравномерно и находится под влиянием рекреационного воздействия.



Проективное покрытие живого напочвенного покрова в условиях сосняка разнотравного

Показатель проективного покрытия ЖНП луговой группы растений варьирует от 2,25 до 52,35 % на шести ППП. Луговые растения преимущественно произрастают на нелесных землях и не покрытых лесом участках. Максимальный показатель проективного покрытия ЖНП представлен на ППП-4 – 52,35 %, наименьший – на ППП-6 (2,25 %) и ППП-2 (3,75 %). На ППП-1, ППП-3, ППП-5 показатель проективного покрытия колеблется от 6,55 до 24,25 %. Полученные данные о проективном покрытии ЖНП свидетельствуют о высоком рекреационном воздействии на ППП. Так, последние имеют неорганизованную тропиночную сеть.

Растения, входящие в группу луговых синантропов, произрастают на всех ППП – показатель проективного покрытия ЖНП на них варьирует от 8 до 45,25 %. Согласно методическим рекомендациям данная группа цено типов произрастает при высоком антропогенном воздействии на открытой территории. Наибольшие показатели проективного покрытия ЖНП получены на ППП-1 (45,25 %) и ППП-4 (43,75 %), наименьший показатель – на ППП-7 (8 %). На остальных ППП показатели находятся в пределах от 16,25 до 29,15 %. Полученные данные свидетельствуют о повышенном рекреационном воздействии.

Группа лесолуговых цено типов на заложенных ППП с максимальным показателем проективного покрытия 50,15 % представлена на ППП-5 и ППП-1 – 35,80 %. Показатель проективного покрытия ЖНП на остальных ППП варьирует от 12,75 до 26,35 %. Представители данной группы растений



преимущественно произрастают в редианах и изреженных насаждениях. Наличие данных видов и показателя проективного покрытия ЖНП на ППП свидетельствует о том, что данные постоянные пробные площади находятся под влиянием рекреационного воздействия.

Лесные синантропы представлены группой растений с наименьшим показателем проективного покрытия на всех ППП – от 0,50 до 22,80 %. ППП–4 характеризуется максимальным показателем проективного покрытия ЖНП (22,80 %). Виды растений ЖНП, входящие в данную группу цено типов, произрастают под пологом древостоя в условиях сильного антропогенного воздействия. Наличие данной группы цено типов ЖНП, а также их доля показателя проективного покрытия на ППП (до 22,80 %) свидетельствуют о высокой степени рекреационного воздействия.

Исходя из полученных данных, можно отметить, что показатель проективного покрытия живого напочвенного покрова и разделение видов на цено типы можно использовать в оценке уровня рекреационного воздействия в лесных парках.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

Во-первых, преобладание луговых синантропов и появление лесных синантропов свидетельствует о постоянном рекреационном воздействии. Во-вторых, смена лесных видов на луговые синантропы и лесные синантропы подтверждает отрицательное влияние рекреационного воздействия на постоянные пробные площади и насаждение в целом. В-третьих, под влиянием рекреационного воздействия развитие напочвенного покрова происходит неравномерно.

#### *Список источников*

1. Астрологова, Л. Е. Влияние лесохозяйственных мероприятий на состав живого напочвенного покрова в культурах сосны : межвузовский сборник научных трудов / Л. Е. Астрологова, Н. А. Бабич // Экологические проблемы Севера. – Архангельск : СОЛТИ, 1998. – С. 5–8.
2. Данчева, А. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения : учебное пособие / А. В. Данчева, С. В. Залесов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. – 152 с.
3. Бунькова, Н. П. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках Екатеринбурга : монография / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. – 124 с.
4. Метод изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева [и др.]. – Санкт-Петербург : НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
5. Основы фитомониторинга : учебное пособие / Н. П. Бунькова [и др.]. – 3-е изд., доп. и перераб. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 90 с.
6. Определитель сосудистых растений Среднего Урала / П. Л. Горчаковский [и др.]. – Москва : Наука, 1994. – 525 с.

Научная статья  
УДК 630.232.5

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЯТИЛЕТНИХ РАМЕТ НА ПЛАНТАЦИИ «МАНА» СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ

Кристина Андреевна Илюшина<sup>1</sup>, Александра Андреевна  
Кожевникова<sup>2</sup>, Юлия Евгеньевна Щерба<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий  
им. М.Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

<sup>1</sup>ilyushina.kristyusha@yandex.ru

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

<sup>3</sup>shcherba\_@mail.ru

**Аннотация.** В статье отражена изменчивость рамет от полусибов плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской, аттестованных в 1977 г. в Колыванском лесничестве Новосибирской области. Сопоставлены показатели рамет в возрасте 5 лет, произрастающих на участке «Мана» в пригородной зоне Красноярска. Отселектированы лучшие экземпляры для дальнейшего размножения.

**Ключевые слова:** сосна кедровая сибирская, клоны, раметы, полусибы, показатели, изменчивость

Scientific article

## VARIABILITY OF INDICATORS OF FIVE-YEAR RAMETS ON THE PLANTATION “MANA” OF SEED PROGENY OF SIBERIAN CEDAR PINE PLUS TREES

Kristina A. Ilyushina<sup>1</sup>, Alexandra A. Kozhevnikova<sup>2</sup>, Iuliia E. Shcherba<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,

Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup>ilyushina.kristyusha@yandex.ru

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

<sup>3</sup>shcherba\_@mail.ru<sup>28</sup>

**Abstract.** The article reflects the variability of ramets from half-sibs of Siberian cedar pine trees certified in 1977 in the Kolyvan Forest of the Novosibirsk region. The indicators of 5-year-old ramets, growing on the site “Mana” in the suburban area of Krasnoyarsk were compared and the best specimens were selected for further reproduction.

**Keywords:** siberian cedar pine, clones, ramets, half-sibs, indicators, variability

Сосна кедровая сибирская является ценной древесной породой, отличающейся образованием орехов, характеризующихся полезными питательными свойствами, экологической эффективностью и декоративностью. Учитывая разнообразие полезных свойств, большое значение имеет отбор и размножение плюсовых деревьев по семенной и стволовой продуктивности. При аттестации деревьев сосны кедровой сибирской на семенную продуктивность основное внимание уделяется многолетней удельной энергии семеношения или крупности шишек (10 см и более), при стволовой – показателем ствола. Проводятся исследования по наследуемости признаков в потомстве следующих поколений [1–4].

Целью наших исследований было определить изменчивость показателей пятилетнего клонового потомства от полусибов плюсовых деревьев, аттестованных по семенной и стволовой продуктивности.

Плюсовые деревья сосны кедровой сибирской, использованные для выращивания полусибов, произрастают в Колыванском лесничестве Новосибирской области и были аттестованы по семенной и стволовой продуктивности в 1977 г. (табл. 1).

*Таблица 1*

Показатели плюсовых деревьев на период их аттестации

Номер плюсового дерева	Аттестованы по продуктивности	Возраст, лет	Высота		Диаметр ствола	
			м	%	м	%
86/50	семенной	180	20	114	60	130
13/13	стволовой	260	25	125	60	150
140/104	стволовой	260	28	112	68	162

Возраст плюсовых деревьев составлял 180–260 лет, высота 20–28 м, диаметр ствола 60–68 см. Наибольшее превышение над средним значением в насаждении было у плюсового дерева 140/104, аттестованного по стволовой продуктивности.

В 1989 г. с этих деревьев были собраны шишки, произведен посев семян, выращены сеянцы, которые были пересажены на плантацию «Ермаки». В конце июля 2017 г. с отселектированных полусибов в сравниваемых семьях были заготовлены черенки и привиты на подвой сосны кедровой сибирской. При выращивании полусибов и проведении прививок были использованы общепринятые лесохозяйственные методики. Прививки были проведены на подвой сосны кедровой сибирской способом «сердцевиной на камбий», предложенным Е. П. Проказиным [5].

Раметы на плантации «Мана» высажены на расстоянии 3×3 м. Посадка рамет проведена в площадках размером 1,0×1,0 м с удалением верхнего слоя почвы на 10–15 см. После посадки проведено мульчирование площадок с использованием опилок. Определение биометрических показателей рамет проводили с использованием мерного шеста, штангенциркуля и рулетки.

Показатели пятилетнего клонового потомства, произрастающего на плантации «Мана» приведены в табл. 2.

Таблица 2

Изменчивость показателей пятилетних рамет сосны кедровой сибирской

Показатель	$X_{cp.}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	Уровень изменчивости
Высота, см	146,4	11,83	55,50	37,9	8,1	Высокий
Диаметр ствола, см	3,2	3,14	14,71	46,6	9,8	Очень высокий
Длина привоя, см	99,2	8,53	40,00	40,3	8,6	Очень высокий
Длина прироста, см	23,1	2,05	9,60	41,6	8,9	Очень высокий
Длина хвои, см	11,4	0,75	3,53	31,1	6,6	Высокий
Длина почки, см	1,4	0,13	0,60	41,8	9,3	Очень высокий
Количество верхушечных почек, шт.	4,2	0,39	1,83	43,3	9,3	Очень высокий

Очень высокий уровень изменчивости отмечен по диаметру ствола, длине привоя, почки и количеству почек, высокий – по высоте и длине хвои. Кроме этого, отмечено единичное образование макростробилов у рамет в четырехлетнем возрасте и вторичных охвоеных приростов у 55 % экземпляров в возрасте 4 года и 22,2 % – 5 лет (рисунок).



Цветение рамет сосны кедровой сибирской на плантации «Мана»

Была установлена изменчивость показателей среди клонового потомства сравниваемых полусибов плюсовых деревьях 86/50, 13/13, 140/104, а также были отселектированы экземпляры (табл. 3).

Таблица 3

Показатели отселектированных рамет

Номер			Высота		Диаметр ствола		Длина привоя		Длина хвои	
клона плюсового дерева	полусиба на плантации «Ермаки»	раметы на участке «Мана»	см	%	см	%	см	%	см	%
			140/104	7–20	2–2 а	200,0	136,7	4,1	128,1	137,0
		2–4 а	170,0	116,2	3,4	106,3	152,0	153,2	15,2	134,5
13/13	7–35	4–6 а	247,0	168,8	4,6	143,8	180,0	181,4	9,9	87,6
		4–7 г	159,0	108,7	3,8	118,8	129,0	130,0	10,5	92,9
86/50	10–24	5–1а	190,0	129,9	6,5	203,1	130,0	131,0	15,3	135,4
		6–4 а	205,0	140,1	9,7	115,6	160,0	161,3	12,5	110,6
		6–7д	160,0	109,4	2,6	81,3	122,0	123,0	13,0	115,0
	10–10	7–4 г	220,0	150,4	4,0	125,0	194,0	195,6	11,4	100,9
		11–4 а	207,0	141,5	2,9	90,6	112,0	112,9	12,0	106,2
Среднее значение по опыту			146,3	100,0	3,2	100,0	99,2	100,0	11,3	100,0

Наибольшее превышение по высоте было у раметы 4–6 а от полусиба 7–35 плюсового дерева 13/13, 7–4 г полусиб 10–10 и рамета 6–4 а полусиба 10–24 плюсового дерева 86/50. Их высота превышала среднее значение на 68,8; 50,4 и 40,1 соответственно. У этих же рамет отмечены наибольшие показатели по длине привоя. Среди отселектированных рамет выделены длиннохвойные: 2–2 а, 2–4 а полусиб 7–20 плюсового дерева 140/104, 5–1 а, 6–4 а, 6–7 д полусиба 10–24 плюсового дерева 86/50.

Учитывая проявление изменчивости показателей среди рамет от полусибов плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской, целесообразно проводить селекционную оценку, сопровождаемую отбором экземпляров в нескольких поколениях для их размножения и создания плантаций на стволовую, семенную продуктивность, а также использования для улучшения экологической среды в условиях, благоприятных для произрастания данного вида.

Список источников

1. Матвеева, Р. Н. Рост и семеношения полусибов плюсовых деревьев кедра сибирского в условиях юга средней Сибири / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, В. С. Филимохин. – Красноярск : СибГТУ, 2010. – 150 с.

2. Матвеева, Р. Н. Семенное и вегетативное размножение отселектированных деревьев Сосны кедровой сибирской / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Ю. Е. Щерба. – Красноярск : СибГТУ, 2016. – 206 с.

3. Матвеева, Р. Н. Особенности роста семеношения 30–35-летних рамет и полусибов плюсовых деревьях сосны кедровой сибирской (Юг средней Сибири) / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, В. В. Нарзязев. – Красноярск. – 2021. – 208 с.

4. Комарницкий, В. В. Изменчивость 17-летней сосны кедровой сибирской во втором поколении по образованию вторичного прироста побега / В. В. Комарницкий, И. В. Комаров, Р. Н. Матвеева // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Красноярск, 2020. – С. 51–54.

5. Проказин, Е. П. Новый метод прививки хвойных для создания семенных участков / Е. П. Проказин // Лесное хозяйство, 1960. – № 5. – С. 22–28.

Научная статья  
УДК 630\*57

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РЕГУЛЯРНЫХ  
ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ И ЗАКЛАДКИ  
ПУНКТОВ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЛЕСОВ  
КАК ОСНОВА ЛЕСНОГО МОНИТОРИНГА**

**Екатерина Сергеевна Искендерова<sup>1</sup>, Светлана Сергеевна Постникова<sup>2</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

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

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

**Аннотация.** В статье приведена методика закладки пунктов наблюдения за санитарным и лесопатологическим состояниями лесов и проведения лесопатологических наблюдений в условиях Свердловской области. Произведена оценка данной методики.

**Ключевые слова:** лесопатологическое обследование, пункт постоянного наблюдения, лесной мониторинг, страта, санитарное состояние

**Благодарности:** работа выполнена при участии ФБУ «Рослесозащита», Центра защиты леса Челябинской области, которая предоставила данные о производимых обследованиях и реестры.

Scientific article

**THE METHODOLOGY OF LAYING POINTS AND CONDUCTING  
REGULAR FOREST PATHOLOGY SURVEYS ON A NETWORK  
OF PERMANENT OBSERVATION POINTS AS THE BASIS  
OF FOREST MONITORING**

**Ekaterina S. Iskenderova<sup>1</sup>, Svatlana S. Postnikova<sup>2</sup>**

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

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

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

**Abstract.** The article describes the method of laying and conducting forest pathology observations in the Sverdlovsk region. The methodology was evaluated.

**Keywords:** forest pathology survey, permanent observation point, forest monitoring, stratum, sanitary condition

*Acknowledgments:* the work was carried out with the participation of the SBI “Roslesozashchita”, where data on surveys and registers were presented.

Леса имеют важное значение в жизни человека. Древесина занимает лидирующую позицию на рынке как возобновляемый ресурс. Для того чтобы и дальше использовать ее, важно сохранить качественные характеристики. Для этого выделяют страты и проводят натурные глазомерно-измерительные мероприятия для установления лесопатологического и санитарного состояния лесов.

Мониторинг экосистем (лесной мониторинг) – вид мониторинга, при котором осуществляется наблюдение за состоянием экосистемы и при наличии отклонений назначаются санитарно-оздоровительные мероприятия для улучшения состояния деревьев, увеличения их прироста и качества древесины. Регулярные наземные наблюдения проводят во время вегетационного периода, характерного для данной лесорастительной зоны или лесного района [1].

В Свердловской области вегетационный период начинается с конца апреля и заканчивается в середине октября.

Данные, полученные при проведении лесопатологического обследования, хранятся в каталогизированном наборе данных, а также являются приложением к ежегодному отчету о выполнении государственного лесопатологического мониторинга.

Регулярные наземные наблюдения осуществляются выборочными методами на сети постоянных пунктов наблюдения. Сеть площадок постоянного наблюдения планируется на основе стратификации лесных участков, расположенных на территории лесного фонда [2].

На территории Российской Федерации выделено 49 страт. Каждый субъект осуществляет стратификацию по зонам лесопатологической угрозы в пределах границ лесных районов, путем объединения значений таксационных показателей. Это значит, что районы выделяют не только по одинаковым лесорастительным условиям и рельефу, но и по составу. Стратификация проводится с помощью материалов лесоустройства.

Страту можно квалифицировать как совокупность однородных участков леса, имеющих одинаковые лесорастительные, гидрологические условия, условия почвы и рельефа, а также состав.

Каждой страте присваивают название, состоящее из двух заглавных букв, где точка – разделитель. Название исходит из основных таксационных показателей (преобладающая порода и ее доля в составе, группа возраста древостоя, полнота, бонитет). Например, С.ПП.СВ.ОП.НБ, что означает: сосняк (С) с преобладанием сосны в составе (ПП), спелый (СВ), среднеполнотный (ОП), низкобонитетный (НБ).

Результатом стратификации является перечень типологических групп с указанием наименований и площади.



Из совокупности выделов каждой страты отбираются выделы, в которых необходимо разместить постоянные пункты наблюдения (ППН). По результатам отбора формируют рабочий список, являющийся основой для организации сети ППН. Сеть планируется так, чтобы создать возможность организации последовательного обследования с минимальными затратами времени и ресурсов.

При закладке ППН присваивается уникальный номер, состоящий из 9 цифр: первые две цифры означают код лесного района, третья и четвертая – код субъекта федерации, пятая и шестая – код лесничества, три последних цифры означают порядковый номер ППН в пределах лесничества. Последние три цифры отделяют точкой. Например, 11.51.03.107, что означает Средне-Уральский лесной район, Свердловская область, Березовское лесничество, пункт постоянного наблюдения № 107.

Эту нумерацию пишут на центральном дереве при закладке и ее же заносят в паспорт ППН и не изменяют в будущих наблюдениях, даже при изменении принадлежности ППН к страте.

Центральное дерево окольцовывают краской. Поверх краски пишут: ГЛПМ. Ниже ППН № \_\_\_\_.

Регулярные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состояниями лесов на ППН устанавливают в зависимости от зоны лесопатологической угрозы и наличия деструктивных процессов. Периодичность посещения ППН – от 1 до 5 лет. Для этого составляют план на 10 лет, который может измениться при обострении лесопатологической ситуации.

Для закладки ППН выбирают типичный для страты выдел, площадью не менее 1 га. ППН – реласкопическая круговая площадка с индивидуальным описанием и маркировкой деревьев. Выделение ярусов основывается на различии высоты ствола не более 20 % и полноты каждого яруса не менее 0,3.

Центральным деревом выбирают любое живое дерево первого яруса. Для него определяют географические координаты.

Вокруг центрального дерева располагается круговая площадка, радиус которой определяется конкретными параметрами древостоя (диаметр и высота, полнота и бонитет). Минимальное количество деревьев на ней – 30 экземпляров. Каждому дереву присваивается индивидуальный порядковый номер, при этом центральное дерево не нумеруется (рис. 1).

Порядок нумерации производят по часовой стрелке. Все номера должны быть видны от центрального дерева. Первым номером обозначается дерево, ближайшее к центральному дереву ППН в северо-восточном румбе. Номер наносят на деревья только I–IV класса санитарного состояния. Остальное фиксируется без нумерации. Когда набирается необходимое количество деревьев главной породы на ППН, измеряют расстояние от наиболее далекого до центрального дерева. Это будет радиус и условная

граница площадки. При недостатке в границах этого радиуса добирают ранее неучтенные деревья.

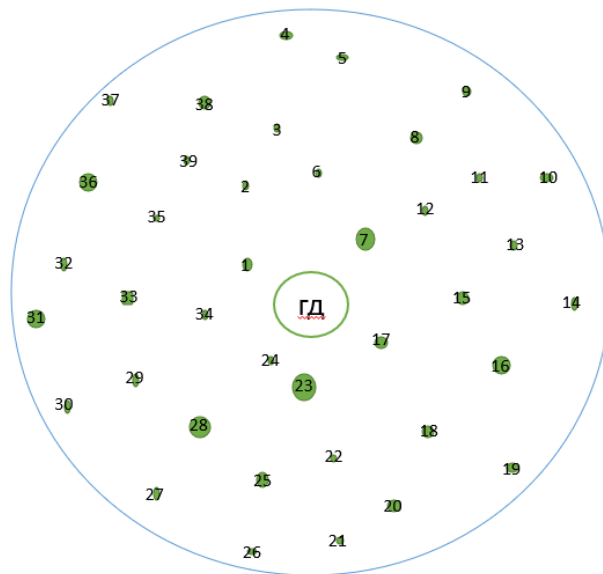


Рис. 1. Пример площадки постоянного наблюдения:

ГД – главное дерево; 7 – деревья на площадке постоянного наблюдения

На каждом учтенном дереве на высоте 1,3 оставляют яркий след для обозначения места измерения диаметра. Над следом ставят номер. При закладке ППН инструментально измеряются диаметры всех деревьев с использованием мерной вилки, высоты – выборочно у нескольких деревьев с использованием высотомера [3].

Выбирают модельные деревья, у которых четко измеряют высоту и диаметр. Количество модельных деревьев по породам определяют по составу.

Определение санитарного состояния у деревьев определяют при закладке и повторных перерчетах. Повсеместно используют шкалу состояния лиственных и хвойных деревьев, состоящую из шести категорий (здоровые, ослабленные, сильно ослабленные, усыхающие, текущий сухостой и сухостой прошлых лет) [4]. Главный признак определения – состояние кроны. При этом в учетной ведомости указывают причину повреждения.

При закладке ППН непозволительно наносить механические повреждения деревьям. После закладки производится описание участка.

Такие наблюдения проводит ФБУ «Рослесозащита». Также учреждение обследует участки, утратившие устойчивость, а для обеспечения прироста и увеличения качества насаждения настоятельно рекомендует проводить санитарно-оздоровительные мероприятия (сплошные или выборочные санитарные рубки, уборка неликвидной древесины и т. п.).

Лесопатологические обследования также входят в список санитарно-оздоровительных мероприятий.

По данным из ежегодного отчета филиала Центра защиты леса Челябинской области на 2021 г., в состав которого входит и Свердловская область, за последние 10 лет пик заболеваемости приходился на 2013 г. и составил 11230,7 га, а уже на 2021 г. площадь уменьшилась на 87 % и составила 1521,5 га [5]. Эта динамика отражает спад заражаемости (рис. 2). С каждым годом увеличиваются площади, на которых проводят натурные обследования. Следовательно, увеличиваются и площади, на которых проводят мероприятия по улучшению качества насаждений.

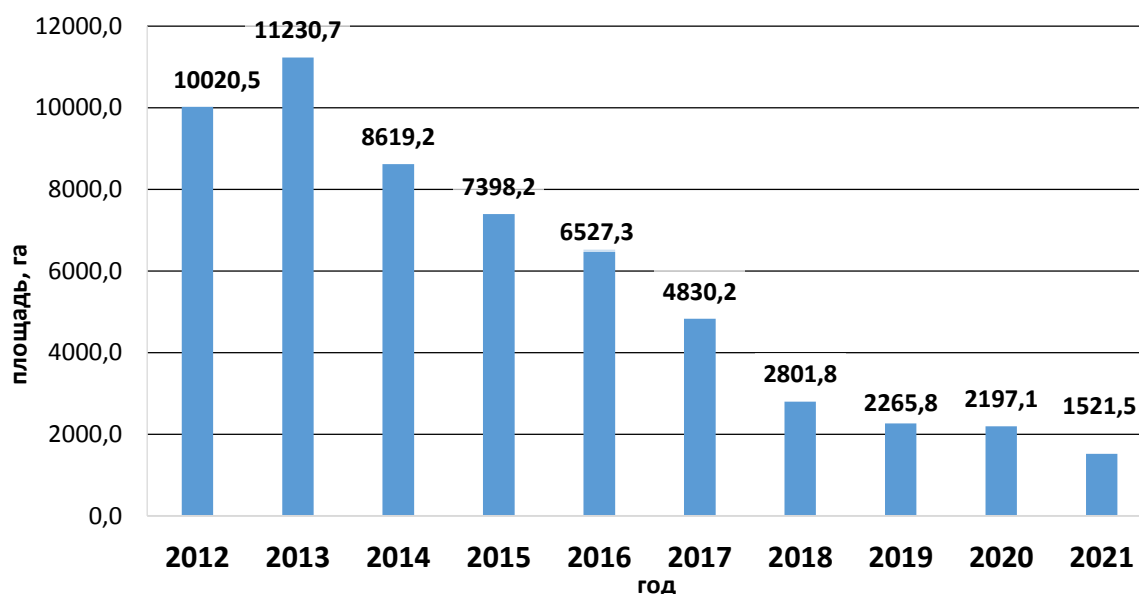


Рис. 2. Площади очагов болезней леса за 10 лет

Данная методика предполагает быстрое и нересурсозатратное обследование с последующей оценкой и не позволяет более точно оценить санитарное и лесопатологическое состояния древостоя для применения мер. Для точного определения требуются время, финансирование и рабочие кадры. Поэтому такая методика может быть использована только для быстрого натурального обследования одним лесопатологом, который не только даст оценку состояния, но и предложит меры по улучшению состояния.

#### *Список источников*

1. Государственный лесопатологический мониторинг : Лесной кодекс Российской Федерации от 02.07.2021 № 303-ФЗ ; Лесопатологические обследования : Лесной кодекс Российской Федерации от 29.12.2022 № 200-ФЗ // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: [https:// goo. ru/IRKHI](https://go.ru/IRKHI) (дата обращения: 13.11.2022).

2. Приложение к приказу ФБУ «Рослесозащита» от «09» апреля 2021 г. № 73-Р «Методические указания по осуществлению государственного лесопатологического мониторинга».

3. Об утверждении Порядка проведения лесопатологических обследований и формы акта лесопатологического обследования : Приказ Минприроды Российской Федерации от 09.11.2020 № 910 // Минюст РФ : [сайт]. – URL: [https:// goo. su/veGOX](https://goo.su/veGOX) (дата обращения: 20.11.2022).

4. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах : Постановление правительства Российской Федерации от 09.12.2020 № 2047 // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: [https:// goo.su/2Gihfa](https://goo.su/2Gihfa) (дата обращения: 23.11.2022).

5. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Свердловской области за 2021 год // ФБУ Российский центр защиты леса ; Филиал ФБУ Рослесозащита ; Центр защиты леса Челябинской области. – Санкт-Петербург. – 2022. – 117 с.

Научная статья  
УДК 630\*232.4

## ПРИЧИНЫ НИЗКОЙ ПРИЖИВАЕМОСТИ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО ЛЕСОСТЕПНОГО РАЙОНА

Алексей Сергеевич Клинов<sup>1</sup>, Тимур Ядкарлович Насыров<sup>2</sup>, Алексей  
Евгеньевич Осипенко<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> АО «Русская медная компания», Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> alexklinov2002@gmail.com

<sup>2</sup> Nasyrov\_Timur@rcc-group.ru

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

**Аннотация.** В работе приведены данные о приживаемости несомкнувшихся лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадкой сеянцев с закрытой и открытой корневой системой. Определены основные причины низкой приживаемости культур.

**Ключевые слова:** приживаемость, сосна обыкновенная, лесные культуры, закрытая корневая система

**Финансирование:** исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы по теме «Разработка рекомендаций по совершенствованию технологии создания лесных культур и последующему агротехническому уходу в лесостепной лесорастительной зоне Южного Урала (Челябинская, Оренбургская области и республика Башкортостан)».

Scientific article

## REASONS FOR THE LOW ESTABLISHMENT OF PINUS SYLVESTRIS CROPS IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-URAL FOREST-STEPPE REGION

Alexey S. Klinov<sup>1</sup>, Timur Ya. Nasyrov<sup>2</sup>, Alexey E. Osipenko<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> JSC «Russian copper company», Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> alexklinov2002@gmail.com

<sup>2</sup> Nasyrov\_Timur@rcc-group.ru

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

**Abstract.** The article presents data on the survival rate of non-closed forest plantations of *Pinus sylvestris*, created by planting seedlings with a closed and open root system. The main reasons for the low survival rate of crops have been identified.

**Keywords:** survival rate, *Pinus sylvestris*, forest crops, closed root system

**Funding:** the study was carried out as part of the research work on the topic: “Development of recommendations for improving the technology of creating forest crops and subsequent agrotechnical care in the forest-steppe forest zone of the Southern Urals (Chelyabinsk, Orenburg regions and the Republic of Bashkortostan)”.

В связи с требованием современного лесного законодательства, не менее 20 % площадей искусственного и комбинированного лесовосстановления должно выполняться посадкой сеянцев и/или саженцев с закрытой корневой системой (ЗКС) [1]. Исключение из указанного правила сделано только для степных зон, зон полупустынь и пустынь. Для условий лесостепи, несмотря на довольно жесткие по засушливости условия, исключение сделано не было. В связи этим лица и организации, занимающиеся лесовосстановлением, вынуждены высаживать более дорогой посадочный материал с ЗКС, не имеющий в засушливых условиях каких-либо преимуществ по сравнению с посадочным материалом с открытой корневой системой (ОКС) [3–5]. В связи с вышесказанным, очевидно, что совершенствование технологии создания лесных культур посадочным материалом с ЗКС в засушливых условиях является перспективным направлением исследований. Последнее предопределило направление наших исследований.

Целью работы являются оценка качества выполненных работ по лесовосстановлению и мониторинг состояния лесных культур сосны обыкновенной, созданных сеянцами с открытой и закрытой корневой системой.

Исследования проводились в октябре 2022 г. на территории Верхнеуральского и Карталинского лесничеств Челябинской области. Объектом исследования являлись культуры сосны, созданные в 2021 и 2022 гг. на вырубках 2008–2020 гг. Культуры создавались посадкой сеянцев с открытой и закрытой корневой системой. Сеянцы с ОКС высаживались вручную под меч Колесова, а сеянцы с ЗКС – лесопосадочной трубой в дно плужной борозды, которые создавались плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Проектная схема посадки сеянцев с ЗКС: 1,3×3,0 м; сеянцев с ОКС: 0,5×3,0 и 0,6×2,5.

Всего было обследовано 13 участков лесных культур общей площадью 62,2 га. Площадь участков варьировалась от 0,3 до 13 га. Приживаемость культур определялась на пробных площадях прямоугольной формы, охватывавших от 2 до 5 % площади участков [1]. Десять из обследованных

участков культур (49,4 га) были созданы сеянцами с ЗКС, три участка были созданы сеянцами с ОКС (12,8 га).

Средняя приживаемость культур, созданных сеянцами с ЗКС, составила 47,9 %, а сеянцами с ОКС – 19,0 %. Однако разница в приживаемости объясняется вероятнее всего тем, что сеянцы с ЗКС высаживались преимущественно в 2022 г., а сеянцы с ОКС были посажены в 2021 г. На единственном участке культур, созданных сеянцами с ЗКС в 2021 г., весной 2022 г. было проведено дополнение. Однако даже после дополнения к осени 2022 г. на данном участке осталось всего 35,6 % жизнеспособных сеянцев.

Лучшие показатели приживаемости зафиксированы на участках культур площадью 0,3–1,9 га, окруженных сосново-березовым лесом. Приживаемость на данных участках в среднем составляет 66,0 %.

В ходе исследования установлено, что основными причинами гибели сеянцев являются неблагоприятные климатические условия, нарушение технологии посадки (чрезмерно глубокое или недостаточное заглубление корневой шейки), искривление стержневого корня сеянца в торфяном брикете, объедание сеянцев косулей, затенение травянистой растительностью. Реже гибель сеянцев происходит по таким причинам, как вытаптывание крупным рогатым скотом, засоление почвы, повреждение корней почвенными вредителями и болезнями, водная эрозия почвы (подмыв корневых систем), наезд культиватора на ряды культур, посадка нескольких сеянцев в одно посадочное место.

Особенность посадочного материала с ЗКС заключается в том, что при выращивании сеянцев в кассетах, у которых ячейки имеют слишком малую глубину – 8,5 см, корневая система при достижении дна начинает закручиваться и сплетаться в субстрате, полностью заполняя его. Такое развитие корневой системы негативно сказывается на приживаемости и жизнеспособности сеянца [3].

С учетом того, что отпад будет продолжаться и в последующие годы, можно сделать вывод о необходимости многократных дополнений или формировании неустойчивых молодняков с низкой полнотой [3].

В качестве возможных путей решения проблемы низкой приживаемости сеянцев сосны в условиях района исследований можно предложить следующие решения.

1. В исследуемом районе использовать посадочный материал с открытой корневой системой.

2. Перед посадкой лесных культур необходимо производить обследование почв на предмет их лесопригодности.

3. В целях повышения приживаемости посадочного материала с закрытой корневой системой необходимо увеличить глубину ячеек в кассетах.

4. Строго соблюдать технологию посадки, а также проводить инструктаж рабочих перед посадкой.

5. Вместо семян сосны обыкновенной использовать семена березы повислой.

#### *Список источников*

1. Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления : Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации № 1024 от 29.12.21. – 190 с.

2. Ананьев, Е. М. Опыт выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в алтайском крае / Е. М. Ананьев, С. В. Залесов, Н. А. Луганский [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 8 (162). – URL: <https://clck.ru/33egZg> (дата обращения: 28.11.2022).

3. Опыт создания лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой на гарях Алтайского края / А. А. Гоф, Е. В. Жигулин, С. В. Залесов, А. С. Оплетаев // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. – № 12–2 (90). – URL: <https://clck.ru/33egch> (дата обращения: 28.11.2022).

4. Гоф, А. А. Причины низкой приживаемости сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в ленточных борах Алтая / А. А. Гоф, Е. В. Жигулин, С. В. Залесов // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 12. – С. 9–13.

5. Костин, М. В. Использование посадочного материала с ЗКС при лесовосстановлении и перспектива его применения в Нижнем Поволжье / М. В. Костин // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. – 2019. – № 1 (38). – С. 16–20.



Научная статья  
УДК 630.232.32

## **ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СУБСТРАТА НА РАЗМЕРЫ СЕЯНЦЕВ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ КЕДРА СИБИРСКОГО**

**Дарья Александровна Коновалова<sup>1</sup>, Даниил Денисович Пономарев<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

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

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

**Аннотация.** В настоящей статье представлены результаты выращивания кедров сибирского в кассетах. В виде субстрата был представлен торф нейтральный.

**Ключевые слова:** кедр сибирский, субстрат, закрытая корневая система.

Scientific article

## **THE EFFECT OF THE SUBSTRATE COMPOSITION ON THE SIZE OF SEEDLINGS WITH A CLOSED ROOT SYSTEM OF SIBERIAN CEDAR**

**Darya A. Konovalova<sup>1</sup>, Daniil D. Ponomarev<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,  
Krasnoyarsk, Russia

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

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

**Abstract.** This article presents the results of growing Siberian cedar in cassettes. Neutral peat was presented as a substrate.

**Keywords:** siberian cedar pine, substrate, closed root system

Согласно приказу Министерства природных ресурсов и экологии РФ [1] не менее 20 % площадей искусственного и комбинированного лесовосстановления, проводимого на территории субъекта Российской Федерации, выполняется при помощи посадки сеянцев и/или саженцев с закрытой корневой системой (ЗКС). Поэтому выращивание посадочного материала с ЗКС является очень востребованным и актуальным. Для получения высококачественного посадочного материала нужно подобрать оптимальный по размеру контейнер, который не будет ограничивать развитие сеянца, и субстрат, дающий питательные вещества в необходимом количестве для жизнедеятельности растений с учетом их видовой принадлежности [2, 3].

В июне 2022 г. были высеяны семена кедра сибирского в специальные контейнеры *Plantek-81* с параметрами 38,5 × 38,5 × 8,0 см. В качестве основного элемента субстрата использовался торф (нейтральный), предоставленный компанией ООО «КрасКип».

Для подбора оптимального состава субстрата при выращивании сеянцев кедра сибирского было изучено несколько вариантов в пропорции 1 × 1:

- 1) торф чистый;
- 2) с добавлением вермикулита;
- 3) с перлитом;
- 4) с опилками;

А также в сочетании 1 × 1 × 1 торф с перлитом и вермикулитом (вариант 5) и по 25 % торфа, опилок, перлита и вермикулита (вариант 6).

Средняя высота сеянцев в конце вегетационного сезона варьировалась от 2,8 до 3,3 см (таблица).

Высота сеянцев, см

Субстрат	$\bar{x}$	$\pm m$	V, %	P, %	$t_{\phi}$ при $t_{0,5} = 2,04$
Без удобрений					
Торф	2,9	0,08	19,3	2,7	–
Торф + вермикулит	3,1	0,08	18,5	2,6	1,77
Торф + перлит	2,9	0,07	15,9	2,2	0,00
Торф + перлит + вермикулит	2,9	0,06	14,7	2,1	0,00
Торф + опилки	3,2	0,06	13,8	2,0	3,00
Торф + опилки + вермикулит	3,3	0,07	16,0	2,3	3,76
Торф + опилки + перлит + вермикулит	2,9	0,06	14,3	2,0	0,00
Торф + опилки + перлит	2,8	0,07	18,1	2,6	–0,94

Установлено, что на рост сеянцев кедра сибирского оказывает положительное влияние добавление опилок в сочетании 1 × 1 и опилок с вермикулитом в пропорции 1 × 1 × 1 (различия достоверны).

#### Список источников

1. Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений : приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 1014 от 4.12.2020 г.

2. Братилова, Н. П. Влияние субстрата на рост и развитие сеянцев сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой / Н. П. Братилова, А. А. Коротков, Д. А. Коновалова // Хвойные бореальной зоны. – 2022. – Т. 40, № 5. – С. 347–352.

3. Коновалова, Д. А. Рост и развитие сеянцев сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой на субстратах с разным составом / Д. А. Коновалова, Н. П. Братилова, А. А. Коротков // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений : материалы XXV Международной научной конференции (19 апреля 2022 года, Красноярск). – Красноярск, 2022. – С. 55–57.

Научная статья  
630\*2:621.311

## САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА ЗОЛОТВАЛЕ № 1 РЕФТИНСКОЙ ГРЭС

Иван Евгеньевич Корчагин<sup>1</sup>, Иван Сергеевич Дегтярев<sup>2</sup>,  
Алексей Евгеньевич Осипенко<sup>3</sup>

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

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

<sup>2</sup> fass599@mail.ru

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

**Аннотация.** В статье произведен анализ санитарного состояния лесных культур, созданных в рамках рекультивации золоотвала № 1 Рефтинской ГРЭС и находящихся в зоне влияния крупной угольной электростанции. Установлена категория санитарного состояния 27-летних лесных культур сосны обыкновенной различных лет посадки.

**Ключевые слова:** подзона южной тайги, золоотвал, рекультивация, лесные культуры, сосна обыкновенная

Scientific article

## SANITARY CONDITION OF FOREST CROPS AT THE ASH DUMP NO. 1 AT REFTINSKAYA GRES

Ivan E. Korchagin<sup>1</sup>, Ivan S. Degtyarev<sup>2</sup>, Alexey E. Osipenko<sup>3</sup>

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

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

<sup>2</sup> fass599@mail.ru

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

**Abstract.** An analysis of the sanitary condition of forest crops created as part of the reclamation of ash dump No. 1 at Reftinskaya GRES and located in the zone of influence of a large coal-fired power plant was carried out. The category of sanitary condition of forest crops of ordinary pine of different years of planting was established.

**Keywords:** southern taiga subzone, ash dump, reclamation, forest plants, Scot's pine

Крупные твердотопливные ТЭЦ и ГРЭС оказывают негативное влияние на окружающую среду не только посредством выброса большого количества загрязняющих веществ в атмосферу, в данном случае наблюдается разрастание площадей, занятых отходами в виде золы.

Для предотвращения нанесения вреда окружающей среде, загрязнения атмосферы и возврата ландшафтам естественного вида золоотвалы, вышедшие из пользования, подвергаются рекультивации. Лесохозяйственное направление рекультивации таких объектов в условиях среднего Урала является одним из наиболее перспективных, поскольку в результате формируется высокопродуктивный устойчивый биоценоз [1–3].

Целью работы было изучение санитарного состояния лесных культур, созданных на территории золоотвала в процессе лесохозяйственного направления рекультивации.

Объектом исследований является золоотвал № 1 Рефтинской ГРЭС.

Золоотвал был выведен из эксплуатации в начале 80-х гг. XX в. и подвергся лесохозяйственной рекультивации в 1992–2007 гг. [4]. Объект располагается на территории Сухоложского лесничества к северо-востоку от поселка Рефтинский.

В лесных культурах 1999 г. были заложены постоянные пробные площади, на которых произведен сплошной пересчет деревьев по ступеням толщины, категориям санитарного состояния и классам роста по Крафту.

Категории санитарного состояния были взяты в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 09.12.2020 № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах» [5].

Результаты измерения основных таксационных показателей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные таксационные показатели  
27-летних искусственных сосновых насаждений

№ пп	Состав	Густота посадки, шт/га	Густота текущая, шт/га	Сохранность, %	Средние		Класс бонитета	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
					диаметр, см	высота, м			
1	10С	7310	2428	33,2	11,6	10	I	0,94	142
2	10С	2843	1947	68,5	12	11,5	Ia	0,79	138
3	10С	3854	2788	72,3	10,3	11,6	Ia	0,94	145

По данным табл. 1 на изучаемом участке сформированы высокопродуктивные сосновые насаждения, I и Ia классов бонитета. На ПП 1 относительно общей картины наблюдается сниженная сохранность (33,2 %), что объясняется высокой густотой посадки. Текущая густота лесных культур на данном участке сопоставима с показателями на ПП 2 и ПП 3.

Средняя категория санитарного состояния насаждений представлены в табл. 2.

Таблица 2

Категория санитарного состояния древостоев

№ ПП	Средняя категория санитарного состояния	Средний класс Крафта
1	1,7	2,3
2	1,8	2,1
3	1,9	2,5

Значения средней категории санитарного состояния исследованных насаждений варьируется в пределах 1,7–1,9 и в соответствии с правилами санитарной безопасности в лесах их можно охарактеризовать как ослабленные. Данный факт объясняется влиянием крупного источника аэропромвыбросов, а также тем, что на данный момент корневые системы лесных культур полностью освоили слой насыпного грунта и распространяются в слое золы.

Распределения деревьев по ступеням толщины, категориям санитарного состояния и классу Крафта показаны на рис. 1, 2 и 3.

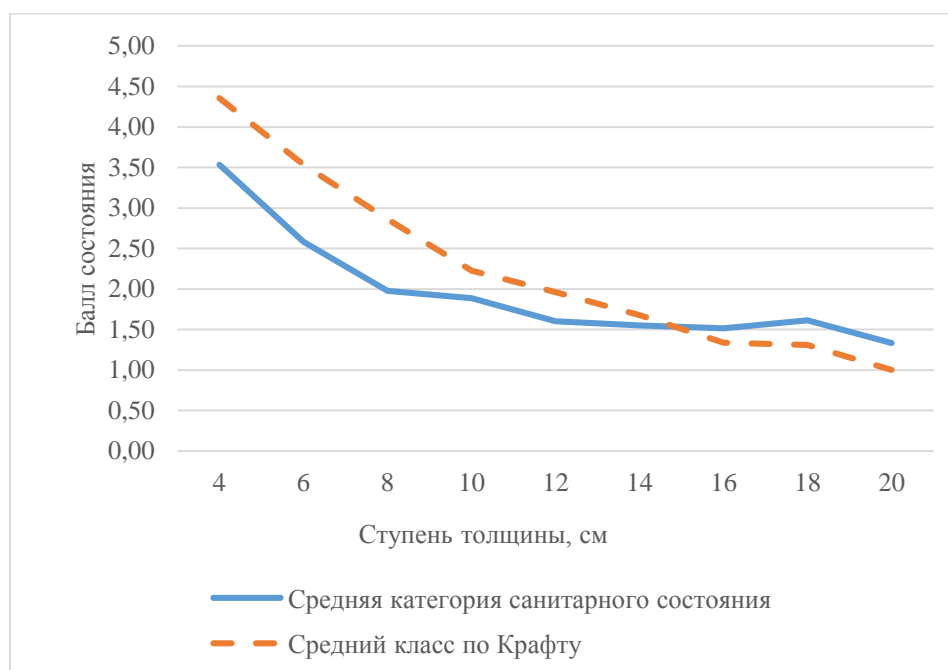


Рис. 1. Распределение деревьев по ступеням толщины, категориям санитарного состояния и классу крафта на ПП 1

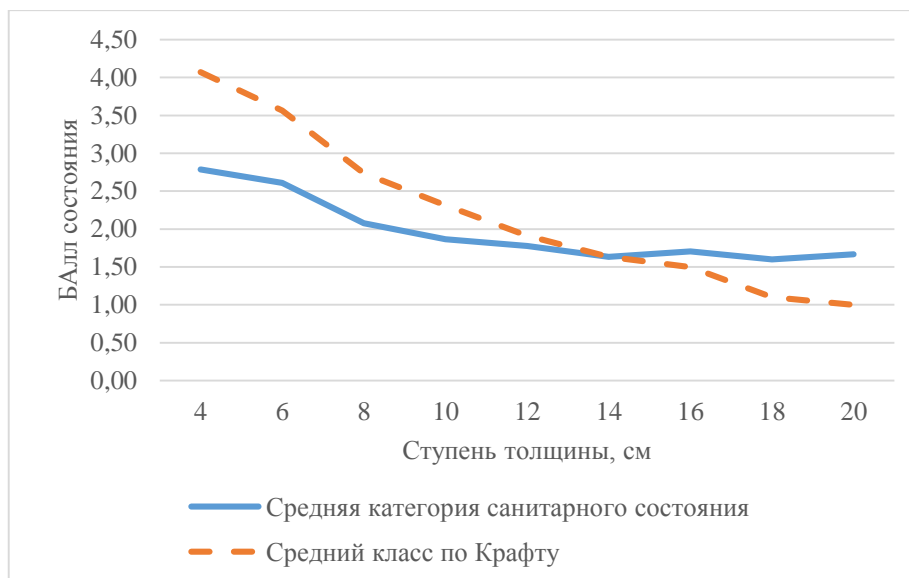


Рис. 2. Распределение деревьев по ступеням толщины, категориям санитарного состояния и классу крафта на ПП 2

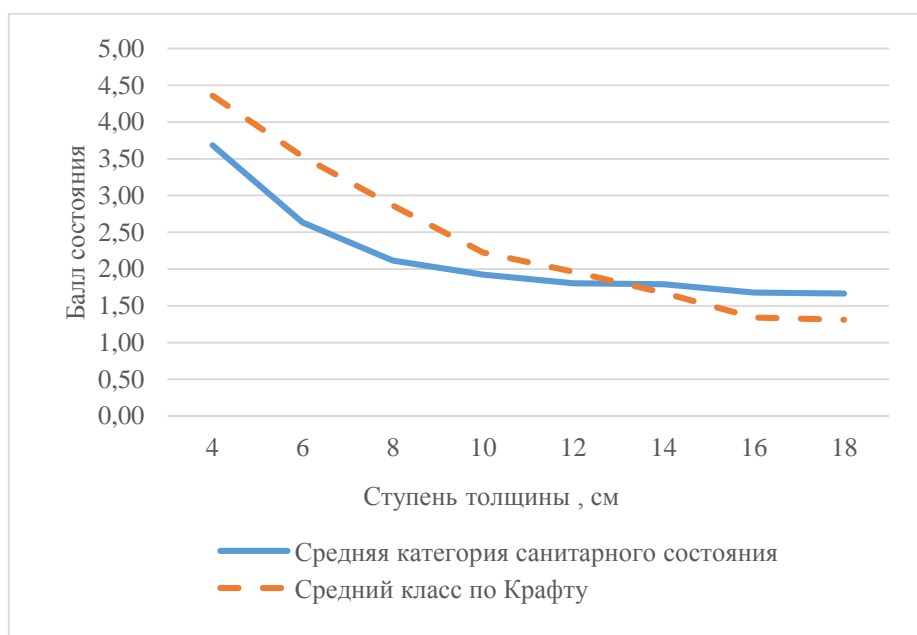


Рис. 3. Распределение деревьев по ступеням толщины, категориям санитарного состояния и классу крафта на ПП 3

По данным диаграмм, изображенных выше, видно, что диаметр деревьев при движении от I класса Крафта к V снижается и наиболее угнетенными являются деревья с диаметром в пределах ступеней толщины 4–8 см. Деревья в пределах этих же ступеней толщины можно охарактеризовать по категориям санитарного состояния как отмирающие или сильно ослабленные. Вследствие чего можно рекомендовать на данном

участке проведение рубок ухода низовым методом. Это позволит увеличить площадь корневого питания для лучших деревьев и будет способствовать улучшению санитарного состояния изучаемых насаждений [6–8].

Таким образом, на территории золоотвала созданы высокопродуктивные двадцатисемилетние насаждения I и Ia классов бонитета. Создание сильно загущенных лесных культур при рекультивации золоотвалов приводит к снижению их сохранности и продуктивности вследствие высокой внутривидовой конкуренции. По категориям санитарного состояния (категории ослабленности) исследованные насаждения можно охарактеризовать как ослабленные. К настоящему времени в представленных искусственных насаждениях сосны обыкновенной сложилась необходимость проведения рубок ухода низовым методом.

#### *Список источников*

1. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. А. Зверев [и др.] // Известия высших учебных заведений. – 2013. – № 2 (332). – С. 66–73.
2. Залесов, С. В. Формирование искусственных насаждений сосны обыкновенной (*pinus sylvestris* L.) на рекультивированном золоотвале / С. В. Залесов, А. С. Оплетев, А. А. Терин // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 8 (150). – С. 15–23.
3. Experiences on establishment of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya NPES, Russia / S. V. Zalesov, S. Ayan, E. S. Zalesova, A. S. Opletaev // Alinteri Journal of Agriculture Sciences. – 2020. – Т. 35, № 1. – С. 7–14.
4. Корчагин, И. Е. История рекультивации золоотвала № 1 Рефтинской ГРЭС / И. Е. Корчагин, С. В. Залесов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. – Екатеринбург, 2022. – С. 159–162.
5. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах : Постановление Правительства РФ N 2047 от 09.12.2020.
6. Эбель, А. В. Влияние рубок ухода на средний диаметр сосновых древостоев Казахского мелкосопочника / А. В. Эбель, Е. И. Эбель, С. В. Залесов // Леса России и хоз-во в них. – 2014. – № 4 (51). – С. 38–41.
7. Эбель, А. В. Влияние полноты и густоты на рост сосновых древостоев Казахского мелкосопочника и эффективность рубок ухода в них / А. В. Эбель, С. В. Залесов, Б. М. Муканов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. – 221 с.
8. Оценка эффективности рубок ухода в сосняках Казахского мелкосопочника на основе лесоводственного и древесно-кольцевого анализа / А. В. Данчева, М. А. Гурская, С. В. Залесов, Б. М. Муканов // Лесоведение. – 2020. – № 6. – С. 503–514.

Научная статья  
УДК 630.627.3

## ДИНАМИКА ПОРОДНОЙ И ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НЕВЬЯНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Алена Ивановна Крючкова<sup>1</sup>, Зуфар Ягфарович Нагимов<sup>2</sup>, Александр Владимирович Суслов<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> kryu4kova2007@yandex.ru

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

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

**Аннотация.** В статье представлены результаты ретроспективного анализа породной и возрастной структуры лесных насаждений Невьянского лесничества. В лесном фонде лесничества наблюдается общая для лесов Среднего Урала тенденция в изменении площадей, занятых хвойными и мягколиственными породами – уменьшение доли хвойных насаждений на фоне расширения площадей, занятых лиственными породами. Возрастная структура насаждений не оптимальна: в хвойном хозяйстве совершенно недостаточна доля приспевающих насаждений, а в мелколиственном произошло накопление спелых и перестойных насаждений.

**Ключевые слова:** Невьянское лесничество, лесной фонд, породный состав, возрастная структура, динамика лесного фонда

Scientific article

## DYNAMICS OF BREED AND AGE STRUCTURE FOREST PLANTATIONS OF THE NEVYANSKY FOREST

Alyona I. Kryuchkova<sup>1</sup>, Zufar Ya. Nagimov<sup>2</sup>, Alexander V. Suslov<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> kryu4kova2007@yandex.ru

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

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

**Abstract.** The article presents the results of a retrospective analysis of the breed and age structure of forest plantations of the Nevyansky Forest. In the forest fund of Forest, there is a general trend for the forests of the Middle Urals in changing the areas occupied by coniferous and soft-leaved species – a decrease in



the proportion of coniferous plantations against the background of the expansion of the areas occupied by hardwoods. The age structure of plantings is not optimal: in coniferous farming, the proportion of ripening plantings is completely insufficient, and in small-leaved there has been an accumulation of ripe and overgrown plantings.

**Keywords:** Nevjansk Forest, forest fund, breed composition, age structure, dynamics of the forest fund

Разнообразные природные факторы и хозяйственная деятельность человека могут привести к глубоким и многосторонним изменениям лесных сообществ. Экологические, сырьевые и другие полезные функции насаждений в первую очередь определяются их количественными и качественными характеристиками. Поэтому при оценке меры возможности выполнения этих функций, экологического и сырьевого потенциала лесов, а также разработке системы хозяйственных мероприятий важное значение приобретают исследования динамики лесоводственно-таксационных показателей лесных насаждений [1, 2]. Постоянно происходящие изменения в структуре лесного фонда – это та реальность, с которой следует считаться и которую необходимо учитывать при планировании хозяйственных мероприятий, организации хозяйств и проектировании лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств [3].

Основной целью исследования является ретроспективная оценка породного состава и возрастной структуры лесных насаждений Невьянского лесничества. Ее результаты необходимы для выявления тенденций и прогнозирования изменений данных характеристик насаждений, а также обоснования предложений по назначению необходимых хозяйственных мероприятий.

Основой для достижения поставленной цели послужили материалы учета лесного фонда Невьянского лесничества за 1990, 2000, 2015 и 2021 гг. Основным методом исследований явилось сопоставление по годам учета соответствующих распределений лесопокрытых площадей лесничества по составу и возрасту насаждений. Обработка статистических данных проводилась в компьютерной программе *Microsoft Office Excel*.

Следует отметить, что площадь лесного фонда Невьянского лесничества за анализируемый период претерпевала значительные изменения, связанные с реорганизационными мероприятиями и формированием лесничества в современных границах. Стабилизация территории лесничества произошла только к 2015 г. В этой связи при оценке изменений площадей насаждений мы в основном оперировали относительными величинами.

Одной из важнейших характеристик лесного фонда, определяющих его экологический и сырьевой потенциал, является его породный состав. В 2021 г. по данным учета лесного фонда на территории Невьянского лесничества

к преобладающим отнесены 9 пород: сосна, ель, пихта, кедр, береза, осина, лиственница, ольха серая и ольха черная. В 1990 г. таких пород в лесничестве было всего 6 (сосна, ель, пихта, кедр, береза и осина). Таким образом, за 30-летний период произошло заметное увеличение количества преобладающих пород. Эти изменения можно объяснить как биоэкологическими особенностями роста древесных пород при совместном произрастании на лесотаксационном выделе (второстепенные породы на таксационном участке за 30-летний период могли стать преобладающими), так и точностью лесочетных работ.

В лесном фонде среди хвойных пород по площади доминирует сосна. В разные годы учета ее доля в хвойном хозяйстве варьировала в диапазоне от 74,5 до 90,3 %. Второе место по представленности занимали еловые насаждения (от 9,5 до 23,8 %). Удельный вес других пород (пихты, кедра и лиственницы) в составе хвойного хозяйства ничтожно мал.

В мягколиственном хозяйстве на протяжении анализируемого периода преобладали березовые насаждения. Их доля по площади в указанном хозяйстве изменялась от 83,8 до 85,7 %. Второе место по распространению среди лиственных пород занимает осина с удельным весом в общей площади мягколиственного хозяйства от 14,2 до 16,1 %. Следует отметить, что суммарная доля площадей сосновых, еловых и березовых насаждений в общей лесопокрытой площади на протяжении анализируемого периода изменялась от 93 до 96 %. Это свидетельствует о том, что, несмотря на значительное количество древесных пород, произрастающих на территории лесничества, все они кроме сосны, ели и березы не играют существенной роли в экологии и экономике региона.

Данные о распределении площади покрытых лесной растительностью земель по хозяйствам в разрезе учетных годов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Распределение покрытых лесной растительностью земель по годам учета и хозяйствам

Хозяйства	Показатели	Годы учета, г.			
		1990	2000	2015	2021
Хвойное	га	116415,0	74458,0	127835,0	125591,0
	%	67,5	72,8	64,0	63,0
Мягколиственное	га	55901,0	28189,0	72043,0	73874,0
	%	32,5	27,2	36,0	37,0
Всего	га	172316,0	102647,0	199878,0	199465,0
	%	100,0	100,0	100,0	100,0

На протяжении исследуемого периода в лесном фонде лесничества доминируют хвойные породы. В 1990 г. общая площадь лесотаксационных

выделов с преобладанием хвойных пород составляла 116313,3 га (67,5 % от лесопокрытой площади), а в конце анализируемого периода (в 2021 г.) – 125591 га (63,0 %). На фоне увеличения площади хвойного хозяйства за счет реорганизационных мероприятий его доля заметно сократилась. Лесопокрытая площадь с преобладанием мягколиственных пород возросла как в абсолютном выражении в связи с реорганизацией лесничества (с 56002,7 га до 73874,0), так и в относительном (с 32,5 до 37,0 %). Одной из причин этого являлась усиленная эксплуатация хвойного хозяйства с начала 90-х гг. XX в. Насаждений с преобладанием твердолиственных пород на исследуемой территории не выявлено.

В целом в анализируемом лесном фонде наблюдалась общая для лесов Среднего Урала тенденция в изменении площадей, занятых хвойными и мягколиственными породами [4]. Увеличение количества мягколиственных насаждений произошло за счет заселения ими территорий, занятых ранее хвойным хозяйством. Основной причиной такого явления было возобновление вырубок и гарей преимущественно лиственными породами. Сокращение доли хвойных насаждений приводит к уменьшению продуктивности и экономической ценности лесов на анализируемой территории.

Другой важной характеристикой лесного фонда является его возрастная структура. Представление об изменении распределения площадей хвойного и мягколиственного хозяйств по группам возраста представлено в табл. 2.

Анализ данных позволяет отметить следующее. За исследуемый период в возрастной структуре хвойных насаждений произошли некоторые положительные изменения. В 1990 г. в лесном фонде близка к оптимальной была только доля молодняков (24,6 %), совершенно недостаточным было участие средневозрастных (15,3 %) и приспевающих (10,9 %) насаждений и чрезвычайно высоким – спелых и перестойных (49,2 %). К 2021 г. распределение площади хвойных насаждений по группам возраста заметно улучшилось, однако не является оптимальным. Особенно заметно недостаточное количество приспевающих насаждений (13,1 %).

Изменения в распределении площадей мягколиственных насаждений по группам возраста в основном носят негативный характер: произошло существенное накопление спелых и перестойных насаждений (с 24,5 до 37,9 %) и уменьшилось и без того недостаточное участие приспевающих (с 17,0 до 13,9 %). Положительная динамика в участии молодняков и средневозрастных насаждений оказалась недостаточной для кардинального улучшения возрастной структуры мягколиственного хозяйства: на конец анализируемого периода доля молодняков осталась на очень низком уровне (7,9 %), а средневозрастных – на чрезвычайно высоком (40,3 %).

Таблица 2

Распределение площадей хозяйств по годам учета и группам возраста

Хозяйство	Группы возраста насаждений	Показатели	Годы учета			
			1990	2000	2015	2021
Хвойное	Молодняки	га	28659	18581	39732	37036
		%	24,6	25,0	31,1	29,5
	Средневозрастные	га	17762	28794	48963	39905
		%	15,3	38,7	38,3	31,8
	Приспевающие	га	12649	8212	12661	16411
		%	10,9	11,0	9,9	13,1
	Спелые и перестойные	га	57345	18871	26479	32239
		%	49,2	25,3	20,7	25,6
Мягколиственное	Иолодняки	га	3107	1520	4440	5863
		%	5,6	5,4	6,2	7,9
	Средневозрастные	га	29576	11614	31559	29753
		%	52,9	41,2	43,8	40,3
	Приспевающие	га	9524	6102	12741	10233
		%	17,0	21,6	17,7	13,9
	Спелые и перестойные	га	13694	8953	23303	28025
		%	24,5	31,8	32,3	37,9

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие обобщения и выводы. Несмотря на значительное количество древесных пород, все они кроме сосны, ели и березы не играют существенной роли в экологии и экономике региона. Суммарная доля площадей этих трех пород в общей лесопокрытой площади составляла от 93 до 96 %. В лесном фонде Невьянского лесничества наблюдается общая для лесов Среднего Урала тенденция в изменении площадей, занятых хвойными и мягколиственными породами – уменьшение доли хвойных насаждений на фоне расширения площадей мягколиственных.

За период с 1990 по 2021 гг. наблюдалось некоторое улучшение возрастной структуры хвойных насаждений. Тем не менее она в настоящее время не является оптимальной. В частности, совершенно недостаточна доля приспевающих насаждений, являющихся ближайшим резервом для пополнения спелых. В мелколиственном хозяйстве произошло существенное накопление спелых и перестойных насаждений, ухудшающее экологический и сырьевой потенциал лесного фонда.

В целом ретроспективный анализ структуры и динамики лесного фонда Невьянского лесничества показывает на необходимость повышения эффективности хозяйственных мероприятий, направленных на предотвращение нежелательной смены хвойных насаждений и улучшение возрастной структуры лесов.

*Список источников*

1. Матвейко, А. П. Лесной фонд Республики Беларусь и его использование / А. П. Матвейко // Труды БГТУ. – 2015. – № 2 (175). – С. 76–78.

2. Мусиевский, А. Л. Динамика лесистости и структуры лесного фонда Воронежской области / А. Л. Мусиевский // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 3. – С. 13–21.

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

4. Луганский, Н. А. Березняки Среднего Урала. Свердловск / Н. А. Луганский, Л. А. Лысов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 1991. – 100 с.

Научная статья  
УДК 631.421.1

## ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ПАРКА XXII ПАРТСЪЕЗДА ЕКАТЕРИНБУРГА

Арина Артемовна Кузьмина<sup>1</sup>, Любовь Павловна Абрамова<sup>2</sup>,  
Лидия Андреевна Сенькова<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> arina\_kuzmina\_03@internet.ru

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

<sup>3</sup> senkova\_la@mail.ru

**Аннотация.** Целью исследования является изучение почв парка XXII партсъезда. Морфологическое описание почв проведено по общепринятой методике. Проанализированы почвенные разрезы в разных частях парка. Проведена соответствующая диагностика почвенных разностей. Сделан анализ физических свойств взятых образцов почв. Получены следующие результаты: почвы сильнокаменистые, физические свойства и реакция почвенной среды благоприятны для развития растительного покрова.

**Ключевые слова:** городские почвы, почвенный разрез, урбанизм

**Благодарности:** авторы выражают благодарность профессору кафедры лесоводства, доктору биологических наук Л. А. Сеньковой за научное консультирование.

Scientific article

## PHYSICAL PROPERTIES OF THE SOILS OF THE 22nd PART CONGRESS PARK OF YEKATERINBURG

Arina A. Kuzmina<sup>1</sup>, Lyubov P. Abramova<sup>2</sup>, Lidia A. Senkova<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> arina\_kuzmina\_03@internet.ru

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

<sup>3</sup> senkova\_la@mail.ru

**Abstract.** The purpose of the research is to study the soils of the park of the XXII Party Congress. The morphological description of soils was carried out according to the generally accepted method. Soil sections were analyzed in different parts of the park. An analysis of the physical properties of the taken soil

samples was made. The results were obtained: the soils are highly stony, have favorable physical properties for the development of the vegetation cover and the reaction.

**Keywords:** urban soils, soil profile

**Acknowledgments:** the authors express their gratitude Doctor of Biological L. A. Senkova for scientific advice.

Рекреационные зоны промышленных мегаполисов играют важную роль в досуге и оздоровлении населения. Однако не всегда почвенные условия соответствуют экологическим потребностям растительности. Целью данной работы является изучение почв парка XXII партсъезда, выяснение причины их низкого плодородия и возможных путей решения настоящей проблемы.

Изучению зеленых насаждений Екатеринбурга посвящено много научных работ [1, 2], однако почвы парков изучены недостаточно, поэтому в 2021–2022 гг. выполнено описание морфологических признаков почв парка [3–5]. В 2021 г. было проанализировано 5 почвенных образцов [6]. В данной работе проанализировано 23 почвенных образца по общепринятым методикам [7, 8].

Схема закладки почвенных разрезов представлена на рис. ниже.

Наиболее типичным почвенным разрезом является разрез 3.2.

Исследования проводились 13 мая 2021 г. Приуроченность разреза к рельефу: мезорельеф – середина северо-западного пологого склона; микрорельеф – западины. Растительность: в составе древостоя береза, лиственница; в подлеске – рябина обыкновенная, карагана древовидная. Живой напочвенный покров представлен крапивой двудомной, пыреем ползучим, будрой плющевидной, подорожником большим.

Почва: урбанозем физически преобразованный, разновидность легкосуглинистая.

$A_0$  0–1 см, слой остатков травянистой и деревянистой растительности средней степени разложения, светло-бурый.

$AU$  1–18 см, урбанизированный гумусово-аккумулятивный горизонт, свежий, темно-бурый, легкий суглинок, зернисто-пылеватый, плотноватый, артефакты (обломки кирпича), неравномерно распределенные корни растений, переход в нижележащий горизонт резкий.

$B_U$  18–35 см, урбанизированный переходный горизонт, свежий, светло-бурый, тяжелый суглинок, комковато-ореховатый, плотный, артефакты (кирпич).

$U > 35$  см, урбик, подстилающий слой из обломков кирпича.

Результаты анализов представлены в табл. ниже.

Почвы парка сформированы на каменистых породах, поэтому их скелетность высокая. Только верхние горизонты разрезов 2.2 и 6.6 и разрезов 1.1, 3.2, 3.3 отмечены как слабокаменистые и среднекаменистые соответственно (рис. ниже).

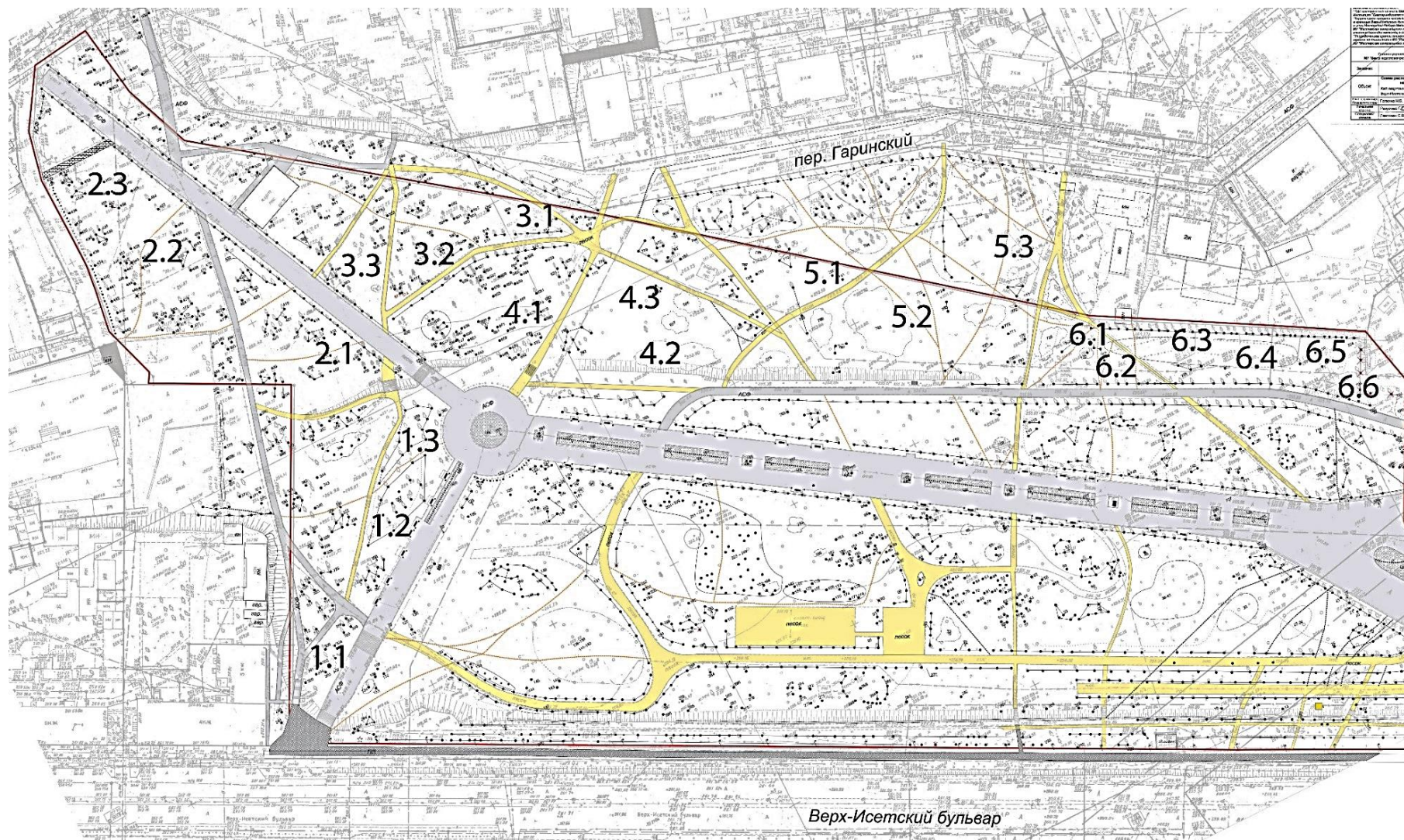


Схема расположения почвенных разрезов в парке имени XXII партсъезда (2022 г.)



Плотность твердой фазы характерна для почвообразующих пород. По плотности сложения большинство горизонтов рыхлые или нормальные. Но встречаются сильно уплотненные горизонты (1,38 г/см<sup>3</sup> в горизонте А разреза 3.1).

Это отражается на их низкой пористости (44,4 %), ведущей к неудовлетворительному водно-воздушному режиму почвы и угнетению растительности.

В целом по показателю пористости, учитывая их высокую скелетность, физические условия для поддержания и регулирования водного и воздушного режимов почв в парке благоприятны.

Реакция почвенной среды почв парка от слабокислой до слабощелочной (рН = 6,0–7,4), что является благоприятным условием произрастания основных древесных и травянистых культур.

Свойства почв парка имени XXII партсъезда (2022 г.)

Разрез	Горизонт	Глубина, см	Скелетность, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Пористость, %	рН
				твердой фазы	сложения		
1.1	А	1–17	5,9	2,26	0,89	60,6	6,5
1.1	АВ	17–33	23,1	2,41	0,94	61,0	6,4
1.2	В	10–40	30,5	2,47	0,94	61,9	7,2
1.3	А <sub>1</sub>	3–10	18,4	2,32	0,95	59,1	6,8
2.1	UА <sub>1</sub>	1–21	24,2	2,46	1,06	56,9	7,2
2.1	А <sub>0</sub> <sup>T</sup>	21–41	20,0	2,41	1,02	57,7	6,8
2.1	UС	41–50	33,0	2,65	1,22	54,0	7,4
2.2	UА <sub>1</sub>	1–20	4,2	2,39	0,95	60,3	7,0
2.2	А <sub>0</sub> <sup>T</sup>	20–36	18,3	2,32	0,99	57,3	7,2
2.2	UС	36–45	33,3	2,55	1,10	56,9	7,4
2.3	UА <sub>1</sub>	1–20	52,3	2,38	1,00	58,0	6,6
2.3	UВ <sub>1</sub>	20–88	39,3	2,36	1,05	55,5	7,4
2.3	UС	28–38	34,0	2,54	1,05	58,7	7,4
3.1	А	2–9	11,2	2,48	1,38	44,4	7,1
3.1	UАВ	9–66	19,8	2,52	1,13	55,2	6,8
3.2	А <sub>1</sub> U	0–18	5,4	2,24	0,39	82,6	6,1
3.3	А <sub>1</sub>	2–18	6,7	1,97	0,82	58,4	6,0
3.3	В	18–33	35,4	2,33	1,23	47,2	7,3
5.1	А <sub>1</sub> , А <sup>T</sup>	2–37	34,5	2,43	0,99	59,3	7,2
5.3, 4.3	АU, А <sub>1</sub>	2–16	56,0	2,51	0,93	62,9	7,2
5.2	А <sub>1</sub> U, ВU	2–46	34,5	2,32	0,97	58,2	7,4
6.6	АU	0–19	4,5	2,34	1,11	52,6	7,2
6.6	ВU	24–48	19,4	2,58	1,12	56,6	7,2

Таким образом, физические свойства почв и их активная реакция среды в Парке XXII партсъезда благоприятны для развития паркового хозяйства. Для выяснения причины низкого плодородия этих почв необходимо исследовать их агрохимические показатели.

#### *Список источников*

1. Станислав, Яр. В. Визуально-эстетическая оценка сквера у оперного театра в г. Екатеринбурге / Яр. В. Станислав, М. В. Жукова // Леса России и хозяйство в них. – 2021. – № 2 (77). – С. 64–69.

2. Аткина, Л. И. Природные элементы в структуре городских парков города Екатеринбурга / Л. И. Аткина, Л. П. Абрамова, Л. В. Булатова // Успехи современного естествознания, 2022. – № 10. – С. 13–19.

3. Характеристика почвенного покрова «Парка имени XXII партсъезда» г. Екатеринбурга / Л. П. Абрамова, А. П. Бажуткин ; под. общ. ред. Б. В. Бабилова, А. А. Яковлева // Проблемы и состояние почв городских и лесных экосистем : материалы научно-практической конференции. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. – С. 8–10.

4. Одинаев, Х. Д. Почвы парка имени XXII партсъезда г. Екатеринбурга : материалы XIX Международной научно-технической конференции (Вологда, 7 декабря 2021 г.) / Х. Д. Одинаев, Л. П. Абрамова // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. – Вологда : ВоГУ, 2021. – С. 219–225.

5. Максимовских, А. О. Почвенный покров Парка 22 партсъезда г. Екатеринбурга / А. О. Максимовских, Л. П. Абрамова : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. – С. 180–182.

6. Чевдаев, Р. А. Агрохимический анализ почв парка им. XXII Партсъезда Екатеринбурга : материалы XVII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции / Р. А. Чевдаев, И. А. Кузнецов, Л. П. Абрамова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. – С. 382–384. – ISBN 978-5-94984-776-3.

7. Луганский, В. Н. Химический анализ почв : учебно-методическое пособие / В. Н. Луганский, Л. П. Абрамова, А. В. Бачурина. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – 49 с.

8. Абрамова, Л. П. Почвоведение : методические указания для прохождения учебной практики / Л. П. Абрамова, В. Н. Луганский. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2019. – 30 с.

Научная статья  
УДК 630.3.331

## ДИНАМИКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ КЛЕНА ОСТРОЛИСТНОГО Ф. ДЕБОРА В СКВЕРЕ У ПАССАЖА В ЕКАТЕРИНБУРГЕ

Екатерина Андреевна Ланецкая<sup>1</sup>, Екатерина Андреевна Рожкова<sup>2</sup>,  
Татьяна Борисовна Сродных<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> katyalanetskaya@vk.com

<sup>2</sup> ikate221@gmail.com

<sup>3</sup> tanya.srodnykh@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрена динамика санитарного состояния клена остролистного ф. Дебора (*Acer platanoides* L. f. “Deborah”) в сквере у Пассажа в Екатеринбурге. Данные за 2019–2022 гг. свидетельствуют о достоверном ухудшении санитарного состояния клена остролистного ф. Дебора на данном объекте.

**Ключевые слова:** клен остролистный, динамика, санитарное состояние

Scientific article

## DYNAMICS OF THE SANITARY CONDITION OF THE PLANTATIONS OF THE HOLLY MAPLE F. DEBORAH IN THE SQUARE AT THE PASSAGE IN YEKATERINBURG

Ekaterina A. Lanetskaya<sup>1</sup>, Ekaterina A. Rozhkova<sup>2</sup>, Tatiana B. Srodnykh<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> katyalanetskaya@vk.com

<sup>2</sup> ikate221@gmail.com

<sup>3</sup> tanya.srodnykh@mail.ru

**Abstract.** The article considers the dynamics of the sanitary condition of the holly maple f. Deborah (*Acer platanoides* L. Deborah) in the park near the Passage in Yekaterinburg. Data for 2019–2022 they indicate a significant deterioration in the sanitary condition of the holly maple f. Deborah at this facility.

**Keywords:** holly maple, adaptability, sanitary condition

Формирование городского ассортимента растений – задача непростая. Требования, которые предъявляются к растениям городского ассортимента, сводятся к трем основным позициям: устойчивость к агрессивной городской среде, декоративность и долголетие. Этим требованиям соответствуют многие виды местной флоры: липа мелколистная, рябина обыкновенная, ольха серая и др., а также их декоративные формы. Хорошо зарекомендовали себя и растения успешно интродуцированные в условиях Среднего Урала. К ним можно отнести: ясень пенсильванский, вяз гладкий и перистоветвистый и др. В последние годы в озеленении Екатеринбурга используют виды деревьев неинтродуцированные в данной климатической зоне.

В 2017 г. сквер около Пассажа был полностью реконструирован. Площадь его сократилась и составляет в настоящее время 0,3 га. Основу планировки сквера составили светящиеся в вечернее время стелы с изображением представителей семейства орхидных и невысокие подиумы, в которые были высажены 13 деревьев клена остролистного ф. Дебора (*Acer platanoides* L. f. “Deborah”). Схема расположения деревьев показана на рис. ниже. Они были дополнены посадками кустарников и многолетних травянистых растений. Ассортимент растений богат и разнообразен, он представлен 34 видами и сортами [1].



Схема расположения деревьев в сквере у Пассажа

Целью исследования было определить санитарное состояние деревьев клена остролистного ф. Дебора в 2022 г. и проследить динамику этого показателя с 2019 г. Санитарное состояние определялось для каждого дерева согласно методике регламента с корректировкой [2]. Затем проводилась первичная обработка статистических данных в системе *MS Excel*.

По данным А. И. Колесникова [3] клен остролистный – высокое дерево (до 30 м) со стройным стволом и плотной округлой кроной. Клен требователен к плодородию и влажности почвы. Городские условия (газ, дым) переносит плохо, долговечен. Естественный ареал распространения в России – Европейская часть.

Клен остролистный ф. Дебора в Европе также вырастает до 15–20 м, формируя мощную крону до 15 м шириной, пластины листьев 5–7 м лопастные, весной окрашиваются в красный цвет, летом – в зеленый, осенью приобретают желтую окраску [4].

Обследование деревьев клена в сквере у пассажа осенью 2022 г. показало, что большая часть деревьев (77 %) имеет морозобойные трещины, некоторые деревья по 2 и даже 3 трещины. У отдельных деревьев на стволах имеются мокнущие небольшие «язвы». В кроне некоторых деревьев видны спилы убранных ветвей, по всей вероятности усохших или усыхающих. Около 30 % деревьев в сквере сильно ослаблены, имеют балл санитарного состояния 3,5.

Данные исследований, проведенных на кафедре в 2019 и 2021 гг., позволяют отследить динамику показателя за четыре года. Динамика санитарного состояния за четыре года приведена в табл. ниже.

Динамика санитарного состояния клена остролистного ф. Дебора в сквере у Пассажа

Год	Средний балл санитарного состояния	Основные виды повреждений
2019	1,0±0	Нет повреждений
2021	1,4±0,12	Довольно часто: сухие ветви в кроне, наличие морозобойных трещин
2022	2,5±0,22	Часто: морозобойные трещины, иногда по 2–3 штуки на одном дереве, иногда по всей длине ствола, продолжаясь в кроне, ширина некоторых достигает 5 см

Данные таблицы свидетельствуют о том, что за четыре года санитарное состояние кленов значительно ухудшилось. Уже в 2021 г. данные по ухудшению санитарного состояния были достоверны. К 2022 г. средний балл санитарного состояния составил 2,5, т. е. достоверно произошло ухудшение на 1,2 балла. Критерий достоверности различий по Стьюденту составил 5,5.

В летнее время клены в сквере выглядят декоративно, повреждения не очень заметны, т. к. большинство деревьев имеют хорошо развитую густую крону, сухие ветви вовремя удаляются. Но ухудшение состояния стволов ослабляет деревья. Появление морозобойных трещин и других повреждений

ствола возможно связано с креплением на стволах декоративных электрических гирлянд, с перепадами температур, характерными для Среднего Урала. Несомненно, клены остролистные украшают город, но вводить их в основной городской ассортимент, особенно декоративные формы, пока рано. Необходимы дальнейшие наблюдения и исследования.

*Список источников*

1. Баранов, Д. С. Анализ видового состава насаждений в сквере перед ТЦ «Пассаж» (г. Екатеринбург) / Д. С. Баранов, Т. Б. Сродных // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. – 2019. – С. 333–335.
2. Регламент на работы по инвентаризации и паспортизации объектов озелененных территорий 1-й категории г. Москвы. – Москва : ГУП «Мосзеленхоз» ; ФГУП «Институт организационных технологий в жилищно-коммунальном хозяйстве», 2007. – 54 с.
3. Колесников, А. И. Декоративная дендрология / А. И Колесников. – Москва : Лесная промышленность, 1974. – 410 с.
4. Клен остролиственный «Дебора» // Питомник Савватеевых. – URL: <https://www.drevo-spas.ru/derevja/klen-ostrolistnij-debora.html> (дата обращения: 23.11.2022).

Научная статья  
УДК 630.411

## ЗАЩИТА ЛЕСОВ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ ОТ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА *LYMANTRIA DISPAR* L.

Михаил Михайлович Лещина<sup>1</sup>, Галина Васильевна Барайшук<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Омский государственный аграрный университет имени  
П. А. Столыпина, Омск, Россия

<sup>1</sup> mm.leschina@omgau.org

<sup>2</sup> gv.barayschuk@omgau.org

**Аннотация.** Вспышки массового размножения непарного шелкопряда наблюдаются периодически. Действующие очаги на территории Омских лесов начали развиваться в 2020 г. Проведенные защитные мероприятия имели цель сохранить биологическое разнообразие лесных сообществ, поэтому применили микробиологический метод защиты лесов. Основу микробиологического препарата Дефилигнум, СК составляют энтомопатогенные бактерии *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*, являющиеся естественными регуляторами численности листогрызущих вредителей. Полученные результаты показали высокую эффективность примененного препарата в отношении гусениц непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) в лесах Омской области – 81,8 %.

**Ключевые слова:** вспышка массового размножения, непарный шелкопряд, микробиологический препарат

Scientific article

## FOREST PROTECTION OF THE OMSK REGION FROM THE GYPSY MOTH *LYMANTRIA DISPAR* L.

Mikhail M. Leshchina<sup>1</sup>, Galina V. Barayshchuk<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk, Russia

<sup>1</sup> mm.leschina@omgau.org

<sup>2</sup> gv.barayschuk@omgau.org

**Abstract.** Outbreaks of mass reproduction of the gypsy moth are observed periodically. Active outbreaks in the Omsk forests began to develop in 2020. The protective measures taken were aimed at preserving the biological diversity of forest communities, therefore, a microbiological method of forest protection was applied. The basis of the microbiological preparation Defilignum, SC is the

entomopathogenic bacteria *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*, which are natural regulators of the number of leaf-eating pests. The results obtained showed the high efficiency of the applied preparation against gypsy moth caterpillars (*Limantria dispar* L.) in the forests of the Omsk region – 81,8 %.

**Keywords:** outbreak of mass reproduction, gypsy moth, microbiological preparation

Непарный шелкопряд занимает первое место среди листогрызущих вредителей леса по повторяемости вспышек массового размножения. Как правило, вспышки возникают в засушливый год, когда сухая и теплая погода совпадает во времени с питанием гусениц непарного шелкопряда. Такой режим тепла и влажности является оптимальным для питающихся гусениц, которые запасают максимальное количество питательных веществ в жировом теле. Впоследствии бабочки, развивающиеся из этих окукливающихся гусениц, откладывают максимальное количество жизнеспособных яиц.

Явление вспышек массового размножения этого фитофага известно давно. Профессор А. И. Ильинский описал четыре ее фазы [1]. Первая – начальная фаза – это год засухи. Вторая фаза характеризуется ростом численности вредителя (продромальная фаза). Третья фаза – это вспышка (эруптивная фаза) и четвертая – фаза кризиса. Вторая фаза, или рост численности, охватывает 2–3 г., наступающих вслед за засушливым годом. Нарастание численности дает скачкообразный подъем и переход ко вспышке. Гусеницы в это время появляются в огромных количествах и объедают насаждения два года подряд. Далее из-за нехватки корма, гусеницы ослабевают, появляются больные особи, плодовитость самок снижается. В структуре популяции происходят изменения в сторону преобладания самцов. Вспышка вступает в четвертую фазу, которая длится также 2 года. Таким образом, теоретически было обосновано, что вспышки непарного шелкопряда обычно наблюдаются через 7–8 лет.

Однако периодичность массового появления вредителя при благоприятных климатических условиях может отклоняться от теоретически ожидаемой. На территории Омской области предыдущие вспышки массового размножения непарного шелкопряда наблюдались в 1996, 2005–2006; 2013–2016 гг. [2]. В 2022 г. действовали очаги массового размножения непарного шелкопряда на площади 27 897,7 га, которые начали формироваться в 2020 г. Высокая численность фитофага регистрировалась в Большереченском лесничестве на 1631,0 га (Большереченский район); в Калачинском лесничестве на 5689,5 га (Горьковский, Калачинский, Нижнеомский районы); Омском лесничестве на 12 898,4 га (Кормиловский, Омский районы); Саргатском лесничестве на 1524,2 га (Саргатский район); Степном лесничестве на 52,7 га



(Нововаршавский, Павлоградский районы); Черлакском лесничестве на 6101,9 га (Оконешниковский, Черлакский районы).

В 2022 г. сложились благоприятные погодные и почвенно-климатические факторы: засушливое лето в предшествующие годы и дефицит осадков, а также наличие кормовой базы – березово-осиновые колки.

Экологически безопасный метод защиты лесов от листогрызущих насекомых впервые был предложен профессором Иркутского государственного университета Е. В. Талалаевым [3]. В 1949 г. им была выделена чистая культура бактерий *B. thuringiensis var. dendrolimus* из погибших гусениц сибирского шелкопряда, на основе которой создан первый бактериальный препарат Дендробациллин. После применения биологических инсектицидов энтомопатогенные бациллы способны выживать в почве, в березовых листьях, хвое ели и сосны, в личинках чешуекрылых *Lymantria dispar* и *Dendrolimus pini*, в лесной подстилке из березовых и сосновых посадок и сохраняться в виде спор.

Е. В. Талалаевым была высказана гипотеза о возможности возобновления бактериальной болезни листогрызущих вредителей при последующем увеличении их численности от этого сохраненного в природе запаса инфекционного начала. После признания отечественного препарата Дендробациллина в лесном хозяйстве стали применять микробиологические препараты против сибирского и непарного шелкопрядов. Бактерии *thuringiensis* – наиболее используемый микроорганизм в контроле над лесными насекомыми и в других странах [4, 5]. Так, в Польше в 1996 г. по масштабам применения препарат на основе *Bacillus thuringiensis Berliner* вышел на первое место. Он показал эффективность против 12 видов листогрызущих вредителей. Примененный в 2022 г. в Омских лесах препарат Дефилигнум, СК представляет собой бактериальный инсектицид на основе *Bacillus thuringiensis var. thuringiensis*, штамм В-501. Титр не менее  $10^{10}$  КОЕ/мл (колониеобразуемых единиц в 1 мл). Относится к 4-му классу опасности для человека (малоопасный) и 3-му классу опасности для пчел (малоопасный).

В условиях Омской области генерация непарного шелкопряда одногодична. Самки делают кладки яиц в нижней части стволов деревьев, обычно не выше 20–50 см от поверхности земли. В периоды массовых размножений самки откладывают яйца повсюду: на пнях, валежнике, камнях и т. д. Так, по результатам осеннего учета 2021 г., в Калачинском лесничестве численность яиц на 1 дерево колебалась от 1400 до 4551, абсолютная заселенность варьировала от 6,2 до 19,5 кладок на дерево. Плодовитость составляла от 222 яиц до 265 яиц в кладке, а установленная жизнеспособность яиц в яйцекладках в среднем показывала 95–99 %. В целом угроза объедания составила 140–162 %.

В Черлакском лесничестве численность яиц на одно дерево колебалась от 2616 до 6468, абсолютная заселенность варьировала от 10,9 до 23,1 кладок на дерево. Плодовитость составила от 230 яиц до 280 яиц в кладке, а установленная жизнеспособность яиц в яйцекладках в среднем показала 95 %. Угроза объедания составила 378 %.

В Омском лесничестве численность яиц на 1 дерево колебалась от 2657 до 6740, абсолютная заселенность варьировала от 6,2 до 19,5 кладок на дерево. Плодовитость составила в среднем 246 яиц в кладке, а установленная жизнеспособность яиц в яйцекладках в среднем показала 96 %. Угроза объедания была определена от 172 до 385 %.

Весенние учеты, проведенные с 1 по 19 апреля 2022 г. в Калачинском лесничестве, показали, что абсолютная заселенность вредным организмом составляет 5311 шт. на дерево, прогнозируемое повреждение лесных насаждений в 2022 г. ожидалось на 126 %. В Черлакском лесничестве абсолютная заселенность непарным шелкопрядом составила 4836 шт. на дерево, прогнозируемое повреждение лесных насаждений ожидалось на 141 %. В Омском лесничестве абсолютная заселенность непарным шелкопрядом составила 4418 шт. на дерево, прогнозируемое повреждение лесных насаждений предсказывалось 129 %.

С 30 мая по 12 июня 2022 г. были проведены мероприятия по подавлению численности очагов непарного шелкопряда на территории лесного фонда в Омской области на площади 10 000 га: Калачинское – 3000 га (Калачинский район), Омское – 4000 га (Кормиловский район), Черлакское – 3000 га (Черлакский, Оконешниковский районы) лесничества. Фитофаг в это время находился в стадии гусеницы третьего возраста. Биологическая эффективность применения бактериального препарата Дефилигнум, СК в среднем составила 81,8 % (Калачинское – 84,7 %, Омское – 85,1 %, Черлакское 75,6 % лесничества).

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности препарата Дефилигнум, СК в условиях Омской области – от 75,6 до 84,7 %. Поскольку распространение непарного шелкопряда по лесам Омской области приобрело массовый характер, вопрос о регулировании численности этого фитофага остается актуальным и в 2023 г. Предварительно в 2023 г. запланированы мероприятия по локализации и ликвидации очагов непарного шелкопряда на площади 18000 га.

#### *Список источников*

1. Ильинский, А. И. Непарный шелкопряд и меры борьбы с ним / А. И. Ильинский. – Москва ; Ленинград : Гослесбумиздат, 1959. – С. 62.

2. Барайщук, Г. В. Экологически безопасная защита лесов Омской области во время массового размножения непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L. / Г. В. Барайщук // Вестник КрасГАУ. – 2008. – № 6. – С. 63–67.

3. Талалаев, Е. В. Септицемия гусениц сибирского шелкопряда / Е. В. Талалаев // Микробиология, 1956. – Т. 25. – Вып. 1. – С. 99–102.

4. Hilszczanski, J. *Bacillus thuringiensis* Berliner in protection of Polish forests / J. Hilszczanski // Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes. – 1998. – Vol. 21 (4). – P. 225–228.

5. Natural occurrence of *Bacillus thuringiensis* in Lithuanian forest ecosystems / L. Thomsen, J. Eilenberg, P. Zolubas [et al.] // Capturing the potential of biological control: 7th European meeting at Vienna, (Austria), 22–26 March 1999. – P. 279–282.

Научная статья  
УДК 711.5.

## АНАЛИЗ БОЛЬНИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЕКАТЕРИНБУРГА

Михаил Викторович Лопатин<sup>1</sup>, Татьяна Борисовна Сродных<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> michaelopatin@gmail.com

<sup>2</sup> tata.srodnykh@mail.ru

**Аннотация.** В статье был проведен анализ территорий больничных комплексов в разных районах города Екатеринбурга на предмет их соответствия существующим нормам. Анализ показал, что большая часть исследуемых территорий больниц нормам соответствует.

**Ключевые слова:** анализ, больничные комплексы, характеристики территорий

Scientific article

## ANALYSIS OF HOSPITAL COMPLEXES OF YEKATERINBURG CITY

Mikhail V. Lopatin<sup>1</sup>, Tatiana B. Srodnykh<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> michaelopatin@gmail.com

<sup>2</sup> tata.srodnykh@mail.ru

**Abstract.** The article analyzes the territories of Yekaterinburg hospital complexes for their compliance with existing standards. The analysis showed that most of the studied hospitals territories comply with the norms.

**Keywords:** analysis, hospital complexes, characteristics of territories

Территории больничных комплексов – важные объекты ограниченного пользования городской системы озеленения. Они незаменимы при создании комфортной и благоприятной среды для больных, находящихся на излечении. Велика их роль, как объектов для психологической разгрузки, релаксации, а также как экологическая составляющая. Хорошо сформированные объекты ограниченного пользования – это хорошая «поддержка» объектам озеленения общего пользования.

Целью исследования было изучение состояния территорий городских больничных комплексов в разных районах города на предмет их соответствия существующим нормативам.

В табл. ниже представлены данные по территориям больниц г. Екатеринбурга.

Основные характеристики обследованных больниц г. Екатеринбурга

№ п/п	Объект	Адрес/ административный район	Общая площадь, га	Год создания	Площадь под озеленение (%)	Наличие естественного лесного массива на территории больницы
1	Центральная городская клиническая больница № 1	ул. Декабристов, 15Б/ Октябрьский	3,9	1960	45	Отсутствует
2	Детская городская поликлиника № 13	ул. Буторина, 10/ Октябрьский	1,3	1949	46	Отсутствует
3	Свердловская областная клиническая психиатрическая больница	ул. Сибирский тракт 8 км, к7а/ Октябрьский	17,1	1918	84	Состоит в основном из лесного массива
4	Городская больница № 36	ул. Центральная, 2/ Октябрьский	0,9	1993	68	Отсутствует
5	Свердловский областной противотуберкулезный диспансер, психиатрическая больница № 6	ул. Сибирский тракт 8 км, лит 21/ Октябрьский	5,5	1923	81	Состоит в основном из лесного массива
6	Тубдиспансер № 5	ул. Камская, 37/ Железнодорожный	2,2		96	Отсутствует
7	НУЗ «Дорожная больница на станции Свердловск-Пассажирский ОАО «РЖД»	ул. Байдукова, 63/ Железнодорожный	5,9	1906	76	Отсутствует
8	Микрохирургия глаза	ул. Бардина, 4а/ Верх-Исетский	2,2	1985	45	Отсутствует
9	Городская клиническая больница № 40	ул. Волгоградская, 189/ Верх-Исетский	21,0	1993	63	Присутствует сосновый бор
10	Детская ГКБ № 9	ул. Решетская, 51/ Железнодорожный	16,0	1921	73	Присутствует

Данные таблицы свидетельствуют о том, что все обследованные больницы были созданы в прошлом веке: три в начале, три в середине и две в конце XX в. Половина обследованных больниц имеют территории площадью до 5 га, самая маленькая площадь имеется у городской больницы № 36 – 0,94 га. Самыми большими площадями располагают городская клиническая больница № 40 – 21 га и детская городская клиническая больница № 9 – 16 га.

Рекомендуемый баланс территории больниц составляет: застройка – 10–15 %, озелененная территория – 50–65 %, дороги и площадки – 17–20 %, хозяйственная зона – 10–15 %\*.

При сравнении баланса территории больниц с рекомендованным выяснилось, что большинство больниц располагают территорией с достаточной площадью озеленения. Только три больницы имеют недостаток площади под зелеными насаждениями, они недотягивают до рекомендованного минимума 50 %, у них площадь под насаждениями составляет 45–46 %. Естественные лесные массивы присутствуют на территории трех больниц.

В целом большинство из обследованных больничных комплексов имеют достаточные территории для размещения всех необходимых структур и достаточно территории под озеленением. Определение качества зеленых насаждений – задача дальнейших исследований.

---

\* СанПиН 2.1.3.2630-10. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность // КонсультантПлюс. – URL: <https://clck.ru/33VrdG> (дата обращения: 12.11.2022).

Научная статья  
УДК 631.415

## ДИНАМИКА КИСЛОТНОСТИ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЧВ ПРИ ЗАРАСТАНИИ СЕЛЬХОЗЗЕМЕЛЬ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ

Валерьян Николаевич Луганский<sup>1</sup>, Александра Владимировна  
Ананьина<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> luganskiyv@n.usfeu.ru

<sup>2</sup> ananianaav@n.usfeu.ru

**Аннотация.** В работе проанализирована динамика реакции и гидролитической кислотности серых лесных почв при зарастании древесной растительностью площадей, вышедших из сельхозпользования.

**Ключевые слова:** почва, реакция, кислотность, буферность, известкование

Scientific article

## DYNAMICS OF ACIDITY OF FOREST-STEPPE SOILS IN THE PROCESS OF OVERGROWING OF AGRICULTURAL LANDS WITH WOODY VEGETATION

Valerian N. Luganskiy<sup>1</sup>, Aleksandra V. Ananina<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> luganskiyv@n.usfeu.ru

<sup>2</sup> ananianaav@n.usfeu.ru

**Abstract.** The article analyzes the dynamics of the reaction and hydrolytic acidity of gray forest soils during the overgrowth of woody vegetation of areas that have come out of agricultural use.

**Keywords:** soil, reaction, acidity, buffering, calcification

Исследования проводились на землях, вышедших из сельскохозяйственного оборота 20 лет назад, приуроченных к территории Байкаловского района Свердловской области. Почвы на рассматриваемом участке представлены серыми лесными глинистого гранулометрического состава.

В данную выборку вошли 4 поля (контура), общей площадью 141 га. Это поля под номерами 19, 36, 39, 40. Рассматриваемые площади окружены сосново-березовыми насаждениями, преобладающими типами леса выступают сосняки травяные и разнотравные. Под воздействием дернового и подзолистых процессов на прилегающей территории также сформированы серые лесные почвы с большей выраженностью оподзоливания. В настоящее время данные сельскохозяйственные поля заброшены, зарастают древесной и кустарниковой растительностью. При этом проведение мелиоративных мероприятий за ревизионный период не проводилось. В дальнейшем предполагается, что рассматриваемые территории могут быть вновь задействованы для выращивания сельскохозяйственных культур [1].

В настоящее время заброшенные поля заняты сосновыми молодняками. Их средний возраст оценивается в 13 лет.

Агрохимические обследования почв на полях СПК «Шаламовское» проводилось в периоды 5–10–15 лет после прекращения сельхозпользования. Мониторинговый отбор почв осуществлялся путем проведения прикопок в 30–40 точках. В дальнейшем разовые (точечные) образцы смешивались, и из полученной почвенной массы формировались средние образцы. Определение показателей реакции почвы (рН КС1) производилось колориметрическим методом Н. И. Алямовского. Соответственно, для определения гидролитической кислотности применялся метод Каппена.

Сравнение данных, полученных в результате агрохимических обследования полей за ревизионный период, показывает, что в пахотном слое произошли изменения некоторых показателей плодородия.

Известно, что кислотность почвы – одно из важнейших ее свойств. Она обусловлена преобладающей концентрацией катионов водорода  $H^+$  над гидроксилионом  $OH^-$ . Однако если в почвенном растворе присутствуют катионы кальция  $Ca^{2+}$ , формируется высокое устойчивое противодействие повышению кислотности почвы при развитии подзолистого почвообразовательного процесса. При этом вредное действие кислотности почвы уменьшается. Если почвенный раствор в свою очередь содержит ионы алюминия, железа и марганца, его токсичность для биоты возрастает.

В табл. ниже рассмотрена динамика показателей реакции почв и ее гидролитической кислотности за 2002–2022 гг. Представленные данные свидетельствуют о том, что после вывода площадей из сельхозпользования показатель рН КС1 значительно сместился в сторону кислотного интервала. Первоначально реакция почвы оценивалась по полям в 5,2–5,7, через 10 лет уже 5,1–5,6. Соответственно через 20 лет (2022 г.) рассматриваемый параметр (рН КС1) уже составлял 4,8–5,3. На полях 1, 2, 3 реакция почвы достигла величин 4,8–4,9, что свидетельствует о деградиционных явлениях в серых лесных почвах.



Данные факты свидетельствуют, что на фоне зарастания земель хвойной растительностью и развития подзолистого почвообразовательного процесса при отсутствии мероприятий по снижению кислотности плодородие почвы снижается по рассматриваемым показателям.

#### Динамика реакции почв и показателя гидролитической кислотности

Номер поля	Реакция почвы по периодам			Показатель гидролитической кислотности, мг-экв. на 100 г		
	первоначально	через 10 лет	через 20 лет	первоначально	Через 10 лет	Через 20 лет
1	5,2	5,2	4,9	4,0	3,9	6,2
2	5,3	5,1	4,8	3,2	2,2	5,3
3	5,5	5,2	4,9	5,1	5,8	7,7
4	5,7	5,6	5,3	2,29	3,0	6,0

Гидролитическая кислотность – это вид потенциальной (скрытой) кислотности, которая обусловлена катионами водорода  $H^+$ , располагающимися в диффузном слое почвенных коллоидов. Данные катионы прочно связаны в почвенном поглощающем комплексе и имеют способность обмениваться на основания только в нейтральной или щелочной среде. Эти ионы  $H^+$  труднее замещаются на основания и способны вытесняться в почвенный раствор только гидролитически щелочными солями.

Рассмотренная динамика гидролитической кислотности характеризуется значительным повышением. Первоначально показатель гидролитической кислотности в рассматриваемых почвах оценивался от 2,29 мг-экв/100 г (поле 4) до 5,1 мг-экв/100 г (поле 3). За период 2002–2022 гг. данный показатель на полях 1, 3, 4 возрос с 2,3–5,0 до 6,0–7,7 мг-экв/100 г, что составило по полям 1,6 (1), 2,4 (2) 1,33 (3), 2 (4) раза. Такое изменение обусловлено результатом развития подзолистого процесса на фоне выщелачивания и накопления обменного  $H^+$ . При возврате к использованию данных полей по первоначальному назначению потребность в известковании значительно возрастает, при этом полная доза по отдельным полям составит до 7,9–11,6 т/га. Рассматриваемый показатель плодородия является одним из наиболее значимых и информативных при ведении мониторинга почв при их активном использовании. Он является определяющим при известковании площадей и значительно варьирует при изменении экологических факторов.

*Список источников*

1. Луганский, В. Н. Химический анализ почв : учебно-методическое пособие / В. Н. Луганский, Л. П. Абрамова, А. В. Бачурина. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – 49 с.

2. Воздействие хвойного подроста на показатели плодородия серых лесных почв в Свердловской области / Д. В. Иванов, С. В. Киселев, Е. А. Царевский [и др.] // УГЛТУ в решении социальных и лесоводственно-экологических проблем лесного комплекса Урала и Западной Сибири ; XIII Всероссийская научно-техническая конференция студентов и аспирантов. – Екатеринбург, 2017. – С. 80–84.

Научная статья  
УДК 630.431.5(470.54)

## ОБЗОР ФУНКЦИОНАЛА И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ «ЯСЕНЬ» И «ЛЕСОХРАНИТЕЛЬ» В УСЛОВИЯХ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ксения Эдуардовна Мазейна<sup>1</sup>, Наталья Павловна Бунькова<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> mazeina2001@yandex.ru

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

**Аннотация.** В статье приведена сравнительная оценка применения информационно-телекоммуникационной системы «Ясень» и системы дистанционного мониторинга и управления «Лесохранитель» в условиях Свердловской области. Выявлены преимущества и недостатки систем. Даны рекомендации по улучшению систем.

**Ключевые слова:** система «Лесохранитель», «Ясень», преимущества, недостатки, природные пожары

**Благодарности:** работа выполнена при участии ГБУ СО «Уральская база авиационной охраны лесов», где были предоставлены системы «Ясень» и «Лесохранитель» для тестирования.

Scientific article

## REVIEW OF THE FUNCTIONALITY AND COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE APPLICATION OF THE “YASEN” AND “LESOKHRANITEL” SYSTEMS IN THE CONDITIONS OF THE SVERDLOVSK REGION

Kseniia E. Mazeina<sup>1</sup>, Natalia P. Bunkova<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> mazeina2001@yandex.ru

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

**Abstract.** The article provides a comparative assessment of the use of the information and telecommunication system “Yasen” and the system of remote monitoring and control “Lesokhranitel” in the conditions of the Sverdlovsk region. The advantages and disadvantages of the systems are revealed. Recommendations for improving systems are given.

**Keywords:** system, “Lesokhranitel”, “Yasen”, advantages, disadvantages, wildfires

**Acknowledgments:** the work was carried out with the participation of the SBI “Ural base of aviation forest protection”, where the systems Yasen and Lesokhranitel were provided for testing.

В Свердловской области проблема природных пожаров сейчас является весьма актуальной. За пожароопасный сезон 2022 г. было обнаружено 717 природных пожаров. В день количество пожаров могло достигать до 40.

Для своевременной регистрации пожаров и оперативной передачи информации в другие инстанции необходимо современное оборудование и системы, ориентированные на работу с пожарами и их обработку. Такими системами сейчас являются «Ясень» и «Лесохранитель». В совокупности эти системы обладают всем необходимым набором функций (видеомониторинг, регистрация пожаров, создание отчетов и т. д.), однако по отдельности в работе их использовать неудобно, т. к. необходимые функции, которые есть у одной системы, отсутствуют у другой.

Системы регистрации пожаров «Ясень» и «Лесохранитель» имеют набор функций на предмет актуальности и функциональности. Так, «Ясень» – система, предназначенная для мониторинга, анализа и управления лесопожарной обстановкой на региональном уровне [1].

В системе «Ясень» можно связываться и обмениваться информацией с представителями лесничеств и авиаотделений, не используя сторонние приложения. Функционал для обмена сообщениями достаточно прост: можно только писать текст; прикреплять к сообщениям вложения (фото, видео, скриншоты) нельзя. Основной функцией системы является перечень пожаров с возможностью редактирования. Работает это следующим образом: на территории какого-либо лесничества Свердловской области возник пожар, специалист от лесничества регистрирует пожар в системе «Ясень» и отправляет непосредственно на компьютер диспетчера. Диспетчер проверяет корректность информации и либо принимает пожар, если все поля заполнены корректно, либо отклоняет, если что-то не заполнено или заполнено некорректно. При этом нужно связаться со специалистом из лесничества и запросить корректную информацию. Однако диспетчер при необходимости сам может зарегистрировать пожар (например, если у лесничества нет специалиста по системе «Ясень»). Внутри системы карточки пожаров можно отправлять в лесничества или авиаотделения и, наоборот, получать их от лесничеств или авиаотделений. Используется эта функция для актуализации информации о пожаре.

Также в перечне пожаров есть много дополнительных функций. Можно упорядочить пожары по различным критериям (например, время обнаружения, номер пожара по лесничеству, принадлежность к различным категориям земель и т. д.); поставить временные рамки для того, чтобы

посмотреть, сколько пожаров было за определенный период времени; исключить из перечня ненужные пожары (например, если нужны пожары, которые были только на землях ООПТ, то в соответствующей колонке нужно поставить фильтр «ООПТ», и система исключит из перечня пожары, не соответствующие критериям).

Одним из самых важных разделов в системе «Ясень» является раздел с отчетностью. Система сама формирует отчеты по запросу. Отчетность направляется в другие организации Свердловской области, ФБУ «Авиалесоохрана» либо в другой отдел ГБУ СО «Уральская база авиационной охраны лесов».

В системе «Ясень» также есть вспомогательный раздел «Режимы ЧС», где вносятся и отменяются особые противопожарные режимы (ОПР) в городских округах и муниципальных образованиях. Фиксируются номера актов о введении/отмене ОПР, даты введения/отмены, районы.

Карта местности – довольно важный инструмент для работы с пожарами. В системе «Ясень» она присутствует, но в очень упрощенном варианте. Тем не менее в работе она иногда пригождается.

«Лесохранитель» – система дистанционного мониторинга и управления. Это крупнейшая в мире система по количеству точек мониторинга с автоматическим определением лесных пожаров; основана на технологиях искусственного интеллекта [2].

«Лесохранитель» позволяет осуществлять видеомониторинг по Свердловской области за счет 93 поворотных камер, установленных на различных высотных сооружениях (вышки операторов сотовой связи, пожарно-наблюдательные вышки и т. д.). Радиус обзора каждой камеры до 35 км, площадь мониторинга – до 200 га, погрешность координат не более 150 м, время патрулирования 360 градусов – 10 минут [2]. Камерами можно управлять с рабочего компьютера.

В системе «Лесохранитель» предусмотрена карта Свердловской области с возможностью переключения между слоями, включением нужных слоев и выключением ненужных. Это позволяет сконцентрироваться на деталях, которые необходимы при том или ином виде работ с картой. В системе существуют такие слои, как квартальная сеть, маршруты авиапатрулирования, авиаотделения, зоны запрета полетов, торфяники, пожары, лесные парки г. Екатеринбурга с квартальной сетью, термоточки, секторы камер и др. Отображение самой карты можно настроить в зависимости от потребностей пользователя. Также есть возможность пользоваться снимками *Yandex* и *Google*, картой *Google* с рельефом местности, обычной топографической картой и др. На карте можно осуществлять поиск по координатам, использовать географические или десятичные координаты. Система при поиске отмечает нужное место точкой. По точке получают информацию о квартале, лесничестве, участковом лесничестве и участке, на котором она находится.

В системе «Лесохранитель» есть раздел с регистрацией пожаров, который пока что не применяется в массовом пользовании. Раздел находится на стадии тестирования и доработок, однако в конечном варианте должен иметь те же функции, что и в системе «Ясень».

Удобным разделом в системе «Лесохранитель» является раздел «Сводный план», где можно найти информацию о людях, с которыми необходимо поддерживать связь в случае возникновения на их территории пожаров. Это директора лесничеств, заместители директоров, начальники участков и т. д. В их карточках указаны ФИО, должность, контактные данные.

Раздел с отчетами также присутствует в системе, но пока что, как и большинство других важных функций, находится на стадии тестирования и доработок.

Система «Лесохранитель» в настоящее время довольно перспективна. Она не является основной для работы с пожарами, но некоторые ее функции используются как вспомогательные при работе с системой «Ясень».

Приводя сравнительную характеристику систем, стоит отметить, что каждая система имеет преимущества и недостатки. Система «Ясень» в данный момент – это основная программа для работы с пожарами, а система «Лесохранитель» находится на стадии доработок и внедрения в массовое пользование.

Преимущества системы «Ясень»:

- удобные автоматизированные карточки пожаров: достаточно указать лесничество и участковое лесничество, чтобы система автоматически определила принадлежность к авиаотделению, зоне мониторинга, категории земель (площади суммируются автоматически);

- вся информация представлена на главном экране и размещена компактно, нет необходимости открывать пожар из списка, чтобы посмотреть информацию о нем;

- наличие справочников: при отсутствии координат какого-либо населенного пункта (важен для привязки пожара) можно зайти в раздел «Справочники» и добавить населенный пункт, указав его координаты;

- возможность отобразить на карте пожар и термоточку одновременно, чтобы проверить, соответствует ли термоточка пожару или она возникла по другой причине;

- наличие и корректное автоматизированное составление всех необходимых отчетов;

- возможность легко отправлять актуальные данные по пожарам в лесничества в случае, если в лесничестве нет специалиста по системе «Ясень».

Недостатки системы «Ясень»:

- нет функции видеомониторинга;

- отсутствие удобной *Google* карты (в системе есть только топографическая), и, как следствие, низкая информативность карты;

- на топографической карте нет слоев, зачастую необходимых в работе;
- невыполнимость поиска объектов по координатам, и, как следствие, отсутствие информации по объекту;

- невозможность зайти под своей учетной записью с любого устройства, т. к. система находится под защитой от несанкционированного доступа и использует USB-ключи защиты, т. е. программу невозможно скачать, ей можно пользоваться только на конкретном компьютере.

Преимущества системы «Лесохранитель»:

- возможность видеомониторинга в режиме реального времени;
- удобная и точная карта, составленная по снимкам *Google*, и как следствие, высокая информативность;

- возможность поиска объектов по введенным координатам и просмотр информации об объекте;

- многослойность карты: можно включить нужные слои, убрать лишние, чтобы на экране осталась только нужная информация;

- возможность зайти под своей учетной записью с любого устройства (требуется интернет).

Недостатки системы «Лесохранитель»:

- нет автоматического определения авиаотделения, зоны мониторинга, категории земель; отсутствует автоматическое суммирование площади (не доработана система ввода пожаров);

- чтобы посмотреть информацию о пожаре, нужно открыть карточку пожара;

- отсутствие справочников для добавления населенных пунктов и привязки к ним пожаров;

- невозможность отобразить на карте конкретный нужный пожар и привязать к нему термоточку;

- отсутствие ряда отчетов и недоработка существующих;

- данные по пожарам невозможно отправить в лесничества непосредственно через саму систему.

Таким образом, для своевременной регистрации пожаров и оперативной передачи информации в другие инстанции, необходимо учитывать обзор функционала, преимущества и недостатки систем обнаружения лесных пожаров «Ясень» и «Лесохранитель» в Свердловской области.

#### *Список источников*

1. Официальный сайт системы «Ясень» – URL: <https://incom.tomsk.ru/product/fire/yasen-2/> (дата обращения: 08.11.2022).

2. Официальный сайт системы «Лесохранитель» – URL: <https://lesohranitel.ru/> (дата обращения: 08.11.2022).

Научная статья  
УДК 630\*27:630\*181

## ПРОБЛЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ СЕВЕРНЫХ ГОРОДОВ

**Анастасия Николаевна Марковская**

Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия  
markovskaya\_nastasya@mail.ru

**Аннотация.** Перспективность интродукции древесных растений в озеленении северных городов зависит от многочисленных показателей. В настоящей статье затронуты проблемы устойчивости растений относительно климатических и местных условий произрастания, влияние происхождения семян и растений определенного вида (ареал произрастания) на акклиматизацию к новым условиям окружающей среды.

**Ключевые слова:** проблемы озеленения, северные города, интродукция

Scientific article

## PROBLEMS OF GREENING NORTHERN CITIES

**Anastasia N. Markovskaya**

Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia  
markovskaya\_nastasya@mail.ru

**Abstract.** The prospects for the introduction of woody plants in the landscaping of northern cities depend on numerous indicators. This article touches upon the problems of plant resistance in relation to climatic and local growing conditions, the influence of the origin of seeds and plants of a certain species (growing area) on acclimatization to new environmental conditions.

**Keywords:** landscaping problems, northern cities, introduction

Проблема озеленения северных городов на данный момент, если смотреть на нее с точки зрения интродукции растений, является актуальной. С конца прошлого века появилось много возможностей для приобретения разнообразных видов древесных растений, но нужно учитывать то, что далеко не все виды завезенных растений могут хорошо себя чувствовать в суровых условиях нашего климата. Основным критическим фактором выживаемости растений в открытом грунте является минимальная температура воздуха в зимний период [1].



Также необходимо учитывать, что на растения оказывает губительное действие суровые и кратковременные морозы. Изучение литературных источников показало, что на практике в качестве показателя морозоопасности используют средний показатель из абсолютных минимумов температуры воздуха. Американский дендролог А. Редер использовал данный показатель при разработке справочника интродукции растений, в котором было предложено 7 зон устойчивости древесных растений на территориях США и Канады [2]. Позже предложенная система была дополнена и распространена на западную Европу.

Внутри каждой климатической зоны различные показатели могут значительно изменяться в зависимости от высоты местности по отношению к уровню океана, расположения склонов и речных долин, водоемов, а также направления ветров. В частности, температура воздуха может варьировать до 10 и более градусов относительно среднеминимальной.

Огромный вклад в изучение интродукции растений, выращиваемых в северных областях нашей страны, внес Рихорд Иванович Шредер. В 1918 г. было издано его сочинение, в котором дано краткое описание и указано естественное место произрастания различных видов и подвидов лиственных растений, а также приведен список хвойников. В предложенном Шредером списке особое внимание уделялось видам, применимым в озеленении садов, парков, а также устройстве мест общего назначения. Также Шредер обращает внимание на то, что большое влияние на зимостойкость растений имеет химический состав почвы и ее физические свойства [3].

Немаловажную роль играет происхождение семян и непосредственно самих растений. Другими словами, нужно учитывать ареал произрастания завезенного вида. Из этого следует, что у каждого растения есть пределы, с которыми связана возможность переносить сильную жару или холод до определенного момента климатических условий. Далее следует отметить, что также большое значение отводится акклиматизации растений. Необходимо отбирать экземпляры, которые удалось получить при разведении семенами, более стойкие к холоду, либо менее требовательные к теплу – те, что необходимы в конкретных условиях или ситуации.

Еще один важный аспект, который носит современный характер, – это влияние города. Городская среда является сложной системой, различной по функциям. Она должна удовлетворять потребностям человека и обеспечивать безопасность и комфорт нахождения в ней. Поэтому система озеленения города должна быть четко проработана с точки зрения безопасности и защиты населения от физических факторов, нести эстетическую функцию и главное нужно понимать, что озеленение является эффективным инструментом управления и важным условием для успешного развития города [4].

Но необходимо учитывать, что городская среда включает в себя такие негативные факторы, как недостаток влаги, уплотнение почвы, повышение температурного режима, изменение светового режима, а также выброс вредоносных веществ и тяжелых металлов в атмосферу. Поэтому необходимым условием для озеленения является изучение и понимание морфологических особенностей и физиологических процессов роста и развития древесных растений в городских условиях [5].

Важно помнить, что город оказывает влияние на интродукцию древесных растений, поэтому необходимо понимать, что городская среда должна не только удовлетворять потребностям человека, но и учитывать устойчивость растений к негативным факторам. В связи с этим нужно четко прорабатывать систему озеленения по всем аспектам, которые могут повлиять на рост и развитие древесной растительности.

Другими словами, подбор ассортимента при озеленении городов должен учитывать все особенности, связанные с выращиванием и интродукцией древесных растений, а также учитывать потребности человека для его комфортного пребывания в конкретных условиях.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что на интродукцию древесных растений влияют многочисленные факторы, к которым относятся климатические условия места произрастания растения, т. е. принадлежность растения к определенной климатической зоне; от этого зависит, насколько успешно растение в будущем приспособится к новым условиям среды. Также нужно учитывать местные условия: минимальную температуру воздуха в зимний период, высоту снежного покрова, продолжительность дня и ночи (фотопериодизм), количество теплых летних дней, рельеф и гидрологию ландшафта, многочисленные почвенные факторы.

А также понимать, что существенное значение оказывает взаимодействие растений и городской среды. Поэтому необходимо вводить в озеленение новые виды древесных растений устойчивых не только относительно морфологических и физиологических характеристик, но и с точки зрения негативных и антропогенных факторов городской среды. Если будут соблюдаться и учитываться все закономерности и особенности, связанные с выращиванием и интродукцией древесной растительности в условиях городской среды, то решить проблему, связанную с расширением ассортимента при озеленении северных городов, станет намного легче.

#### *Список источников*

1. Фирсов, Г. А. Хвойные в Санкт-Петербурге / Г. А. Фирсов, Л. В. Орлова. – Санкт-Петербург : ООО «Издательство «Росток», 2008. – С. 31–34.

2. Rehder A. Manual of Cultivated Trees and Shrubs. The Macmillan Company. – New York. – 1949. – С. 996.

3. Шредер, Р. И. Русский огород, питомник и плодовый сад : сочинение / Р. И. Шредер. – Петроград : Издание А. Ф. Девриена, 1918. – С. 492–493.

4. Привлекательность города как фактор территориальной мобильности в оценках студентов (на примере города Екатеринбурга) / С. Б. Антонова, Н. Л. Пименова, О. И. Абрамова // Научный журнал «Образование и наука». – 2019. – Т. 21, № 1. – С. 97–123.

5. Игнатова, М. В. Особенности формирования надземной фитомассы боярышника кроваво-красного, яблони ягодной, рябины обыкновенной и клена ясенелистного в условиях города Екатеринбурга : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Игнатова Марина Васильевна. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2011. – С. 22.

Научная статья  
УДК 630.44 (1-751.2)(571.54)

**ОЦЕНКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ  
НАСАЖДЕНИЙ В СОКОЛЬСКОМ БОРУ  
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «РУССКИЙ СЕВЕР»**

Денис Александрович Маров<sup>1</sup>, Лилия Валерьевна Зарубина<sup>2</sup>,

<sup>1,2</sup> ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, Вологда-Молочное, Россия

<sup>1</sup> denismarov54@gmail.com

<sup>2</sup> liliya270975@yandex.ru

**Аннотация.** В национальном парке «Русский Север» в летний период 2021 г. нами изучены последствия воздействия урагана. По результатам исследования можно сделать вывод, что без проведения оздоровительных мероприятий в виде выборочных санитарных рубок в скором времени санитарное состояние сосновых древостоев в Сокольском бору национального парка «Русский Север», по нашему мнению, может значительно ухудшиться.

**Ключевые слова:** национальный парк, насаждение, санитарное состояние, ветровал, бурелом, сухостой

Scientific article

**ASSESSMENT OF THE SANITARY CONDITION OF PINE PLANTS IN  
SOKOLSKY FOREST OF THE “RUSSIAN NORTH” NATIONAL PARK**

Denis A. Marov<sup>1</sup>, Liliya V. Zarubina<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Moscow Art Academy, Vologda-Molochnoe, Russia

<sup>1</sup> denismarov54@gmail.com

<sup>2</sup> liliya270975@yandex.ru

**Abstract.** In the National Park “Russian North” in the summer of 2021, we studied the consequences of the impact of the hurricane. According to the results of the study, it can be concluded that without health-improving measures in the form of selective sanitary felling, the sanitary condition of pine stands in the Sokolsky Forest of the Russian North National Park, in our opinion, may significantly deteriorate soon.

**Keywords:** national park, plantation, sanitary condition, windfall, windbreak, deadwood

Национальный парк «Русский Север» создан на территории Кирилловского района 20 марта 1992 г. в целях сохранения уникальных природно-культурных комплексов Вологодского Поозерья, использования их в рекреационных, эколого-просветительских и научных целях. На территории национального парка «Русский Север» располагается уникальная местность «Сокольский бор». Это лесной массив в юго-западной части национального парка на побережье Шекснинского водохранилища. Его протяженность с севера на юг около 10 км, с запада на восток – 2–3 км. Берег водохранилища активно посещается многочисленными туристами, которых Сокольский бор привлекает целебным воздухом, обилием ягод. На побережье оборудованы стоянки, есть места для купания, хорошие условия для ловли рыбы. Большое количество отдыхающих приводит к высокой рекреационной нагрузке на прибрежную полосу [1, 2].

Все леса национального парка «Русский Север» отнесены к категории защитных лесов национальных и природных парков. На территории национального парка выделены следующие функциональные зоны: заповедная, особо охраняемая, рекреационная и зона познавательного туризма [3].

В 2021 г. парк был закрыт для отдыхающих из-за сложной пожароопасной ситуации. Но ранее ежегодный поток посетителей, согласно данным учета контрольно-пропускного пункта, составил 5,7–6,2 тыс. чел./г.

Антропогенное воздействие способствует снижению санитарного состояния древостоя, приводит к деградации насаждения. В мае 2021 г. на территории Кирилловского района Вологодской области, где расположен парк, прошел ураган, который повредил и уничтожил много деревьев, и нами было принято решение оценить последствия данного природного бедствия для Сокольского бора в национальном парке.

Оценка санитарного состояния в национальном парке «Русский Север» проводилась в Кирилловском районе Вологодской области. По лесорастительному районированию территория Кирилловского района относится к таежной зоне, южно-таежному району Европейской части Российской Федерации [4]. Объектами исследования выступили три участка с преобладанием сосны одного класса возраста, но с разными лесорастительными условиями, обработка полевых материалов проводилась общепринятыми в таксации и лесоводстве методами.

Закладка пробных площадей (ПП) в естественных насаждениях производилась в соответствии с ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки» [2], оценка санитарного состояния, согласно действующим «Санитарным правилам в лесах РФ» [5], обработка

материалов выполнялась по общепринятым в лесоводстве и лесной таксации методикам [3].

Научные исследования нами производилась в июне 2018 и 2021 гг. на трех постоянных пробных площадях. В связи с этим и высокими температурами лета 2021 г. (+30–35 °С) парк был закрыт для посещения отдыхающими. Поэтому рекреационной нагрузке насаждения не подвергались, как и в летний период 2020 г., когда парк был закрыт для отдыхающих по причине пандемии. Характеристика объектов исследования представлена в табл. 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика пробных площадей

Порода	Ярус	Состав	А, лет	Класс бонитета	Средние		Тип леса	Р <sub>отн.</sub>	Кол-во, шт./га	Запас, м <sup>3</sup> /сост. породы
					Д, см	Н, м				
ПП 1, Сосняк черничный										
С	1	10СедЕ	88	III	29,6	20,2	С <sub>чер.</sub>	0,77	408	283
Е	1				26,7	20,1		0,01	6	4
Всего									0,78	504
ПП 2, Сосняк брусничный										
С	1	9СедЕ	75	III	23,5	19,7	С <sub>бр.</sub>	0,68	340	207
Е	1				21,7	20,8		0,03	21	3
Всего									0,71	361
ПП 3, Сосняк черничный										
С	1	10СедЕ	85	III	22,8	22	С <sub>чер.</sub>	0,66	404	200
Е	1				8,9	8,5		0,01	13	5
Всего									0,67	417

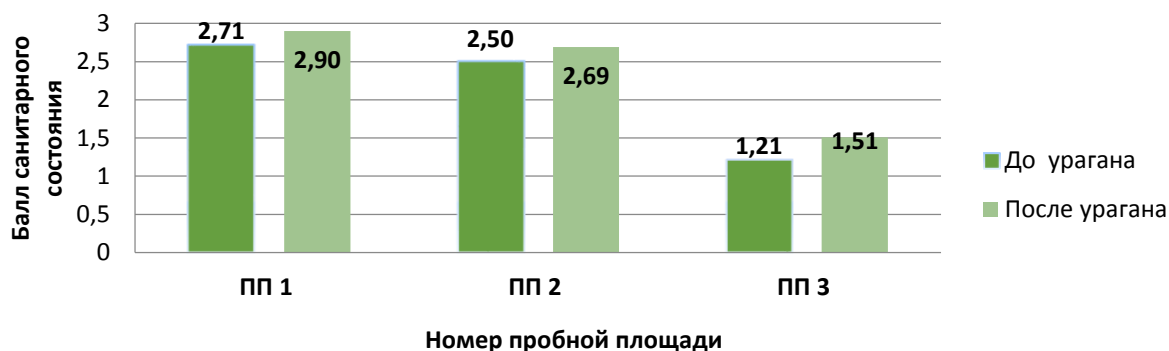
Удаленность опытных участков от побережья Волго-Балтийского канала составила: 1ПП – 32 м, 2ПП – 100 м, 3ПП – 158 м. Оценка санитарного состояния сосновых насаждений на объектах исследования показана в табл. 2 и рис. ниже.

Таблица 2

Оценка санитарного состояния насаждений

Категория санитарного состояния	Количество деревьев, шт.		
	1ПП	2ПП	3ПП
	С <sub>чер.</sub>	С <sub>бр.</sub>	С <sub>чер.</sub>
1	21	48	203
2	76	123	9
3	55	18	11
4	37	29	3
5	33	53	22
Итого	222	271	248
Средний балл	2,90	2,69	1,51

По данным таблицы можно сделать вывод, что все изученные насаждения отнесены к категории ослабленных, а самый низкий балл санитарного состояния выявлен на первом опытном участке, находящемся практически на побережье. Также необходимо отметить, что на территории участка располагается стоянка для отдыха.



Балл санитарного состояния на участках

По данным рисунка видно, что третий участок характеризуется более высоким баллом санитарного состояния, это можно объяснить тем, что он находится далеко от открытого пространства поверхности Волго-Балтийского канала. В процессе проведения исследования нами также оценен объем повреждений сосновым насаждениям на объектах исследования (табл. 3).

Таблица 3

Учет ветровала и ветролома на опытных участках

Номер пробной площади	Ветровал		Бурелом		Сухостой	
	количество деревьев, шт.	объем, м <sup>3</sup>	количество деревьев, шт.	объем, м <sup>3</sup>	количество деревьев, шт.	объем, м <sup>3</sup>
1 (Сбр.)	18	13,074	4	0,858	1	0,846
2 (Счер.)	13	4,826	8	1,464	1	0,175
3 (Сбр.)	13	4,204	7	1,001	–	–

Анализируя данные таблицы, можно отметить, что наибольший ущерб насаждениям нанесен на первой пробной площади, т. к. она расположена на побережье.

Как и ранее, нами отмечалось, что изученные насаждения относятся к категории ослабленных. Также отмечены летные отверстия стволовых вредителей, на сухостойной и валежной древесине присутствуют многочисленные ходы малого соснового лубоеда (*Blastophagus minor* (Hart.)), который является одним из первичных вредителей сосновых древостоев. Также обнаружены летные отверстия черного соснового усача

(*Monochamus galloprovincialis* (Ol.)). Таким образом, без проведения оздоровительных мероприятий в виде выборочных санитарных рубок в скором времени санитарное состояние сосновых древостоев в Сокольском бору национального парка «Русский Север», по нашему мнению, может значительно ухудшиться.

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что последствия причиненного ущерба ураганом и человеком необходимо контролировать и принимать соответствующие меры для того, чтобы насаждения особо охраняемых территорий имели высокий балл санитарного состояния.

#### *Список источников*

1. Об утверждении Положения о национальном парке «Русский Север» : приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 12 июля 2022 года № 471 // Кодекс. – URL: [https:// docs.cntd.ru/document/351621470?marker=6520IM](https://docs.cntd.ru/document/351621470?marker=6520IM) (дата обращения: 21.11.2022).

2. Зарубина, Л. В. Оценка естественного возобновления в национальном парке «Русский Север» / Л. В. Зарубина, Ю. А. Платонова, В. А. Зайцева : материалы XVIII Международной научно-технической конференции Актуальные проблемы развития лесного комплекса. – Вологда, 2020. – С. 48–51.

3 Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации (с изменениями на 19 февраля 2019 года) : приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18 августа 2014 года № 367 // Кодекс. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420224339> (дата обращения: 12.10.2022).

4. ОСТ 56 69–83. Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки : издание официальное : введен 1983-05-23 / Государственный комитет СССР по лесному хозяйству. – Москва : Центральное бюро научно-технической информации Гослесхоза СССР, 1983. – 59 с.

5. Об утверждении правил санитарной безопасности в лесах : Постановление Правительства РФ от 19 декабря 2020 года № 2047 // Кодекс. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573053313> (дата обращения: 12.10.2022).



Научная статья  
УДК 630\*524.2

## ТАБЛИЦЫ ОБЪЕМОВ СТВОЛОВ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В ОЗЕЛЕНИТЕЛЬНЫХ ПОСАДКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА

**Кристина Александровна Марушина<sup>1</sup>, Денис Сергеевич Донгузов<sup>2</sup>,  
Ирина Владимировна Шевелина<sup>3</sup>, Дарья Евгеньевна Тесля<sup>4</sup>**

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

<sup>4</sup> Уральский лесотехнический колледж, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> k.marushina@mail.ru

<sup>2</sup> denisdonguzov191@gmail.com

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

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

**Аннотация.** Впервые для деревьев ели сибирской, произрастающих в озеленительных посадках г. Екатеринбурга, разработаны трехходовые таблицы объемов стволов. Для сбора данных у растущих деревьев ели использовали программно-измерительный комплекс на базе ГИС Field Map. Статистико-графические работы проведены (графический, корреляционный, парный и множественный регрессионный анализы) в программе *Statistica 10*. В итоге разработано многофакторное уравнение, в качестве определяющих в него вошли: диаметр на высоте груди, высота и второй коэффициент формы.

**Ключевые слова:** ель сибирская, таблицы объемов, городские озеленительные посадки, программно-измерительный комплекс

Scientific article

## TABLES OF VOLUMES OF SIBERIAN SPRUCE TRUNKS IN LANDSCAPING PLANTINGS OF YEKATERINBURG

**Christina A. Marushina<sup>1</sup>, Denis S. Donguzov<sup>2</sup>, Irina V. Shevelina<sup>3</sup>,  
Daria E. Teslya<sup>4</sup>**

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

<sup>4</sup> Ural Forest College, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> k.marushina@mail.ru

<sup>2</sup> denisdonguzov191@gmail.com

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

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

**Abstract.** For the first time, three-entry tables of trunk volumes have been developed for Siberian spruce trees growing in landscaping plantings in Yekaterinburg. To collect data from growing spruce trees, a software-measuring complex based on GIS Field Map was used. Statistical and graphical work was carried out (graphical, correlation, paired and multiple regression analyses) in the Statistica 10 program. As a result, a multifactorial equation was developed, as determining factors it included: diameter at chest height, height and the second shape coefficient.

**Keywords:** siberian spruce, volume tables, urban landscaping plantings, software and measurement complex

Применение лесотаксационных нормативов для таксации насаждений, произрастающих в городских условиях, приводит к значительным ошибкам, это связано с различиями в условиях произрастания [1]. Работники зеленого хозяйства в своей практике используют лесные нормативы из-за отсутствия таблиц, разработанных специально для городских условий. Анализ специальной литературы показал, что в настоящее время существуют только отдельные оценочные таблицы, разработанные для городских насаждений [2].

Целью исследования была разработка таблиц для оценки объемов стволов деревьев ели сибирской, произрастающих в условиях города.

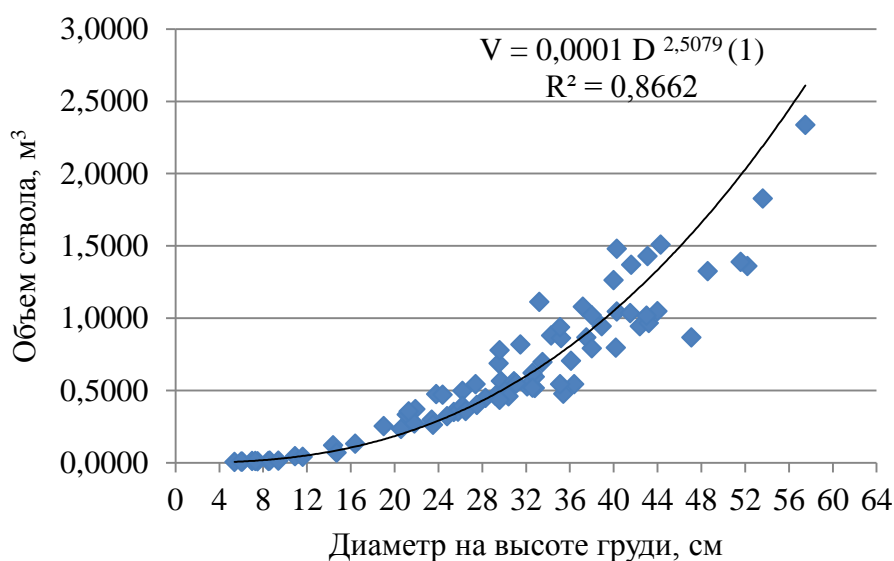
Объектом исследований послужили деревья ели сибирской, растущие в посадках г. Екатеринбурга. Биометрические показатели деревьев охватывают широкий диапазон, например, диаметры на высоте груди ( $D$ ) от 5,4 до 48,6 см, высоты ( $H$ ) – от 3,2 до 23,9 м. Деревья данного вида в изучаемых посадках имеют санитарное состояние от здоровых (1 балл) до ослабленных (2 балла). В общей сложности было обмерено 80 деревьев данного вида на 5 участках г. Екатеринбурга, которые располагаются в трех административных районах: Кировском (ул. Мира, ул. Первомайская), Орджоникидзевском (ул. Фестивальная) и Октябрьском (ул. Сибирский тракт, ул. Мичурина).

Для составления таблиц объемов необходимы массовые обмеры формы ствола деревьев. Данная процедура возможна у срубленных деревьев, а в городских условиях рубка недопустима. Использование современных программно-измерительных комплексов (далее ПИК) позволяет получить информацию о диаметрах деревьев на разных высотах с достаточной точностью без их рубки [3].

Для всех обмеренных деревьев в камеральных условиях рассчитали объемы ( $V$ ) стволов и второй коэффициент формы ( $q^2$ ).

Следующим шагом было построение графика зависимости объемов стволов от диаметров на высоте груди ( $D$ ) деревьев (рис. ниже). Выявлено, что теснота связи между исследуемыми показателями высокая. Данная зависимость хорошо описывается степенной функцией. Уравнение зависимости (1) представлено на графике (рисунок). Коэффициент

детерминации составляет  $R^2 = 0,866$ , это говорит о том, что диаметр объясняет варьирование объемов стволов на 96,6 %, на остальные факторы (высота, второй коэффициент формы) приходится 3,4 %.



Зависимость объемов стволов деревьев от диаметра

Для того чтобы приблизить данные к линейному виду, возвели диаметр в квадрат. Графический анализ показал, что зависимость объемов от квадрата диаметров хорошо описывается линейной функцией:

$$V = 0,0006 \cdot D^2. \quad (1)$$

Значение коэффициента детерминации равно  $R^2 = 0,888$ .

Обзор специальной литературы показал, что на объем стволов кроме диаметра на высоте груди заметное влияние оказывают их высота и форма ствола.

Анализ значений  $q_2$  показал, что у деревьев ели в городских парках и скверах он изменяется в достаточно широком диапазоне от 0,29 до 0,85. Среднее значение  $q_2$  составляет 0,47. Весь полученный массив анализируемого показателя разбили на три категории. Выяснили, что деревья ели присутствуют во всех категориях сбежистости ствола. К категории сильносбежистых отнесено 45 шт. деревьев, среднесбежистых – 32 и малосбежистых – всего 3. Использование в дальнейшем исследовании второго коэффициента формы обосновано.

Далее проведен корреляционный анализ между исследуемыми показателями  $V$  и  $H$ ,  $V$  и  $q_2$  (табл. 1), который доказал, что в базовую модель наряду с квадратом диаметра необходимо ввести высоту (теснота связи значительная) и второй коэффициент формы (слабая).

Таблица 1

## Корреляционная матрица

Показатели	Объем, м <sup>3</sup>	Оценка тесноты связи
Диаметр, см	0,930	очень высокая
Диаметр в квадрате, см	0,931	очень высокая
Высота, м	0,637	значительная
Второй коэффициент формы ( $q_2$ )	0,189	слабая

На этапе разработки объемных таблиц с учетом характера зависимости объема стволов ели в городских посадках от их диаметра на высоте груди, высоты и коэффициента формы нами представлена базовая модель:

$$V = f(D^2, H, q_2). \quad (2)$$

В ходе проведения множественного регрессионного анализа были изучены различные комбинации переменных. Для каждого уравнения рассчитаны коэффициенты детерминации и значения  $t$ -критериев Стьюдента коэффициентов.

Итоговое уравнение имеет следующий вид:

$$V = 0,0006 \cdot D^2 + 0,013624 \cdot H \cdot q_2; \quad (3)$$

$t$ -критерии: 18,3 и 3,02.

Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,884$ . Значения  $t$ -статистики коэффициентов уравнения показывают, что коэффициенты факторов в уравнении в высшей степени достоверны ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{стад } 5\%}$ ).

На основании итогового уравнения разработаны три таблицы объемов для сбежистых ( $q_2 = 0,38$ ), среднесбежистых ( $q_2 = 0,58$ ) и малосбежистых ( $q_2 = 0,77$ ) стволов деревьев ели сибирской, которые произрастают в городских условиях. Фрагмент таблицы объемов для среднесбежистых стволов деревьев ели сибирской представлен в табл. 2.

Разработанные таблицы, учитывающие специфику роста деревьев в озеленительных посадках города, обеспечивают значительно большую точность, чем таблицы объемов, составленные для естественных древостоев. Таблицы объемов могут успешно применяться в практике городского зеленого хозяйства.

Таблица 2

Таблица объемов стволов деревьев ели сибирской  
в городских посадках при  $q_2 = 0,58$

Диаметр на высоте груди, см	Объем при высоте, м <sup>3</sup>					
	4	10	12	16	20	24
8	0,0659	0,1133	0,1291	0,1607	0,1923	0,2239
12	0,1087	0,1561	0,1719	0,2035	0,2351	0,2667
16	0,1687	0,2161	0,2319	0,2635	0,2951	0,3267
20	0,2458	0,2932	0,3090	0,3406	0,3722	0,4038
24	0,3400	0,3874	0,4032	0,4348	0,4665	0,4981
28	0,4514	0,4988	0,5146	0,5462	0,5778	0,6094
32	0,5799	0,6273	0,6431	0,6747	0,7063	0,7379
36	0,7255	0,7730	0,7888	0,8204	0,8520	0,8836
40	0,8883	0,9357	0,9515	0,9831	1,0148	1,0464

#### Список источников

1. Нуриев, Д. Н. Разработка таблиц объемов стволов березы для озеленительных посадок города Екатеринбурга на основе данных, полученных программно-измерительным комплексом Field-map / Д. Н. Нуриев, И. В. Шевелина, З. Я. Нагимов // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 11–1. – С. 54–60. – URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36905> (дата обращения: 04.12.2022).

2. Артемьев, О. С. Методы таксации городских насаждений : монография / О. С. Артемьев. – Красноярск : Сибирский гос. техн. ун-т, 2003. – 100 с.

3. Нуриев, Д. Н. Строение, рост и состояние озеленительных посадок березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в условиях г. Екатеринбурга : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Дмитрий Наильевич Нуриев. – Екатеринбург, 2019. – 171 с.

Научная статья  
УДК 631.529+574.24

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ *PAULOWNIA TOMENTOSA* В САНИТАРНО-ЗАЩИТНОМ ОЗЕЛЕНЕНИИ КРАСНОЯРСКА

Яна Вячеславовна Мезенина<sup>1</sup>, Кира Валентиновна Шестак<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий  
им. академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

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

<sup>2</sup> k\_shestak@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрены ценные свойства павлонии войлочной, возможности ее применения в качестве фиторемедианта в санитарно-защитном озеленении и перспективы использования в условиях климата Красноярска.

**Ключевые слова:** экология, озеленение, фиторемедиация, интродукция, акклиматизация

Scientific article

## PROSPECTS FOR THE USE OF *PAULOWNIA TOMENTOSA* IN THE SANITARY AND PROTECTIVE GARDENING OF KRASNOYARSK

Yana V. Mezenina<sup>1</sup>, Kira V. Shestak<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,  
Krasnoyarsk, Russia

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

<sup>2</sup> k\_shestak@mail.ru

**Abstract.** Valuable properties of *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud., the possibilities of its use as a phytoremediant in sanitary and protective gardening and prospects for the use in the climate of Krasnoyarsk are considered.

**Keywords:** ecology, landscaping, phytoremediation, introduction, acclimatization

Павлония войлочная, именуемая также Императорским или Адамовым деревом, – это вид древесных растений рода Павлония (*Paulownia* Siebold & Zucc.) семейства Павлонниевые (*Paulowniaceae* Nakai.), естественным ареалом произрастания которого являются территории Китая. До середины XIX века растения этого вида встречались

только в странах Дальнего Востока, пользуясь особой популярностью у жителей Японии, где по описаниям летописей, датированных 200 г. н. э., стали национальным достоянием.

Лишь в 1823 году об этом виде узнали в Европе: в ходе своей экспедиции в Восточную Азию немецкий естествоиспытатель Филипп Франц фон Зибольд собрал семена священной Кири (в переводе с японского «жизнь») – именно такое имя носит порода среди населения Японии, и по возвращении высадил растение на территории Голландии, где оно прижилось и получило название Павловния в честь королевы Нидерландов Анны Павловны [1]. С этого времени и начинается успешный опыт интродукции павловнии в Европе.

Красота – одна из первостепенных причин распространения этого вида в странах Европы и Северной Америки, где порода активно культивируется в настоящее время. Павловния войлочная – высокодекоративное дерево, используемое в озеленении городских пространств и частных территорий. Обильное бледно-фиолетовое цветение в безлистном состоянии ранней весной, крупные листья и структурность кроны создают уникальный образ по-настоящему королевского растения. Однако, декоративность – это не единственный показатель, позволяющий судить о практической значимости применения павловнии войлочной в городском озеленении.

Еще одна сфера применения вида, все больше набирающая популярность в индустриальных странах, дала новое название павловнии – Экодерево XXI века. Благодаря своим биоремедиативным свойствам и устойчивости к антропогенным факторам, павловния войлочная все чаще используется в санитарно-защитном озеленении производственных объектов. Обширная площадь фотосинтезирующей поверхности павловнии войлочной делает ее эффективным фиторемедиантом, компенсирующим углеродный след промышленных предприятий. Этому способствует и высокая скорость секвестрации углерода. Объем ее секвестрации – около девяти тонн  $\text{CO}_2$ -экв./га в год [2]. Многочисленные крупные листовые пластины и их морфологические особенности, в частности опушенность, обеспечивают возможность применения павловнии войлочной для пылефльтрации, что не менее ценно в санитарно-защитном озеленении. Кроме того, вид применяется и для фиторемедиации нарушенных почв. Павловния проявляет устойчивость к загрязненным грунтам и способна аккумулировать ионы тяжелых металлов, таких как медь, свинец, цинк, никель и т.д. [3, 4]. Быстрота роста увеличивает эффективность вида в фиторемедиации, поскольку скорость аккумуляции вредных веществ у павловнии войлочной значительно выше, чем у большинства видов, традиционно применяемых с целью очистки среды от загрязнения. Порода может быть использована и для предотвращения эрозии почв, что обусловлено анатомо-морфологическими характеристиками ее быстроразвивающейся корневой системы [4]. Представленные данные

свидетельствуют о перспективности выбора санитарно-защитного озеленения в качестве интродукционной направленности для павловнии войлочной.

Красноярск является крупнейшим развитым культурным, экономическим и промышленным центром Восточной Сибири. При этом, деятельность сосредоточенных в городе и на его окраинах промышленных предприятий, интенсивное развитие средств транспорта, особенности ландшафта и климата создают атмосферу, губительно сказывающуюся на здоровье жителей. По данным экомониторинга IQAir, Красноярск регулярно занимает лидирующие позиции в рейтинге самых загрязненных городов мира [5]. В таких условиях особенно актуальной становится повестка биомониторинга и средозащитных технологий.

В регионах естественного произрастания видовая павловния войлочная может выдерживать без повреждений воздействие температуры до минус 15 °С. Сортовое разнообразие вида включает в себя и более морозоустойчивые растения, способные расти и полноценно развиваться в открытом грунте при температуре до минус 30 °С. Для таких условий выведены сорта «Pao Tong Z07» и «Shan Tong» [6].

При рассмотрении интродукционных возможностей Красноярска, характеризующегося низким температурным минимумом и резкими перепадами температуры как в течение суток, так и сезонно, актуальным становится применение при первичном интродукционном испытании павловнии войлочной методов активной акклиматизации.

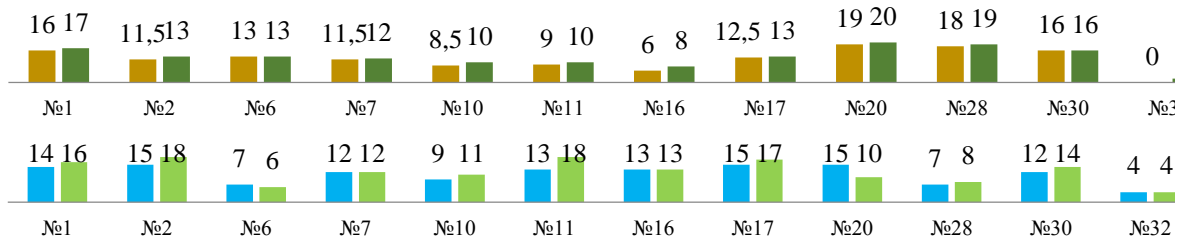
В целях разработки методологии адаптации павловнии в условиях Красноярска в СибГУ им. М. Ф. Решетнева заложен опыт, в задачи которого входит исследование адаптационных способностей и подбор оптимальной агротехники выращивания вида в сибирском климате. На трех пробных площадях, расположенных в центре, на окраине и в окрестностях Красноярска, отличающихся температурным, влажностным, инсоляционным и эдафическим микроклиматом, а также уровнем антропогенной нагрузки, 2 июня 2022 года были высажены в открытый грунт двулетние сеянцы видовой павловнии войлочной, выращенные из семян кировского происхождения в условиях закрытого грунта. Для дальнейшего анализа их приживаемости и акклиматизации к новым условиям, перед высадкой проведены замеры биометрических показателей каждого экземпляра.

На 45-й день с даты посадки проведена инвентаризационная оценка опытных растений. Установлено 100 % приживаемости. Прирост неодревесневшей части стебля от 0,5 до 3,0 см дали 69,4 % общего числа саженцев. Наибольшее количество экземпляров с приростом отмечено на опытной площадке в дендрарии, максимальная длина прироста в открытом грунте оранжереи. У 41,7 % опытных экземпляров отмечено увеличение числа листьев на дату учета по сравнению с датой высадки, у 16,7 %

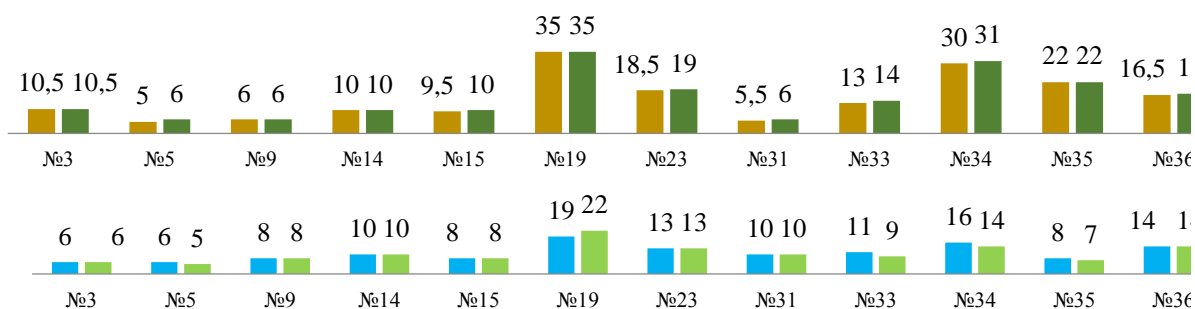


саженцев зафиксирован сброс листьев в процессе приживания, у остальных растений данный количественный показатель остался неизменным, при значительном увеличении площади листовых пластин. Максимальное увеличение (на 5 шт.) числа листьев на опытном экземпляре за анализируемый период отмечено в условиях дендрария (рисунок).

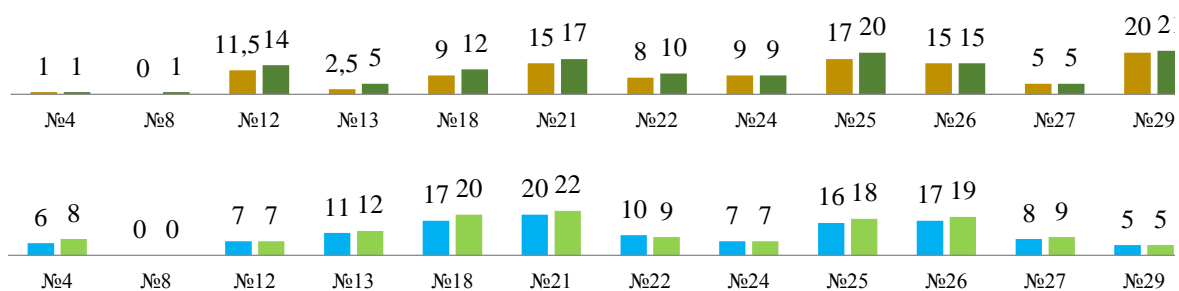
Дендрарий СибГУ им. М. Ф. Решетнева



Ботанический сад им. Вс. М. Крутовского



Открытая площадка оранжереи СибГУ им. М. Ф. Решетнева



Вариабельность морфометрических признаков опытных экземпляров *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. на экспериментальных площадках:

- – длина неодревесневшей части стебля 02.06.2022 г., см;
- – длина неодревесневшей части стебля 20.07.2022 г., см;
- – количество листьев 02.06.2022 г., шт.;
- – количество листьев 20.07.2022 г., шт.

С целью повышения устойчивости саженцев к воздействию отрицательных температур в конце вегетационного сезона (12.08.22 г. и 29.09.22 г.) проведена обработка растений иммуностимулятором «Циркон» в концентрации препарата 1,0 % и 0,5 %. Для предотвращения

повреждения растений в зимний период устроен защищенный грунт – три варианта укрытий (с применением каркасов и без них) с утеплителем «спанбонд» плотностью 60 г/м<sup>2</sup> в трех вариантах слойности.

Следующим этапом исследований станет анализ состояния перезимовавших экземпляров и отработка методики их вегетативного размножения разными способами. В настоящее время закладывается опыт оценки качества семян павловнии войлочной сорта «Pao Tong Z07» новгородского происхождения и культивирования сеянцев данного сорта в закрытом грунте. В перспективе запланированы опыты выращивания сортовых и видовых биотипов павловнии войлочной в пристановочной культуре.

Обращаясь к мировой практике, можно сделать вывод, что применение павловнии войлочной в санитарно-защитном озеленении является эффективным способом защиты урбанизированных территорий от влияния промышленных предприятий. Однако, использование данной породы для создания зеленых насаждений в зонах производств Красноярска пока остается перспективной, но трудновыполнимой задачей, поскольку первоначально необходим целый комплекс мероприятий по акклиматизации павловнии к условиям сибирского региона, в том числе основанных на разработке и применении альтернативных методик агротехники выращивания.

#### *Список источников*

1. Павловния (Адамово дерево): описание, полезные свойства, посадка, выращивание, уход / Whatflower : [сайт]. – URL: <https://whatflower.ru/houseplants/pavlovniya-adamovo-derevo-opisanie-poleznye-svoystva-posadka-vyrashhivanie-uxod/#i> (дата обращения: 01.12.2022).

2. Битва за климат: карбоновое земледелие как ставка России : экспертный доклад / А. Ю. Иванов, Н. Д. Дурманов, М. П. Орлов [и др.]. – Москва : Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2021. – 120 с. – EDN RBUAZO.

3. Романова, М. Н. Павловния для биоремедиации урбанизированных почв / М. Н. Романова, Ю. С. Шимова // Современные проблемы химии, технологии и фармации : сборник материалов международной научно-практической конференции, (17–18 ноября 2020 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова, 2020. – С. 196–200.

4. Андрейчук, Д. А. Павловния войлочная в озеленении урбанизированных территорий / Д. А. Андрейчук // Экология и природопользование : сборник статей по материалам II Всероссийской научно-практической конференции (06–10 июня 2022 года). – Краснодар:

Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, 2022. – С. 202–206.

5. Машковцев, А. Черное небо над репутацией. Красноярск признали самым грязным городом мира – причин не счесть / А. Машковцев. // Телеканал 360 : [сайт]. – URL: <https://360tv.ru/news/tekst/chnoe-nebo-nad-reputatsiej/> (дата обращения: 01.12.2022).

6. Costea M. et al. Genus Paulownia: versatile woodspecies with multiple uses-a review // Life science and sustainable development. – 2021. – Т. 2, № 1. – С. 32–40.

Научная статья  
УДК 630\*182.46

## **АНАЛИЗ ИНВАЗИОННОЙ АКТИВНОСТИ *ACER NEGUNDO* L. В ЮГО-ЗАПАДНОМ ЛЕСНОМ ПАРКЕ ЕКАТЕРИНБУРГА**

**Никита Сергеевич Мильков<sup>1</sup>, Екатерина Михайловна Мухачева<sup>2</sup>, Елена Александровна Тишкина<sup>3</sup>, Анна Владимировна Лантинова<sup>4</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> nik.nikita.milkov2001@gmail.com

<sup>2</sup> katy1167@gmail.com

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

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

**Аннотация.** Изучен адаптационный механизм распространения *Acer negundo* L. на примере местообитаний в Юго-западном лесном парке на основе популяционных (возрастная и виталитетная структура) и организменных параметров (морфометрические показатели). Оценка инвазионного потенциала позволила установить сходные черты внедрения клена ясенелистного в любом его местообитании.

**Ключевые слова:** *Acer negundo* L., возрастная и виталитетная структуры, фрагмент ценопопуляции

Scientific article

## **ANALYSIS OF THE INVASIVE ACTIVITY OF *ACER NEGUNDO* L. IN THE SOUTH-WESTERN FOREST PARK OF YEKATERINBURG**

**Nikita S. Milkov<sup>1</sup>, Ekaterina M. Mukhacheva<sup>2</sup>, Elena A. Tishkina<sup>3</sup>, Anna V. Lantinova<sup>4</sup>**

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

<sup>1</sup> nik.nikita.milkov2001@gmail.com

<sup>2</sup> katy1167@gmail.com

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

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

**Abstract.** The article studies the adaptive mechanism of the spread of *Acer negundo* L. on the example of habitats in the Southwestern Forest Park based on population (age and vital structure) and organizational parameters (morphometric indicators). The assessment of the invasive potential allowed us to establish similar features of the introduction of the ash-leaved maple in any of its habitats.

**Keywords:** *Acer negundo* L., age and vital structure, fragment of cenopopulation

Из 3,9 % видов флоры Земли, натурализовавшихся в новых для них регионах [1], наибольшая угроза разнообразию аборигенных сообществ связана с растениями-трансформерами, которые могут блокировать нормальное протекание сукцессий [2]. Объектом исследования выбран клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) не случайно, так как он является одним из самых агрессивных древесных видов в лесной зоне Евразии [3]. Поэтому изучение процессов, которые протекают в лесопарковой зоне Екатеринбурга при внедрении в них клена ясенелистного представляется весьма актуальным.

Цель исследования – изучение инвазии клена ясенелистного в лесопарковую зону Екатеринбурга.

Исследования клена ясенелистного проведены в 2021 г. в семи фрагментах ценопопуляций (ФЦП) в Юго-западном лесном парке Екатеринбурга (56°47'54"N, 60°32'22"E) (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика исследуемых местообитаний *Acer negundo* L.

Номер фрагмента ценопопуляци	Характеристика местообитания			Общая плотность, экз./га	Морфометрические показатели		
	Тип леса	Древостой			Высота, м	Площадь проекции кроны, м <sup>2</sup>	Объем кроны, м <sup>3</sup>
		Состав	Сомкнутость древесного полога				
1	Сосняк разнотравный	10С	0,5	2744	1,19±0,18	0,49±0,15	0,45±0,19
2	Сосняк разнотравный	10С	0,4	577	0,37±0,06	0,05±0,01	0,01±0
3	Сосняк хвощево-разнотравный	9С1Б	0,5	1300	1,59±0,45	1,49±0,76	3,94±0,18
4	Сосняк хвощево-разнотравный	9С1Б	0,4	1933	0,65±0,08	0,10±0,02	0,03±0,01
5	Сосняк разнотравный	10С	0,5	1477	0,74±0,12	0,11±0,02	0,05±0,01
6	Сосняк разнотравный	10С	0,4	2044	1,36±0,17	0,13±0,02	0,08±0,02
7	Сосняк разнотравный	10С	0,5	1244	0,48±0,09	0,09±0,03	0,03±0,02

Для характеристики местообитаний применяли стандартные методы [4]. Комплексное изучение выполняли на основе возрастной и виталитетной структуры, организменных и популяционных признаков особей.

На территории Юго-западного лесопарка клен произрастает в сосняках разнотравных и ягодниковых на 31,3 гектарах (5,3 % общей площади лесопарка) преимущественно в густом подлеске (78,91 %) при полноте 0,5. Плотность особей в местообитаниях варьирует от 577 до 2744 штук на гектаре. Максимальное количество клена установлено в сосняке разнотравном при сомкнутости полога 0,5 (ФЦП1). Жизненное состояние растений ухудшается с увеличением сомкнутости древесного полога древостоя ( $r = -0,80$ ,  $p < 0,05$ ), варьируя от 63 до 84 % с преобладанием ослабленных особей (табл. 2). Наиболее высокий индекс эффективности характерен для 5,6 ФЦП в сосняке разнотравном.

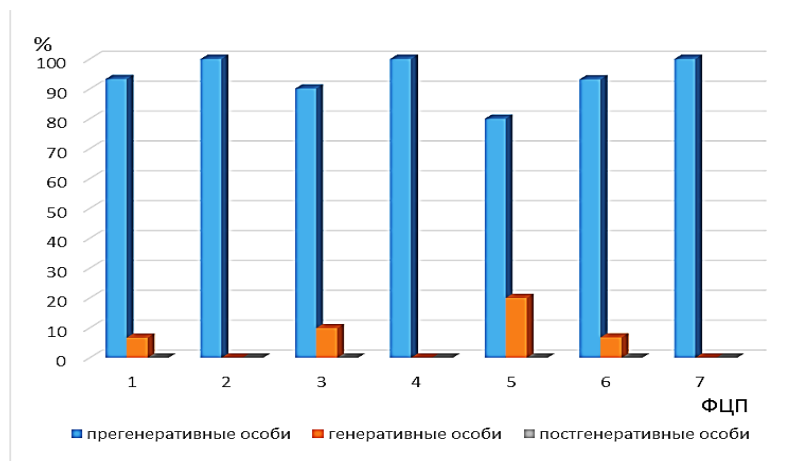
Таблица 2

Популяционная характеристика местообитаний *Acer negundo* L.

Фрагмент ценопопуляции	Виталитетный спектр, %					Индекс жизненного состояния, %	Индексы			
	n1 здоровые особи	n2 ослабленные особи	n3 поврежденные особи	n4 отмирающие особи	n5 сухой		возрастности	замещения	восстановления	эффективности
1	20,0	76,6	3,4	0	0	75	0,08	14	14	0,31
2	33,3	56,7	10,0	0	0	77	0,03	0	0	0,14
3	20,0	60,0	16,6	3,4	0	69	0,13	9	9	0,36
4	46,6	46,6	6,8	0	0	82	0,06	0	0	0,24
5	46,6	53,4	0	0	0	84	0,12	4	4	0,41
6	36,6	43,4	20,0	0	0	75	0,11	14	14	0,38
7	3,4	73,3	20,0	3,3	0	63	0,04	0	0	0,18

Виталитетный спектр клена в Юго-западном лесопарке представлен следующими растениями: здоровыми особями от 3,4 до 46,6 %, ослабленными от 46,6 до 76,6 %, сильно поврежденными от 3,4 до 20 % и отмирающими 3,4 %.

С увеличением сомкнутости древостоя возрастает доля генеративных особей ( $r = 0,96$ ,  $p < 0,05$ ) и их морфологические показатели (высоты ( $r = 0,93$ ,  $p < 0,05$ ), площади проекции ( $r = 0,79$ ,  $p < 0,05$ ) и объема кроны ( $r = 0,66$ ,  $p < 0,05$ ), но с увеличением возраста клена снижается виталитетность особей ( $r = 0,89$ ,  $p < 0,05$ ). В лесопарке *Acer negundo* формирует жизненную форму одноствольного дерева. Выделено в возрастной структуре два периода: прегенеративный и генеративный (рисунок) и шесть онтогенетических состояний.



Онтогенетический спектр местообитаний *Acer negundo* в Юго-западном лесном парке

Во всех местообитаниях *Acer negundo* доминируют прегенеративные особи, составляющие от 80 до 100 %, доля генеративной фракции незначительна от 6,7 до 20 %. В преобладающей части местообитаний клен достиг возобновительной способности, это подтверждают высокие значения индексов восстановления и замещения, исключение составляют ФЦП 2, 4, 7. Данные фрагменты ценопопуляции находятся в начальной стадии инвазии.

Клен ясенелистный растет в 11 лесопарках Екатеринбурга на площади 228 гектаров. Исследованы семь (из 15) местообитаний в Юго-западном лесопарке. Район исследования отличается высокой антропогенной нагрузкой, так как он изобилует многочисленными дорогами, сетью тропинок, площадками для пикников и костров. *Acer negundo* начинает свою инвазию с открытых пространств и хорошо внедряется в лесные массивы, преимущественно в сосняки разнотравные и хвощево-разнотравные. Агрессивность клена ясенелистного в сочетании с его теневыносливостью, высокой плодовитостью и скоростью роста, а также способностью противостоять высоким рекреационным нагрузкам, образует многоярусные заросли.

#### Список источников

1. Global exchange and accumulation of non-native plants / V. M. Kleunen [et al.] // Nature. – 2015. – № 525 (7567). – С. 100–103.
2. Виноградова, Ю. К. Черная книга флоры Средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, Л. В. Хорун. – Москва : ГЕОС, 2010. – 512 с.
3. Naturalization of introduced plants: ecological drivers of biogeographical patterns / D. M. Richardson, P. Pyšek // New Phytol. – 2012. – № 196 (2). – С. 383–396.
4. Тишкина, Е. А. Состояние ценопопуляций *Juniperus communis* L. в Керженском заповеднике Нижегородской области / Е. А. Тишкина // Известия ОГАУ. – 2020. – № 2 (82). – С. 114–119.

Научная статья  
УДК 630.221.0

## ОСОБЕННОСТИ ОПЕРАЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН С СИСТЕМОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ НЕСПЛОШНЫХ РУБКАХ

**Антон Максимович Миронов<sup>1</sup>, Андрей Вениаминович Мехренцев<sup>2</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> 9221250250@list.ru

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

**Аннотация.** Рассмотрен комплексный подход с учетом значимости экологических и социальных функций леса при поэтапной механизации и цифровизации лесохозяйственных работ. Представлена систематизация факторов, которые следует учитывать при проектировании технологического процесса. Рассмотрены компетенции оператора харвестера, необходимые для отбора деревьев в рубку при несплошных рубках. Обосновано применение секторного метода операционного планирования работы харвестера. Обоснованы перспективы использования интеллектуальной системы управления лесозаготовительной машины.

**Ключевые слова:** харвестер, технологический процесс, несплошные рубки, квалификация оператора харвестера, интеллектуальная система управления

Scientific article

## FEATURES OF OPERATIONAL PLANNING OF LOGGING MACHINES WITH INTELLIGENT CONTROL SYSTEM FOR SELECTIVE LOGGING

**Anton M. Mironov, Andrey V. Mehrentsev**

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

<sup>1</sup> 9221250250@list.ru

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

**Abstract.** The article considers an integrated approach taking into account the importance of ecological and social functions of the forest in the phased mechanization and digitalization of Forest work. The systematization of factors that should be taken into account when designing a technological process is presented. The competence of the harvester operator necessary for the selection



of trees for felling during non-continuous felling is considered. The application of the sector method of operational planning of the harvester is justified. The prospects of using an intelligent control system of a logging machine are substantiated.

**Keywords:** harvester, technological process, incomplete logging, harvester operator qualification, intelligent control system

При оценке технологических возможностей машин и оборудования, применяемого при рубке леса, необходимо учитывать комплекс внешних факторов, которые следует систематизировать, что позволит осуществить оптимальный выбор технологического процесса. Все больше возрастает необходимость комплексного подхода с учетом роста значимости экологических и социальных функций леса при поэтапной механизации и цифровизации работ в лесу [1]. При этом традиционно негативный подход к оценке влияния лесосечных работ на экологическое состояние лесных управляемых систем в условиях модели интенсивного ведения лесного хозяйства становится неверным.

В процессе проектирования лесозаготовок отступление от лесоводственных требований может привести к снижению комплексной эффективности за счет роста затрат на других технологических фазах ведения лесного хозяйства. В качестве такого комплексного показателя эффективности вполне может рассматриваться индикатор углерод-депонирующей способности формируемого насаждения.

Рассмотрим систематизацию факторов, которые следует учитывать при проектировании технологического процесса ведения лесного хозяйства [2].

#### 1. Компоненты леса:

- почва и подстилаяющая материнская порода;
- напочвенный покров;
- корневые системы растений;
- подрост;
- подлесок;
- древостой.

#### 2. Влияние особенностей взаимодействия движителя лесных машин с лесными почво-грунтами:

- наличие минерализации почвы;
- уплотнение почвы при колееобразовании;
- влияние движителя лесных машин на корневые системы деревьев;
- наличие особенностей рельефа местности.

#### 3. Влияние особенностей структуры насаждения

- наличие подроста;
- необходимость отбора деревьев, подлежащих рубке;

- необходимость размещения в процессе выполнения рубки лесосечных отходов;

- наличие различных физико-механических свойств у деревьев различных пород в различных климатических условиях.

Факторы, оказывающие наибольшее влияние на выбор технологии ведения лесного хозяйства, группируются следующим образом:

- природно-климатические факторы (почвенно-грунтовые условия; период сокодвижения в дереве и период покоя; морозно-снежный и бесснежный периоды года);

- таксационные характеристики насаждения (крупномерность деревьев; густота древостоя; породный состав);

- технологические факторы (способ рубок; густота первичной транспортной сети; особенности оборудования транспортно-технологических машин для выполнения рубок; объем трелюемой пачки; место и способ формирования транспортного пакета; вид трелюемой древесины; расстояние подтрелевки и расстояние трелевки; квалификация и технологическая дисциплина исполнителей).

Выделение подтрелевки из комплекса переместительных операций от места валки до погрузочного пункта целесообразно для технологических процессов, включающих механизированную валку при несплошных видах рубок [3].

При несплошных видах рубок оператор харвестера должен уметь выбирать деревья, предназначенные для валки. Это непростая задача, так как рабочая память оператора позволяет одновременно выбирать и обрабатывать последовательно не более 3–5 деревьев. Тем не менее часто требуется выполнять валку большего количества деревьев в заданной рабочей области. Разделение рабочей области на секторы в соответствии с выбранной технологией помогает оператору выстроить последовательность операций и облегчает выбор деревьев для валки. Стволы можно сортировать по группам в соответствии с обстановкой на месте рубки: расположение магистрального и пасечных волоков, планирование рабочих секторов в зоне досягаемости манипулятора. После этого в выборе деревьев для вырубki в каждом секторе поможет порядок расположения, требования к размерам и качеству оставляемых на доразращивание деревьев, а также нормативная плотность насаждения при прореживании. В результате для роста должны остаться равномерно распределенные высококачественные деревья (рис. 1). Как правило из одного сектора формируется подходящая для трелевки пачка сортиментов из 2–5 обрабатываемых деревьев. Предназначенные для валки с одной стоянки деревья выделены на рисунке красным цветом [4].

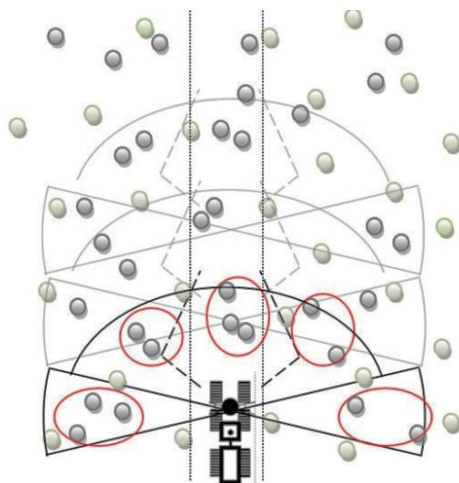


Рис. 1. Планирование оператором области прореживания в рамках рабочих секторов при работе харвестера

Из вышеизложенного следует, что одним из факторов, который следует учитывать при проектировании технологического процесса ведения лесного хозяйства, является квалификация и технологическая дисциплина исполнителей. Это особенно важно при использовании современного комплекса машин для ведения лесного хозяйства, оснащенных системами искусственного интеллекта и обеспечивающих постоянную фиксацию и мониторинг действий оператора.

Система интеллектуального управления манипулятором (ИВС) позволяет управлять им как единым целым. Для перемещения захвата в вертикальной и горизонтальной плоскостях оператору достаточно одного джойстика. Система автоматически управляет движением цилиндров стрелы, рукояти и телескопа. Датчики положения в цилиндрах манипулятора позволяют осуществлять демпфирование конца хода. Благодаря этому манипулятор работает плавно и без ударов. Два режима работы позволяют реализовать различные алгоритмы управления манипулятором. Так, при погрузке и разгрузке грузового пространства форвардера система ИВС моделирует оптимальную траекторию (рис. 2).



Рис. 2. Моделирование оптимальной траектории движения манипулятора

При установке на харвестер система ИВС автоматически управляет движением телескопа на всех этапах, что значительно упрощает работу и дает оператору больше времени для планирования последующих действий. Принципы работы аналогичны ИВС форвардера, но адаптированы под рабочий цикл харвестера. Для перемещения захвата в вертикальной и горизонтальной плоскостях оператору достаточно одного джойстика. Система автоматически управляет движением цилиндров стрелы, рукояти и телескопа. Автоматическое управление цилиндром телескопа снижает нагрузки на манипулятор при протяжке и раскряжевке. Оголовок рукояти автоматически опускается вниз при наведении на ствол и приподнимается при подведении ствола ближе к машине после валки для обеспечения оптимального положения харвестерной головки при валке и раскряжевке. Специальный режим работы на уклоне позволяет осуществлять валку и раскряжевку в горной местности. Внедрение на лесозаготовительных машинах системы ИВС обеспечивает простое и плавное управление манипулятором, повышает производительность труда, повышает надежность и долговечность работы манипулятора. В настоящее время примерно половина форвардеров и более 60 % харвестеров, работающих в европейских странах, оснащены системой ИВС.

Исследование влияния фактора квалификации исполнителей на эффективность выполнения операций ведения лесного хозяйства с применением системы интеллектуального управления ИВС, с учетом особенностей ведения лесного хозяйства в России будет выполняться на тренажерном комплексе John Deere на кафедре технологии и оборудования лесопромышленного производства УГЛТУ.

#### *Список источников*

1. Мехренцев, А. В. Основные направления цифровизации в лесном секторе экономики в контексте перехода к промышленности 4.0. Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Труды 14 международного Евразийского симпозиума / А. В. Мехренцев, Е. Н. Стариков, Л. А. Раменская. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2019.

2. Азаренок, В. А. Экологизированные рубки леса : учебное пособие / В. А. Азаренок, С. В. Залесов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2015.

3. Азаренок В. А. Сортиментная заготовка древесины : учебное пособие / В. А. Азаренок, Э. Ф. Герц, С. В. Залесов, А. В. Мехренцев. – Москва, Вологда : Инфра Инженерия, 2022.

4. Федоренчик, А. С. Харвестеры : учебное пособие / А. С. Федоренчик. – Минск : БГТУ, 2002.

Научная статья  
УДК 712.4

## ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЦВЕТОЧНОГО ОФОРМЛЕНИЯ МОНАСТЫРЯ ВО ИМЯ СВЯТЫХ ЦАРСТВЕННЫХ СТРАСТОТЕРПЦЕВ В УРОЧИЩЕ ГАНИНА ЯМА

**Елена Витальевна Москаленко**

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

*Аннотация.* Статья содержит основные аспекты цветочного оформления монастыря во имя Святых Царственных Страстотерпцев в лесном урочище Ганина Яма под Екатеринбургом. В статье проанализирован видовой ассортимент растительности на территории монастыря во имя Святых Царственных Страстотерпцев и даны рекомендации по улучшению цветочного оформления данной территории.

*Ключевые слова:* Ганина яма, монастырь, цветочное оформление, Царственные Страстотерпцы, шахта

Scientific article

## MAIN TRENDS OF FLORAL DECORATION OF THE MONASTERY IN THE NAME OF THE HOLY ROYAL PASSION-BEARERS IN THE GANINA YAMA TRACT

**Elena V. Moskalenko**

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

*Abstract.* The article contains the main aspects of the floral decoration of the monastery in the name of the Holy Royal Passion-Bearers in the forest tract Ganina Yama near Yekaterinburg. The article analyzes the species range of vegetation on the territory of the monastery in the name of the Holy Royal Passion-Bearers and gives recommendations for improving the floral design of this territory.

*Keywords:* Ganina pit, monastery, floral decoration, Royal Passion-Bearers, mine

Мужской монастырь во имя Святых Царственных Страстотерпцев (Монастырь) был основан 28 декабря 2000 года по благословию Святейшего Патриарха Московского и всея Руси Алексия II. Монастырь, расположенный в лесном массиве в урочище Ганина Яма, является одним из самых крупных по площади (7,5 га) храмовым комплексом на Среднем Урале, который активно посещают паломники [1, 2]. Монастырь – это место трагических событий прошлых лет – убийство Царской семьи. И неслучайно очертание границ Монастыря напоминает форму Пасхального яйца – символ Великого Воскресения (рис. 1). Как пишет Г. П. Кондратьева: «В этом зримом воплощении таинственного и невидимого мира все исполнено глубокого смысла...» [3]. Святые Царственные мученики были умучены, их тела были уничтожены рядом с шахтой № 7. Шахта № 7, расположенная у алтарной части храма во имя Святых Царственных Страстотерпцев, является объектом особого оформления, наполненного духовными символами, связанными с Царской семьей. В начале 90-х годов на шахте стали проходить молебны, паломников было немного, но с каждым годом количество посетителей монастыря увеличивалось, возникла необходимость в благоустройстве территории. В настоящее время вокруг шахты выстроена галерея (рис. 2), по ней проходит ежедневный крестный ход.

Всего на территории Монастыря расположено семь, выполненных в древнерусском стиле храмов, по числу убиенных мучеников Царской семьи. По замыслу архитектора Н. С. Акчуриной, это воплощение незримо присутствующих Святых Царственных Страстотерпцев. Также на территории Монастыря размещена трапезная, монашеские корпуса, дом для игумена, церковные лавки, монастырское кладбище, подсобные помещения, корпус для паломников, теплица с подсобным хозяйством, пасека. Особое значение отводится расположению Поклонного креста (рис. 3), который выполнен из древнего дерева, и памятников Царской семьи.

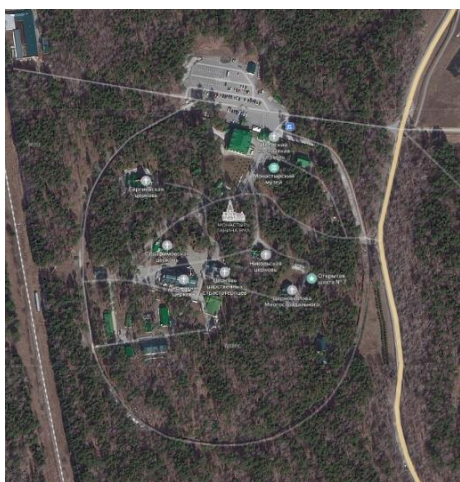


Рис. 1. План монастыря во имя Святых Царственных Страстотерпцев в урочище Ганина яма



Рис. 2. Современный облик шахты № 7 галереи вокруг нее. Фото автора

Все религиозные объекты взаимосвязаны дорожно-тропиночной сетью, которые как бы проводят паломников к центральному месту Монастыря – шахте № 7. В период царских дней (13–20 июня) в оформлении всего монастыря в основном представлены флористические композиции из срезанных и горшечных растений. Все они временные и создаются на период праздника. К следующим православным праздникам создаются другие флористические композиции, учитывающие символику события.

В последние годы склоны шахты укрепили специальной сеткой с использованием техники геопластики. К Царским дням в цветочном оформлении шахты преобладают лилии белого цвета, так как для христиан – это цвет невинности, чистоты, а лилия – один из любимых цветов Царицы Александры Феодоровны и царевен. Поэтому выгоночные лилии присутствуют при цветочном оформлении шахты. Сначала растут в почве, а после окончания Крестного хода в Царские дни размещаются в вазоны (рис. 4). В целом на территории Монастыря крупных цветников нет. Причиной является повышенная затененность из-за окружающего естественного соснового леса.

В последние годы наблюдалась замена в оформлении наземных цветников однолетних культур (петуния, астра, душистый табак, космея, лобелия, бархатцы, львиный зев, календула, настурция) на многолетние (тысячелистник, бадан, папоротник, хоста, пион, лилия) и красивоцветущие кустарники (роза, гортензия метельчатая, спирея иволистная, дерен белый, сирень обыкновенная, чубушник венечный, черемуха обыкновенная, лапчатка белая, барбарис обыкновенный, калина обыкновенная) (рис. 5).



Рис. 3. Поклонный крест у шахты № 7. Фото автора



Рис. 4. Цветочное оформление лилиями вокруг шахты № 7. Фото автора



Вертикальные композиции на каркасных основах из петунии украшают входы в храмы, трапезные и церковные лавки. Беседки украшены подвесными кашпо с петуниями светлых оттенков. У памятников также

высажена преимущественно петуния в кашпо на основании. Кашпо, как правило, пластиковые и убираются на холодный период (рис. 5)

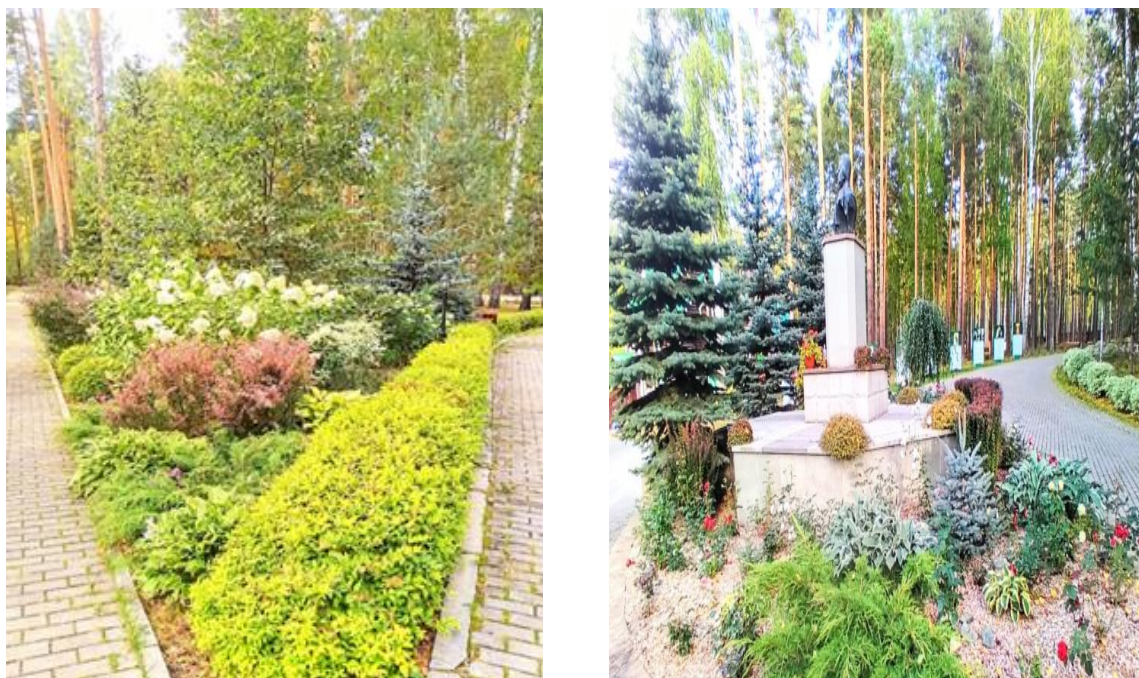


Рис. 5. Фрагмент оформления территории декоративными кустарниками и вазонами. Фото автора

Живые изгороди из спиреи иволистной, дерена белого окаймляют дорожки из брусчатки, а сирень закрывает от посторонних взглядов территорию монашеских корпусов. Для длительного сохранения влаги в почве применяют мульчирование корой, мелкой галькой. Цвет каменной гальки выбран белый и светло-серый, что хорошо сочетается с цветом памятников, расположенных на территории монастыря (рис. 5).

В результате изучения декоративного оформления можно сказать, что композиционным центром цветочного оформления Монастыря является шахта № 7. Именно здесь использован наиболее значимый в семантическом плане, высокодекоративный посадочный материал (лилия белая) на укрепленном геопластикой рельефе. После празднования Царских дней символизм объекта поддерживается барбарисом Тунберга «атропурпуря нана» [4] с багряными листьями — аналог пролитой мучениками крови.

На территории монастырского комплекса, цветники практически полностью созданы из многолетних культур (пионы, лилейники, хосты, папоротники, зеленчук).

Однолетние культуры, в основном петуния светлых тонов, используются в различных вертикальных композициях (подвесные кашпо, кашпо на основании, на металлических каркасах).



Кроме цветочных культур широко внедрены в озеленение декоративно-лиственные и красивоцветущие кустарники. Повсеместно используется декоративная отсыпка корой и светлой галькой.

Цветочное оформление храмового комплекса выразительное и нарядное, но хотелось бы большей естественности, что совпадает с мнением многих авторов [4]. Так, например, при оформлении шахты к Царским дням желательнее лилии размещать не регулярными рядами, а небольшими группами, с различным шагом посадки, имитируя прекрасный луг.

#### *Список источников*

1. Аткина, Л. И. «Баланс территорий храмовых комплексов Екатеринбурга» / Л. И. Аткина [сайт]. – URL: <http://bitstream/123456789/8610/1/lesh19-084.pdf> (дата обращения: 24.08.2022).

2. Аткина, Л.И. «Особенности озеленения прихрамовых территорий Свердловской области» / Л. И. Аткина, Е. В. Москаленко // Современные научные исследования : Актуальные вопросы, достижения и инновации – Пенза : МЦНС «Наука и просвещение». – 2022. – С. 117–120. – URL:<http://naukaip.ru/wpcontent/uploads/2022/06/МК-1427-1.pdf> (дата обращения: 20.06.2022).

3. Кондратьева, Г. П. Храмовая флористика / Г. П. Кондратьева. – Москва : Китап, 2013. – 248 с.

4. Руководство по проектированию парков / И. Н. Рудэнко, Н. А. Еленская [и др]. – Минск : Издательство Полымя, 1980. – 140 с.

Научная статья  
УДК 630\*182.46

**ОЦЕНКА РАЗМЕРНОЙ И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ  
СТРУКТУРЫ *ACER NEGUNDO* L.  
В ЛЕСОПАРКОВОЙ ЗОНЕ ЕКАТЕРИНБУРГА**

**Екатерина Михайловна Мухачева<sup>1</sup>, Илья Игоревич Бочкарев<sup>2</sup>, Елена Александровна Тишкина<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> katy1167@gmail.com

<sup>2</sup> ilya.bochkarev.2016@bk.ru

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

**Аннотация.** Статья посвящена изучению пространственно-временной структуры *Acer negundo* L. в лесопарках Екатеринбурга на основе популяционных и организменных показателей. Обследовано восемь фрагментов ценопопуляций клена ясенелистного в Уктусском и Юго-западном лесопарках. Впервые получена количественная характеристика проявления организменных показателей в каждом онтогенетическом состоянии клена.

**Ключевые слова:** *Acer negundo* L., онтогенез, морфометрические параметры, фрагмент ценопопуляции

Scientific article

**EVALUATION OF THE DIMENSIONAL AND SPATIO-TEMPORAL  
STRUCTURE OF *ACER NEGUNDO* L. IN THE FOREST PARK ZONE  
OF YEKATERINBURG**

**Ekaterina M. Mukhacheva<sup>1</sup>, Ilya I. Bochkarev<sup>2</sup>, Elena A. Tishkina<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> katy1167@gmail.com

<sup>2</sup> ilya.bochkarev.2016@bk.ru

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

**Abstract.** The article is devoted to the study of the spatio-temporal structure of *Acer negundo* L. in the forest parks of Yekaterinburg on the basis of population and organizational indicators. Eight fragments of the cenopopulations of ash-leaved maple in the Uktusky and Southwestern forest parks were examined. For

the first time, a quantitative characteristic of the manifestation of organizational indicators in each ontogenetic state of the maple was obtained.

**Keywords:** *Acer negundo* L., ontogenesis, morphometric parameters, fragment of cenopopulation.

С усилением антропогенной нагрузки на пригородные леса актуально исследование особенностей распространения подлесочных видов и их внутривидовой дифференциации для сохранения биоразнообразия [1]. Изучение закономерностей проявления размерных и ростовых параметров деревьев в популяциях позволяет выявить особенности динамики их развития и дать цельную картину процессов адаптации данного вида к конкретным условиям произрастания [2–3]. Целью работы является изучение онтогенеза их размерных показателей *Acer negundo* в лесопарках Екатеринбурга.

Исследование проведено в 2021 году в четырех фрагментах ценопопуляций (ФЦП) в Уктусском и четырех в Юго-западном лесопарках Екатеринбурга (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика фрагментов ценопопуляции *Acer negundo* в сосняке разнотравном

Местообитание			
Номер фрагмента ценопопуляции	Древостой		Общая плотность, экз./га
	Состав	Сомкнутость древесного полога	
Уктусский лесопарк			
1	10С	0,4	1011
2	8С2Б	0,3	922
3	10С	0,2	411
4	7С3Б	0,2	444
	$X \pm m_x$	0,3	697
Юго-западный лесопарк			
5	10С	0,5	2744
6	10С	0,4	577
7	10С+Б	0,4	2044
8	10С	0,5	1244

Для характеристики онтогенеза применяли стандартные методики [4]. Рассчитывали доли деревьев различных онтогенетических состояний (*im* – имматурное, *v* – виргинильное, *g1* – молодое генеративное, *g2* – среднегенеративное, *g3* – позднегенеративное, *ss* – субсенильное) в общем объеме выборок для каждого местообитания (лесопарка). Оценивали уровень проявления, характер варьирования и различия размерных признаков кроны (высота *H*, диаметры в двух направлениях *D*<sub>1</sub> и *D*<sub>2</sub>). Также

оценивали расчетные признаки радиуса кроны  $R$ , ее площадь проекции  $S$  и объем  $V$  в зависимости от лесопарка. Анализировали средние величины и среднеквадратические отклонения признаков кроны в зависимости от онтогенетического состояния. Рассматривали характер скоррелированности и общее изменение признаков в соответствии с переходом в последующие онтогенетические состояния.

В результате изучения установлена плотность клена ясенелистного в лесопарках. В Уктусском лесопарке данный показатель варьировал от 411 до 1011, в Юго-западном от 577 до 2744 штук на гектар.

По доли деревьев в различных онтогенетических состояниях в общем объеме выборки для двух лесопарков можно говорить о времени существования местообитаний клена, направлении и скорости его развития (табл. 2)

Таблица 2

Представленность долей онтогенетических состояний клена  
в лесопарках Екатеринбурга

Лесопарк	$j$	$im$	$v$	$g_1$	$g_2$	$g_3$	Сумма
Юго-западный	–	0,53	0,39	0,08	–	–	1,00
Уктусский	0,19	0,43	0,32	–	0,03	0,02	1,00

В Юго-западном лесопарке подавляющее большинство особей находится в иматурном и виргинильном состоянии, в Уктусском лесопарке присутствуют также средне- и позднегенеративные ( $g_2$  и  $g_3$ ).

Значения признаков ( $H$  и  $D_1$ ) упорядочены по возрастанию внутри каждого онтогенетического состояния для полной выборки деревьев (рис. 1), включающей оба лесопарка. Установлено плавное увеличение средних значений и незначительное варьирование признаков в ювенильном ( $j$ ), иматурном ( $im$ ) и виргинильном ( $v$ ) состояниях, и значительное увеличение варьирования в генеративном периоде, а также в конце виргинильного.

В местообитаниях клена ясенелистного выявлена зависимость размерных характеристик кроны: квадратичная  $D_1$  от  $H$  ( $R^2 = 0,837$ ,  $P < 0,05$ ) и линейная скоррелированность диаметров  $D_1$  и  $D_2$  ( $R^2 = 0,919$ ,  $P < 0,05$ ) (рис. 2).

Клен ясенелистный растет в 12 лесопарках Екатеринбурга из 15 на площади 228 гектаров по данным ГИС программы АРМ «Лесфонд». Исследованы восемь фрагментов ценопопуляций в одних и тех же эколого-ценотических условиях Уктусского и Юго-западного лесопарков. По соотношению численностей онтогенетических состояний особей в двух лесопарках можно говорить об их отличии по составу. Во всех

местообитаниях происходит увеличение средних значений размерных признаков, а также диапазонов их варьирования при переходе в последующее онтогенетическое состояние. Особенно сильное увеличение варьирования наблюдается в генеративном состоянии. Выявлена квадратичная зависимость диаметров крон от высот, в то время как диаметры в двух направлениях линейно взаимосвязаны. Таким образом, между ростовыми процессами особей клена в двух изученных ценопопуляциях существуют отличия, проявленные количественно в виде изменений размерных признаков крон.

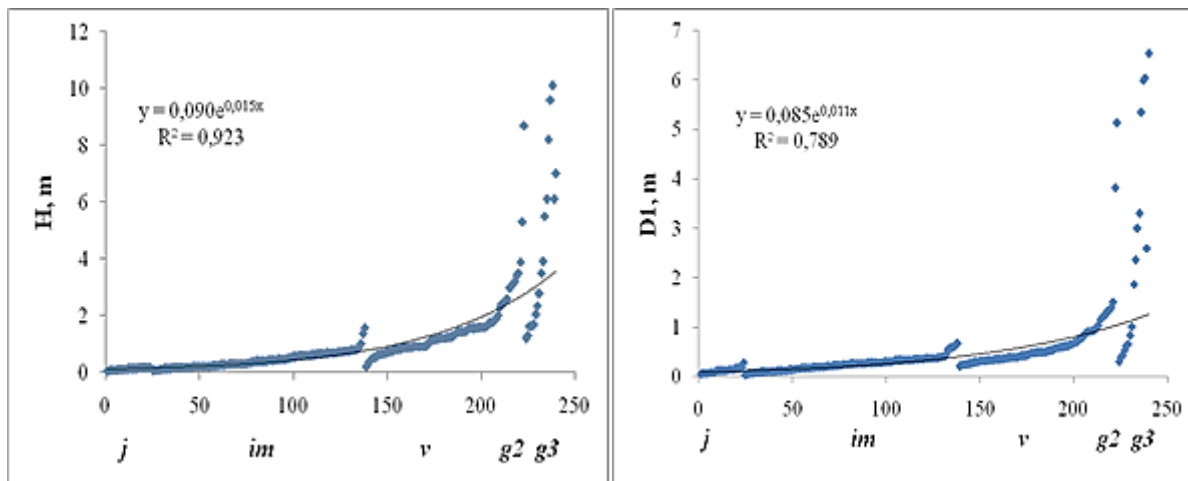


Рис. 1. Изменения вариации высот  $H$  и диаметров  $D_1$  крон кленов в различных онтогенетических состояниях

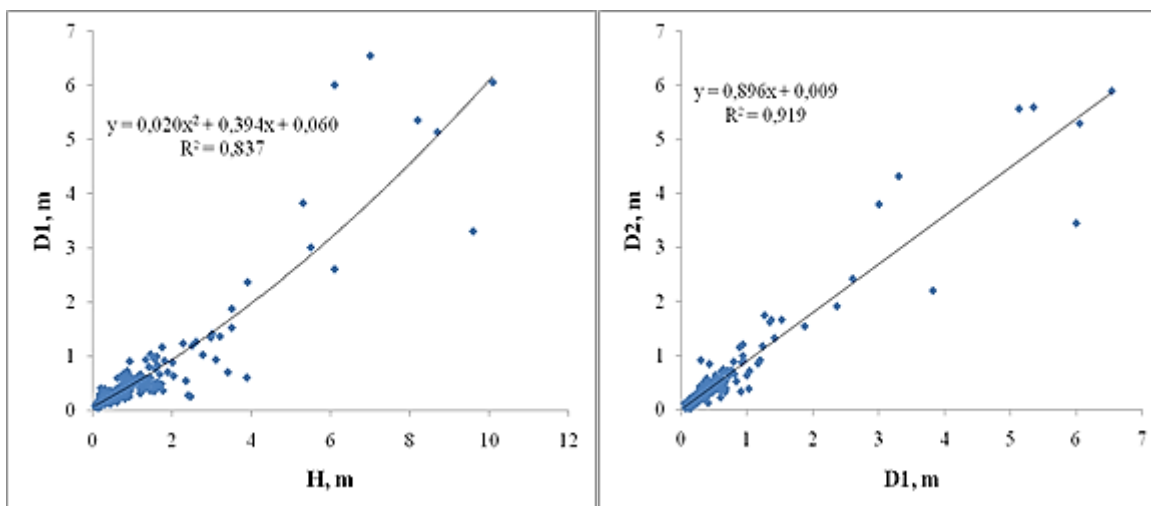


Рис. 2. Графики зависимости высот и диаметров в двух направлениях крон кленов при совокупной выборке всех особей

#### Список источников

1. Кожевников, А. П. Экологические ниши популяций рябины обыкновенной в лесопарковой зоне г. Екатеринбурга / А. П. Кожевников и др. // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 4 (83). – С. 80–82.

2. Winter desiccation stress and resting bud viability in relation to high altitude survival in *Sorbus aucuparia* L. / A. M. Barclay, R. M. Crawford // *Flora*. – 1982. – № 172. – С. 21–34.

3. 2000 Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control / R.N. Mack et al. // *Ecol Applic.* – 2000. – № 10. – С. 689–710.

4. Тишкина, Е. А. Состояние ценопопуляций *Juniperus communis* L. в Керженском заповеднике Нижегородской области / Е. А. Тишкина // *Известия ОГАУ*. – 2020. – № 2 (82). – С. 114–119.

Научная статья  
УДК 712.413

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АЛЛЕЙНЫХ ПОСАДОК В ПАРКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА

Екатерина Сергеевна Никитина<sup>1</sup>, Екатерина Андреевна Ланецкая<sup>2</sup>,  
Татьяна Борисовна Сродных<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> kantien99@gmail.com

<sup>2</sup> katyalanetskaya@vk.com

<sup>3</sup> tata.srodnykh@mail.ru

**Аннотация.** Представлены данные визуального обследования городских и районных парков Екатеринбург на наличие аллеиных посадок. Проведен анализ видового состава, функционального назначения и санитарного состояния аллей. Кратко дана характеристика возраста, ширины, конструкции обследованных аллей.

**Ключевые слова:** аллеи, парки, состояние посадок

Scientific article

## ANALYSIS OF THE STATE OF ALLEY PLANTINGS IN THE PARKS OF YEKATERINBURG

Ekaterina S. Nikitina<sup>1</sup>, Ekaterina A. Lanetskaya<sup>2</sup>, Tatyana B. Srodnykh<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> kantien99@gmail.com

<sup>2</sup> katyalanetskaya@vk.com

<sup>3</sup> tanya.srodnykh@mail.ru

**Abstract.** The article presents data from a visual survey of city and regional parks in Yekaterinburg for the presence of alley plantings. The analysis of the species composition, functional purpose and sanitary condition of the alleys was carried out. A brief description of the age, width, construction of the surveyed alleys is given.

**Keywords:** alleys, parks, the state of plantings

Аллея – это, как правило, прямолинейная дорога с рядовой посадкой – один из наиболее распространенных и выразительных элементов ландшафтной архитектуры в парках.

По назначению аллеи в парке делятся на главные, входные и второстепенные [1].

Цель: определить преобладающий тип и вид деревьев аллеиных посадок в парках Екатеринбурга, их санитарное состояние.

Задачи: обследовать парки Екатеринбурга на наличие аллеиных посадок, определить преобладающие типы аллеиных посадок, установить преобладающие древесные виды в аллеиных посадках парков, определить санитарное состояние аллеи по регламенту инвентаризации [2].

Для анализа нами были выбраны и обследованы парки Екатеринбурга общегородского и районного значения в разных частях города: ЦПКиО им. Маяковского, парк им. Павлика Морозова, парк им. XXII партсъезда, так как в них представлено большое количество аллеи. Парки районного значения: парк Южный, расположенный в микрорайоне Ботанический, парк Камвольного комбината на Вторчермете, парк им. Чкалова в Юго-Западном микрорайоне, Летний парк в микрорайоне Уралмаш и парк у ДК Эльмаш. Определялись древесные виды, функциональное назначение аллеиных посадок, формованность, возраст и санитарное состояние.

Данные обследования по паркам в центра города представлены в табл. 1.

Таблица 1

Ассортимент аллеиных посадок парков центральной части Екатеринбурга

№ п/п	Наименование парка	Вид деревьев	Функциональное назначение	Вид кустарников	Формован или нет	Возраст, лет	Сан. сост., балл
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ЦПКиО им. Маяковского	Ель сибирская	Парадная	–	Нет	> 50	1
2		Липа мелколистная	Прогулочная	–	Нет	> 50	2
3		Береза повислая	Прогулочная	–	Нет	> 50	2
4		Липа мелколистная	Прогулочная	–	Нет	< 50	1
5		Береза повислая	Прогулочная	–	Нет	> 50	1
		Липа мелколистная			Нет	> 50	2
6		Липа мелколистная	Прогулочная	–	Нет	> 50	1
7	Черемуха Маака	Прогулочная	–	Нет	> 50	1	



Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
8		Лиственница сибирская	Прогулочная	–	Нет	> 50	1
9		Береза повислая	Прогулочная	–	Нет	< 50	1
10	Парк им. Павлика Морозова	Ясень пенсильванский	Прогулочная	–	Нет	> 50	2
11		Тополь бальзамический	Прогулочная	Сирень венгерская	Да	> 50	2
12		Липа мелколистная	Прогулочная	–	Нет	< 5	2
13		Ель колючая	Прогулочная	–	Нет	< 5	1
14	Парк им. XXII партсъезда	Липа мелколистная	Парадная	–	Нет	> 50	2
		Черемуха Маака		–	Нет	> 50	3
15		Тополь берлинский	Прогулочная	–	Нет	< 50	1
16		Береза повислая	Прогулочная	–	Нет	< 50	1
		Ясень пенсильванский	Прогулочная	–	Нет	< 50	2
17		Тополь берлинский	Прогулочная	–	Нет	< 50	2
18		Клен ясенелистный	Прогулочная	–	Нет	> 50	3
19		Береза повислая	Прогулочная	–	Нет	< 50	2

В парках центральной части города преобладающими видами в аллеиных посадках являются липа мелколистная – 27 % и береза повислая – 23 %, реже встречаются аллеи из черемухи Маака, ясеня пенсильванского, тополя берлинского, по одной аллее из ели сибирской и колючей, тополя бальзамического, клена ясенелистного. Преимущественно представлены в парках прогулочные аллеи, ширина которых колеблется от 5,2 до 29 м, и всего две парадные из 19 исследованных, их ширина 22 и 48 м. Почти все аллеи имеют деревья свободной формы, и посадки не подвергаются формовке, исключение составляют кронированные тополя. Из представленных аллей только две созданы в последние 5 лет (10 %). Возраст более 50 лет имеют 11 аллей (57 % имеют 11 аллей), 6 аллей – менее 50 (32 %), все деревья высажены в прошлом веке. Деревья имеют 1-й и 2-й балл санитарного состояния, исключение составляют черемуха Маака и клен ясенелистный в парке им. XXII Партсъезда.

Только одна аллея имеет двухярусное строение из тополя бальзамического с сиренью венгерской – в парке им. Павлика Морозова.

Данные по паркам районного назначения представлены в табл. 2.

Таблица 2

Ассортимент аллеиных посадок парков  
районного значения Екатеринбурга

№ п/п	Наименование парка	Вид деревьев	Функциональное назначение	Вид кустарников	Формован или нет	Возраст, лет	Сан. сост., балл
1	Парк Южный	Яблоня ягодная	Прогулочная	–	Нет	< 10	2
2		Ива ломкая шаровидная	Прогулочная	–	Да	< 10	1
3	Парк Камвольного комбината	Тополь бальзамический	Парадная	–	Да	> 50	2
4		Ива ломкая	Прогулочная	–	Нет	> 50	2
5	Парк им. Чкалова	Липа мелколистная	Парадная	–	Нет	< 50	1
6		Лиственница сибирская	Прогулочная	–	Нет	< 50	1
7		Груша уссурийская	Прогулочная	–	Нет	< 50	1
8		Береза повислая	Прогулочная	–	Нет	< 50	1
9		Яблоня ягодная	Прогулочная	–	Нет	< 50	1
10		Тополь бальзамический	Прогулочная	–	Нет	< 50	2
11	Летний парк	Липа мелколистная	Прогулочная	–	Нет	> 50	2
12		Тополь бальзамический	Прогулочная	–	Нет	> 50	2
13	Парк ДК Эльмаш	Тополь бальзамический	Парадная	Карагана древовидная	Нет	> 50	2

Ассортимент используемых деревьев представлен семью видами. Чаще используется тополь бальзамический – 31 %, реже встречаются яблоня ягодная, ива ломкая, липа мелколистная, по одной аллее – лиственница сибирская, груша уссурийская, береза повислая. Из тринадцати обследованных аллей три имеют парадное назначение, они имеют ширину от 15 до 19 м. Остальные аллеи прогулочные, шириной от 6 до 8 м. Среди обследованных парков только в Южном присутствуют молодые посадки 2016 года. Это связано с периодом создания парков. Среди остальных аллей преобладают посадки возрастом менее 50 лет (46 %). Примечателен парк им. Чкалова – в парадной липовой аллее имеются подсадки более молодых деревьев, возрастом более 10 лет. Посадки имеют 1-й и 2-й балл санитарного состояния. В парке ДК Эльмаш присутствует двухъярусная конструкция с использованием живой изгороди из караганы древовидной.

Визуальное обследование парков Екатеринбурга позволило определить три преобладающих вида деревьев в аллеях: липа мелколистная, береза повислая, тополь бальзамический. Помимо них используются яблоня ягодная, ясень пенсильванский, тополь берлинский, черемуха Маака, ива ломкая, груша уссурийская. Среди хвойных представлены ель сибирская, лиственница сибирская и ель колючая. Наибольшее число аллейных посадок (девять) представлено в ЦПКиО им. Маяковского. В парке XXII Партсъезда и им. Чкалова (по шесть в каждом) аллеи составляют основу планировочной структуры парка.

По функциональному назначению в большей степени представлены прогулочные аллеи с рядовой обсадкой с двух сторон полотна дороги. В двух обследованных парках помимо рядов деревьев во втором ярусе используются стриженные кустарники — сирень венгерская и карагана древовидная. В ЦПКиО им. Маяковского присутствуют посадки, отличающиеся своей конструкцией. Это «Литературная аллея» из липы мелколистной, где частично сохранилась трехрядная шахматная посадка с двух сторон, и «Ретро аллея» из березы повислой с двумя полотнами дорожек и посадкой деревьев посередине.

Ширина прогулочных аллей составляет от 5,2 до 19 м в зависимости от функционального назначения и конструкции аллей.

Все деревья в аллеях имеют 1-й и 2-й баллы санитарного состояния, кроме посадок клена ясенелистного и черемухи Маака в парке им. XXII Партсъезда. Это связано с видовыми особенностями растений и тем, что парк подвергается сильному антропогенному воздействию, находясь в центре города. Формовка аллейных посадок не распространена в парках Екатеринбурга, скорее всего это связано с периодом создания парков и преклонным возрастом самих деревьев.

#### *Список источников*

1. Боговая, И. О. Ландшафтное искусство / И. О. Боговая, Л. М. Фурсова. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 223 с.
2. Регламент на работы по инвентаризации и паспортизации объектов озелененных территорий 1-й категории г. Москвы. – Москва : ГУП «Мосзеленхоз»; ФГУП «Институт организационных технологий в жилищно-коммунальном хозяйстве», 2007. – 54 с.

Научная статья  
УДК 712.413

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АЛЛЕЙНЫХ ПОСАДОК В СКВЕРАХ И НА БУЛЬВАРАХ ЕКАТЕРИНБУРГА

Екатерина Сергеевна Никитина<sup>1</sup>, Екатерина Андреевна Рожкова<sup>2</sup>,  
Татьяна Борисовна Сродных<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> kantien99@gmail.com

<sup>2</sup> ikate221@gmail.com

<sup>3</sup> tata.srodnykh@mail.ru

**Аннотация:** показаны результаты обследования 19 аллеиных посадок в скверах и бульварах Екатеринбурга. Установлено, что преобладают аллеи прогулочного типа (ширина аллей от 3,8 до 10 м) преимущественно из яблони ягодной и липы мелколистной. Аллеи в скверах имеют преимущественно формованный вид, в аллеях на бульварах преобладают деревья с кронами свободной формы. Санитарное состояние в целом хорошее.

**Ключевые слова:** аллеи, скверы, бульвары, состояние посадок

Scientific article

## ANALYSIS OF THE STATE OF ALLEY PLANTINGS IN SQUARES AND ON BOULEVARDS OF YEKATERINBURG

Ekaterina S. Nikitina<sup>1</sup>, Ekaterina A. Rozhkova<sup>2</sup>, Tatyana B. Srodnykh<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> kantien99@gmail.com

<sup>2</sup> ikate221@gmail.com

<sup>3</sup> tata.srodnykh@mail.ru

**Abstract.** The results of the survey of 19 alley plantings in squares and on boulevards of Yekaterinburg have been shown. Walking type alleys predominate (the width of the alleys is from 3.8 to 28 m), mainly from the apple tree and small-leaved linden. The alleys in the squares have a predominantly molded appearance, the alleys on the boulevards have trees with free-form crowns. Sanitary condition is generally good.

**Keywords:** alleys, squares, boulevards, the state of plantings

Главное назначение аллей в скверах и бульварах – обеспечивать удобные пешеходные связи, но они выполняют так же функции направления движения, эстетическую, экологическую.

Цель: определить преобладающий тип и вид деревьев аллейных посадок в скверах и бульварах Екатеринбурга.

Задачи: обследовать скверы и бульвары Екатеринбурга на наличие аллейных посадок; определить преобладающие типы аллейных посадок; установить преобладающие древесные виды в аллейных посадках скверов и бульваров; определить санитарное состояние аллей на объектах по регламенту инвентаризации\* [1].

Нами были обследованы скверы и бульвары Екатеринбурга в разных частях города. Определялись древесные виды, функциональное назначение аллейных посадок, формованность, возраст и санитарное состояние. Скверы представлены преимущественно в центре, исключение составляет сквер Дружбы в Юго-Западном микрорайоне. По две аллейные посадки на бульварах представлены в микрорайонах Уралмаш и Ботанический, в центральной части только на пр. Ленина.

Данные обследования скверов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика аллейных посадок в скверах г. Екатеринбург

№ п/п	Наименование сквера	Вид деревьев	Функциональное назначение	Формован или нет	Сан. сост., ср. салл
1	Сквер у Драмтеатра	Липа мелколистная	Прогулочная	Нет	1
2		Яблоня ягодная	Прогулочная	Да	2
3	Бульварная лента	Тополь бальзамический	Прогулочная	Нет	3
4		Клен ясенелистный	Прогулочная	Нет	2
5	Сквер Александра Канделя	Яблоня ягодная	Прогулочная	Да	1
6		Яблоня ягодная	Прогулочная	Да	1
7		Лиственница сибирская	Прогулочная	Нет	1
8		Яблоня ягодная	Прогулочная	Нет	1
9	Сквер ЮНЕСКО	Липа мелколистная	Прогулочная	Нет	1
10		Липа мелколистная	Прогулочная	Нет	1
11	Сквер у Ельцин Центра	Яблоня ягодная	Прогулочная	Да	1
12	Аллея у Дворца спорта	Яблоня ягодная	Парадная	Да	2
13	Сквер дружбы	Яблоня ягодная	Прогулочная	Нет	2

\* Регламент на работы по инвентаризации и паспортизации объектов озелененных территорий 1-й категории г. Москвы. – Москва : ГУП «Мосзеленхоз»; ФГУП «Институт организационных технологий в жилищно-коммунальном хозяйстве», 2007. – 54 с.

Преобладающий тип аллеиных посадок – прогулочный, и только аллея в сквере у Дворца спорта имеет парадный характер, ее ширина 17 м. Наиболее распространены в скверах аллеи из яблони ягодной (53,8 %), на втором месте липа мелколистная (23 %), по одной аллее – из лиственницы сибирской, тополя бальзамического, клена ясенелистного. Более 70 % яблоневых аллей представлены формованными и лишь две аллеи имеют свободную форму растений. Санитарное состояние деревьев в аллеиных посадках в основном хорошее, общий средний балл составляет 1,5. Это связано с тем, что возраст аллеиных посадок в центральной части города небольшой и колеблется от 20 до 50 лет. В скверах регулярно проводятся уходы. Ослабленные деревья встречаются на старовозрастных аллеях.

Таблица 2

Характеристика аллеиных посадок в бульварах Екатеринбурга

№ п/п	Наименование парка	Вид деревьев	Функциональное назначение	Формован или нет	Сан. сост., ср. балл
1	Тбилисский бульвар	Липа мелколистная	Прогулочная	Нет	1
2	Бульвар арх. Малахова	Яблоня ягодная	Прогулочная	Да	1
3	Бульвар культуры	Липа мелколистная	Прогулочная	Нет	1
4		Тополь бальзамический	Парадная	Да	2
5	Бульвар по ул. Кировградская	Ясень пенсильванский	Прогулочная	Нет	2
6	Бульвар по пр. им. Ленина (запад)	Липа мелколистная, единично ель колючая	Прогулочная	Нет	2

В аллеиных посадках на бульварах преобладает липа мелколистная (42 %), яблоня ягодная, тополь бальзамический и ясень пенсильванский в единичных экземплярах. Формовка применяется только на бульваре арх. Малахова, а также кронированы тополя в посадках бульвара культуры. Санитарное состояние посадок имеет 1-й и 2-й баллы.

Обследование скверов и бульваров позволило определить наиболее популярные виды древесных растений аллеиных посадок в этих объектах ландшафтной архитектуры Екатеринбурга. Это яблоня ягодная и липа мелколистная. По типу преобладают прогулочные аллеи. Это связано с функциональным назначением скверов и бульваров. Но присутствуют и парадные аллеи: у Дворца спорта, бульвар культуры на Уралмаше. Формовка деревьев в посадках преобладает в скверах. Хорошее санитарное состояние деревьев связано прежде всего с достаточно молодым возрастом посадок, а так же с регулярным проведением уходов.

Научная статья  
УДК 630.712

## К ВОПРОСУ ОБ ОЗЕЛЕНЕНИИ НИЖНЕГО ТАГИЛА И НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Хуршед Джамшедович Одинаев<sup>1</sup>, Татьяна Ивановна Фролова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Уральский Государственный Лесотехнический Университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> khurshed.odinaev.01@mail.ru

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

**Аннотация.** Рассматривается система озеленения Нижнего Тагила, отмечается необходимость создания новых парковых территорий.

**Ключевые слова:** система озеленения, промышленный город, планировочная структура города, новые парковые зоны

Scientific article

## TO THE QUESTION ABOUT LANDSCAPING IN NIZHNY TAGIL AND THE NECESSITY OF CREATING THE NEW PARK AREAS

Khurshed D. Odinaev<sup>1</sup>, Tatyana I. Frolova<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> khurshed.odinaev.01@mail.ru

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

**Abstract.** The article considers a system of landscaping the city of Nizhny Tagil. The necessity of creating the new park areas is noted.

**Keywords:** system of landscaping, industrial city, planning structure of the city, new park areas

В современном городе применяют гибкие планировочные структуры озеленения города, способные реагировать на изменяющиеся потребности и условия, поэтому системы озелененных территорий города постоянно усложняются, а их отдельные элементы все больше дифференцируются. Озеленение проводится в соответствии с общепринятой схемой (общегородское, жилого района, микрорайона) с выделением территорий повседневного и периодического пользования. Входящие в систему озеленения объекты разнообразны по функциональному назначению, конфигурации территории и месту размещения в городе [1].

Всегда актуальны исследования, способствующие анализу важности проектирования парковых зон с учетом связности зеленых насаждений для визуализации единого зеленого каркаса города.

Для раскрытия темы необходимо привести общие сведения о городе. Нижний Тагил – второй по численности город в Свердловской области с населением в 344656 жителей (данные на 2021 г.), по оценке Федеральной службы государственной статистики [2]. Площадь непосредственно города – 298,47 км<sup>2</sup>, а площадь городского округа составляет 4108 км<sup>2</sup> [3].

Климат Нижнего Тагила определяется как умеренно-континентальный с характерной резкой изменчивостью погодных условий. Среднегодовая температура воздуха 1,7 °С, абсолютный максимум 37 °С, абсолютный минимум минус 52 °С. Относительная влажность воздуха 75,1 %. Средняя скорость ветра 2,5 м/с, господствующее направление – западное. Преобладают дерново-подзолистые почвы, преимущественно неглубокоподзолистые. По механическому составу – глинистые и тяжелосуглинистые. Почвы подвержены сильному антропогенному вмешательству в виде опосредованного воздействия промышленных предприятий на геохимию почв [4].

Нижний Тагил расположен в первом дендрологическом районе Среднего Урала. Растительность представлена естественными лесными массивами с преобладанием хвойных пород, кольцом охватывающих город [5].

В функциональном зонировании города преобладает промышленная зона, представляющая собой совокупность заводов металлургической, химической, горнодобывающей, машиностроительной промышленности. Самыми яркими представителями данной зоны являются НТМК, УВЗ, УХП, ВМЗ.

Зона застройки индивидуальными жилыми домами преобладает над зоной жилой застройки, занимая значительные площади микрорайонов и сосредотачиваясь в центральной (к югу, юго-западу от Лисьей Горы), северо-западной (к северу от Выйского пруда), северной (к западу от Северного кладбища) и восточной частях города. Зона жилой застройки представлена преимущественно домами с этажностью от пяти до восьми и сосредоточена в центральной части города на пересечении Ленинского и Тагилстроевского районов. Зона многоэтажной застройки с этажностью в девять и более (чаще всего в девять) этажей в большинстве своем сосредоточена в южной части города.

Зона озелененных территорий общего пользования представлена всевозможными объектами озеленения и сосредоточена в западной, северо-западной, северо-восточной и юго-восточной частях города. Она включает в себя парки, бульвары, скверы, сады, городские леса, лесопарки.



Планировочная структура Нижнего Тагила образует комбинацию из линейной и сетчатой планировки. Если взглянуть на центральную магистральную улицу города, которая протягивается от Историко-краеведческого музея до Садовой улицы, можно отметить линейную планировочную структуру с «зелеными карманами» в виде объектов озеленения общего пользования (с запада на восток): Сквер рабочей молодежи, парк Советской культуры, Комсомольский сквер, Пионерский сквер, площадь Комсомольская, Театральный бульвар, площадь Театральная, сквер НТГМК (рис. 1).

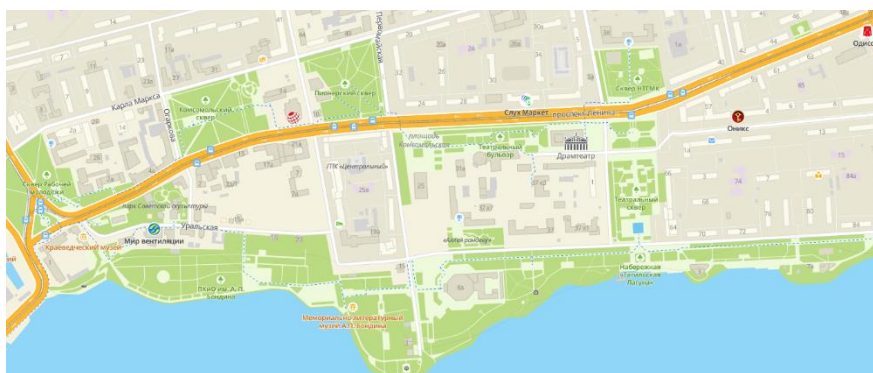


Рис. 1. Планировочная структура на примере центральной магистральной улицы города

Требования к городской системе озеленения складываются из планировочной структуры и функционального зонирования городской территории. Учитывая промышленную значимость города с широким радиусом влияния на экологическую обстановку, в городе обязательно должны располагаться насаждения специального назначения в регламентированных количествах по периметру и на территории промышленных зон по нормативным требованиям [6].

Выделение насаждений специального назначения и усиления их экологических функций необходимо для посадки дополнительных зеленых насаждений специального использования в качестве санитарно-защитной зоны предприятий. Санитарно-защитная зона – озелененная территория специального назначения, отделяющая селитебную часть города от промышленного предприятия, размеры и организация которой зависят от характера и степени вредного влияния промышленности на окружающую среду.

Насаждениям специального назначения выделена колоссально малая территория. Основная часть их распределена к северу от железнодорожной станции Вагонзавод и к востоку от лесопарка «Пихтовые горы» (рис. 2, зона отмечена зеленым травяным цветом).

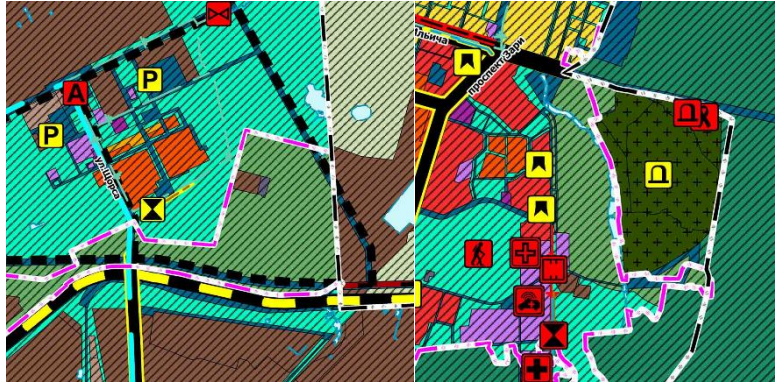


Рис. 2. Насаждения специального назначения на плане функционального зонирования

Основными типами насаждений в системе озеленения города являются: массивы, группы, солитеры, живые изгороди и т. д. Проектирование озеленения и формирование системы зеленых насаждений на территории Нижнего Тагила ведется с учетом факторов потери и способности городских экосистем к саморегуляции.

Объекты озеленения общего пользования обширны и, помимо парков и скверов, включают в себя достаточно хорошо спроектированные набережные.

*Набережная «Тагильская лагуна».* Набережная Тагильского пруда представлена как отличный пример озеленения, с протяженными посадками липы мелколистной и березы бородавчатой, имеет пластичную дорожно-тропиночную сеть, доступные спуски к воде, смотровые площадки, игровые и спортивные городки. Свою функцию в системе озеленения города данный объект выполняет и является образцовым примером благоустройства.

*Парк «Народный».* Пример парка с хорошей дорожно-тропиночной сетью, обустройством площадок, открытой набережной, игровыми зонами и пластичностью под различные группы населения, но плохим обогащением зелеными насаждениями. Огромные участки без посадок, отсутствие видового разнообразия и посадка исключительно саженцев являются причинами открытого типа пространственной структуры ландшафта, что приводит к ряду проблем с ветром, автомобильным шумом, загазованностью и эстетической бесформенностью.

Размещение озелененных объектов общего пользования по административным и планировочным районам города несет неравномерный характер. Больше количество сосредоточено в Ленинском районе и на пересечении его с Тагилстроевским районом, а также в южной части последнего. Наименьшее обеспечение зелеными насаждениями общего пользования присуще Дзержинскому району (Лесопарк «Пихтовые горы», сквер Пионерский, сквер им. Дзержинского).

Вывод. Система озеленения города Нижний Тагил имеет неравномерный и отрывистый характер во всех трех категориях размещения зеленых насаждений. При заявленных 13 м<sup>2</sup> зеленых насаждений общего пользования на человека существующая норма достигает 16–17 м<sup>2</sup> в самых озелененных частях города [6]. В центре и в направлениях к северу, северо-востоку, востоку и югу идут разрывы в систематизации насаждений, что приводит к эффекту «островного» озеленения. Это означает, что насаждения общего пользования неравномерны по местоположению, не согласованы с насаждениями, отвечающими за связность всей системы озеленения.

Для преодоления проблемы разорванности озелененных территорий города необходимо проектировать общественные пространства с учетом функционального размещения, норм озеленения [6] и комплексных условий городской среды (экологических, экономических, рекреационных и др.).

#### *Список источников*

1. Теодоронский, В. С. Объекты ландшафтной архитектуры : учебное пособие для студентов спец. 260500 / В. С. Теодоронский, И. О. Боговая. – Москва : МГКЛ, 2003. – 330 с.

2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области. – URL: <https://sverdl.gks.ru/> (дата обращения: 01.12.2022).

3. Нижний Тагил. Официальный сайт – «О городе». – URL: <https://ntagil.org/gorod/> (дата обращения: 29.10.2022).

4. Статья на сайте [method.meteorf.ru](http://method.meteorf.ru) «Климатическая характеристика города Нижний Тагил». – URL: <http://method.meteorf.ru/publ/sb/sb42/efim.pdf> (дата обращения: 29.07.2022)

5. Колесников, А. И. Декоративная дендрология / А. И. Колесников. – Москва : Лесная промышленность, 1974. – 704 С.

6. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов «Решение об утверждении Правил благоустройства территории города Нижний Тагил (с изменениями на 26 ноября 2020 года)». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/561594804> (дата обращения: 07.08.2022).

Научная статья  
УДК 630.233

## МЕТОДИКА СИНТЕЗА ГРАНИЦ ЭФФЕКТИВНОЙ ОБЛАСТИ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ РАЗЛИЧНЫМИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

Наталия Вячеславовна Перетрухина<sup>1</sup>, Сергей Борисович Якимович<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> peretrukhinanv@komek.ru

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

**Аннотация.** Даны результаты критического анализа повышения эффективности заготовки древесины на основе определения границ областей эффективного применения различных видов заготовки (сортиментная, хлыстовая). Поставлена цель, определены задачи, сформулирована проблематика. Представлена методика определения границ областей эффективного применения различных видов заготовительного оборудования. Определены критерии и влияющие факторы.

**Ключевые слова:** заготовка древесины, границы эффективности, харвестер

Scientific article

## THE METHOD OF SYNTHESIS OF THE BOUNDARIES OF THE EFFECTIVE AREA OF WOOD HARVESTING WITH VARIOUS HARVESTING SYSTEMS

Natalia V. Peretrukhina<sup>1</sup>, Sergey B. Yakimovich<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> peretrukhinanv@komek.ru

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

**Abstract.** The results of a critical analysis of the state of the issue in the field of increasing the efficiency of wood harvesting are presented on the basis of determining the boundaries of the areas of effective application of wood harvesting methods (cut-to-length, tree-length, mixed method). The goal is set, the tasks are defined, the problems are formulated. The method for determining the boundaries of the areas of effective application of wood harvesting equipment is presented. Criteria and influencing factors are defined.

**Keywords:** wood harvesting, efficiency limits, harvester

Актуальность публикации по объявленной теме обусловлена выбором наиболее эффективных видов лесозаготовительной техники для заготовки древесины или обоснованием для наиболее эффективного применения лесозаготовительной техники на основании запроса предприятия, использующего и (или) планирующего его использование. Запрос может быть сформирован непосредственно предприятием и (или) Компанией, поставляющей данное оборудование, например ООО «КОМЕК МАШИНЕРИ» – официальный Дистрибьютор лесозаготовительной техники Komatsu. Запрос предполагает определение границ или областей применимости лесозаготовительного оборудования для известных природно-производственных условий, в пределах которых будет наблюдаться определенный эффект. Отметим также, что данные исследования предполагают реализацию в рамках проектного обучения с возможным применением на практике.

В отрасли подобные исследования проводились довольно давно. Например, в [1] определены области применения лесозаготовительных машин того периода, исходя из критерия выполнения или невыполнения присущих им функций для различных природно-производственных условий. В работе [2] поставлены и решены задачи оптимального количества машин различного назначения в системах и областей их эффективного использования по критерию приведенных затрат для трех факторов состояния: объем хлыста, запас на гектар, расстояние трелевки. Отметим, что при этом не выделены наиболее значимые факторы, а также критерии приведенных затрат. Существенна их изменчивость в незначительные промежутки времени, что не позволяет использовать полученные результаты в среднесрочном и долгосрочном периодах.

Границы применимости способов заготовок определены в работе [3] по управляемому фактору – годовая производительность лесозаготовительных машин. Однако, принятый критерий – удельные приведенные затраты, – определяет те же недостатки, упомянутые ранее. В работах [4], [5] выполнено согласование машин в системе по критерию полной загрузки на основе интенсивности заготовки  $1 \text{ м}^3$  на основе моделей теории массового обслуживания со снятием стохастической неопределенности факторов. Однако серьезный математический аппарат, сложные модели, полученные в работе, не позволяют использовать ее результаты в природно-производственных условиях конкретного предприятия.

Исходя из приведенного краткого критического анализа следует вывод о целесообразности разработки упрощенной методики определения границ областей эффективного применения лесозаготовительных машин.

Цель работы – представление разработанной методики, обеспечивающей повышение эффективности заготовки древесины на основе определения границ областей эффективного применения лесозаготовительных машин.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1) формулирование запроса на основе потребностей предприятия и (или) Дистрибьютора на оптимальный подбор лесозаготовительной техники;

2) анализ состояния запроса, оценка положительных и отрицательных сторон и возможность реализации поставленной цели и выводы по результатам;

3) разработка и представление методики.

Основное противоречие, определившее проблему обоснования границ применимости лесозаготовительной техники, заключается в неполном соответствии параметров машин с природно-производственным условием их эксплуатации. По этой причине какая-то из машин в системе имеет большую производительность и простаивает, а другая – меньшую и находится в постоянной работе. В связи с тем, что производительность оценивается по системе в целом, очевидно, что загрузка системы неполная и ее использование неэффективно.

Критический анализ состояния запроса, на основе которого сформулирована цель публикации, представлен выше.

Методика определения границ областей эффективного применения включает в себя следующую последовательность:

1. Определение факторов для анализа конкретного предприятия. Например, сбор данных и описание природно-производственных условий, требование синхронизации, то есть согласованность обрабатывающей и транспортной машин в системе производительности в диапазоне рассогласования не более 10 % или полное согласование.

2. Обоснование и выбор критерия. Например, равенство часовой производительности машин в комплексе, при которой оценивается часовая производительность (технологическая) за исключением простоев: организационных, ожидание ремонта и времени ремонта.

При этом критерий запишется следующим образом  $P_{ч0} = P_{чт}$ . Используя простейшую свертку критериев, имеем  $P_{ч0} - P_{чт} \rightarrow 0$ . Здесь,  $P_{ч0}$  – цикловая, часовая производительность обрабатывающей машины, например, харвестера;  $P_{чт}$  – цикловая часовая производительность транспортно-трелевочной машины, например, форвардера.

При использовании допустимого диапазона рассогласования в 10 % свертка критериев запишется следующим образом:

$$\frac{P_{ч0}}{P_{чт}} \rightarrow |1,1|.$$

3. Обоснование и выбор факторов, подлежащих параметрическому определению в виде границ из перечня, которые оказывают влияние – это объем хлыста, запас на гектар, размеры лесосек (среднее расстояние трелевки). Оценка значимости каждого из выбранных фактора. Введение ограничений.

4. Разработка математической модели и постановка задачи оптимизации.

5. Обоснование метода решения, решение поставленной задачи, проведение анализа на чувствительность, фиксация значений границ.

6. Снятие стохастической неопределенности посредством выбора законов распределения. Оценка вероятности (доли) значений факторов в пределах выбранных границ.

7. Рекомендация к выбору определенного лесозаготовительного комплекса в природно-производственных условиях потребителя. В случае отсутствия допустимого выбора – возврат к четвертому шагу, изменение системы машин, эксперименты на модели.

К сожалению, на практике и данная модель не всегда соответствует приведенным выше заключениям.

Сделаны многочисленные попытки сравнительно оценить экономическую эффективность хлыстового и сортиментного способа заготовки древесины [6]. Четких различий не выявлено. Выбор того или иного способа заготовки не всегда объясняется его эффективностью или экономичностью. Структурные и общественные факторы каждой страны в значительной мере влияют на выбор и способ заготовки и модели техники.

Самыми существенными из этих факторов являются:

- традиции (культура);
- уровень инфраструктуры (техники);
- доступность и квалифицированность рабочей силы;
- расположенность объектов работы, частота смены объектов, их размер;
- структура рабочего времени;
- уровень затрат, цены на древесину и их соотношение;
- альтернативы переработки.

На основании вышесказанного понятно, что предприятия и Дистрибьюторы предпочитают универсальность лесозаготовительного комплекса для поддержания оптимального склада запасных частей в первую очередь. Немаловажную роль играет и то, что техника в России эксплуатируется со значительным превышением сроков, поэтому даже при смене ключевых факторов (объем хлыста, запас на гектар, среднее расстояние трелевки) при альтернативных природно-производственных условиях техника будет эксплуатироваться та, которая есть в наличии.

#### *Список источников*

1. Барановский, В. А. Системы машин для лесозаготовок / В. А. Барановский, Р. М. Некрасов – Москва : Лесная промышленность, 1977. – 248 с.

2. Захариков, В. М. Определение эффективных систем машин лесосечных работ на расчетных и оптимизационных моделях // Сборник научных трудов Московского лесотехнического института. – 1981. – № 118. – С. 5–8.

3. Якимович, С. Б. К оценке границ применимости сортиментного и хлыстового способов лесозаготовок // Технология лесопромышленного производства и транспорта : сборник трудов ; под редакцией Ю. Д. Силукова. Екатеринбург : УГЛТУ, 2000. – С. 145–152.

4. Якимович, С. Б. Выбор систем заготовки древесины в условиях неопределенности / С. Б. Якимович, М. А. Тетерина // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2008. – № 185. – С. 263–268.

5. Якимович, С. Б. Синхронизация обрабатывающе-транспортных систем заготовки и первичной обработки древесины : монография / С. Б. Якимович, М.А. Тетерина. – Йошкар-Ола, 2011. – 201 с.

6. Йори Ууситало. Основы лесной технологии / Йори Ууситало. – Йоэнсуу, 2006.



Научная статья  
УДК 631.4

**АНАЛИЗ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ УЧАСТКА  
ПРИШКОЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ МАОУ СОШ № 53  
ЕКАТЕРИНБУРГА**

**Юлия Владиславовна Плотникова<sup>1</sup>, Мария Денисовна Хайруллина<sup>2</sup>,  
Любовь Павловна Абрамова<sup>3</sup>, Татьяна Ивановна Фролова<sup>4</sup>**

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

<sup>1</sup> plotnikova.yuliya.00@bk.ru

<sup>2</sup> mashylichka0087@gmail.com

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

<sup>4</sup> tah946@yandex.ru

**Аннотация.** Проанализированы почвенные условия одного из участков территории школы МАОУ СОШ № 53 для последующего обоснования успешности восстановления учебно-опытного экспериментального участка на территории данной школы. Приведено описание двух почвенных разрезов и двух почвенных прикопок и их сравнение, сформированы выводы.

**Ключевые слова:** озеленение территории школ, почвенный разрез, горизонт почвы, городские почвы

**Благодарности:** профессору кафедры лесоводства, доктору биологических наук Л. А. Сеньковой Исследование выполнено благодаря разрешению администрации МАОУ СОШ № 53.

Scientific article

**SOIL CONDITION ANALYSIS OF A SCHOOL GROUND  
AREA AT SCHOOL № 53 OF YEKATERINBURG**

**Yuliia V. Plotnikova<sup>1</sup>, Mariya D. Khayrullina<sup>2</sup>, Lyubov P. Abramova<sup>3</sup>,  
Tatyana I. Frolova<sup>4</sup>**

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

<sup>1</sup> plotnikova.yuliya.00@bk.ru

<sup>2</sup> mashylichka0087@gmail.com

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

<sup>4</sup> tah946@yandex.ru

**Abstract.** The article analyzes soil conditions of one of the sections of school № 53 for the further justification of renewing its educational and experimental site. The article also provides a description of 2 soil profile cuts and 2 soil heelings, their comparison and a formed conclusion.

**Keywords:** school grounds landscaping, soil profile, soil horizon, urban soil

**Acknowledgment:** professor of the Department of Forest, Doctor of Biological Sciences Senkova L.A., the research was conducted on behalf of the administration of School № 53.

МАОУ СОШ № 53 находится в микрорайоне Компрессорном Екатеринбурга по адресу ул. Хвойная, 91. Уникальность школы заключается в наличии на ее территории учебно-опытного участка, где в прошлом выращивались культурные растения. В настоящее время он не функционирует и полностью зарос сорной растительностью.

Актуальность изучения почв пришкольного участка обусловлена двумя причинами. Во-первых, на территории МАОУ СОШ № 53 проводится оценка возможного восстановления учебно-опытного участка. Во-вторых, тема изучения почв на территориях пришкольных участков касается городских почв, которые имеют значительное влияние на формирование комфортной городской среды. Первым на данную проблему обратил внимание В. В. Докучаев, когда в XIX веке обосновал необходимость комплексного исследования городских почв на территории Санкт-Петербурга и его окрестностей. Работы великого ученого В. В. Докучаева были остановлены, однако в XXI веке человечество больше не может игнорировать вопросы экологического состояния городских экосистем и роли в них почв [1]. Изучению зеленых насаждений городов посвящено большое количество работ [2], а почвы исследованы слабо.

Выкопка и описание почвенных разрезов проводились по общепринятой методике [3].

Далее представлена схема расположения и описание заложенных почвенных разрезов (рисунок).

Исследования проводились 04.07.2022. Макрорельеф: Восточный склон Уральских гор. Мезорельеф: равнина. Увлажнение участка атмосферное.

Разрез 1. Микрорельеф не выражен. Растительность приусадебного участка представлена древостоем из ясеня зеленого, яблони, вяза гладкого, ивы возрастом 25–30 лет. В подлеске встречается черемуха обыкновенная, клен ясенелистный, а в живом напочвенном покрове – крапива двудомная, водосбор обыкновенный, одуванчик лекарственный, вероника дубравная, вейник наземный, ветреница дубравная. Естественная поверхность участка имеет нарушение сложения почвы. Проектное покрытие ЖНП (живого напочвенного покрова) составляет 80 %.

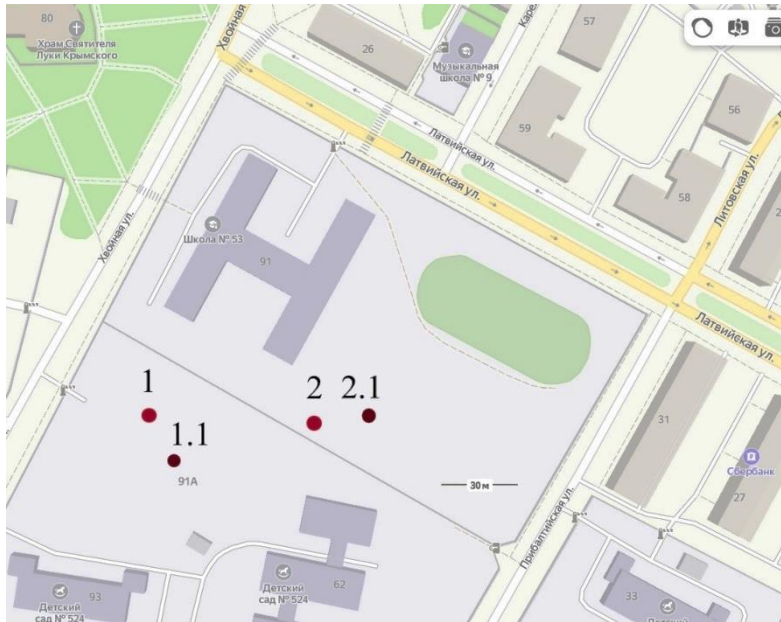


Схема расположения почвенных разрезов

Глубина разреза 0,9 м. Вскипание от НС1 не обнаружено. Почва: тип поверхностно-преобразованная урбо-дерновая, подтип автоморфная, род безкарбонатная, вид среднемощный, разновидность глинистая.

$A_0$  0–1 см, слой из остатков травянистых растений, листьев деревьев, семян, трухи средней степени разложения, серо-бурый.

$A$  1–25 см, гумусово-аккумулятивный горизонт, свежий, темно-бурый, глинистый, комковато-зернистый, рыхлый, густая неравномерно распределенная корневая система древесных растений и трав, характер перехода в нижележащий горизонт резкий.

$B_U$  25–44 см, горизонт урбик, свежий, неоднородный, желтовато-бурый, суглинок средний, зернисто-пылеватый, плотноватый, артефакты в виде крошки кирпича, уголь, распределение корней неравномерное (среднее количество древесных корней), характер перехода в нижележащий горизонт ясный.

$B$  44–90 см, иллювиальный горизонт, влажный, рыжеватобурый, глинистый, глыбисто-комковатый, плотный, обломки горных пород, артефакты (обломки кирпича), мало неравномерно распределенных корней.

Почвенная прикопка 1.1. Почвенная прикопка 1 практически полностью идентична почвенному разрезу 1. Горизонт  $B$  не рассматривался в данной прикопке. Горизонт  $A_1$  отличается по мощности. В разрезе 1 его мощность составляет 24 см, в прикопке – 10 см. В горизонте  $B_U$  как разреза, так и прикопки присутствуют артефакты (крошка от кирпича, уголь).

Разрез 2. Мезорельеф – равнина, микрорельеф не выражен. Растительность живого напочвенного покрова: щавель конский, мятлик луговой, тимopheевка луговая, одуванчик лекарственный, вероника дубравная, трехреберник непахучий, крапива двудомная, клевер красный,

клевер белый, горошек мышиный, лапчатка гусиная, костер безострый, будра плющевидная, мать и мачеха, лютик едкий. Проективное покрытие ЖНП – 100 %. Участок задернован, имеет нарушение естественного сложения почвы.

Почва: урбанозем антропогенно глубоко-преобразованный, глинистый.

$A_0$  0–1 см, слой из листового опада, травянистых остатков слабой степени разложения, бурый.

$A$  1–20 см, гумусово-аккумулятивный, влажный, буро-черный, глинистый, комковато-зернистый, плотный, много корней древесных и травянистых растений, артефакты, обломки горных пород, червотчины, переход в следующий горизонт ясный.

$B_U$  20–95 см, урбанизированный переходный горизонт, свежий, бурый, глинистый, ореховатый, плотный, редкие корни древесных растений, артефакты в виде обломков кирпича, стекла, щебня.

Почвенная прикопка 2.1. Заложена около спортивной площадки, под кронами берез. Мезорельеф: представлен равниной, микрорельеф не выражен.

Растительность состоит из древостоя (береза повислая возрастом 50 лет), подроста (береза повислая), живого напочвенного покрова (клевер красный, клевер белый, одуванчик лекарственный, подорожник большой, тмин обыкновенный, будра плющевидная, тимофеевка луговая, мятлик луговой, нивяник обыкновенный, вероника дубравная). Встречаются грибы. Проективное покрытие ЖНП 60–70 %. Поверхность участка под кроной берез не задернована. Глубина разреза: 0,37 м.

Почва с признаками урбогенеза. Тип – подзолистые, подтип – дерново-подзолистая род – обычный, вид – слабодерновый, среднеподзолистый, разновидность - легкосуглинистая.

$A_0$  0–1 см, слой опавшей листвы, веток деревьев, остатков травянистых растений средней степени разложения, бурый.

$A_1$  1–10 см, гумусово-элювиальный горизонт, сухой, темно-бурый, легкосуглинистый, комковато-пылеватый, плотноватый, много корней древесных растений, переход в нижележащий горизонт ясный.

$A_2U$  10–24 см, элювиальный урбанизированный горизонт, сухой, светло-бурый, среднесуглинистый, пылевато-плитчатый, рыхлый, редкие корни древесных растений, вскипает от HCl, артефакты (кирпич, гудрон, известь), характер перехода в нижележащий горизонт постепенный.

$B_U$  24–37 см, иллювиальный урбанизированный горизонт, свежий, бурый, глинистый, ореховатый, плотноватый, обломки горных пород, артефакты (обломки гудрона, кирпича).

Во время обследования почв пришкольного участка было обнаружено, что во время строительных работ природные почвы были сняты, а на оставшийся природный горизонт В был свален строительный мусор,

возникший при постройке школы. В дальнейшем природный горизонт В смешался с мусором, образовав горизонт ВU в разрезах 1 и 2. После окончания строительства на горизонт ВU был завезен плодородный слой почвы, впоследствии образовавший горизонт А.

В почвенном горизонте ВU в прикопке второго разреза было отмечено вскипание от HCl, что позволяет считать обнаруженные в нем карбонаты антропогенного происхождения. Возможно, это остатки карбонатных материалов, которые были использованы при строительстве школы.

Мощность и качество сформированного гумусового слоя учебно-опытного экспериментального участка достаточны для посадки культурных растений, гумусовый слой и содержит небольшое количество антропогенных включений. Можно сделать вывод, что полученные нами данные о почвах школьного участка дополняют сведения об антропогенно измененных почвах, которые уже известны ученым.

#### *Список источников*

1. Белицина, Г. Д. Почвоведение / Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина. – Ярославль : Высшая школа, 1988. – 400 с.
2. Рекреационный потенциал насаждений парка «Березовая роща» в г. Екатеринбурге / И. В. Шевелина [и др.] // Леса России и хозяйство в них. – 2021. – № 4. – С. 49–56.
3. Луганский, В. Н. Почвоведение : методические указания для прохождения учебной практики / В. Н. Луганский, Л. П. Абрамова. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2019. – 30 с.

Научная статья  
УДК 502.132

## ОЦЕНКА СТРАТИФИКАЦИИ ЛЕСОВ НА ТЕРРИТОРИИ УРАЛЬСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА УГЛТУ

Николай Иванович Плюха<sup>1</sup>, Анастасия Алексеевна Корелина<sup>2</sup>,  
Александр Владимирович Суслов<sup>3</sup>

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

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

<sup>2</sup> corelina.anastasya98@yandex.ru

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

**Аннотация.** Представлены результаты стратификации лесов на части территории Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ. Выявлено большое разнообразие лесных насаждений, выделено 30 лесных страт. Определены наиболее представленные страты со спелыми и перестойными насаждениями, их доля составляет более 60 %. Проведена оценка однородности лесных страт, вычислены коэффициенты вариации. Рассчитано количество необходимых для полевых исследований пробных площадей.

**Ключевые слова:** государственная инвентаризация лесов, страты, запас, коэффициент вариации, пробные площади

Scientific article

## ASSESSMENT OF FOREST STRATIFICATION ON THE TERRITORY OF THE URAL EDUCATIONAL AND EXPERIMENTAL FOREST OF USFEU

Nikolay I. Plyukha<sup>1</sup>, Anastasia A. Korelina<sup>2</sup>, Alexander V. Suslov<sup>3</sup>

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

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

<sup>2</sup> corelina.anastasya98@yandex.ru

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

**Abstract.** The article presents the results of the stratification of forests in part of the territory of the Ural educational and experimental Forest of USFEU. A wide variety of forest stands has been identified, 30 forest strata have been identified. The most represented strata with ripe and over-ripe plantings have been identified,

their share is more than 60%. The homogeneity of forest strata was assessed, the coefficients of variation were calculated. The number of trial areas required for field research has been calculated.

**Keywords:** state forest inventory, strata, stock, coefficient of variation, trial areas

В нашей стране активно развиваются математико-статистические методы инвентаризации лесов. Одним из них является система государственной инвентаризации лесов (ГИЛ), которая основывается на выборочных измерениях с достаточно высокой точностью полученных результатов. При осуществлении данных мероприятий леса требуется классифицировать в соответствии с принятыми признаками классификации. С этой целью проводится стратификация лесов.

Страта – это специальным способом образованная территориальная общность таксационных выделов, определяемая либо техническими и технологическими особенностями лесоучетных работ, либо однородностью антропогенных и природных воздействий, либо однородностью реакции на эти воздействия [1].

Стратифицированная выборка – это выборка, в которой генеральная совокупность разделена на частичные совокупности, которые сами по себе являются однородными, а между собой – разнородными. Выборка должна соответствовать генеральной совокупности по структуре.

Критерии стратификации утверждены приказом Рослесхоза № 472 от 10.11.2011 г., по которому были начаты первые работы [2]. Сейчас первый цикл ГИЛ в нашей стране завершен, и второй осуществляется уже в соответствии с Приказом Рослесхоза № 556 от 06.05.2022 г., в котором стратификация не проводится, а действует другая система классификация. Однако в основе современного ГИЛ используются данные полученные при первом цикле [3].

Мы считаем, что при первичной организации математико-статистических методов инвентаризации с актуальными материалами лесоустройства стратификация лесов может использоваться как основа классификации насаждений.

Цель работы – провести стратификацию лесных насаждений, дать анализ однородности лесных страт на территории Уральского учебно-опытного лесхоза (УУОЛ) УГЛТУ и рассчитать необходимое количество пробных площадей для полевых исследований.

Объектом исследования является часть территорий Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ. Леса располагаются в границах Екатеринбургского лесничества, Верх-Исетского участкового лесничества и Паркового участкового лесничества общей площадью 7691 га. За основу нами были взяты материалы лесоустройства 2018 года. Критерием точности определения количественных и качественных характеристик лесов при

ГИЛ является точность определения общего запаса древесины лесных насаждений. Лесные страты формируются по основным таксационным показателям, которые определяют количество запаса и его изменчивость. Страты выделяют с учетом следующих характеристик (критериев стратификации): породы (группы пород), группы возраста и уровня производительности (классы бонитета) насаждений.

Стратификация лесных насаждений на территории УУОЛ УГЛТУ показана в таблице.

Всего нами было выявлено 30 страт, что свидетельствует о большом разнообразии лесных насаждений. Однако их вес в общей доли сильно варьирует. Наибольшую площадь занимают страты со спелыми и перестойными насаждениями. Так доля 10-го и 11-го страта составляет 23 % и 18 %, соответственно, также относительно высокая доля 37-го и 38-го страты (9 % и 12 %, соответственно). Эти же насаждения являются наиболее продуктивными по запасу. Страты с молодыми и средневозрастными насаждениями представлены незначительно, их общая площадь составляет около 4 %.

Наиболее информативным показателем однородности лесных страт является изменчивость запасов. Методическими рекомендациями ГИЛ в основу взято среднеквадратическое отклонение. Наряду с этим мы использовали коэффициент вариации. Наибольший показатель его отмечен в стратах с молодыми насаждениями (67 % и 71 %). Это свидетельствует о значительном рассеивании данных и, очевидно, связано с неоднородностью насаждений и процессом их формирования. В стратах спелых и перестойных насаждений вариация запасов наименьшая. Так в наиболее представленной 10-й страте коэффициент вариации составляет 16 %, в 11-й страте – 25 %, в 37-й – 15 %. Данные показатели говорят об однородности совокупности выделов.

В целом изменчивость запасов внутри большинства страт меньше, чем в генеральной совокупности. Коэффициент вариации для всех лесов без стратификации равняется 56 %. В молодняках же такая тенденция не прослеживается, очевидно, это связано с их сильной вариабельностью. Например, минимальное значение запаса в  $5 \text{ м}^3$  на 1 га отмечено в березовом насаждении в возрасте пяти лет с полнотой 0,4, максимальное же значение в  $210 \text{ м}^3$  на 1 га отмечено в сосновых насаждениях с полнотой 0,8 в возрасте 40 лет. В связи с этим в молодых насаждениях целесообразно проводить стратификацию не по группам возраста, а по классам возраста и породам. На территории исследуемого объекта их площадь составляет менее 3 %, поэтому мы считаем, что проводить эту работу нецелесообразно.



## Стратификация лесных насаждений на территории УУОЛ УГЛТУ

Наименование страты	Номер страты	Сумма площадей для страты, га	Запас на выделе, м <sup>3</sup>	Среднее значение запаса для страты, м <sup>3</sup>	Удельный вес страты	Число степеней свободы	Среднеквадратическое отклонение, м <sup>3</sup>	Коэффициент Вариации, %	Количество пробных площадей, шт.	Количество пробных площадей с удельным весом страты, шт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Земли, не занятые лесными насаждениями	1	755,0	–	–	–	–	–	–	–	–
Молодняки естественного происхождения	2	128,9	9695	75	0,50	92	50	67	173	87
Молодняки искусственного происхождения	3	173,5	14637	84	0,68	69	60	71	194	131
Светлохвойные средневозрастные высокопроизводительные	4	249,2	84548	339	0,97	150	74	22	18	18
Светлохвойные приспевающие высокопроизводительные	7	514,0	185206	360	2,00	220	57	16	9	19
Светлохвойные приспевающие среднепроизводительные	8	203,2	55740	274	0,79	102	61	22	19	15
Светлохвойные приспевающие низкопроизводительные	9	102,6	9448	92	0,40	19	38	42	67	27
Светлохвойные спелые и перестойные высокопроизводительные	10	1787,2	622090	348	6,97	581	57	16	10	72

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Светлохвойные спелые и перестойные среднепроизводительные	11	1397,6	389292	279	5,45	481	70	25	25	134
Светлохвойные спелые и перестойные низкопроизводительные	12	305,5	43652	143	1,19	59	33	23	20	24
Темнохвойные спелые и перестойные среднепроизводительные	20	146,2	38420	263	0,57	71	65	25	24	13
Мелколиственные спелые и перестойные высокопроизводительные	37	719,9	183731	255	2,81	324	38	15	9	24
Мелколиственные спелые и перестойные среднепроизводительные	38	902,1	145524	161	3,52	421	52	32	40	140
Остальные страты	–	45810,0	2283	–	–	–	–	–	–	80
<b>Всего</b>	–	7691,0	1827793	–	–	–	–	–	–	784
Весь участок без стратификации	–	7691,0	1827793	–	–	–	–	56	–	3848

Одной из целей стратификации является не только классификация насаждений по однородным признакам, но и уменьшение числа измерений при заданной точности. Для этого отдельно для каждой страты необходимо рассчитать количество пробных площадей для полевых исследований. В методических рекомендациях ГИЛ расчет проводится по формуле 1 [2]. Целевая точность определения запаса принята равной 10 %:

$$y = \left( \frac{t\sigma}{q\bar{x}} \right)^2,$$

где  $y$  – количество ППП для отдельной страты;  
 $q$  – относительная погрешность оценки (0...1);  
 $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение запаса, м<sup>3</sup>/га;  
 $t$  – квантиль стандартного нормального закона ( $t = 1,96$  для 95 %);  
 $\bar{x}$  – среднее значение запаса древесины, м<sup>3</sup>/га.

Следует отметить, что в основе расчета лежит показатель изменчивости запасов, площадь страты прямого отношения на определение количества пробных площадей не влияет. При итоговом расчете имеет значение удельный вес страты, который определяется, исходя из доли каждой страты в общей площади объекта исследования.

Анализ данных в таблице показал, что всего необходимо при стратифицированной выборке заложить 784 пробных площадей, без стратификации их количество увеличивается более чем в четыре раза. Количество пробных площадей внутри страт неодинаково, главным образом это зависит от изменчивости запасов, так наименьшее количество необходимо заложить в 37-й и 10-й стратах (9 и 10 пробных площадей, соответственно), причем они занимают преобладающее значение по площади. В молодняках с большой вариабельностью признаков получилось наибольшее количество пробных площадей. Чтобы выборка была репрезентативной, посчитанные по указанной выше формуле результаты по каждой страте мы умножали на удельный вес страты.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы. Несмотря на значительное разнообразие лесов на территории УУОЛ УГЛТУ, основную долю, более 60 %, занимают страты спелых и перестойных насаждений. Изменчивость запасов внутри большинства страт меньше, чем в генеральной совокупности. В молодняках необходимо проводить дополнительную классификацию насаждений. В целом лесные страты внутри себя являются довольно однородными. Стратификация лесов позволяет сократить количество пробных площадей, для получения 10 % точности определения запаса необходимо заложить 784 пробные площади.

*Список источников*

1. Филипчук, А. Н. Определение объема выборки для государственной инвентаризации лесов России / А. Н. Филипчук, Д. В. Хлюстов, Г. Н. Чадин // Лесной вестник. – 2009. – № 3 (66). – С. 64–66.

2. Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов. Утверждены приказом Рослесхоза от 10.11.2011/ № 472. – URL : <http://www.rosleshoz.gov.ru/docs/leshoz/199> (дата обращения: 01.01.2017).

3. Приказ Рослесхоза от 06.05.2022 № 556 «Об утверждении Регламента организации и проведения мероприятий по государственной инвентаризации лесов центральным аппаратом Рослесхоза, территориальными органами Рослесхоза и подведомственными Рослесхозу организациями». – URL : <https://legalacts.ru/doc/prikaz-rosleskhoza-ot-06052022-n-556-ob-utverzhdanii-reglamenta/> (дата обращения: 04.12.2022).

Научная статья  
УДК 630

## ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ВНУТРЕННЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ В СТВОЛЕ СОСНЫ СИБИРСКОЙ

Андрей Анатольевич Побединский<sup>1</sup>, Дарья Сергеевна Чеснова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень,  
Россия

<sup>1</sup> pobedinskiyaa@gausz.ru

<sup>2</sup> chesnova.ds@edu.gausz.ru

**Аннотация.** Приводятся данные об изменении внутреннего напряжения в сосне, произрастающей на Сибирской территории. Исследуется один из биоэлектрических показателей в зависимости от влажности окружающего воздуха.

**Ключевые слова:** сосна сибирская, биоэлектрические показатели, мультиметр, внутреннее напряжение, влажность

Scientific article

## THE EFFECT OF HUMIDITY ON INTERNAL STRESS IN THE TRUNK OF SIBERIAN PINE

Andrey A. Pobedinskiy<sup>1</sup>, Darya S. Chesnova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

<sup>1</sup> pobedinskiyaa@gausz.ru

<sup>2</sup> chesnova.ds@edu.gausz.ru

**Abstract.** The article presents data on changes in internal stress in a pine tree growing on the Siberian territory. The bioelectric indicator is investigated depending on the humidity of the surrounding air.

**Keywords:** siberian pine, bioelectric indicators, multimeter, internal voltage, humidity

С каждым годом потребление энергии в мире неуклонно растет. Кроме существующих углеводов, из которых можно извлечь энергию человечество научилось использовать энергию солнечных лучей, ветряных мельниц и т. д. Научные организации продолжают поиск альтернативных источников питания. На сегодняшнее время есть масса устройств и приборов, которым не нужны высокие напряжения, большинство из них работает от элементов питания, рассчитанных на 1,5 В. С этой целью были

исследованы мультиметром [2–5] различные породы древесины, различного диаметра и произрастающие на территории УрФО.

Одним из важных факторов, влияющих на биоэлектрические показатели растущего дерева, является влажность атмосферного воздуха. Для выявления этой зависимости было решено отобрать для исследований породу «сосна сибирская» диаметрами 20; 28; 36; 44 и 50 см. В своей совокупности древостои находятся на незначительном расстоянии друг от друга в лесном массиве в 35 км от Тюмени, не имеют никаких механических повреждений и по общим признакам ничем не отличаются от себе подобных.

Измерение проводились двумя мультиметрами по очереди. Первый фиксировал значение, затем второй подтверждал или опровергал его. Если результаты не совпадали более чем на 10 %, эксперимент проводился заново спустя несколько минут. При совпадении или незначительной погрешности фиксировались в протоколе испытаний.

Влажность воздуха меняется в течение дня. Для измерения установили примерный шаг. В данном варианте диапазон влажности по группам: первая группа влажность от 0 до 40 %; вторая от 41 до 67 %; третья от 68 до 100 %.

Схема измерения внутреннего напряжения сосны сибирской показана на рисунке.



а



б

Измерение напряжения древостоя сосны:  
а – в зимний период, б – в летний период времени года

Данные измерения проводились в полдень, поскольку на основе опытных исследований именно в это время достигается максимальное значение биоэлектрических показателей. Все полученные результаты в зависимости от разности влажности заносились в таблицу.

Внутреннее напряжение сосны обыкновенной в зависимости  
от наружной влажности воздуха и диаметра ствола  
на высоте от уровня земли от 1 до 1,5 метров

Диаметр ствола, см	Влажность, %		
	0–40	41–67	68–100
20	0,12	0,31	0,35
28	0,23	0,34	0,74
36	0,36	0,44	0,75
44	0,33	0,40	0,81
50	0,44	0,48	0,77

**Вывод.** На основании полученных данных (таблица) можно с уверенностью сказать, что при увеличении влажности наружного воздуха происходит увеличение внутреннего напряжения. Данная динамика прослеживается на всех выбранных для исследований диаметров сосны обыкновенной.

*Список источников*

1. Лесной кодекс РФ : [сайт]. – URL : <http://www.leskod.ru> (дата обращения: 3.11.2022 г.).
2. Побединский, А. А. Электрические показатели березы растущие на лесных участках Тюменской области / А. А. Побединский, И. О. Смердов // Лесоэксплуатация и комплексное использование древесины : сборник статей IX Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск, 2022. – С. 109–113.
3. Смердов, И. О. Проект экономной подсветки деревьев на примере тополя / И. О. Смердов, А. А. Побединский // Повышение эффективности лесного комплекса : материалы Восьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. – Петрозаводск, 2022. – С. 174–175.
4. Побединский, А. А. Исследование влияния места произрастания на силу тока в растущем дереве (сосна обыкновенная в Тюменской области) / А. А. Побединский, И. О. Смердов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы VII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 291–293.
5. Смердов И. О. Мониторинг лесных насаждений с использованием радиочастотных волн / И. О. Смердов, А. А. Побединский // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. – Екатеринбург, 2022. – С. 223–226.

Научная статья  
УДК 630. 23

**ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА СЕЯНЦЕВ ЯБЛОНИ ДОМАШНЕЙ  
(*MALUS DOMESTICA* BORKH)  
В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ВС. М. КРУТОВСКОГО**

**Даниил Денисович Пономарев<sup>1</sup>, Максим Вячеславович Коломыцев<sup>2</sup>,  
Ольга Александровна Герасимова<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий  
Им. академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

<sup>1</sup> ramzin-2020@mail.ru

<sup>2</sup> mr.hikkun@gmail.com

<sup>3</sup> goa.1903@yandex.ru

*Аннотация.* Изучены показатели роста сеянцев яблони домашней в условиях Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского. Определены уравнения связи между изучаемыми показателями. Обнаружена сильная положительная корреляция между показателями количества листьев и высоты, а также диаметром и высотой у полусибов крупноплодных сортов.

*Ключевые слова:* яблоня, сеянцы, полусибы, изменчивость, высота, диаметр

Scientific article

**GROWTH INDICATORS OF SEEDLINGS OF THE APPLE TREE  
(*MALUS DOMESTICA* BORKH) IN THE KRUTOVSKY BOTANICAL  
GARDEN**

**Daniil D. Ponomarev<sup>1</sup>, Maxim V. Kolomytsev<sup>2</sup>, Olga A. Gerasimova<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,

Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup> ramzin-2020@mail.ru

<sup>2</sup> mr.hikkun@gmail.com

<sup>3</sup> goa.1903@yandex.ru

*Abstract.* The growth rates of seedlings of domestic apple trees in the conditions of the Botanical Garden. Sun. M. Krutovsky. Relationship equations between the studied indicators are determined. A strong positive correlation was



found between the indicators of the number of leaves and height, as well as diameter and height in semi-sibs of large-fruited varieties.

**Keywords:** apple tree, seedlings, half-sibs, variability, height, diameter

Яблоня – самая распространенная порода, благодаря хорошей приспособляемости к различным условиям произрастания, ценным качествам плодов, высокой урожайности и экономической эффективности [1].

В род *Malus Mill* входит около 50 видов, распространенных в северном полушарии (Передняя, Средняя и Восточная Азия, Северная Америка).

Яблоня (*Malus domestica* Borkh.) относится к основным видам плодовых культур, которые являются наиболее важными. В настоящее время известно более 7000 сортов яблони во всем мире, тем не менее мировое производство основано на их ограниченном количестве [2].

Учитывая значительный вес культуры яблони в экономике садоводства, важна необходимость глубокого изучения и внедрения в производственные сады новых районированных сортов и, прежде всего сортов, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков, возрастает необходимость дальнейшей интенсификации селекционных процессов [3].

В Красноярском крае, где очень суровы климатические условия, основным лимитирующим фактором среды является неблагоприятное сочетание осенне-зимних условий (ранние осенние и поздние весенние заморозки, короткое лето, продолжительные морозы, оттепель, малоснежные зимы и т. п.), нужны, прежде всего, урожайные сорта, отличающиеся зимостойкостью, устойчивостью к болезням, то есть с высокими адаптационными качествами [4, 5].

Ботанический сад им. Вс. М. Крутовского находится в пригородной зоне Красноярска на стыке Канско-Рыбинской равнины и лесостепной зоны Западно-Сибирской равнины с предгорьями Восточных Саян, что обуславливает резко континентальные климатические условия [3].

Показатель континентальности климата колеблется в пределах 198–233 единиц, биологическая продуктивность составляет 64–91 баллов, сумма эффективных температур воздуха за период вегетации колеблется от 1400 до 2000 °С [6].

В 2020 г. было проведено изучение сеянцев крупноплодных сортов яблони в течение вегетационного сезона: подсчет количества листьев, высота сеянцев и измерение диаметра, определение уровня изменчивости показателей.

Установлено, что среднее количество листьев, сформированных у крупноплодных сеянцев составляло  $(4,5 \pm 0,12)$  шт. в июне и  $(10,5 \pm 0,63)$  шт. (табл. 1).

Высота полусибов в июне составила  $(4,5 \pm 0,18)$  см, в июле  $(7,8 \pm 0,62)$  см, в августе –  $(8,9 \pm 0,71)$  см (табл. 2).

Уровень изменчивости по С. А. Мамаеву варьирует от «высокий» (22,0 %) до «очень высокий» (41,8 %).

Таблица 1

Количество листьев, шт.

Дата измерения	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	Уровень изменчивости	P, %
13.06.2020 г.	4,5	0,12	0,66	14,7	Средний	2,8
15.07.2020 г.	9,3	0,51	2,68	29,1	Высокий	5,4
30.08.2020 г.	10,5	0,63	3,27	31,4	Высокий	6,0

Таблица 2

Высота сеянцев, см

Дата измерения	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	Уровень изменчивости	P, %
13.06.2020 г.	4,5	0,18	0,98	22,0	Высокий	4,1
15.07.2020 г.	7,8	0,62	3,26	41,8	Очень высокий	7,9
30.08.2020 г.	8,9	0,71	3,70	41,4	Очень высокий	7,9

Обнаружена сильная положительная корреляция между показателями количества листьев в июле и высоты в августе у крупноплодных сортов яблони ( $r = 0,766$ ). Данная зависимость аппроксимируется уравнением Quadratic Fit (рис. 1):

$$Y = 3,61 + (-3,81) \cdot x + 1,0096 \cdot x^2, \quad R^2 = 0,587,$$

где Y – высота сеянцев в августе, см;

x – количество листьев в июле, шт.

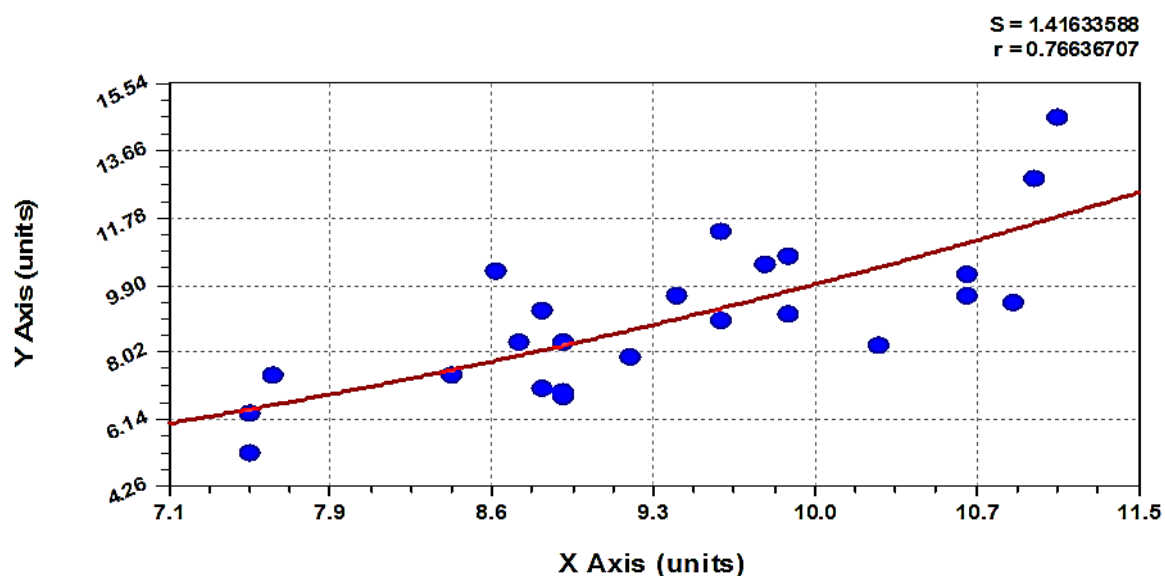


Рис. 1. Зависимость высоты сеянцев в августе от количества листьев в июле

Кроме определения высоты и количества листьев в августе были проведены измерения диаметра корневой шейки. Установлено, что данный показатель составил  $(0,28 \pm 0,01)$  см, коэффициент варьирования 20,5 %.

Обнаружена сильная положительная корреляция между показателями диаметра в августе и высоты в июле крупноплодных сортов яблони ( $R = 0,73$ ).

Гиперболическое уравнение (Hyperbolic Fit) (рис. 2) описывает зависимость диаметра сеянцев от их высоты:

$$Y = 3,83 + (-7,84)/X; R^2 = 0,528,$$

где  $Y$  – диаметр в августе, см;

$X$  – высота в июле, см.

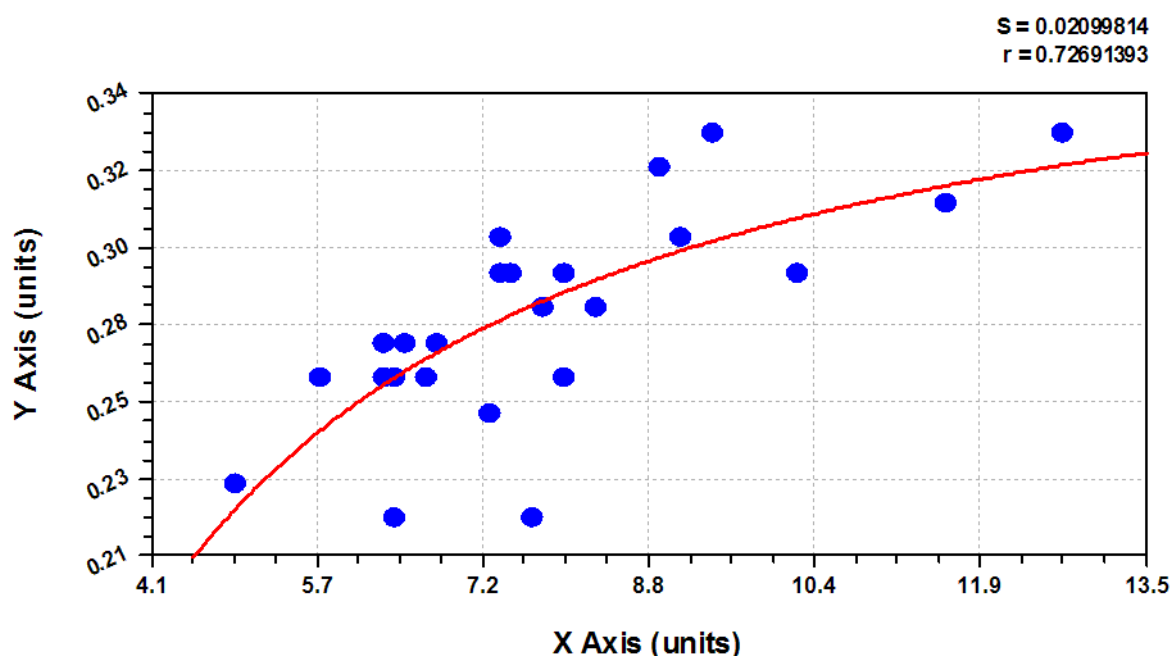


Рис. 2. Зависимость диаметра сеянцев в августе от их высоты в июле

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена динамика роста сеянцев яблони домашней. Обнаружена корреляция между показателями количества листьев в июле и высоты в августе у крупноплодных сортов, а также диаметра в августе и высоты в июле.

#### Список источников

1. Потапов, В. А. Плодоводство : учебник для студентов вузов / В. А. Потапов, В. В. Фаустов, Ф. Н. Пильщиков [и др.]. – Москва : Колос, 2000. – 432 с.

2. Patzak, J. Genetic diversity of Czech apple cultivars inferred from microsatellite markers analysis / J. Patzak, F. Paprstein, A. Henychova, J. Sedlak // Hort. Sci. – 2012. – Vol. 39, № 4. – P. 149–157.

3. Артюх, С. Н. Совершенствование сортимента яблони на основе клоновой селекции / С. Н. Артюх // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2015. – № 35 (5). – С. 1–12.

4. Байкова, Г. Н. Плодовые и ягодные культуры на юге Красноярского края / Г. Н. Байкова, А. М. Байков // Состояние и проблемы садоводства России НИИСС им. М. А. Лисавенко. – Новосибирск, 1997. – Часть 1. – 324 с.

5. Матвеева, Р. Н. Динамика плодоношения яблони в мемориальной части Ботанического сада имени Вс. М. Крутовского / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. В. Моксина. – Красноярск : СибГТУ, 2002. – 60 с.

6. Ревель, А. Н. Экологическое состояние города Красноярска / А. Н. Ревель // Экология. – 1995. – № 6 – С. 19–21.

Научная статья  
УДК 631.43

**ОЦЕНКА АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ИСКУССТВЕННО СОЗДАНЫХ ПОЧВЕННЫХ СУБСТРАТОВ  
ПОД ПАРТЕРНЫМИ ГАЗОНАМИ САЛЕХАРДА**

**Екатерина Дмитриевна Пономарева<sup>1</sup>, Валерьян Николаевич  
Луганский<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> mikatya537@gmail.com

<sup>2</sup> luganskiyv@n.usfeu.ru

**Аннотация.** Изучены основные агрохимические свойства искусственных почвогрунтов (конструктоземов) и проведена общая оценка их плодородия.

**Ключевые слова:** озеленение, почва, образцы точечные и объединенные, агрохимические анализы, плодородие

Scientific article

**ASSESSMENT OF AGROCHEMICAL PROPERTIES  
OF ARTIFICIALLY CREATED SOIL SUBSTRATES UNDER  
THE PARTERRE LAWNS OF SALEKHARD**

**Ekaterina D. Ponomareva<sup>1</sup>, Valerian N. Luganskiy<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> mikatya537@gmail.com

<sup>2</sup> luganskiyv@n.usfeu.ru

**Abstract.** The main agrochemical properties of artificial soils (constructozems) have been studied and a general assessment of their fertility has been made.

**Keywords:** landscaping, soil, spot and combined samples, agrochemical analyses, fertility

В качестве объекта исследования выступает почвенный покров территории, занятый партерными газонами.

Целью научно-исследовательской работы является: установление основных агрохимических характеристик почв на объекте озеленения Салехарда (ЯНАО), а также комплексная оценка их плодородия и обоснования необходимых мероприятий по его повышению.

При проведении исследований использованы общепринятые методики. Отбор почвенных образцов, их подготовка, а также проведение агрохимических анализов выполнены в соответствии с действующими ГОСТами.

Общеизвестно, что основным свойством почвы выступает их плодородие. Плодородие почвы – это способность почвы удовлетворять потребности растений в воде, воздухе и питательных веществах. Для его оценки используется комплекс агрохимических показателей (оценочных критериев). Плодородие является для растений основным прямым экологическим фактором. Причем данный фактор может эффективно регулироваться комплексом научно обоснованных мелиоративных мероприятий. Важным аспектом обеспечения такого регулирования является системный мониторинг почвенного плодородия по основным агрохимическим показателям.

В жестких природно-климатических условиях при крайне низком плодородии естественных почв на объектах озеленения Салехарда существует необходимость формирования улучшенных естественных или искусственных почвенных субстратов, что невозможно выполнить без глубоких агрохимических исследований [1, 3, 4].

Ярким примером выступает создание (конструирование) искусственных почв. Косвенные воздействия на почвенные тела предполагают случайное или преднамеренное изменение факторов почвообразования, определяющие, например, динамику поступления органических веществ, изменение водного или теплового режима и др. [2–4].

Необходимость проведения заявленных исследований обусловлено неудовлетворительным состоянием некоторых участков имеющих газонов (рис. 1). Данные газоны характеризуются мозаичностью и неоднородностью в проективном покрытии, разной интенсивностью роста и развития их травянистых компонентов. При этом одной из наиболее вероятных причин низкого качества покрытия поверхности многолетними травами выступают эдафические условия территории, включая общие физические, физико-механические, физико-химические свойства и трофность почвенных субстратов.

На втором месте среди объективных причин является неправильно подобранный ассортимент используемых в создании газонов растений.

Третьей важной причиной неудовлетворительного качества газонных покрытий может выступать низкая культура проведения агротехнических

мероприятий или их полное отсутствие как на момент создания газонов, так и в процессе их эксплуатации.



Рис. 1. Общий вид партерного газона, как объекта озеленения

Следовательно, изучение состояния почв и комплексная оценка их плодородия выступает важнейшим фактором успешности озеленения территорий, включая формирование газонов как элемента благоустройства. Данный факт обуславливает целесообразность детального анализа агрохимических показателей, определяющих почвенное плодородие, и разработку на основе полученных данных практических рекомендаций по его повышению.

При выполнении научно-исследовательских работ были обследованы газоны общей площадью 6960 га. Из данной совокупности проведена выборка восьми основных контуров. На обследуемой территории отобрано 70 точечных (разовых) образцов, из которых были сформированы средние (смешанные) образцы в количестве 14 шт. Для сформированных и подготовленных средних (объединенных) образцов выполнены 72 агрохимических анализа по определению основных параметров плодородия.

На рис. 2. представлен общий вид верхнего и подстилающего горизонтов рассматриваемого конструктозема.

В табл. 1 представлена комплексная оценка плодородия почв по рассмотренным выше показателям для тех же горизонтов.



Рис. 2. Состояние верхних горизонтов почвы в образцах 1 и 2 при наименьшем содержании органического вещества

Таблица 1

Основные показатели плодородия почв объекта

Номер образца точки отбора)	Агрохимические характеристики почв по образцам					
	Реакция рН Kcl	Гидролитическая кислотность (Нг), ммоль на 100 г.	Органическое вещество (гумус), %	Легко-гидролизуемый азот, мг/кг	Подвижный фосфор (P2O5), мг/кг	Подвижный калий (K2O), мг/кг
1	5,3	2,02	1,38	28,0	341,7	200,7
3	6,1	1,18	4,34	72,8	261,6	185,0
5	5,2	2,99	3,69	58,8	240,3	129,0
7	5,1	3,48	3,02	50,4	291,0	179,0
9	5,2	3,40	3,95	64,4	317,7	140,0
11	4,9	4,32	5,92	95,2	283,9	134,2
13	4,8	3,82	3,33	61,6	305,2	182,4



В табл. 2 приведены основные агрохимические характеристики для верхнего корнеобитаемого слоя (Н1) обследованных почвогрунтов.

Таблица 2

Общая оценка верхнего горизонта почвы (Н1)  
по агрохимическим показателям

Номер образца	Реакция рН Ксl	Степень обеспеченности			
		Органическое вещество, %	Легко-гидролизуемый азот, мг/кг	Подвижный фосфор (P2O5), мг/кг	Подвижный калий (K2O), мг/кг
1	Кислая	Очень низкая	Очень низкая	Очень высокая	Высокая
3	Слабо-кислая	Средняя	Очень низкая	Очень высокая	Высокая
5	Кислая	Низкая	Очень низкая	Высокая	Повышенная
7	Кислая	Низкая	Очень низкая	Очень высокая	Высокая
9	Кислая	Низкая	Очень низкая	Очень высокая	Повышенная
11	Кислая	Средняя	Очень низкая	Очень высокая	Повышенная
13	Кислая	Низкая	Очень низкая	Очень высокая	Высокая

В результате проведенных исследований сделаны выводы:

1. На объекте озеленения проведена замена рекомендуемого подготовленного органо-минерального субстрата на смесь верхового торфа с минеральным компонентом. Применение таких почвогрунтов не позволяют эффективно обеспечить необходимые параметры плодородия.

2. Реакция (рН Ксl) в почвах варьирует в пределах 4,8–6,1, а кислотность почвы характеризуется от слабокислой до кислой. Существуют тенденции изменения реакции почвы в искусственных почвенных субстратах в сторону снижения фоновых значений кислотности естественных зональных почв.

3. Доля органического вещества в верхних горизонтах (Н1) сильно варьирует и оценивается по точкам отбора в от 1,38 (обр. 1) до 5,92 % (обр. 11). Соответственно, обеспеченность характеризуется от очень низкой (обр. 1) до повышенной (обр. 11). Фактически же о содержании гумуса говорить некорректно, так как органическое вещество представлено «грубым гумусом», а по существу полуразложившимися остатками торфа.

4. Содержание легкогидролизуемого азота в верхних горизонтах почвенного субстрата варьирует в пределах от 28,0 мг/кг в обр. 1 до 95,2 мг/кг в обр. 11. Обеспеченность данным питательным веществом

характеризуется как очень низкая, что предполагает применение минеральных азотных удобрений в качестве основных в высоких дозах.

5. Обеспеченность почвы подвижным фосфором ( $P_2O_5$ ) верхнего горизонта (Н1) составляет от 240,3 (обр. 11) до 341,7 мг/кг (обр. 1) и характеризуется от высокого до очень высокого. Данный факт не предполагает применение фосфорных удобрений в качестве основных.

6. Содержание подвижного (доступного) калия ( $K_2O$ ) для верхних горизонтов (Н1) варьирует в пределах 129,0 (обр. 5) до 200,7 мг/кг (обр. 1) и обеспеченность от повышенной до высокой. Внесение калийных удобрений целесообразно проводить в виде подкормок в низких дозах.

*Список источников:*

1. Луганский, В. Н. Состояние почв на месте закладки сквера им. А. А. Дунина-Горкавича (г. Белоярский) и пути повышения их плодородия / В. Н. Луганский, Т. Б. Сродных, В. Д. Луганская // Леса Урала и хозяйство в них. – Вып. 21. – Екатеринбург, 2001. – С. 312–319.

2. Антропогенные почвы : учебное пособие / М. И. Герасимова, М. Н. Строганова, Н. В. Можарова, Т. В. Прокофьева – Москва : «Юрайт», 2019. – 237 с.

3. Луганский, В. Н. Особенности формирования почвенных субстратов на урботерриториях ХМАО / В. Н. Луганский, И. Ю. Пузанов, Л. А. Ткачева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Ч. 2. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2008. – С. 187–189.

4. Луганский, В. Н. Оценка местных органических удобрений для нужд рекультивации объектов г. Белоярский (ХМАО) / В. Н. Луганский, И. Ю. Пузанов, Л. А. Ткачева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Ч. 2. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2008. – С. 189–190.

Научная статья  
УДК 630.233

## АССОРТИМЕНТ ФИТОНЦИДНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Татьяна Игоревна Попова<sup>1</sup>, Татьяна Ивановна Фролова<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> tanya\_popova\_25.01@mail.ru

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

**Аннотация.** В статье идет речь о подборе ассортимента фитонцидных растений для общеобразовательных организаций, их влиянии на атмосферу в помещении. Составлен ассортимент фитонцидных растений для конкретной школы.

**Ключевые слова:** фитонциды, ассортимент, общеобразовательные учреждения

Scientific article

## ASSORTMENT OF PHYTONCIDAL PLANTS FOR EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Tatyana I. Popova<sup>1</sup>, Tatiana I. Frolova<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> tanya\_popova\_25.01@mail.ru

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

**Abstract.** This article deals with the selection of an assortment for general educational organizations. It talks about phytoncidal plants and how they affect the atmosphere indoors. A list of the assortment of phytoncidal plants for a particular school is compiled.

**Keywords:** phytoncides, assortment, educational institutions

Многим известно, что воздух, особенно в закрытых пространствах, имеет высокую концентрацию загрязненности патогенной микрофлоры, что плохо влияет на организм человека. В общеобразовательных учреждениях много закрытых пространств, где дети проводят много времени. Результаты мониторинга микробиологических параметров воздушной среды и микроклимата в образовательных и (или) оздоровительных организациях для детей свидетельствуют о значительной вариабельности данных

показателей в течение дня, следовательно, при отсутствии адекватного воздухообмена формируются условия, способствующие накоплению микроорганизмов в воздушной среде помещений [1]. Особенно эта проблема важна в зимний период. Из-за недостаточного проветривания кабинетов создаются наиболее благоприятные условия для накопления патогенных микроорганизмов, которые вызывают заболевания у детей.

Поэтому озеленение и подбор растений играют главную роль в повышении качества воздуха. Так же растения положительно воздействуют на нервную систему человека, помогают преодолеть плохое и стрессовое состояние.

Следует учесть, что при выборе растений нужно учитывать и требования техники безопасности. Ассортимент не должен содержать ядовитые вещества и вызывать какие-либо аллергические реакции. Желательно, чтобы растения были неприхотливы и не требовали большого ухода.

При выборе ассортимента большое внимание было уделено растениям с фитонцидными свойствами.

Фитонциды – это вещества растительного происхождения, обладающие свойством убивать микроорганизмы, в том числе болезнетворные [2].

На данный момент нет точного методического пособия по выбору ассортимента фитонцидных растений. Как и где их лучше размещать в помещении, чтобы saniрующий эффект был наиболее высок? Многие учебные заведения при озеленении помещений не учитывают свойства растений. Для них важна эстетическая картинка и отсутствие ядовитых видов, которые могут вызвать аллергические реакции.

После анализа литературных и информационных источников был подобран примерный ассортимент, который подходит для общеобразовательных учреждений. Все эти растения можно разделить на несколько категорий:

– 1 категория. Это растения, которые содержат в себе летучие выделения с антибактериальной активностью. К ним относятся: плющ обыкновенный (*Hedera helix*), пеперомия туполистная (*Peperomia obtusifolia*);

– 2 категория. Растения, которые положительно влияют на иммунную, нервную и сердечную системы человека. К таким растениям относятся: мирт обыкновенный (*Myrtus communis*), розмарин лекарственный (*Rosmarinus officinalis*), лимон Мейера (*Citrus meyeri*), плоскоцветочник восточный «вересковидный» (*Platycladus orientalis*), лавр благородный (*Laurus nobilis*);

– 3 категория. Растения, которые поглощают вредные вещества из воздуха. Самые популярные виды: хлорофитум хохлатый (*Citrus sinensis*) и фикус Бенджамина (*Ficus benjamina*).

Приведен ассортимент рекомендуемых растений для Костинской школы Алапаевского района. На данный момент в школе обучаются 207 человек.

Фойе первого и второго этажей школы имеют прямоугольную форму. На первом этаже располагается длинный коридор в виде буквы «П», общая площадь которого 86 м<sup>2</sup>.

Из рекреационных помещений нужно отметить фойе начальной школы, площадь которого равна 112,8 м<sup>2</sup>. Второй этаж, аналогично первому, имеет длинный коридор, площадь которого равна 94,5 м<sup>2</sup>, и прямой коридор прямоугольной формы площадью 84,1 м<sup>2</sup>. Из рекреационных помещений существует фойе, площадь которого равна 113 м<sup>2</sup>. Оно переходит в широкий коридор площадью 114 м<sup>2</sup>. Остальную площадь занимают классы, санузлы, спортзал, библиотека, служебные и другие помещения.

На обследованном участке всего произрастает 35 растений 10 видов. В ассортимент этих растений входят и фитонцидные виды. Гибискус китайский (*Hibiscus Rosa-sinensis*), плющ обыкновенный (*Hedera helix*), хлорофитум хохлатый (*Citrus sinensis*), разные виды Аспидистры.

Помещение школы достаточно большое, поэтому есть острая необходимость в озеленении. Ниже приведен список фитонцидных растений, которые будут безопасны для детей: не вызывают аллергических реакции и не наделяют помещение опасными токсинами.

Сансевиера грациозная (*Sansevieria Thunb gracilis*), Аспидистра широколистная (*Aspidistra Ker-Gawl elatior*), Алоэ пестрое (*Aloe variegata*), Гибискус китайский (*Hibiscus Rosa-sinensis*), Кордилина южная (*Cordyline Comm*), Аглаонема расписная (*Aglaonema Schott pictum*), лавр благородный (*Laurus nobilis* L.), Диффенбахия пятнистая (*Dieffenbachia maculata*), Циссус ромбический (*Cissus rhombifolia* Vahl.), виды родов герань и (или) пеларгония (*Geranium* и/или *Pelargonium*) [3].

Стоит уделить больше внимания на введение и целесообразное расположение фитонцидных видов растений в общеобразовательных учреждениях. Это не только повышает эстетический вид помещения, но и очищает воздух, снижая риск заболевания.

#### Список источников

1. Влияние внутришкольной среды на состояние здоровья подрастающего поколения / И. И. Либина, М. В. Васильева, Е. П. Мелихова, А. В. Скребнева // Новой школе – здоровые дети. – 2018. – С. 93–95. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36585151> (дата обращения: 27.11.2022)
2. Токин, Б. П. Бактерициды растительного происхождения (фитонциды) / Б. П. Токин. – Москва : Медгиз, 1942. – 250 с.
3. Ткаченко, К. Г. Растения в комнате – спасители или аллергены / К. Г. Ткаченко, Н. В. Казаринова // Курортные ведомости. 2007. – № 4 (43). – С. 70–71.

Научная статья  
УДК 630.233

## ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛИ В ОЗЕЛЕНЕНИИ СЕЛ АЛАПАЕВСКОГО РАЙОНА

Татьяна Игоревна Попова<sup>1</sup>, Татьяна Ивановна Фролова<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> tanya\_popova\_25.01@mail.ru

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

**Аннотация.** Рассматривается ассортимент видов, являющихся основными лесообразователями в условиях Свердловской области. Проведено исследование количества в ассортименте применяемых лесообразователей в разных сельских населенных пунктах Алапаевского района.

**Ключевые слова:** лесообразователи, озеленение, сельские населенные пункты

Scientific article

## FOREST FORMERS IN THE LANDSCAPING OF VILLAGES OF THE ALAPAYEVSKY DISTRICT

Tatiana I. Popova<sup>1</sup>, Tatiana I. Frolova<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> tanya\_popova\_25.01@mail.ru

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

**Abstract.** This article deals with the assortment of species that are the main forest formers in the conditions of Sverdlovsk region. A study on the number and assortment of forest formers used in different rural settlements of Alapaevsky district was carried out.

**Keywords:** forest formers, landscaping, rural settlements

Озеленение – важный компонент благоустройства не только в городах, но и в сельских населенных пунктах. На сегодняшний день для осуществления этой задачи необходимо использовать те деревья и кустарники, которые имеют высокую степень декоративности, зимостойкости, долговечности и устойчивости к климатическим условиям. В озеленении актуально использовать лесообразователи – виды деревьев

и кустарников, которые в конкретных климатических условиях являются более устойчивыми и экологически более функциональными.

Климат Алапаевского района континентальный. Характеризуется жарким летом, морозной зимой и редким количеством осадков. Среднее количество осадков за год 496 мм. Март считается самым сухим месяцем, а самым дождливым Июль. Средняя температура в летний период 18 °С, средняя зимняя температура минус 15 °С [2]. На территории Алапаевского района преобладают виды лиственных и хвойных древесных растений. Лиственные: клен, липа, вяз, береза, осина, ясень, дуб; хвойные: лиственница, ель, сосна.

Изучаемые сельские территории: Ячменёва, Фоминка, Костино, Клевакино, Бутакова, находятся по левому и правому берегу реки Реж (рисунок). Территории имеют равнинных характер. Планировка сел смешанная. Основная планировочная ось в деревне Ячменёва – улица Центральная, в деревне Фоминка – улица Чапаева, в Клевакино – Центральная, в Бутакова – Советская, в селе Костино – улица Чапаева.



Населенные пункты Алапаевского района, 2022 г.

В селах в разной степени представлены зеленые насаждения общего пользования. Наиболее интересным в этом плане является село Костино, на территории которого существует парк Победы, его площадь равно 1,2 га. Закладывался он с 1961 по 1968 гг., на его создание было привлечено все население Костино. Для первого этапа озеленения парка использовался посадочный материал липы мелколистной (*Tilia cordata*). Липа представлена только на территории парка Победы [2].

В 1961 г. в северной части парка началось формирование зеленых насаждений. Первыми были высажены древесные виды: липа мелколистная (*Tilia cordata*) и ель сибирская (*Picea obovata*). Схема посадки были как групповые, так и рядовые. На данный момент возраст липы около 100 лет.

Следующий этап формирования зеленых насаждений парка Победы связан с благоустройством и озеленением южной части. В этой части посадочным материалом использовали: ель сибирская (*Picea obovata*) и тополь бальзамический (*Populus balsamifera*). Состояние некоторых видов тополя критическое: требуют санитарной обрезки либо удаления. Экземпляры ели сибирской до сих пор остаются в хорошем состоянии.

В селе Костино продолжается активное участие населения в формировании зеленых насаждений. В 2016 г. была организована зеленая акция. Благодаря жителям, на берегу пруда появилась аллея памяти. Здесь в качестве посадочного материала использовалась береза повислая (*Betula pendula*) – один из лесообразователей мелколистных лесов РФ.

В остальных близлежащих населенных пунктах (Бутакова, Клевакино, Ячменева, Фоминки) подобных вышеописанному парков нет. В озеленении представлены рядовые и групповые посадки деревьев, которые располагаются вдоль улиц. В ходе изучения были выявлены часто встречающиеся виды лесообразователей: ель сибирская (*Picea obovata*), береза повислая (*Betula pendula*), ива серая (*Salix cinerea*). В озеленении так же представлены тополь бальзамический (*Populus balsamifera*), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), черемуха обыкновенная (*Prunus padus*), яблоня ягодная (*Malus baccata*).

В ходе исследования был определен ассортимент и количество лесообразователей, которые использовались и в настоящее время представлены в озеленении сельских территорий Алапаевского района (таблица).

#### Ассортимент лесообразователей

Населенный пункт	Береза повислая	Липа мелколиственная	Ель сибирская	Ива серая	Осина обыкновенная
Костино	37	13	29	10	3
Ячменева	6	–	8	2	2
Фоминка	5	–	7	3	4
Бутакова	10	–	6	2	–
Клевакино	8	–	5	–	–
<b>Сумма</b>	<b>66</b>	<b>13</b>	<b>55</b>	<b>17</b>	<b>9</b>

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что самые часто встречающиеся виды в озеленении – береза повислая и ель сибирская. Состояние некоторых видов березы неудовлетворительное и требует санитарной обрезки.



Хочется отметить, что благоустройство и озеленение сельских территорий, которые располагаются вдали от крупных городов, находится на невысоком уровне. Лишь благодаря силам жителей и администрации поддерживается эстетическая картина системы озеленения перечисленных сел.

*Список источников*

1. Алапаевск. Климат : [сайт]. – URL: <https://gorodarus.ru/alapaevsk.html> (дата обращения: 29.11.2022).

2. Попова, Т. И. Ретроспективный анализ планировки села Костино Алапаевского района Свердловской области / Т. И. Попова, Т. И. Фролова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. – Екатеринбург, 2021. – С. 342–345.

Научная статья  
УДК 630.90

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРИВЕДЕНИЮ В СООТВЕТСТВИЕ СВЕДЕНИЙ ЕГРН И ГЛР

Диана Александровна Проскурякова<sup>1</sup>, Мария Сергеевна Гесс<sup>2</sup>,  
Ольга Борисовна Мезенина<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> dianka.proskuryakova@bk.ru

<sup>2</sup> bhf1111@list.ru

<sup>3</sup> mob.61@mail.ru

**Аннотация.** Для эффективного управления землями Российской Федерации необходимо, чтобы системы ГЛР и ЕГРН работали стабильно, корректно и совместно, только тогда заинтересованные лица смогут получать полную, достоверную информацию и в установленные сроки.

**Ключевые слова:** ЕГРН, ГЛР, лесная амнистия

Scientific article

## ANALYSIS OF THE RESULTS OF MEASURES TO BRING THE INFORMATION INTO COMPLIANCE OF EGRN AND GLR

Diana A. Proskuryakova<sup>1</sup>, Maria S. Hess<sup>2</sup>, Olga B. Mezenina<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> dianka.proskuryakova@bk.ru

<sup>2</sup> bhf1111@list.ru

<sup>3</sup> mob.61@mail.ru

**Abstract.** For effective management of the lands of the Russian Federation, it is necessary that the GLR and EGRN systems work stably, correctly and jointly, only then interested persons will be able to receive complete, reliable information and within a specified time.

**Keywords:** EGRN, GLR, forest amnesty

Актуальность темы. ЕГРН и ГЛР – автоматизированные информационные системы, которые содержат сведения обо всех объектах земельно-имущественных отношений. ЕГРН является более приоритетной системой, так как в ней собраны описания об объектах недвижимости,

о правах, отчуждениях и ограничениях (обременениях) на недвижимое имущество, а в ГЛР собрана информация лишь о лесах, лесничествах, их использовании и охране.

*Главная проблема данных систем* — это отсутствие полной и достоверной информации, вызванное тем, что до амнистии некоторые земельные участки числились в системе ГЛР, а позже стали относиться к ЕГРН и вносились повторно. В связи с этим, общая площадь земельных участков, на картах в ГЛР и ЕГРН была увеличена и впоследствии может превышать площадь самого субъекта РФ, что вносит беспорядок в данные системы и ведет к нарушению земельного и лесного законодательства.

Лесная амнистия – это федеральный закон РФ, который предназначен для защиты владельцев земельных участков, расположенных вблизи территорий, относящихся к землям лесного фонда или таких же наделов, часть которых может пересекаться с территорией леса. (ФЗ от 29 июля 2017 г. № 280-ФЗ). Недостоверность сведений ведет к наложению участков, увеличение налоговой базы, отказу в регистрации, затянутости любой сделки, судебному разбирательству и т. д. Недостоверность и неточность информации происходит также из-за отсутствия взаимодействия и связи между системами ЕГРН и ГЛР. В системе ГЛР информация не обновляется или вовсе отсутствует, что затрудняет и затормаживает работу системы ЕГРН.

Есть и другая проблема. В ЕГРН отсутствуют границы особо охраняемых природных территорий, благодаря чему регистратор прав не может принять решение, подлежит ли земельный участок исключению из границ лесного фонда или к такому земельному участку применение лесной амнистии невозможно в связи с его нахождением в границах ООПТ.

*Цель исследования* – изучение полноты и достоверности сведений, представленных в ЕГРН и ГЛР.

*Задачи исследования:*

- изучение ГЛР и публичной кадастровой карты лесного фонда;
- изучение автоматизированной информационной системы ГЛР;
- сравнение данных ЕГРН и ГЛР.

*Предмет исследования* – анализ результатов мероприятий по приведению в соответствие сведений ЕГРН и ГЛР

*Объект исследования* – Данные систем ЕГРН и ГЛР

ФГИС ЕГРН – это федеральная государственная информационная система ведения единого государственного реестра недвижимости. Работа данного отдела заключается в выдаче выписок в бумажном или электронном варианте на объекты недвижимости после оплаты госпошлины.

Целями и задачами системы ФГИС ЕГРН являются проведение одновременной учетно-регистрационной процедуры, совершенствование

и повышение качества предоставляемых государственных услуг, повышение качества и достоверности сведений.

Целью системы АИС ГЛР является повышение оперативности принятия лесохозяйственных решений в части обеспечения органов государственной власти достоверной, полной и непротиворечивой информацией о лесах, их использовании, охране, восстановлении лесных массивов и лесопарков.

Предназначение системы АИС ГЛР – автоматизировать процесс ведения государственного лесного реестра, включая процессы сбора данных и последующей их обработки, при необходимости – внесение изменений и предоставление информации заинтересованным лицам.

По функциональному признаку ЕГРН и ГЛР имеют как схожие, так и отличительные черты.

Схожесть их заключается в сборе, хранении, обработке информации, ведении базы данных об объектах, предоставлении выписок из Росреестра, отображении информации на картографической основе.

Различия заключаются лишь в функциональной структуре управления.

ГЛР и ЕГРН имеют в своей основе публичные кадастровые карты с отображенными на них различными объектами.

На публичной кадастровой карте системы ЕГРН представлена информация об объектах недвижимости. На карте можно увидеть сведения о площади, кадастровой стоимости, ВРИ, категории земель, местоположении (адрес), межевании, статусе, дате внесения в ЕГРН и даже координатах.

На публичной кадастровой карте лесного фонда можно посмотреть информацию о землях лесного фонда и других категориях. На карте можно увидеть такую же информацию, как и на публичной кадастровой карте ЕГРН.

На интерактивной карте лесов представлена информация обо всех лесничествах РФ, о территориях, которые передаются в аренду, о распределении земель по способам лесоразведения и лесовосстановления, о распределении площади лесов и запасов древесины по преобладающим породам и группам возраста, о распределении площади лесных насаждений по группам пород, группам возраста, полноте и классам бонитета и др.

Из выше представленной информации можно сделать вывод, что по функциональному назначению публичные карты практически не отличаются и носят информативный характер. На всех картах можно найти сведения, совпадающие с ее названием и назначением.

При помощи закона «О лесной амнистии», который вступил в действие 29 июля 2017 года из ЕГРН были удалены сведения о земельных участках, относящихся к землям лесного фонда, информация о которых дублировалась в государственном лесном реестре, а также были устранены неточности в плане границ земельных участков.

Кроме того, правообладателями были поданы заявления о проведении учетно-регистрационных действий.

Проект АИС ГЛР не оправдал доверия. Системой не занимаются и по сей день, с 2013 года прошло 7 лет, но каких-то существенных изменений не произошло.

Наиболее серьезные недостатки системы состоят в том, что показатели реестра недостаточны, а формы заполнения разрознены и не связаны друг с другом. В геоинформационной системе нет места для хранения нормативно-правовых документов, отсутствует инструкция по заполнению каждого показателя и перечня внутрiformенных и интерформенных ссылок.

Исследование показало, что система ЕГРН работает на удовлетворительную оценку, а вот система АИС ГЛР напротив, не работает вовсе. АИС ГЛР стоит побыстрее заменить на новую платформу «Цифровой лес», чтобы ГЛР мог работать правильно и оперативно и без всяких проблем.

В соответствии с концепцией, платформа «Цифровой лес» будет содержать всю необходимую документацию о лесах в электронном виде. Это позволит получать оперативную и достоверную информацию о состоянии лесных участков и других данных на сегодняшний день, не дожидаясь документов на бумажном носителе.

Кроме того, платформа автоматически сравнивает документы отраслевых ассоциации и государственных органов с проектными документами. Платформа включает в себя и дистанционное оказание государственных и муниципальных услуг в сфере лесного хозяйства в электронном варианте.

За последние несколько лет ЕГРН обновлялось практически каждый месяц, но даже это не повлияло на качество и достоверность сведений. В этой системе до сих пор есть пробелы по многим объектам недвижимости. Их характеристики либо недостоверные и устаревшие, либо вовсе отсутствующие в базе данных.

Присутствует множество ошибок по межеванию земельных участков. У большинства просто отсутствуют границы. Но границы отсутствуют не только у земельных участков, у ОКС их также нет.

В работе ФГИС ЕГРН допускались сбои, что вызывало массовые нарушения сроков оказания государственных услуг по причинам несвоевременного исправления ошибок, происходивших в ее процессах, что влияло на стабильность и корректность работы системы.

Научная статья  
УДК 674.093

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ МАЛООБЪЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Алена Андреевна Пятыгина<sup>1</sup>, Андрей Вениаминович Мехренцев<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> pyatygina\_alena@mail.ru

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

**Аннотация.** Рассматривается расширение объемов производства пиломатериалов для внутреннего рынка в условиях малообъемного предприятия. Решение проблемы повышения качества производства пиломатериалов в условиях предприятий малого предпринимательства является в настоящее время актуальным. Выполнен сравнительный анализ качества производства пиломатериалов при использовании технологического процесса индивидуального раскроя пиловочного сырья на ленточнопильных и круглопильных станках периодического действия. Представлены результаты исследования качества пиломатериалов методом выборочного приемочного контроля.

**Ключевые слова:** производство пиломатериалов, индивидуальный раскрой, малообъемное производство, контроль качества

Scientific article

## INVESTIGATION OF THE QUALITY OF LUMBER PRODUCTION IN CONDITIONS OF LOW-VOLUME PRODUCTION

Aljona A. Pyatygina<sup>1</sup>, Andrei V. Mekhrentsev<sup>2</sup>

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

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

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

**Abstract.** The article is devoted to the expansion of the production of lumber for the domestic market in a low-volume enterprise. The solution of the problem of improving the quality of lumber production in the conditions of small businesses is currently relevant. A comparative analysis of the quality of lumber production was carried out using the technological process of individual cutting of sawn raw materials on band saws and circular sawing machines of periodic

action. The results of the study of the quality of lumber by the method of selective acceptance control are presented.

**Keywords:** lumber production, individual cutting, low-volume production, quality control

Производство пиломатериалов в России выросло за последние 25 лет почти в два раза и превысило 44 млн м<sup>3</sup>, около 30 % объема производства приходится на малые и средние предприятия. Импорт пиломатериалов в Россию незначителен, в 2020 году он составил 71,7 тыс. м<sup>3</sup>, при цене 136,1 доллар за 1 м<sup>3</sup> стоимостной импорт составил 9,75 млн долларов [1].

Спрос на пиломатериалы в России составляет 15,7 млн м<sup>3</sup> в год и распределяется на строительство, производство мебели и других видов продукции. К 2030 году ожидается увеличение внутрироссийского спроса на пиломатериалы с 15,6 до 24,7 млн м<sup>3</sup>. Должны быть реализованы меры, направленные на развитие строительства с целевым уровнем 20 % жилых домов и объектов социально-культурного назначения с использованием деревянных конструкций, созданных индустриальным способом, в рамках программ с государственными мерами поддержки, в том числе при переселении из аварийного жилого фонда [2]. С учетом приведенных цифр внутренняя потребность в пиломатериалах может быть в полном объеме удовлетворена за счет работы предприятий малого и среднего предпринимательства. Поэтому решение проблемы повышения качества производства пиломатериалов в условиях предприятий малого предпринимательства является в настоящее время актуальным.

Цель нашего исследования состоит в выполнении сравнительного анализа качества производства пиломатериалов при использовании технологического процесса индивидуального раскроя пиловочного сырья на ленточнопильных и круглопильных станках периодического действия.

На ленточнопильных установках достигается максимальный выход пиломатериалов, общий – до 78 %, заданной спецификации – до 65 %. Производительность ленточнопильных установок невысока, процесс характеризуется сложной подготовкой режущего инструмента, образуются кусковые отходы, требующие уборки и последующей доработки.

Ленточнопильные установки характеризуются следующими отличительными качествами: невысокой производительностью; высоким выходом готовой продукции; небольшой шириной пропила; получением при распиловке кусковых отходов, требующих дальнейшей переработки; ориентировкой на индивидуальный раскрой каждого бревна; сложностью подготовки инструмента; отсутствием постава как такового.

Область применения ленточнопильных станков: с наибольшей эффективностью ленточнопильные установки целесообразно применять для распиловки крупномерной древесины, полученной при заготовке перестойного леса, а также при выполнении санитарных рубок в условиях малообъемного производства.

Круглопильные станки периодического действия универсальны и позволяют работать как с малыми, так и с крупными диаметрами пиловочного сырья и получать качественные пиломатериалы. Это оборудование компактно, неприхотливо в обслуживании, имеет возможность работы на открытых промплощадках и даже на верхнем складе. Оборудование для индивидуального раскроя бревен характеризуется следующими отличительными особенностями: невысокая производительность; получение при распиловке кусковых отходов, требующих дальнейшей переработки; повышенная трудоемкость; ориентировка на индивидуальный раскрой каждого бревна; отсутствие постова как такового.

Область применения: наибольший эффект достигается при использовании оборудования для переработки небольших партий круглого леса различного диаметра. Рекомендуется использование в качестве стационарных промышленных установок в потоках малообъемного лесопильного производства [3].

Анализ качества производства пиломатериалов проводился в ходе пассивного производственного эксперимента методом выборочного приемочного контроля на лесопильном участке Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ (рис. 1, а, б).



*а*



*б*

Рис. 1. Общий вид оборудования для переработки пиловочника:  
*а* – круглопильный станок, *б* – ленточнопильный станок

Основным показателем качества пиломатериалов, контролируемым в процессе эксперимента, была выбрана толщина пиломатериала с номинальным размером 25 мм. Обрезные пиломатериалы длиной 3 м изготавливались на станках Алтай-900 (ленточнопильный), «Магистраль СПР-1100» (круглопильный). При температуре окружающего воздуха минус 10 °С. С учетом влажности древесины сосновых досок, согласно [4], припуск на усушку составляет 0,8 мм. Поле допуска, согласно [5], для



пиломатериалов с номинальным размером 25 мм составит 2 мм. Тогда середина поля допуска (распиловочный размер) будет 25,8 мм, верхняя граница поля допуска 26,8 мм, а нижняя граница поля допуска 24,8 мм. Толщина пиломатериалов измерялась стандартным штангенциркулем с точностью измерений 0,1 мм на расстоянии не ближе 20 см от торцевой поверхности пиломатериала.

С целью контроля качества пиломатериалов было отобрано случайным образом из штабелей, согласно [6], 50 штук досок для измерения толщины.

Результаты измерений приведены в табл. 1. Данные показывают результаты измерения толщины пиломатериалов при использовании ленточнопильного и круглопильного станков.

Таблица 1

Результаты измерения толщины пиломатериалов с номинальными размерами 3 м; 25 мм

Ленточнопильный станок				Круглопильный станок			
Номер замера	Замер	Номер замера	Замер	Номер замера	Замер	Номер замера	Замер
1	25,4	26	27,9	1	25,6	26	27,2
2	25,1	27	25,3	2	26,5	27	31,1
3	29,9	28	27,6	3	26,9	28	30,3
4	29,6	29	25,1	4	27,1	29	29,5
5	29,2	30	24,8	5	26,9	30	29,2
6	27,4	31	26,6	6	27,7	31	28,5
7	27,3	32	26,8	7	28,9	32	28,8
8	28,8	33	28,6	8	29,1	33	29,3
9	25,7	34	29,8	9	28,6	34	29,1
10	26,9	35	25,2	10	29,2	35	29,1
11	26,6	36	25,2	11	28,3	36	28,8
12	26,6	37	26,1	12	27,3	37	27,1
13	30,9	38	26,6	13	28,5	38	26,9
14	32,9	39	25,5	14	28,5	39	27,1
15	27,2	40	26,1	15	28,1	40	27,2
16	26,9	41	28,8	16	28,7	41	28,3
17	29,8	42	28,3	17	28,3	42	28,1
18	26,8	43	31,5	18	27,9	43	27,4
19	28,6	44	31,7	19	27,9	44	26,9
20	27,3	45	29,8	20	27,8	45	27,4
21	25,8	46	27,4	21	27,1	46	27,5
22	26,6	47	26,6	22	28,4	47	30,1
23	28,4	48	25,7	23	27,3	48	29,9
24	28,7	49	29,6	24	26,6	49	29,9
25	27,6	50	29,6	25	27,3	50	31,1

Статистическая обработка результатов экспериментальных данных была выполнена с применением программного продукта Statistica (табл. 2).

Таблица 2

Результаты расчета по программе Statistica

	Кол-во	Среднее	Сумма	Минимум	Максимум	Дисперсия	Ст.откл.
Ленточнопильный станок	50	27,64	1382,2	24,8	32,9	3,72	1,93
Круглопиловочный станок	50	28,21	1410,3	25,6	31,1	1,44	1,20

Графическая интерпретация результатов обработки приведена на рис. 2 и 3. Выполненные расчеты показывают адекватность полученных результатов эксперимента. Исследуемый параметр соответствует нормальному распределению. Сравнение результатов эксперимента с требованиями нормативов показывает значительное количество бракованных пиломатериалов, причем погрешность преимущественно односторонняя, что приводит к производству значительного количества пиломатериалов с превышением нормативной толщины.

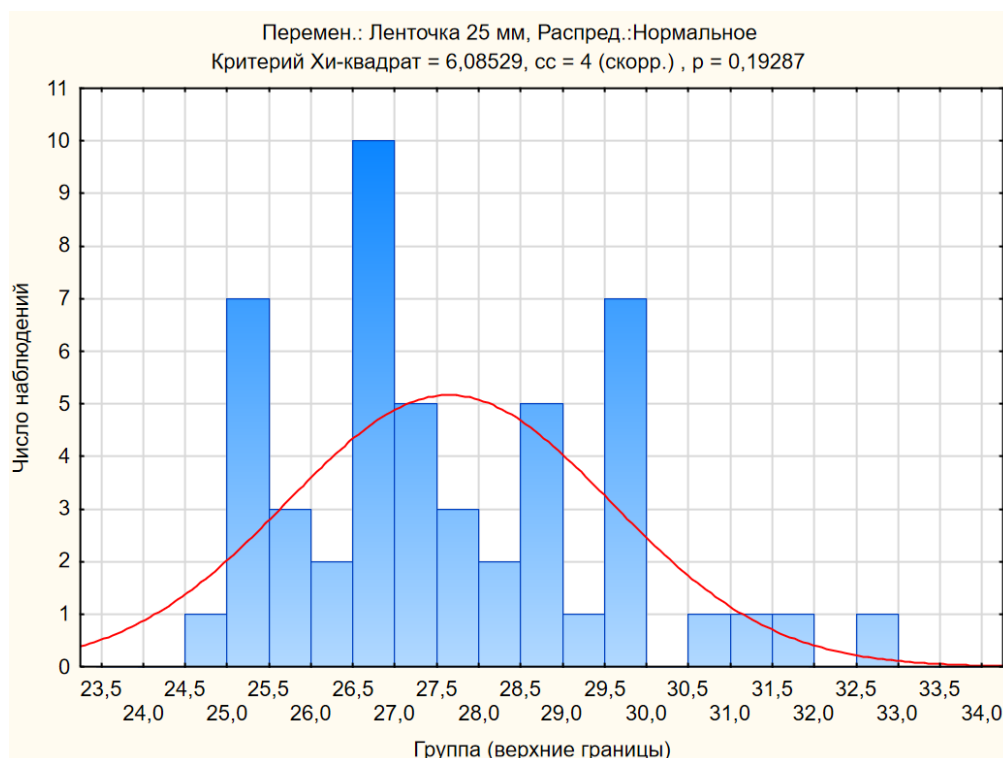


Рис. 2. Графическая интерпретация результатов работы ленточнопильного станка

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что брак по критерию обеспечения толщины пиломатериалов составляет при работе ленточнопильного станка 58,3 %, а при работе круглопильного станка 95 %. Это свидетельствует о низком уровне соблюдения

технологической дисциплины на лесопильном участке, а также низком качестве подготовки режущих инструментов в условиях малого лесопильного производства.



Рис. 3. Графическая интерпретация результатов работы круглопильного станка

### Список источников

1. Федеральная таможенная служба РФ, Таможенный союз ЕАЭС, BusinesStat : [сайт]. – URL: <https://businesstat.ru> (дата обращения: 1.02.2023).
2. Стратегия развития лесного комплекса РФ до 2030 года : утверждена распоряжением Правительства РФ №312-р от 11.02.2021 года. – URL: <https://base.garant.ru/400335155/> (дата обращения: 1.02.2023).
3. Мехренцев, А. В. Технология и оборудование для производства полуфабрикатов деревянного домостроения и специальных видов пиломатериалов: учебное пособие / А. В. Мехренцев, Б. Е. Меньшиков, Е. В. Курдышева. – Москва : Инфра-М, 2021. – 316 с.
4. ГОСТ 6782.1–75. Пилопродукция из древесины хвойных пород. Величина усушки. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 10 с.
5. ГОСТ 24454–83. Пиломатериалы хвойных пород. Размеры. – Москва : Стандартиформ, 2007. – 4 с.
6. ГОСТ 6564–84. Пиломатериалы и заготовки. Правила приемки, методы контроля, маркировка и транспортирование. – Москва : Стандартиформ, 2007. – 8 с.

Научная статья  
УДК 628.543

## ОРГАНИЗАЦИЯ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПЕРЕХОДЕ ЛЕСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ НА НИЗКОУГЛЕРОДНОЕ РАЗВИТИЕ

Никита Александрович Радченко<sup>1</sup>, Василий Андреевич Азаренок<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> nikita.radchencko2012@yandex.ru

<sup>2</sup> v.azarenok@yandex.ru

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы организации чистого производства для лесоперерабатывающих производств. При этом возможна переработка отходов с целью получения топливных брикетов, пеллет и дополнительной продукции теплоэнергетики для нужд тепловой энергетики предприятия, одновременно решаются экологические проблемы производства.

**Ключевые слова:** отходы деревообработки, зеленая энергетика, чистое производство, экология

Scientific article

## ORGANIZATION OF CLEANER PRODUCTION DURING THE TRANSITION OF TIMBER PROCESSING INDUSTRIES TO LOW-CARBON DEVELOPMENT

Nikita A. Radchenko<sup>1</sup>, Vasily A. Azarenok<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> nikita.radchencko2012@yandex.ru

<sup>2</sup> v.azarenok@yandex.ru

**Abstract.** The article deals with the organization of cleaner production for timber processing industries. At the same time, it is possible to process waste in order to obtain fuel briquettes, pellets and additional heat power for the needs of the enterprise, and simultaneously to solve environmental problems of production.

**Keywords:** woodworking waste, green energy, clean production, ecology

Россия располагает огромными лесными ресурсами, в основном в неосвоенных районах Сибири, которые имеют большой потенциал для

развития зеленой энергетики. Решение вопросов комплексного использования древесного сырья позволит обеспечить лидирующие мировые позиции в производстве биотоплива различного назначения.

При выполнении лесосечных работ и организации лесопиления и деревообработки образуется большое количество древесных отходов.

Возможность использования местных возобновляемых топливных ресурсов, то есть отходов, представляющих собой экологическую и пожарную опасность, позволит развить альтернативное направление (малую распределительную энергетику) на основе организации чистого производства.

Примерно на каждые 100 м<sup>3</sup> заготовленной деловой древесины приходится около 60–70 кубометров отходов от лесозаготовок и деревообработки. Поэтому в стране остаются невостребованными около 60–70 млн м<sup>3</sup>, или около 30 млн т органического вещества, что составляет 15 млн т, чистого углерода [1].

Более экономически и технологически доступными являются отходы деревообработки. Эти отходы, как правило, находятся на территории лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий, и в основном они сегодня сжигаются.

Более перспективными на сегодняшний день являются методы и технологии, которые позволяют подключиться к расходной части углеродного цикла, минимизировать количество углерода, возвращаемого из лесов в атмосферу, и производить зеленую энергию. В то же время такая технология в будущем должна поддерживать стабильность лесных экосистем. Это позволит одновременно решить две проблемы: экологии и энергетики (выработка альтернативной и зеленой энергии).

Подсчитано, что депонирование углерода мировыми лесами в восемь раз превышает нынешнюю потребность в энергии, и по мере переключения расходной части углеродного цикла в русло зеленой энергетики, будет гарантированно обеспечена не только экологическая, но и энергетическая безопасность как России, так и всей нашей цивилизации [1].

Для организации экологически чистого производства необходимо предусмотреть выполнение следующих условий:

- уменьшение отходов производства и локализация их при выполнении основных операций. Это позволит минимизировать образование отходов на всех стадиях производства;

- реализация экономически обоснованных способов сокращения отходов в процессе производства.

При этом необходимо производить эколого-экономическую и социальную оценку принимаемых решений, что позволит определить экономическую выгоду с учетом экологических решений. Одновременно возможно выделить наиболее проблемные вопросы и сосредоточить на них предлагаемые технико-технологические решения. Возможно, при этом

реализовать принцип прибыльности «предотвращение загрязнения – выгодно» [2].

При чистом производстве реализуется стратегию предотвращения загрязнения окружающей среды, а так же улучшение ее состояния.

Внедряемые технологические процессы в чистом производстве направлены:

- на сокращение образования отходов на всех стадиях производственного процесса;
- на организацию комплексного использования всех компонентов сырья;
- на получение дополнительной продукции, пользующейся спросом на рынке.

Все это позволяет организовать чистое производство, обеспечивающее улучшение состояния окружающей среды за счет разработки и внедрения экономически выгодных и экологически значимых мероприятий. Одновременно решаются вопросы энергоэффективности и ресурсоэффективности во всех переделах промышленного производства.

Поэтому чистое производство, позволяет с использованием современных подходов к сырью, энергоресурсам, технологическому процессу, установкам, выявить экологические проблемы предприятий и оценить степень их воздействия на окружающую среду. Одновременно имеется возможность разработать технико-экономические проекты и методики расчетов экономических показателей при переходе на чистое производство [3].

В последние годы деревообрабатывающие предприятия начали решать проблему рационального использования древесных отходов, пересматривая свои методы обработки и ища более эффективные способы переработки древесных отходов в ответ на меняющиеся условия рынка.

Следует изучить технологический процесс деревообрабатывающего предприятия и провести необходимые технико-экономические исследования возможности использования древесных отходов в качестве дополнительного сырья для производства древесного топлива и строительных материалов.

Древесное топливо обладает следующими преимуществами:

- возможность сжигания в печных и котельных останках, работающих на твердом топливе;
- минимальные затраты на складирование и транспортировку;
- высокую теплоту сгорания;
- малое количество оставшейся золы.

В связи с этим топливо, которое получено из древесных отходов лесоперерабатывающих производств в настоящее время может стать альтернативой газу и углю. Особенно эти преимущества существенны для сельских и лесных территорий.

*Список источников*

1. Методология и практика чистого производства : учебное пособие / О. А. Конык, В. В. Жиделева, В. С. Пунгина [и др.] ; ответственный редактор В. В. Жиделева ; Сыктывкарский лесной институт. – Сыктывкар : СЛИ, 2015. – 196 с.
2. Большаков, Н. М. Теоретико-методологическая систематика экономики лесных ресурсов : монография / Н. М. Большаков, В. В. Жиделева. – Санкт-Петербург : СПбЛТУ, 2011. – 384 с.
3. Гомонай, М. В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режим работы : монография / М. В. Гомонай. – Москва : МГУЛ, 2006. – 68 с.

Научная статья  
УДК 630.531

## ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ТАКСАЦИИ ДРЕВОСТОЯ НА ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЕ ЛЕСА ГОРЫ ДАЛЬНИЙ ТАГАНАЙ

**Ольга Алексеевна Разжигаева<sup>1</sup>, Павел Александрович Моисеев<sup>2</sup>,  
Антон Максимович Громов<sup>3</sup>, Иван Борисович Воробьев<sup>4</sup>**

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

<sup>2,4</sup> Институт экологии растений и животных УрО РАН,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> kislrodna.maska@gmail.com

<sup>2</sup> moiseev@ipae.uran.ru

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

<sup>4</sup> vorobev\_ib@ipae.uran.ru

*Аннотация.* В 2020 году было проведено лазерное сканирование вершины Дальний Таганай комплексом Л-СКАН-2. В статье обсуждаются положительные и отрицательные стороны применения данного комплекса для получения таксационных характеристик насаждения.

*Ключевые слова:* лазерное сканирование, верхняя граница распространения, Южный Урал

Scientific article

## APPLICATION OF LASER SCANNING IN TAXATION OF THE TREE STAND ON THE UPPER BORDER OF THE FOREST OF THE DALNIY TAGANAI MOUNTAIN

**Olga A. Razzhigaeva<sup>1</sup>, Pavel A. Moiseev<sup>2</sup>, Anton M. Gromov<sup>3</sup>,  
Ivan B. Vorobyev<sup>4</sup>**

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

<sup>2,4</sup> Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy  
of Sciences, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> kislrodna.maska@gmail.com

<sup>2</sup> moiseev@ipae.uran.ru

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

<sup>4</sup> vorobev\_ib@ipae.uran.ru



**Abstract.** In 2020, laser scanning of the Dalniy Taganay peak was carried out using the L-SCAN-2 complex. The article discusses the positive and negative aspects of using this complex to obtain taxation characteristics of the plantation.

**Keywords:** laser scanning, upper limit of distribution, Southern Urals

Сегодня, в век автоматизации многих задач и цифровизации большей части информации, все большее количество людей, чья работа связана с инвентаризацией лесов и изучением структуры древостоев, приходит к выводам, что алгоритм сбора полевого материала необходимо упрощать. Лазерная съемка является одним из путей снижения трудовых затрат на получение данных о таксационных характеристиках леса, также ее несомненным плюсом является повышенная точность получаемых значений, лишенных субъективной оценки отдельно взятого работника. Эта технология пока что не имеет широкого распространения, поскольку в лесном хозяйстве Российской Федерации ее начали применять сравнительно недавно [1, 2, 3].

Объект и методы исследования: в 2020 году был проведен ряд научных экспедиций на вершину Дальний Таганай, расположенную на Южном Урале вблизи города Златоуст Челябинской области (координаты: 55°21'57" с. ш. 59°53'42" в. д., абсолютная высота: 1112 м). Вершина Дальний Таганай интенсивно зарастает, о чем свидетельствуют научные исследования, проводящиеся уже длительное время [4]. Для более точного контроля процессов зарастания проводится именно лазерное сканирование, благодаря которому регулярная фиксация количественных таксационных характеристик заметно упрощается.

В 1990 году данная вершина была разбита на квадраты размером 20 на 20 м доктором биологических наук П. А. Моисеевым. В 2020 году на каждом отдельно взятом квадрате проведена сплошная натурная таксация с присвоением порядкового номера каждому дереву. Также было проведено наземное лазерное сканирование древостоя мобильным комплексом Л-СКАН-2, оснащенный 3D-сканером Velodyne VLP-16. Длина волны луча – 905 нм, скорость измерений – 0,3 млн точек в секунду, дальность сканирования – до 100 м [5]. Данный комплекс позволяет определять координаты каждого отдельного элемента съемки с географической привязкой. Следующим этапом обработки данных является работа с результатами сканирования в программе LIDAR360 Version 5 (рис. 1). Производится нумерация каждого отдельного дерева, чьи границы были качественно отсканированы.

Далее файлы с информацией о насаждении форматируются и преобразовываются в цифровую модель лесного массива в программе QGIS Desktop 3.16.7 with GRASS 7.8.5. Автоматически создаются полигоны, захватывающие объекты, высоты которых (относительно высоты рельефа)

превышают определенное пороговое значение. В нашем случае за пороговое значение взята высота 0,85 м. После чего полученные полигоны разрезают на кроны отдельно взятых, пронумерованных ранее в LIDAR360, деревьев (рис. 2).

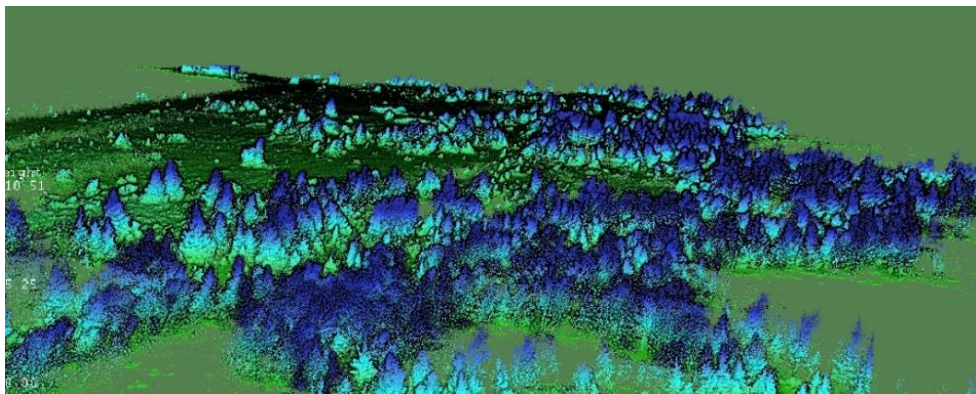


Рис. 1. Внешний вид отсканированной цифровой модели местности в LIDAR360 Version 5

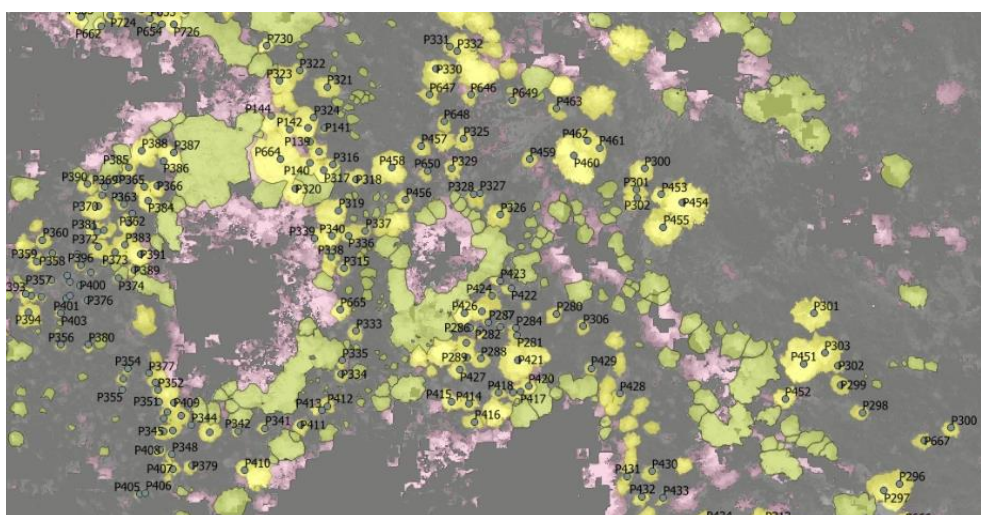


Рис. 2. Полигоны, представляющие собой проекции кроны деревьев на цифровой модели лесного массива в QGIS

Полученные полигоны позволяют определить размеры и площади кроны отдельно взятых деревьев.

Результаты исследований и их обсуждение: в ходе проведения лазерного сканирования были получены количественные и качественные характеристики каждого отдельно взятого дерева на вершине, высота которого выше 0,85 м: площадь проекции кроны, высота, длина и ширина проекции кроны, азимут направления проекции кроны, а также координаты (широта и долгота).

Выводы. Минусом внедрения лазерной съемки местности в лесное хозяйство на данном этапе является отсутствие автоматизации процесса

камеральных работ над оформлением полученной модели и «изъятием» из нее необходимой информации. Наиболее сложное – это разделение полигонов высоких точек на кроны отдельно стоящих деревьев в QGIS.

Также минусом, затрудняющим использование данного метода повсеместно во всех уголках нашей страны, является высокая стоимость оборудования.

Для вычисления погрешности данного метода измерений в дальнейшем необходимо провести сравнение полученных результатов лазерным сканированием и натурной таксацией и вычисление коэффициентов расхождения информации полученной данными методами.

#### *Список источников*

1. Данилин, И. М. Лазерное сканирование и цифровая аэросъемка – новая перспектива лесозоологического мониторинга и таксации леса / И. М. Данилин, Е. М. Медведев, А. И. Данилин, К. С. Коневина // Журнал Сибирского государственного университета геосистем и технологий. Гео-Сибирь. – 2005. – Т. 5. – С. 91–96.

2. Низаметдинов, Н.Ф. Лазерное сканирование и аэрофотосъемка с БПЛА в исследовании структуры лесотундровых древостоев Хибин / Н. Ф. Низаметдинов, П. А. Моисеев, И. Б. Воробьев // Журнал Северного (Арктического) федерального университета. Известия ВУЗов. Лесной журнал. – 2021. – № 4. – С. 9–22.

2. Рыльский, И. А. Подходы к определению таксационных показателей леса с использованием аэрокосмических снимков и лазерного сканирования / И. А. Рыльский // ИнтерКарто. ИнтерГис. – 2018. – Т. 24, № 2. – С. 216–240.

3. Вьюхин, С. О. Изменение морфометрических параметров древостоев в экотоне лес – горная тундра в XXI веке / С. О. Вьюхин, Д. С. Балакин, А. А. Григорьев, П. А. Моисеев // Журнал Уральского государственного лесотехнического университета. Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. XVIII конференция. – 2022. – С. 55–59.

4. Госьков, Е. А. Лазерное сканирование в исследовании структуры древостоев верхней границы леса на Южном Урале / Е. А. Госьков, Т. С. Воробьева, И. Б. Воробьев // Журнал Уральского государственного лесотехнического университета. Леса России и хозяйство в них. – 2022. – № 2 (81). – С. 7.

Научная статья  
УДК 630.160.22.

## ОЦЕНКА ОФИЦИАЛЬНОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА НА ПРИМЕРЕ КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ «УРАЛ-КАРБОН» (КОУРОВКА)

**Владимир Евгеньевич Рогачев<sup>1</sup>, Егор Михайлович Агапитов<sup>2</sup>,  
Валерий Владимирович Фомин<sup>3</sup>**

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

<sup>3</sup> Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

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

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

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

**Аннотация.** Изучение способности лесов депонировать углерод является необходимым звеном в комплексной борьбе с потеплением климата. Данная работа показывает результаты применения на участке «Урал-Карбон» (Коуровка) официальной методики расчета углерода министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации по лесоустроительным данным и сравнение этих результатов с данными наземных измерений.

**Ключевые слова:** депонирование углерода, карбоновый научно-исследовательский полигон, геоинформационные системы

**Благодарности:** работа выполнена в рамках исполнения госбюджетной темы FEUZ-2021-0014 и FEUG-2020-0013.

Scientific article

## EVALUATION OF THE OFFICIAL METHODOLOGY FOR CALCULATION OF CARBON RESERVES ON THE EXAMPLE OF THE CARBON POLYGON OF THE SVERDLOVSK REGION “URAL-CARBON” (KOUROVKA)

**Vladimir E. Rogachev<sup>1</sup>, Egor M. Agapitov<sup>2</sup>, Valery V. Fomin<sup>3</sup>**

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

<sup>3</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

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

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

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

**Abstract.** Studying the ability of forests to store carbon is a necessary factor in the comprehensive campaign against climate warming. The article deals with the results of applying the official method proposed by the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation for calculating carbon from forest inventory data at the «Ural-Karbon» (Kourovka) site. These results were compared with ground-based measurements.

**Keywords:** carbon sequestration, carbonic research polygon, geographic information systems

**Acknowledgments:** the work was carried out within the framework of the implementation of the state budgetary theme FEUZ-2021-0014 and FEUG-2020-0013.

Леса играют важную роль в регулировании климата через депонирование углерода в лесной биомассе. Актуальность изучения этого вопроса показывают заключенные международные соглашения: Киотский протокол, рамочная конвенция ООН об изменении климата и Парижское соглашение [1, 2, 3]. Страны, принявшие эти соглашения, взяли на себя обязательства по контролю бюджета парниковых газов в управляемых лесах и проведению мероприятий, увеличивающих запасы углерода в пулах биомассы лесных экосистем.

Целью исследований является оценка запасов углерода в биомассе древостоев по группам возраста по преобладающим древесным породам лесных насаждений на участке «Урал карбон» (Коуровка) карбонового полигона Свердловской области, построение карты запасов углерода карбонового полигона и сопоставление полученных данных с данными наземных измерений.

В основу оценки запасов углерода по материалам лесоустройства легла официальная методика министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.06.2017 г. № 20-р «Об утверждении методических указаний по количественному определению объема поглощения парниковых газов» [4], согласно которой для расчета запасов углерода по преобладающей породе используется следующая формула:

$$C_{Pij} = V_{ij} \cdot K_{Pij},$$

где  $C_{Pij}$  – запас углерода в биомассе древостоев группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ , тонн С;

$V_{ij}$  – запас стволовой древесины насаждений группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ , м<sup>3</sup> га;

$K_{Pij}$  – конверсионный коэффициент для расчета запаса углерода в биомассе древостоев группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ , тонн С м<sup>3</sup> (табл. 1).

Таблица 1

Конверсионные коэффициенты (тонн С м<sup>3</sup>)  
для расчета запаса углерода в биомассе древостоя  
по объемному запасу древесины лесного насаждения

Преобладающая порода	Группа возраста			
	Молодняки I и II классов возраста	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
Сосна	0,435	0,352	0,329	0,356
Ель	0,614	0,369	0,351	0,364
Береза	0,437	0,396	0,367	0,367
Пихта	0,420	0,308	0,283	0,270

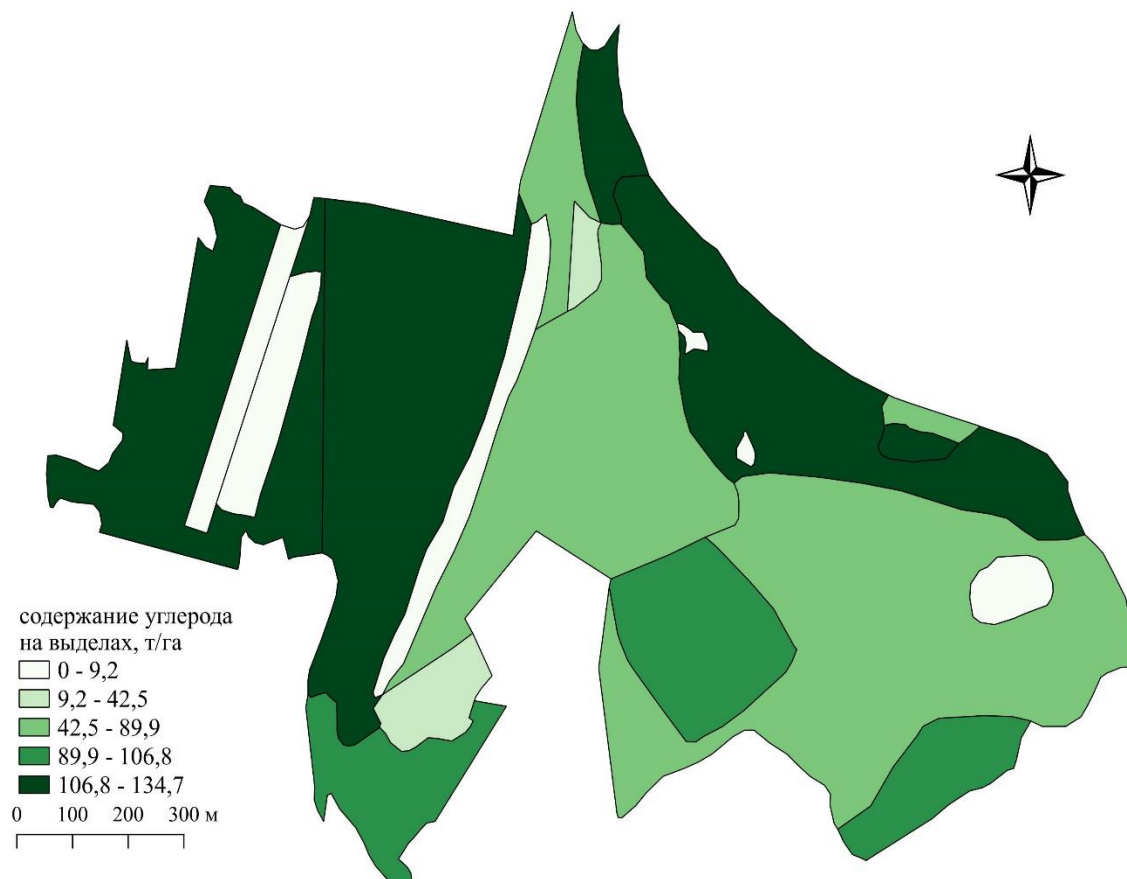
Конверсионные коэффициенты в методике позволяют проводить расчет запасов углерода для широкого спектра пород и различных климатических зон [5]. В данной работе использовались коэффициенты для четырех преобладающих древесных пород района исследований, относящихся к южно-таежной зоне, представленные в табл. 1.

Результаты оценки количества накопленного насаждением углерода дали следующие цифры: средний запас углерода в насаждениях карбонового полигона «Урал-Карбон (Коуровка)» составил 68,17 т/га при среднем запасе древесины 197,75 м<sup>3</sup>. По данным В. А. Усольцева [6], в среднем по лесным насаждениям Свердловской области задепонировано 59,8 т/га углерода для территории, покрытой лесом, что сопоставимо с полученными нами результатами.

На основе проведенных расчетов была построена карта распределения запасов углерода на карбоновом полигоне «Урал-Карбон (Коуровка)» в геоинформационной системе QGIS (qgis.org). Карта включает в себя векторный полигональный слой, для каждого выдела которого было рассчитано среднее содержание углерода на один гектар. На рисунке представлена карта распределения запаса углерода на участке карбонового полигона «Урал-Карбон (Коуровка)».

Для получения более объективной картины запасов углерода на полигоне «Урал-Карбон (Коуровка)» были произведены наземные измерения. На территории полигона были заложены четыре круговые ПП постоянного радиуса 13,82 м, на которых был проведен сплошной пересчет деревьев с картированием и взяты основные таксационные показатели. На основе полученных данных был проведен расчет запасов углерода на пробных площадях по следующей схеме. По формуле Денцина для растущих деревьев был посчитан объем каждого дерева на пробах. Далее к полученным данным был применен коэффициент для перевода объема в сухую биомассу древесины и коэффициент для перевода биомассы

в углерод. Результаты, полученные на выделах, на которых были расположены пробные площади, были сопоставлены с итогами расчетов по методике от министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Результаты расчетов приведены в табл. 2.



Карта распределения среднего содержания углерода на карбовом полигоне «Урал-Карбон (Коуровка)»

Таблица 2

Сравнение методов оценки запасов углерода

№ п/п	Квартал	Выдел	Преобладающая порода	Запас				Разница измерений методами, %
				на выдел, (м <sup>3</sup> ), м <sup>3</sup>	на гектар, (м <sup>3</sup> ), м <sup>3</sup>	по данным лесоустройства, (т/га)	на ПП, (т/га)	
1	23	11	П	239	330	89,90	166,122	84,79
2	23	10	Е	1068	370	134,68	124,798	7,34
3	23	23	П	1152	150	42,45	139,679	229,04
4	23	24	Е	616	290	105,56	164,767	56,09

Сопоставление данных показало возможность значительных расхождений в результатах. Это свидетельствует о том, что для объектов с небольшой площадью, как участок карбонового полигона, применение методики министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации может дать неправдоподобный результат.

Проведенное сравнение данных официальной методики и данных наземных измерений дало возможность в первом приближении оценить пул углерода в древесине на данном участке. Реализация мероприятий программы карбонового полигона Свердловской области «Урал-Карбон» [7, 8] Министерства науки и высшего образования позволит изучить депонирование углерода во всех основных компонентах лесных насаждений полигона и оценить вклад каждого из них в общий пул углерода на исследованном участке.

#### *Список источников*

1. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Официальный русский перевод. ООН, 1997. – 27 с.
2. Рамочная конвенция ООН об изменении климата. Официальный русский перевод. ООН, 1992. – 30 с.
3. Paris Agreement under the Framework Convention on Climate Change. UN, 2015. – 32 p.
4. Распоряжение министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30 июня 2017 года. № 20-р «Об утверждении методических указаний по количественному определению объема поглощения парниковых газов».
5. Луганский, Н. А. Лесоведение / Н. А. Луганский, С. В. Залесов, В. Н. Луганский. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. – С 432.
6. Усольцев, В. А. Депонирование углерода лесами Уральского региона России (по состоянию Государственного учета лесного фонда на 2007 год). – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – 265 с.
7. Полигон «Урал-Карбон» (Северка) / С. В. Залесов, В. В. Фомин, Е. П. Платонов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. – 2021. – № 3 (78). – С. 4–14. – DOI 10.51318/FRET.2021.89.34.001.
8. Фомин, В. В. Лесоклиматические научно-исследовательские проекты Уральского государственного лесотехнического университета / В. В. Фомин, С. В. Залесов, Е. П. Платонов // Подготовка кадров в условиях перехода на инновационный путь развития лесного хозяйства : научно-практическая конференция (Воронеж, 21–22 октября 2021 года). – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2021. – С. 384–389.



Научная статья  
УДК 574

**КОЛЛЕКЦИЯ *MALUS DOMESTICA* BORKH  
БОТАНИЧЕСКОГО САДА УГЛТУ  
«УРАЛЬСКИЙ САД ЛЕЧЕБНЫХ КУЛЬТУР  
ИМЕНИ ПРОФЕССОРА Л. И. ВИГОРОВА».**

**Кристина Алексеевна Рожкова<sup>1</sup>, Кристина Викторовна Мещерякова<sup>2</sup>,  
Елена Александровна Тишкина<sup>3</sup>, Павел Александрович Мартюшов<sup>4</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> krisrozhovo@gmail.com

<sup>2</sup> kvm.9917@mail.ru

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

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

**Аннотация.** Приводятся данные о этапах создания коллекции *Malus domestica* Borkh в Уральском саду лечебных культур им. профессора Л. И. Вигорова. Перечислены основные группы сортов по лечебным свойствам. Дается список сортов, перепривитых на подвои резервного участка плодовых растений УСЛК-2 в 2022 году. Приведены данные фенологических наблюдений в 2022 году.

**Ключевые слова:** *Malus domestica*, коллекция, сорта, прививка, фенология

Scientific article

**COLLECTION OF *MALUS DOMESTICA* BORKH OF THE UGLTU  
BOTANICAL GARDEN «URAL GARDEN OF MEDICINAL CULTURES  
NAMED AFTER PROFESSOR L. I. VIGOROV»**

**Kristina A. Rozhkova<sup>1</sup>, Kristina V. Meshcheryakova<sup>2</sup>, Elena A. Tishkina<sup>3</sup>,  
Pavel A. Martyushov<sup>4</sup>**

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

<sup>1</sup> krisrozhovo@gmail.com

<sup>2</sup> kvm.9917@mail.ru

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

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

**Abstract.** The article provides data on the stages of creation of the *Malus domestica* Borkh collection in the Ural Garden of Medicinal Cultures named after Professor L.I. Vigorov. The main groups of varieties by medicinal properties are listed. The list of varieties re-grafted on the rootstocks of the reserve plot of fruit plants UGMC-2 in 2022 is given. The data of phenological observations in 2022 are given.

**Keywords:** *Malus domestica*, collection, varieties, grafting, phenology

Работа по созданию коллекции *Malus domestica* Borkh (Яблоня домашняя) была начата в 1948–1950 годах на площадях будущего «Северского дендрария» (п. Северка, Железнодорожный район Екатеринбурга). Сегодня на этих площадях в Северском дендрарии произрастают гибридные яблони.

В 1956 году проведены посадки яблони на территории учебно-опытного сада УЛТИ – будущего Уральского сада лечебных культур им. профессора Л. И. Вигорова (УСЛК). В полевых условиях 13 августа 1956 года Л. И. Вигоровым и А. Я. Трибунской проведены первые лабораторные работы по определению содержания витамина С в яблоках, собранных в Северском дендрарии, эта дата считается началом работы лаборатории биологически активных веществ (БАВ) и началом нового направления в садоводстве – лечебное садоводство. На протяжении следующих 12 лет последовательно изучалось наследование витамина С в гибридах яблони, полученных на территории сада и близкородственных сортах, имеющих одних и тех же родителей [1]. Сорта и гибриды поступали в сад также и из других садов со всей территории СССР.

На небольшой территории сада (2,5 га) к 1968 году Л. И. Вигорову удалось собрать коллекцию, состоящую из 1200 сортов и гибридов *Malus domestica* Borkh. [1, 2]. Зимой 1968–1969 года после сильных морозов, достигавших отметки минус 50 °С, большая часть коллекции вымерзла [2].

С 1968 года Л. И. Вигоров целенаправленно начал собирать на территории УСЛК зимостойкие сорта с высоким содержанием БАВ [2]. Большая часть сортов коллекции представлена тремя основными группами: к первой группе относятся сорта с повышенным содержанием витаминов С и Р, являющихся «противогипертоническими» («Бабушкино», «Красносельское прозрачное», «Зорька» и др.); ко второй группе относятся сорта с содержанием провитамина А-«каротиновые» сорта («Абрикосовое Мазюка», «Персиковое Здроговой», «Северянка Лисовенко» и др.); к третьей группе относятся «антибиотические» сорта, которые применяются для профилактики инфекционных желудочно-кишечных заболеваний («Уральское масляное», «Ароматно-восковое», «Анисик омский» и др.) [3, 4].

Помимо основных групп, коллекция содержит сорта: «гематогенные» – предупреждающие малокровие («Кизерская красавица»); «желчегонные» – предупреждающее заболевание печени («Синап уральский»);

«филлохиноновые» – нормализация свертывания крови («Северная зорька», «Анисик омский»).

Коллекция к 1980 году насчитывала 103 сорта *Malus domestica* Borkh [5]. По итогам инвентаризации 2020–2021 гг. было установлено, что на территории произрастает 96 сортов, возраст которых составляет более 50 лет.

В 2020 году с целью сохранения уникальной коллекции в УСЛК начаты работы по омоложению ослабленных и старовозрастных деревьев яблони, созданию резерва на новой территории сада (УСЛК-2).

Весной 2022 года на резервном участке плодовых растений УСЛК-2 были привиты разными способами 22 сорта. Привои взяты от сортов, произрастающих в УСЛК-1. Сорта и способы прививки, а также приживаемость приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сорта *Malus domestica* Borkh, перепривитые на 3, 4-летние подвои резервного участка плодовых растений УСЛК-2

№	Сорт	Применяемые виды прививок	Приживаемость
1	АЗОС	За кору	+
2	Красносельское прозрачное	Улучшенная копулировка и за кору	+
3	Северная зорька	За кору	+
4	Дачная	За кору, улучшенная копулировка	+
5	Апорт алма-атинский	Прививка прививочным секатором	+
6	Синап уральский	За кору	+
7	Ксения Оловиченко	За кору	+
8	32-11-38 Лисовенко × Антоновка уральская	Улучшенная копулировка и за кору	–
9	Ударница	Улучшенная копулировка и за кору	+
10	Сеянец Мазюка	За кору	+
11	Ароматно-восковое	За кору	+
12	Уральское масляное	Улучшенная копулировка и за кору	+
13	Антоновка Бирюкова	Улучшенная копулировка и за кору	+
14	Звездочка Черненко	Улучшенная копулировка и за кору	+
15	Ранетка Лисовенко	Улучшенная копулировка и за кору	+
16	Красоцвет	Улучшенная копулировка и за кору	+
17	Фонарик	Улучшенная копулировка и за кору	-
18	Ароматно-восковое	Улучшенная копулировка и за кору	+
19	Заря Диброва	Улучшенная копулировка и за кору	+
20	Кизерская красавица × Титовка	Улучшенная копулировка и за кору	+
21	Тихоновская	Улучшенная копулировка и за кору	+
22	Серебряное копытце	Улучшенная копулировка и за кору	+

Примечание. Условные обозначения: – не прижилось, + прижилось.

Вид прививки применялся в зависимости от диаметра подвоя. Улучшенная копулировка и прививка прививочным секатором осуществлялась на боковых ветвях толщиной до 8 мм, а прививка за кору в стволики – толщиной более 2 см. Фенологические наблюдения являются неотъемлемой частью ботанических исследований, в том числе наблюдений за состоянием древесных растений коллекционного фонда УСЛК. В 2022 году в саду начали проводить фенологические наблюдения за сортами *Malus domestica* Borkh, произрастающими на территории УСЛК-1. Фенологические фазы определяли для 83 сортов, средние значения дат приведены в табл. 2.

Таблица 2

Средние значения фенологических фаз сортов *Malus domestica* Borkh, произрастающих на территории УСЛК-1

Фенологическая фаза	Дата
Набухание почек	21.04.2022
Раскрытие почек	26.04.2022
Первые листья	01.05.2022
Бутонизация	19.05.2022
Зацветание	26.05.2022
Обильное цветение	28.05.2022
Конец цветения	06.06.2022
Появление плода	14.06.2022
Созревание плода	27.08.2022
Начало листопада	06.07.2022

Дальнейшее проведение фенологических наблюдений необходимо для проведения комплексных исследований процессов старения и омоложения сортового ассортимента сада на обеих территориях.

#### Список источников

1. Вигоров, Л. И. Особенности наследования витамина С у гибридных яблок северных сортов / Л. И. Вигоров // Записки Свердловского отделения Всесоюзного ботанического общества. – 1962. – Вып. 2. – С 51–65.
2. Вигоров, Л. И. Сад Лечебных культур / Л. И. Вигоров. – Свердловск : Средне-Уральское книжное из-во, 1976. – 172 с.
3. Крючков, В. А. Уральский сад лечебных культур им. профессора Л. И. Вигорова / В. А. Крючков, А. П. Петров, Л. А. Ладейщикова. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2006. – 202 с.
4. Вигоров, Л. И. Избранные труды / Л. И. Вигоров. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. – 364 с.
5. Видовой и сортовой состав древесных растений Сада лечебных культур / А. Я. Трибунская, З. А. Ритво, В. А. Крючков. – Свердловск : УЛТИ, 1980. – 40 с.

Научная статья

УДК 630.182.42:582.477:581.132.1

## МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

**Кристина Алексеевна Рожкова<sup>1</sup>, Филипп Олегович Царев<sup>2</sup>,  
Елена Александровна Тишкина<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> krisrozhovo@gmail.com

<sup>2</sup> tsarev.f@list.ru com

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

**Аннотация.** Изучено накопление фотосинтетических пигментов и соотношение их форм в хвое можжевельника обыкновенного в горных среднетаежных темнохвойных лесах Южного Урала в течение зимнего и летнего периодов в контрастных условиях переходной зоны «тундра-редколесье» в пределах одного склона г. Дальний Таганай.

**Ключевые слова:** *Juniperus communis* L., пигменты, морфометрические параметры, тип местообитаний.

Scientific article

## MORPHOPHYSIOLOGICAL ADAPTATION OF JUNIPER COMMON IN THE SOUTHERN URALS

**Kristina A. Rozhkova<sup>1</sup>, Philip O. Tsarev<sup>2</sup>, Elena A. Tishkina<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> krisrozhovo@gmail.com

<sup>2</sup> tsarev.f@list.ru

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

**Abstract.** The article studies the accumulation of photosynthetic pigments and the ratio of their forms in the coniferous juniper in the mountain middle taiga dark coniferous forests of the Southern Urals during the winter and summer periods in contrasting conditions of the tundra-woodlands transition zone within one slope of the city of Dalny Taganay.

**Keywords:** *Juniperus communis* L., pigments, morphometric parameters, habitat type

Экспансия кустарников рассматривается как важный компонент глобальных изменений растительности в последнее столетие [1, 2]. В связи с климатическими и антропогенными изменениями кустарниковые сообщества приобретают все большее значение на границе леса и тундры, леса и степи [3].

Цель исследования: изучения морфофизиологического механизма адаптации *Juniperus communis* в контрастных условиях переходной зоны «тундра-редколесье» на горе Дальний Таганай.

Исследования проведены в начале марта и июне в 2019 году на территории национального парка «Таганай» (Челябинская область) в северной части Южного Урала на г. Дальний Таганай. Средняя температура января в изучаемый период года была минус 12,2 °С, июля плюс 17,6 °С, при среднегодовой температуре +2,6 °С, а количество осадков в среднем равнялось 747 мм, при этом снежный покров составлял 32,5 см. Для диагностики пигментного состава в хвое *Juniperus communis* были заложены временные пробные площадки на различных высотных уровнях в пределах одного склона в переходной зоне «тундра – редколесье» (табл. 1).

Для характеристики местообитания и морфометрических параметров (высота и диаметр кроны в двух взаимно перпендикулярных направлениях) применяли стандартные методики [4]. Возраст определялся путем взятия спила в месте прикрепления самой толстой ветви к стволу с последующей датировкой годовичных колец в лабораторных условиях [3].

Таблица 1

Характеристика исследуемых местообитаний *Juniperus communis* L.

Показатели	Тип местообитаний	
	Тундра лишайниково-травяная горная	Редколесье еловое
Растительное сообщество	Тундра лишайниково-травяная горная	Редколесье еловое
Географические координаты	№ 55°22'03.80", E 59°54'30.52"	№ 54°48'33.14", E 59°07'21.23'
Высота над уровнем моря, м	1090	1080
Высота снега, см	15±5,1	45±4
Древостой: состав	–	10Е
сомкнутость древесного полога	–	0

Хвою можжевельника собирали в марте при максимальном снегонакоплении и в июне, затем замораживали. Всего было исследовано 60 образцов.

*Juniperus communis* L. – пластичный вид, легко адаптируется, его жизненная форма изменяется в зависимости от условий местообитания, в тундре она представлена стланиковой формой со сложной архитектурой ветвления, в еловом редколесье в виде раскидистого «геоксильного» кустарника с плотностью особей в 2,2 раза выше, чем в тундре. Морфометрические параметры можжевельника также сильно различаются – в еловом редколесье высота особей больше в 2,4 раза, диаметр кроны в 1,8, площадь проективного покрытия кроны в 2,2. В то же время, снижением сомкнутости древесного полога увеличивается плотность особей, она выше в тундре в 2,6 раза. Установлена высокая корреляция возраста и снежного покрова с морфометрическими параметрами ( $r = 0,99, p < 0,05$ ). Содержание пигментов различно у тундровых растений и елового редколесья.

У тундровых растений и в зимнем, и в летнем периодах ниже значения хлорофиллов и каротиноидов, в целом по количеству пигментов, чем у можжевельников в редколесье, за исключением каротиноидов в летний период (табл.2).

Таблица 2

Содержание фотосинтетических пигментов  
в хвое *Juniperus communis* L. в переходной зоне «тундра – редколесье»

Параметры		Тип местообитания <i>Juniperus communis</i>	
		Тундра	Редколесье
В летний период сбора хвои			
Содержание пигментов (мг/г <sup>-1</sup> ) сырого вещества	<i>хлорофилл a</i>	1,11±0,08	1,25±0,16
	<i>хлорофилл b</i>	0,98±0,14	1,23±0,28
	хл, <i>a+b</i>	2,09±0,22	2,48±0,44
	<i>каротиноиды</i>	0,53±0,02	0,50±0,03
	сумма пигментов	2,62	2,98
Соотношение	<i>хлорофилл a:b</i>	1,13	1,01
	<i>хлорофиллы: каротиноиды</i>	3,94	4,96
В зимний период сбора хвои			
Содержание пигментов (мг/г <sup>-1</sup> ) сырого вещества	<i>хлорофилл a</i>	0,81±0,08	1,07±0,06
	<i>хлорофилл b</i>	0,66±0,11	1,05±0,08
	хл, <i>a+b</i>	1,47±0,19	2,12±0,14
	<i>каротиноиды</i>	0,42±0,02	0,45±0,02
	сумма пигментов	1,89	2,57
Соотношение	<i>хлорофилл a:b</i>	1,22	1,01
	<i>хлорофиллы: каротиноиды</i>	3,5	4,71

Увеличение накопления каротиноидов в летний период связано с функцией защиты пигментных комплексов от фотодеструкции при избыточной инсоляции. Отношение «хлорофиллы : каротиноиды» в Таганайской ценопопуляции можжевельника варьировало в зависимости от времени сбора хвои от 3,5 до 4,96, и оно было выше у лесных особей за счет снижения каротиноидов, а соотношение хлорофилла  $a$  к хлорофиллу  $b$  в редколесье не изменялось (1,01), в то время как в тундре было установлено от 1,13 до 1,22.

Исследованы фотосинтетические пигменты Таганайской ценопопуляции *Juniperus communis* L. в пределах одного склона в контрастных условиях: лишайниково-травяной горной тундры и елового редколесья зимой и летом. Исследованные типы местообитания имели отличия по термическому и гидрологическому режимам, уровню освещения. Установлено, что у *Juniperus communis* в еловом редколесье содержание пигментов выше в хвое, чем у тундровых растений за счет особенностей фотосинтетического аппарата. Адаптационные особенности можжевельника, заключающиеся в изменении содержания пигментов и соотношения форм не зависят от возраста растений. Особую защитную роль при фотоингибировании выполняют хлорофилл  $b$  и каротиноиды, поэтому в тундре, в условиях избыточной инсоляции было зафиксировано увеличение каротиноидов в хвое можжевельника, при этом сезонная динамика фотосинтетических пигментов подчиняется общим закономерностям, свойственным для вечнозеленых хвойных растений. Решающую роль в выживании можжевельника играет снежный покров, так как в экстремальных условиях горных экосистем, особенно на открытых участках, таких как тундра, можжевельник подвергается снежной абразии и морозному иссушению, поэтому скопление снега в еловом редколесье имеет лимитирующее значение для его функционирования. Следующим фактором морфофизиологической особенности является приспособленность *Juniperus communis* к недостатку освещения путем трансформации жизненной формы. В тундре можжевельник встречается в виде стланика, а в еловом редколесье формирует форму раскидистого геоксильного кустарника. Трансформация жизненной формы можжевельника напрямую связана с конкуренцией за световой ресурс и влагу, при этом преимущественным направлением роста у растений в редколесье является рост в высоту, тогда как у *Juniperus communis* в тундре рост идет как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Данные особенности позволяют ему внедряться в растительные сообщества.



*Список источников*

1. An ecosystem in transition: causes and consequences of the conversion of mesic grassland to shrubland / J.M. Briggs et al // *BioScience*. – 2005. – № 55. – С. 243–254.

2. Shifts in litter fall and dominant nitrogen sources after expansion of shrub thickets / S. T. Brantley and D. R. Young // *Oecologia*. – 2008. – № 155. – С. 337–345.

3. Expansion of *Juniperus sibirica* Burgsd. as a response to climate change and associated effect on mountain tundra vegetation in the Northern Urals / A. A. Grigoriev [et al.] // *Journal of Mountain Science*. – 2020. – №17 (10). – С. 2339–2353.

4. Экологическая пластичность пигментного комплекса хвои в горных и равнинных ценопопуляциях можжевельника обыкновенного / Е. А. Тишкина [и др.] // *Лесоведение*. – 2021. – № 4 (4). – С. 351–362.

Научная статья

УДК: 504.062

## ОХРАНА ЛЕСОВ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**Мария Михайловна Рыбалова<sup>1</sup>, Лидия Александровна Межова<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Воронежский государственный педагогический университет, Воронеж, Россия

<sup>1</sup> Rybalova96@mail.ru

<sup>2</sup> lidiya09mezhova@yandex.ru

**Аннотация.** Лесные территории в Воронежской области являются ценными природными ресурсами, так как ранее были уничтожены наполовину. Местные леса важны как научная база, значимая часть экосистемы, место обитания животных. Особое значение лесных насаждений – в защитной функции. Анализ охраны лесных массивов связан с изучением определения в их границах ООПТ и охраняемых видов.

**Ключевые слова:** лесной массив, ООПТ, бор, дубрава, лесистость

Scientific article

## FOREST PROTECTION IN THE VORONEZH REGION

**Maria M. Rybalova<sup>1</sup>, Lidiya A. Mezhova<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia

<sup>1</sup> Rybalova96@mail.ru

<sup>2</sup> lidiya09mezhova@yandex.ru

**Abstract.** Forest territories in the Voronezh region are valuable natural resources, as they were previously destroyed by half. Local forests are important as a scientific base, an important part of the ecosystem, a habitat for animals. The special importance of forest plantations is in the protective function. The analysis of the protection of forests is associated with the study of the definition of protected areas and protected species within their boundaries.

**Keywords:** woodland, protected areas, forest, oak grove, forest cover

Лесостепные территории занимают большую часть Воронежской области, лесные территории – всего около 10 %. Леса Воронежской области претерпели изменения, связанные с оледенениями, антропогенной вырубкой, культивированием зарубежных видов. В начале четвертичного периода леса состояли из сибирских видов сосны, участки которых

сохранились до сих пор. В голоцене же сформировались лесостепные ландшафты из дубрав, берез и осин. Во время Российской Империи площадь лесов сократилась в два раза, часть лесов была уничтожена во время войн XX в. В ходе лесовосстановительных мероприятий лесистость увеличилась в два раза, в связи с чем искусственные насаждения сейчас составляют 1/3 от всех лесов в области. В настоящее время состав лесных видов следующий: дубравы, которые занимают половину лесных массивов, хвойные, занимающие 24 %, остальные представлены ольшаниками, березами, осинами, тополями [1].

Дубравы преимущественно встречаются на склонах речных долин. Самые старые и наибольшие по площади – Теллермановская роща и Шипов лес (таблица) [2]. Теллермановская роща расположена в Борисоглебском районе, его южная часть находится в составе Хоперского заповедника. Общая площадь массива составляет 400 км<sup>2</sup>, здесь произрастают дубы с возрастом более 200 лет. Восстановлением лесов занимается Опытное лесничество, сотрудники заповедника: лесовосстановительные рубки леса, высаживание лесных культур, введение сплошнолесосечной системы. Лес является особо ценным и довольно древним, по исследованиям ему около 7000 лет. Также на территории леса находится ряд памятников природы: урочище «Демидов лог» (охрана и восстановление ценных культур лиственницы Сибирской), «Питомцы столетий» (старовозрастная дубрава), аллея «Гаежницы» (охрана и восстановление лиственницы сибирской), «Золотой фонд» (старовозрастная дубрава).

#### Охраняемые территории в пределах крупных лесных массивов

Лесной массив	ООПТ	Площадь	Виды растительности
Теллермановская роща	Урочище «Демидов лог», «Питомцы столетий», аллея «Гаежницы», «Золотой фонд»	406,9 га	Лиственница, дуб
Шипов лес	Культуры Генко», «Воронцовское чудо», «Золотой куст», «Солонцовая поляна», «Древесный питомник», «Культуры Вересина»	219,6 га	Дуб
Усманский бор	«Декастр», урочище «Солодь», «Старинный парк», «Червлёный бор», «Краснолесье», «Стрелка», «Ступинское поле»	113,2 га	Сосна, дуб
Хреновской бор	«Пристепная дубрава», «Битюгские дебри», «Заказник», «Здоровье», «Застава», «Верехинские культуры», «Морозовская роща», «Элита», «Триумф Поколений», «Светлый бор», «Зеленая дубрава», Дендрарий лесного колледжа им. Морозова	566 га	Дубы, сосны, вязы, клёны остролистные, липы, осины

Шипов лес является примером произрастания образцовых лесов, которые выращивались здесь селекционерами (высаживались молодые дубы), имеет площадь 392 км<sup>2</sup>. На территории проводятся научные исследования НИИЛГиС, восстанавливаются лесные насаждения [2]. Располагается на территории Павловского и Бутурлиновского районов. Под охраной в лесу находятся памятники природы «Культуры Генко» (сохранение уникальных видов растительности), «Воронцовское чудо» (охрана и восстановление высоко возрастных дубов сложной структуры), «Золотой куст» (охрана и восстановление высоковозрастных дубов), «Солонцовая поляна» (комплекс дубового леса), «Культуры Вересина» (сохранение лучших видов дубов).

Воронежская нагорная дубрава (природный заказник) расположена в округе Воронежа и Рамонском районе. Включает в себя комплекс старовозрастных дубрав и основные типы леса, доминируют виды: дуб черешчатый, липа мелколистная, клен остролистный, ясень обыкновенный, осина. Также на территории города расположены памятники природы по охране старовозрастной дубравы «Вековая дубрава», «Старинный парк».

Многие дубравы в области сохранились лишь небольшими участками и находятся под охраной ООПТ: «Декастр» и «Ступинское поле» (старовозрастные дубравы) в Рамонском районе. Искусственные насаждения дубов находятся под охраной в «Дундуковской роще» Эртильского района.

Сосновые леса расположены в основном на выходах меловых пород. Половина Усманского бора расположена в пределах Воронежского биосферного заповедника: леса преимущественно сосновые с примесью дубов [2]. Леса сформировались на песчаных почвах. Вся территория бора составляет 310,53 км<sup>2</sup>. На территории лесного массива расположены памятники природы биологического профиля «Червленый бор», «Краснолесье», «Стрелка».

На территории Бобровского района расположен Хреновской бор, который выступает границей произрастания сосны обыкновенной, которая занимает 40 % леса, вся территория леса занимает 400 км<sup>2</sup> [2]. Охраной и восстановлением лесов занимается Хреновское лесное хозяйство, имеются деревья возрастом более 100 лет. Также охрана и восстановление лесов происходит на территории ООПТ: «Пристепная дубрава» (насаждения сосны и дуба), «Битюгские дерби» (пойменная дубрава), «Заказник» (старовозрастный бор), «Застава» (уникальные лесные посадки), «Морозовская роща» (участки первобытного бора), «Светлый бор» (сосновые древостои), «Элита» (старовозрастные боры), «Триумф поколений» (сосновые насаждения), «Зеленая дубрава» (уникальные культуры сосны). Сосна обыкновенная неприспособлена к условиям температуры и почвы.

Также сосновые леса находятся под охраной в памятнике природы «Меловой бор» у с. Н. Карабут в Россошанском районе. Они являются древними обитателями местности. Остатки мелового бора находятся под охраной в памятнике природы «Меловая сосна» в Острогожском районе, в урочище «Басовские кручи» в Подгоренском районе, «Ольховатская сосна» в Верхнемамонском районе. В Терновском районе в урочищах «Савальская дача» и «Песчаная дача» под охраной находятся культуры сосны (обыкновенная, Веймутова) и дуба (черешчатый).

В южных районах области произрастают березняки (береза бородавчатая и пушистая). Березы требовательны к количеству света. Первичные березняки встречаются в Россошанском районе. Нагорные березняки находятся под охраной в памятнике природы «Урочище Ореховое». Ольховники не требовательны к условиям увлажнения. Ольховники находятся под охраной в памятнике природы «Ольха» в Терновском районе.

Как видно из таблицы, наибольшие охранные территории лесных территорий расположены в Хреновском боре, здесь же и наибольшее разнообразие древесных пород. Крупные площади лесов находятся под охраной в Воронежском и Хоперском заповедниках, Воронежском заказнике. Географически крупнейшие лесные территории расположены в Рамонском, Бобровском, Грибановском, Борисоглебском районах, они расположены в северной части области на склонах Среднерусской возвышенности и вдоль рек Дон, Битюг, Хопер.

Лесные территории смягчают климат, сохраняют влагу в почве, очищают воздух, выступают естественной средой обитания редких видов животных – выполняют важные экологические функции. В районах с низкой лесистостью высокая густота искусственных лесных полос. Лесополосы выполняют защитные функции для почвы, сельскохозяйственных территорий. На территории городских поселений лесопарковые зоны выполняют экологическую функцию.

Основные проблемы лесопользования связаны с незаконной вырубкой, которую также замечают и на территории некоторых ООПТ, пожарами из-за засушливых погодных условий и неаккуратной деятельности человека, засорение лесов. Значительные территории лесов были сведены для использования в кораблестроении, далее дерево использовалось как топливо либо территории расчищались для размещения сельскохозяйственных угодий.

Таким образом, лесные территории находятся под охраной в заповедниках, заказниках, биологических и комплексных памятниках природы, лесных хозяйствах. Необходимость сохранения лесных территорий вызвана их экологическими, климатическими функциями, они обладают высокой продуктивностью и полнотой древостоя. Ключевые лесные массивы расположены на севере и в центре Воронежской области:

Теллермановская роща, Шипов лес, Усманский бор, Хреновской бор. Эти леса настолько ценны, что часть их территорий находится под охраной, так как местами сохранены первичные леса, уникальные и редкие породы. Границы охраняемых участков изменяются по мере восстановления. За прошедшие годы в этом были достигнуты высокие показатели. Леса области уникальны – здесь совместно произрастают северные и южные виды деревьев на песчаных и черноземных почвах в условиях нестабильного увлажнения.

#### *Список источников*

1. Бруданина, Г. А. Актуальные вопросы использования лесных ресурсов в экономике региона (на примере Воронежской области) / Г. А. Бруданина, И. С. Зиновьева // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 4. – С. 290–291.

2. Каплина, Н. С. Леса Воронежской области / Н. С. Каплина // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова (Белгород, 01–30 мая 2015 года). – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2015. – С. 2240–2243.

Научная статья  
УДК 712.4

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ В КОМСОМОЛЬСКОМ СКВЕРЕ ЕКАТЕРИНБУРГА

Елизавета Александровна Сальникова<sup>1</sup>, Татьяна Ивановна Фролова<sup>2</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> salnikovaova@gmail.com

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

**Аннотация.** Рассмотрены характеристики Комсомольского сквера в Екатеринбурге. Показан баланс территории и обеспеченность элементами озеленения. Проанализированы видовой состав насаждений, их санитарное состояние.

**Ключевые слова:** сквер, видовой состав, баланс территории, санитарное состояние

Scientific article

## ANALYSIS OF THE STATE OF PLANTINGS IN KOMSOMOLSKY SQUARE YEKATERINBURG CITY

Elizaveta A. Salnikova<sup>1</sup>, Tatiana I. Frolova<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> salnikovaova@gmail.com

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

**Abstract.** The article describes the characteristics of the Komsomolsky Square in the Yekaterinburg city. The balance between the territory and the provision of landscaping elements is shown. The species composition of plantings, their sanitary condition is analyzed.

**Keywords:** square, species composition, balance of the territory, sanitary condition

С нарастающими темпами роста и расширения площади городов происходит сокращение количества зеленых насаждений. На сегодняшний момент главной задачей является сохранение окружающей среды и создание благоприятных условий для проживания населения. Поэтому очень важно все больше обращать внимание на состояние зеленых насаждений на территории, которая находится в черте города.

Анализируемый парк находится на территории жилого района

Химмаша в Екатеринбурге, – одном из крупных административных центров Уральского федерального округа и Свердловской области.

Особенность рельефа района Химмаша заключается в том, что он находится на холмистом юго-восточном берегу Нижне-Исетского пруда и входит в состав Чкаловского административного района города.

Климат на территории района, как и по всей территории города, умеренно континентальный, но из-за близости Нижне-Исетского пруда, имеются отличия в микроклиматических условиях.

Целью данного исследования является анализ видового состава, жизненного состояния и плотности насаждений в Комсомольском сквере района Химмаша в Екатеринбурге.

В ходе исследования были решены следующие задачи:

- определен видовой состав насаждений Комсомольского сквера;
- дана оценка санитарного состояния насаждений сквера.

Комсомольский сквер находится в центральной части района Химмаш, окружен с западной стороны проезжей частью улицы Инженерной, с южной стороны – проезжей частью улицы Грибоедова и с восточной стороны – проезжей частью улицы Торговой (рис. 1) [1]. Он относится к объектам озеленения общего пользования общегородского значения. С северной стороны через дорогу граничит с жилыми домами. Участок имеет общую площадь 7260 м<sup>2</sup> протяженностью 138 м. Оформление сквера выполнено, в основном, в регулярной стилистике. Деревья располагаются в виде рядовых посадок, а кустарники – в виде ландшафтных групп или одиночно.

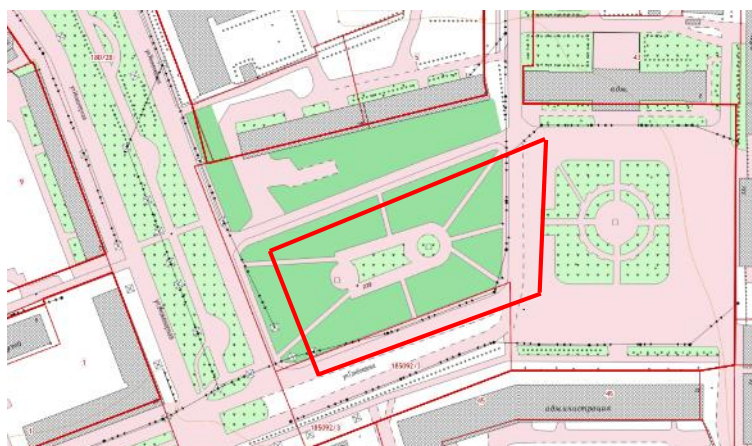


Рис. 1. Расположение сквера

На территории сквера расположены: памятник воину-освободителю (рис. 2), стела с информацией о сквере, парадная группа, скамьи для отдыха, уличное освещение. Основная композиция – парадная группа, состоит из памятника, стелы и цветника с шахматной планировкой из туи (рис. 3). Сквер открыт для свободного посещения, имеет транзитное значение.



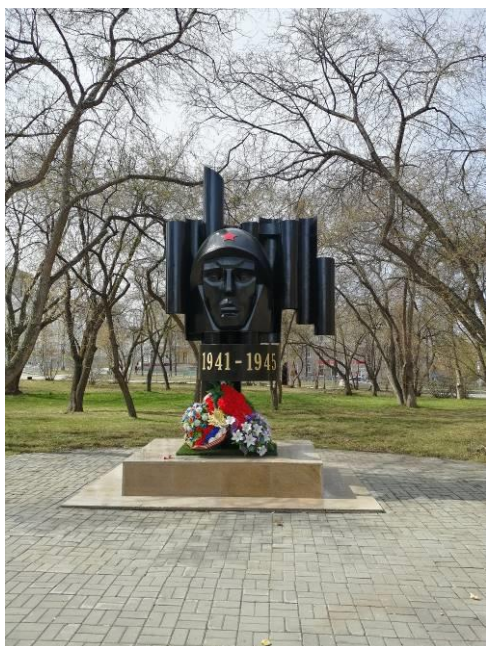


Рис. 2. Памятник воину освободителю в Комсомольском сквере

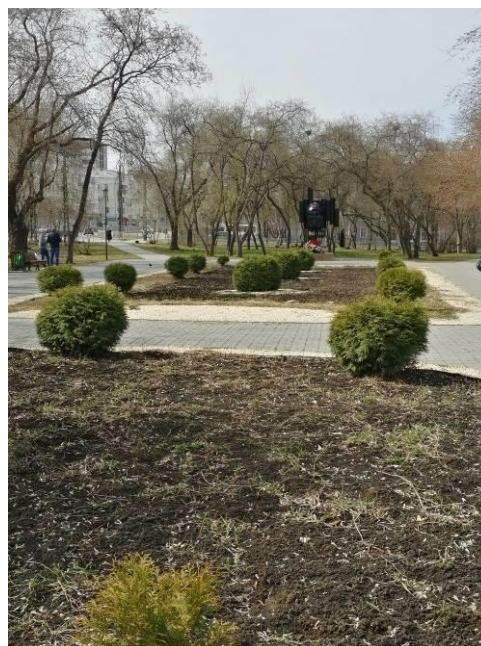


Рис. 3. Вид на газон в центральной части сквера с шахматной композицией из туи

В рамках проведенного в сквере исследования нами была сделана подеревная инвентаризация. Инвентаризация зеленых насаждений – это документальный учет элементов комплексного благоустройства – зеленых насаждений, природных сообществ с их количественной, площадной и качественной оценкой.

Сводные данные инвентаризации представлены в табл. 1.

Таблица 1

Видовой состав и санитарное состояние древесных насаждений сквера

№ п/п	Вид растения	Средние показатели			Количество, шт	Доля, %
		Высота дерева, м	Диаметр ствола на высоте 1,3 м	Санитарное состояние, балл		
1	2	3	4	5	6	7
Деревья						
1	Яблоня Незведского	4,7	18,0	III	11	2,78
2	Яблоня ягодная	6,0	20,0	III	25	6,31
3	Яблоня лесная	6,0	9,0	III	3	0,76
4	Клен ясенелистный	10,0	15,8	III	103	26,01
5	Тополь бальзамический	15,0	45,0	III	23	5,81
6	Вяз шершавый	4,8	8,0	III	6	1,52
7	Боярышник кроваво-красный	4,8	8,0	III	26	6,57
<i>Итого:</i>					197	49,75

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Кустарники						
1	Сирень венгерская	4,7	18,0	II	46	11,62
2	Карагана древовидная	6,0	20,0	II	17	4,29
3	Кизильник блестящий	6,0	9,0	II	100	25,25
4	Туя западная	10,0	15,8	II (2-V)	18	4,55
5	Жимолость Маака	15,0	45,0	II	2	0,51
6	Спирея иволистная	4,8	8,0	II	1	0,25
7	Ясень пенсильванский	2,0	0,03	II	1	0,25
<i>Итого:</i>					185	46,72
Всего древесно-кустарниковых растений					396	100

Общее количество деревьев – 197 шт., при этом выявлено семь лиственных древесных видов и шесть видов кустарников, из них один хвойный. Половину деревьев составляет клен ясенелистный – 52,3 %; яблоня ягодная, тополь бальзамический и боярышник кроваво-красный составляют по 12–13 %. Остальные виды встречаются единично.

Количество кустарников составляет 185 растения. Кустарники представлены на 54 % кизильником блестящим, растущим в виде групповых посадок, сирень венгерская (24,9 %) – в виде одиночных кустарников.

Ассортимент растений не очень разнообразен. Санитарное состояние определяли согласно Приложению 1 к Правилам санитарной безопасности в лесах [2]. Большинство растений сильно ослаблены (табл.1). Кустарники в целом находятся в лучшем состоянии с баллом 2 по санитарному состоянию.

Баланс территории сквера представлен в табл. 2. Нормативные показатели баланса, представленные в табл. 2, взяты в соответствии с учебным пособием по ландшафтному проектированию [3].

Таблица 2

Баланс территории Комсомольского сквера в жилом районе Химмаш

№ п/п	Элементы	Площадь		
		м <sup>2</sup>	%	Норма, %
1	Дорожки и площадки	1600	22	25–28
	Насаждения, в т. ч.	5660	78	72–75
2	газоны	5200	71,6	–
3	цветники	460	6,3	1,5–2
Общая площадь		7260	100	–

Полученные данные показывают, что площадь дорожек и площадок и площадь под насаждениями примерно соответствуют рекомендуемым. Это объясняется тем, что сквер выполняет транзитную и рекреационную функции, и в нем не проводятся масштабные общественные мероприятия, для которых требуются большие открытые площади. Деревья располагаются на газонах в плотной посадке, поэтому в табл. 2 мы не выделили отдельно площадь под деревьями. Доля цветников превышает рекомендуемую, но, так как это не уменьшает площади дорожек и насаждений, это не критично. Норма плотности посадок в среднем для городских скверов составляет 100–120 деревьев и 1000–1200 кустарников на 1 га территории.

Согласно нормативу, на площади 0,7 га должно произрастать не менее 70 деревьев. По нашим данным, количество деревьев в сквере 197 шт. за счет малой площади дорожек и площадок. Площадь под деревьями достаточно большая, это значит, что деревья находятся в свободной посадке и превышения по плотности нет. Однако в сквере наблюдается недостаточное количество кустарников (185 шт.).

Таким образом, можно сделать вывод, что баланс территории сквера не соответствует требованиям. Состояние насаждений в целом сильно ослабленное. После реконструкций сквера в 2015–2019 гг. улучшились качество дорожного покрытия, состояние мест для отдыха, обновлены цветники. По результатам нашего исследования мы рекомендуем регулярные уходы за состоянием деревьев, замену сухих кустарников (туя на цветниках), необходима формовочная обрезка отдельных деревьев.

#### *Список источников*

1. Сквер «Комсомольский» и памятник Воину-освободителю на Химмаше. – URL: <https://ekb7.ru/micro-komsomol> (дата обращения: 08.11.22)
2. Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 года. № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах».
3. Разумовский, Ю. В. Ландшафтное проектирование : учебное пособие / Ю. В. Разумовский, Л. М. Фурсова, В. С. Теодоронский. – Москва : Форум, 2012. – С. 116–117.

Научная статья  
УДК 712.4

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ БАЛАНС КОМСОМОЛЬСКОГО СКВЕРА ЕКАТЕРИНБУРГА

Елизавета Александровна Сальникова<sup>1</sup>, Татьяна Ивановна Фролова<sup>2</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> salnikovaova@gmail.com

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

**Аннотация.** На примере Комсомольского сквера микрорайона Химмаш Екатеринбурга изучен экологический баланс территории и обеспеченность элементами озеленения. Проанализированы видовой состав и санитарное состояние насаждений, рекреационная дигрессия.

**Ключевые слова:** сквер, видовой состав, экологический баланс, посещаемость, рекреационная дигрессия

Scientific article

## ECOLOGICAL BALANCE OF THE KOMSOMOLSKY SQUARE YEKATERINBURG CITY

Elizaveta A. Salnikova<sup>1</sup>, Tatiana I. Frolova<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> salnikovaova@gmail.com

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

**Abstract.** Komsomolsky Square of the microdistrict Khimmash Yekaterinburg city is used as example to study ecological balance of the territory and provision of landscaping elements. The species composition of plantings, their sanitary condition, recreational digression is analyzed.

**Keywords:** square, species composition, ecological balance, attendance, recreational digression

Для жителей больших городов актуальной потребностью является благоприятная среда для проживания. Снижение негативных последствий работы многочисленных промышленных предприятий и выбросов городского транспорта возможно лишь за счет зеленых насаждений. Поэтому актуальной задачей является исследование экологического состояния объектов озеленения и общий экологический баланс территории [1].

Целью данного исследования является анализ экологического баланса Комсомольского сквера в Екатеринбурге и факторов, влияющих на состояние насаждений.

Для достижения поставленной цели нами были решены следующие задачи: сбор данных о природно-климатических особенностях региона, ландшафтных особенностях, о производственных предприятиях, интенсивности автомобильного движения и их влиянии на сквер; оценка общей экологической ситуации в микрорайоне и на объекте озеленения; формирование рекомендаций по улучшению экологической обстановки на изучаемой территории.

Жилой район Екатеринбурга Химмаш находится на юго-востоке города, на холмистом юго-восточном берегу Нижне-Исетского пруда. В настоящее время в промышленной зоне, вокруг ПАО «Уралхиммаш», открылось множество новых предприятий, которые вносят негативный вклад в общую экологическую обстановку микрорайона, а близость очистных сооружений еще больше ухудшает ее. В связи с вышеперечисленными фактами, несмотря на обширное озеленение района, общая экологическая обстановка в жилом районе напряженная.

Анализируя систему озеленения микрорайона, необходимо отметить, что на территории района есть аллея на центральной улице, сквер, два парка, озеленены набережные реки Исеть и Нижне-Исетского пруда. Также рядом с жилыми строениями зачастую встречаются палисадники с декоративными культурами или древесными растениями.

Объект нашего исследования – Комсомольский сквер – находится в центральной части района Химмаш, граничит с входной площадью Уралхиммашзавода и окружен улицами Грибоедова с юга, Торговая с востока, Инженерная с запада. Он относится к объектам озеленения общего пользования общегородского значения. С северной стороны через дорогу сквер граничит с жилыми домами. Также в близком соседстве находится школа № 20 – 3-этажное общественное здание. Длина границ: по улице Грибоедова 117 м, по улице Инженерная 59,1 м, по улице Торговая 61,9 м, по проезду рядом с жилым домом 138 м. Площадь сквера 7260 м<sup>2</sup>.

В результате подеревной инвентаризации сквера мы определили количество насаждений и балл санитарной оценки. Общее количество деревьев – 197 шт. Большинство деревьев сильно ослаблено (3 балла санитарной оценки). Количество кустарников составляет 188 растений. Кустарники ослаблены (2 балла санитарной оценки). Большая часть деревьев и кустарников в основном находится в угнетенном состоянии.

Необходимо отметить признаки рекреационной дегрессии на территории сквера. Рекреационная дегрессия – это процесс негативного изменения биогеоценоза в результате рекреационного воздействия [2]. Главные признаки рекреационной дегрессии – вытопанные участки, механические повреждения деревьев, обилие сорных растений.

Исследуемая территория находится на 5-й стадии дигрессии, так как вся древесная растительность сильно ослаблена (3 балла по санитарному состоянию), кустарниковая растительность ослаблена (2 балла по санитарному состоянию), встречаются вытоптаннные дорожки, на газонах преимущественно сорная растительность, выражено влияние газов и шума.

В рамках оценки экологического баланса была измерена рекреационная нагрузка сквера, которая составляет приблизительно 50 чел./час. Чаще всего люди пользуются сквером только для кратковременного отдыха. Основная функция сквера транзитная.

Наблюдение за рекреационной нагрузкой в сквере проводилось в течение нескольких дней по общепринятой методике. На основании полученных данных построена диаграмма категорий посетителей сквера (рис. 1). Наибольшую долю составляют сотрудники ПАО «Уралхиммаш» и близлежащих предприятий (45 %), которые по пути на работу или домой проходят через сквер. Также через сквер на протяжении всего дня проходят студенты и школьники (29 %).

По вышеперечисленным данным, Комсомольский сквер не подвергается высоким рекреационным нагрузкам, но вокруг него есть несколько дорог с большим потоком автомобилей и высоким уровнем шума и вероятностью задымления и загрязнения атмосферного воздуха.

Мы провели наблюдения за количеством автомобилей на прилегающих к скверу улицах (табл. 1 и рис. 2).

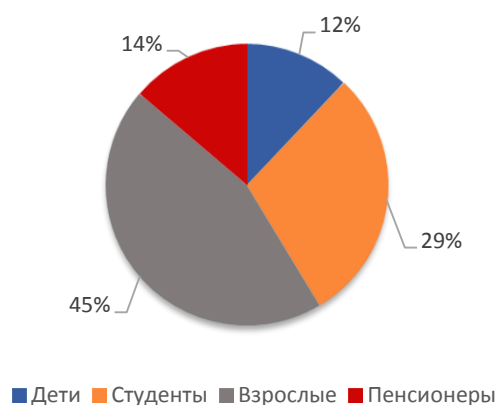


Рис. 1. Диаграмма количества посетителей по категориям



Рис. 2. Диаграмма количества автомобилей по категориям

Наибольшую долю среди автотранспорта, проходящего по окружающим сквер дорогам, составляют легковые автомобили (78 %). Легкие грузовые автомобили составляют 13 %, остальные категории автотранспорта представлены незначительно.

По наблюдениям за движением автомобильного транспорта на прилегающих к скверу улицах было рассчитано загрязнение атмосферного воздуха отработанными газами автомобилей по концентрации окиси углерода в мг/м<sup>3</sup>.

Таблица 1

Общее количество автомобилей на улицах рядом со сквером Комсомольский в утренние часы

Категория автотранспорта	Количество
Легкие грузовые автомобили	80 (13 %)
Средние грузовые автомобили	28 (4 %)
Тяжелые грузовые автомобили	8 (1 %)
Автобусы	24 (4 %)
Легковые автомобили	484 (78 %)
<b>Итого</b>	<b>624 (100 %)</b>

Данные, использованные для расчета концентрации окиси углерода:

– общие данные для прилегающих улиц: магистральные улицы с многоэтажной застройкой с двух сторон, продольный уклон 4°, скорость ветра 5 м/с, относительная влажность воздуха 70 %;

– расчетная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях – 272 и 352 автомашины в час для ул. Инженерная и для ул. Торговая, соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Количество автомобилей на улицах рядом со сквером Комсомольский в утренние часы

Категория автотранспорта	ул. Инженерная	ул. Торговая
Легкие грузовые автомобили	20 (7 %)	60 (17 %)
Средние грузовые автомобили	8 (3 %)	20 (6 %)
Тяжелые грузовые автомобили	0	8 (2 %)
Автобусы	20 (7 %)	4 (1 %)
Легковые автомобили	224 (83 %)	260 (74 %)
<b>Итого</b>	<b>272 (100 %)</b>	<b>352 (100 %)</b>

Формула оценки концентрации окиси углерода ( $K_{CO}$ ) взята по работе А. Л. Шаповалова [3]:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot N \cdot Km) \cdot Ka \cdot Ky \cdot Kc \cdot Kv \cdot Kn, \quad (1)$$

где 0,5 – фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м<sup>3</sup>,

$N$  – суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, автом./час,

$K_m$  – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух окиси углерода (формула 2),

$K_a$  – коэффициент, учитывающий аэрацию местности,

$K_u$  – коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона,

$K_c$  – коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра,

$K_v$  – то же в зависимости от относительной влажности воздуха,

$K_n$  – коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений.

Коэффициент токсичности автомобилей определяется как средневзвешенный для потока автомобилей по формуле

$$K_m = \sum P_i \times K_{mi}, \quad (2)$$

где  $P_i$  – состав автотранспорта в долях единицы,

$K_{mi}$  – определяется для каждого типа автомобиля.

После подстановки величины коэффициентов, уровень загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода на исследуемых улицах составил следующие значения:

на ул. Инженерной

$$K_{co} = (0,5 + 0,01 \cdot 272 \cdot 1,34)1 \cdot 1,07 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 1,8 = 8,38 \text{ мг/м}^3;$$

$$K_m = 0,07 \cdot 3,7 + 0,07 \cdot 2,3 + 0,03 \cdot 2,9 + 0,83 \cdot 1 = 1,34;$$

на ул. Торговой

$$K_{co} = (0,5 + 0,01 \cdot 352 \cdot 1,35)1 \cdot 1,07 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 1,8 = 10,62 \text{ мг/м}^3;$$

$$K_m = 0,17 \times 2,3 + 0,06 \cdot 2,9 + 0,02 \cdot 0,2 + 0,01 \cdot 3,7 + 0,74 \cdot 1 = 1,35.$$

Общий уровень концентрации окиси углерода на территории сквера составил:

$$8,38 + 10,62 = 19 \text{ мг/м}^3.$$

ПДК выбросов автотранспорта по окиси углерода равно  $5 \text{ мг/м}^3$ . На территории исследуемого сквера уровень концентрации окиси углерода превышает значение ПДК более чем в 3 раза.

В заключение можно отметить, что по результатам наших исследований экологическая ситуация в сквере Комсомольский на данный момент является неблагоприятной. Экологический баланс может быть стабилизирован при правильной организации автомобильного потока и своевременном уходе за насаждениями.



*Список источников*

1. Снакин, В. В. Экология и охрана природы : словарь-справочник / В. В. Снакин. – Москва : Akademia, 2000. – 384 с.
2. Рекреационная дигрессия. – URL: <https://www.derev-grad.ru/lesozaschita/rekreacionnaya-digressiya.html> (дата обращения: 11.11.2022).
3. Шаповалов, А. Л. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами автомобилей / А. Л. Шаповалов. – Москва : Транспорт, 1990. – 160 с.

Научная статья  
УДК 630

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНОГО ФОНДА ВЕРХНЕВИЛЮЙСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Сандал Александрович Санников<sup>1</sup>, Любовь Павловна Абрамова<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> sannikovsa13@gmail.com

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

**Аннотация.** Приводится анализ лесного фонда Верхневиллюйского лесничества Республики Саха (Якутия). Наибольшую долю составляют резервные леса, лесные земли составляют 97,4 % общей площади земель. Преобладающая порода лиственница даурская. На территории лесничества преобладают средневозрастные, низкобонитетные и низкоплотные насаждения.

**Ключевые слова:** лесной фонд, лесное насаждение

Scientific article

## CHARACTERISTICS OF THE FOREST FUND OF THE VERKHNIVILYUYSKY FOREST OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

Sandal A. Sannikov<sup>1</sup>, Lyubov P. Abramova<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> sannikovsa13@gmail.com

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

**Abstract.** The article provides an analysis of the forest fund of the Verkhnevilyui Forest of the Republic of Sakha (Yakutia). Reserve forests account for the largest share, forest lands account for 97.4% of the total land area. The predominant species is Daurian larch. Medium-aged, low-bonitet and low-density plantations predominate on the territory of the Forest.

**Keywords:** forest fund, forest plantation

Известно большое количество научных работ о лесах Урала, европейской части России, Сибири, Казахстана, Алтая и других регионов РФ, чего нельзя сказать о лесах Якутии [1]. Актуальность темы заключается в том, что существует недостаток информации в научной литературе о лесах Верхневиллюйского лесничества.

Целью исследования является изучение лесного фонда в Верхневилу́йском лесничестве. Верхневилу́йское лесничество расположено в центральной части Республики Саха (Якутия), на территории Верхневилу́йского административного района. Все леса лесничества отнесены к таежной лесорастительной зоне лесов, Восточно-Сибирскому таежному мерзлотному лесному району [2].

Общая площадь земель Верхневилу́йского лесничества составляет 3 803 444 га. Лесные земли составляют 97,4 % общей площади земель, покрытые лесной растительностью земли – 77,8 %, не покрытые лесной растительностью земли – 19,6 %, нелесные земли составляют всего – 2,6 % общей площади [2].

Леса Верхневилу́йского лесничества по целевому назначению распределяются следующим образом. Наибольшую долю составляют резервные леса (86 %), затем эксплуатационные (10 %) и защитные (4 %).

В таблице представлено распределение запаса насаждений по породам. Преобладающей хвойной породой является лиственница даурская, она занимает больше 92 % запаса. Среди мягколиственных преобладает береза – 68 %. У кустарниковых преобладающей породой является береза кустарниковая – 95 %.

#### Распределение запаса насаждений по породам

Преобладающие древесные и кустарниковые породы	Общий запас насаждений, тыс. м <sup>3</sup>
<b>Хвойные</b>	
Сосна	7821,0
Ель	683,4
Лиственница	102034,2
<b>Мягколиственные</b>	
Береза	87,9
Ивы древовидные	40,4
<b>Кустарники</b>	
Березы кустарниковые	1058,2
Ивы кустарниковые (тальники)	54,5

В Верхневилу́йском лесничестве преобладают средневозрастные насаждения, их доля составляет 44 %, затем идут молодняки 2-го класса, их доля 18 %, и молодняки 1-го класса – 16 %. Спелые и перестойные насаждения занимают 12 %, а приспевающие 10 % общей площади.

В Верхневилу́йском лесничестве преобладают низкополнотные насаждения, их доля составляет 63,9 %. Среднеполнотные составляют 34,2 % от общей площади территории. На долю высокополнотных приходится всего лишь 2 %. Средняя полнота насаждений составляет 0,43, причем она не зависит от класса бонитета.

Насаждения Верхневилу́йского лесничества в основном представлены низкобонитетными насаждениями. Преобладают насаждения VA-VБ класса

бонитета, их доля составляет 50,2 % общей площади. На долю среднебонитетных насаждений приходится всего лишь 6,2 %. Остальная территория занята низкопродуктивными насаждениями V класса бонитета. Средний класс бонитета составляет 5, 4. В ходе исследования был изучен мерзлотно-таежный тип почвы.

Леса Республики Саха (Якутия) отличаются особой уязвимостью, слабой устойчивостью к внешним воздействиям, сниженной способностью к восстановлению. Освоение природных ресурсов и развитие промышленности в регионе без учета конкретных условий региона являются причинами возникновения зон экологической напряженности в районах добычи полезных ископаемых и ухудшения экологической ситуации региона в целом [3].

#### *Список источников*

1. Тишкина, Е. А. Состояние ценопопуляций *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. Ex woloszcz.) Klaskova на Среднем Урале / Е. А. Тишкина, Л. П. Абрамова // Леса России и хозяйство в них. – 2018. – № 4 (67). – С. 56–65.

2. Лесохозяйственный регламент Верхневиллюйского лесничества – Якутск. – 2018. – 102 с.

3. Григорьев В. А. Экологические проблемы республики Саха (Якутия) / В. А. Григорьев, А. А. Ахметшин, П. А. Гоголева // Проблемы региональной экологии. – 2009. [сайт]. – URL: <https://naukarus.com/ekologicheskie-problemy-respubliki-saha-yakutiya> (дата обращения: 23.02.2023).

Научная статья  
УДК 630.53

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА САМОСЕВА И ПОДРОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ВЫРУБКАХ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЯКА ЗЕЛЕНОМОШНОГО ТАВДИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

**Кристина Сергеевна Спицына<sup>1</sup>, Ольга Александровна Пашина<sup>2</sup>,  
Оксана Валерьевна Сычугова<sup>3</sup>, Ольга Николаевна Орехова<sup>4</sup>**

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

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

<sup>2</sup> Pashina\_2000@inbox.ru

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

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

**Аннотация.** Первые годы жизни особей сосны на вырубках протекают в острой конкурентной борьбе с травяной растительностью, что отражает связь естественного возобновления с типами леса [1], отрицательно сказывается на их росте, размерах и состоянии, о котором можно судить по показателю напряжения роста или эндогенной дифференциации по высоте и диаметру ( $h/d_{0.5}$ ).

**Ключевые слова:** рост, самосев, подрост, эндогенная дифференциация, относительная высота

Scientific article

## FEATURES OF GROWTH OF SELF-SOWING AND UNDERGROWTH OF PINE IN CLEARINGS OF FOREST STANDS OF GREEN MOSS PINE FOREST TAVDINSKY FOREST

**Kristina S. Spitsina<sup>1</sup>, Olga A. Pashina<sup>2</sup>, Oksana V. Sychugova<sup>3</sup>, Olga N.  
Orekhova<sup>4</sup>**

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

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

<sup>2</sup> Pashina\_2000@inbox.ru

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

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

**Abstract.** The first years of life of pine individuals in clearings proceed in acute competition with herbaceous vegetation, which reflects the relationship of

natural regeneration with forest types, naturally, negatively affects their growth, size and condition, which can be judged by the indicator of growth stress or endogenous differentiation in height and diameter( $h/d_{0.5}$ ).

**Keywords:** Growth, self-seeding, undergrowth, endogenous differentiation, relative height

Объектами изучения послужили всходы, самосев и 10-летний подрост сосны на вырубках древостоев сосняка зеленомошного Тавдинского лесничества. Живой напочвенный покров данного типа леса включает в себя полевые и лесные травы, а на вырубках начинают расти злаки.

По результатам исследования установлено, что у одно-, двухлетних растений зависимость показателей роста и развития от относительной высоты почти не прослеживается. У самосева же трех-, четырехлетнего и особенно пятилетнего возраста эта зависимость четко выражена (табл. 1). С увеличением относительных высот у самосева 3–5-летнего возраста уменьшается воздушно-сухой вес хвои, энергия роста в высоту, длина вертикальных корней и вес органического вещества. С началом формирования молодняков процесс первоначальной дифференциации особей усиливается, так как с возрастом все большее значение начинает приобретать взаимовлияние деревьев одной породы и разных пород через условия внешней среды.

Таблица 1

Рост и развитие всходов и самосева сосны с различными значениями относительной высоты  $h/d_{0,5}$  на вырубках сосняка зеленомошного

Возраст, лет	Абсолютные и относительные значения показателей роста и развития особей сосны						
	Отношение текущего прироста высоты к среднему	Высота (h), см	Длина вертикального корня (l), см	h/l	Воздушно-сухой вес, г		Отношение массы хвои к массе древесины
					хвои	стеблей и корня	
$h/d_{0,5} - 0,5$							
1–2	1,3	4,5	8,2	0,6	0,29	0,15	1,9
3–4	1,9	20,8	12,3	1,8	3,13	3,21	1,1
5	2,2	35,1	22,8	1,6	10,03	10,92	0,9
$h/d_{0,5} - 1,0$							
1–2	1,5	6,4	7,6	0,9	0,33	0,15	2,2
3–4	1,6	17,4	9,3	1,9	1,09	1,00	1,2
5	1,9	26,2	10,5	2,6	2,02	1,41	1,5
$h/d_{0,5} - 1,5$							
1–2	–	2,3	4,9	0,6	0,05	0,03	2,0
3–4	1,6	20,9	9,2	2,4	0,76	0,90	0,8
5	1,7	22,9	6,9	3,4	0,75	0,86	0,9

При изучении роста сосны в 10-летних смешанных био группах и вне их, установлено, что относительные высоты ( $h/d_{0,5}$ ) экземпляров сосны в сосново-березовых био группах выше, чем на открытых участках (табл. 2).

Таблица 2

Средние значения относительной высоты ( $h/d_{0,5}$ ) одновозрастных особей сосны в 10-летних сосново-березовых био группах и на открытых участках сосняка зеленомошного

Местоположение экземпляров сосны	Относительные высоты экземпляров сосны в возрасте, лет				
	6	7	8	9	10
В био группах	0,828	0,960	0,690	0,670	0,59
Вне био групп	0,704	0,846	0,627	0,609	0,58

Достоверность парных различий в значениях  $h/d_{0,5}$  доказана с помощью критерия Стьюдента: с повышением возраста подроста значения относительной высоты ( $h/d_{0,5}$ ) снижается.

Таким образом, с раннего возраста проявляющееся угнетающее воздействие лиственных пород на молодые особи сосны также следует считать важным фактором дифференциации деревьев сосны по росту и развитию [2].

О росте, размерах и состоянии древесных растений и, соответственно, об их развитии в период естественного возобновления и образования молодняков можно судить по их эндогенной и межиндивидуальной дифференциации по разным признакам, среди которых наиболее доступным для определения и информативным является относительная высота ( $h/d_{0,5}$ ) как показатель, выражающий диспропорцию в росте или эндогенную дифференциацию древесных растений по высоте и по диаметру, характеризующее их напряжение роста, жизнеспособность и развитие [3].

#### Список источников

1. Соловьев, В. М. Особенности роста и формирования древостоев как важнейшие динамические типы леса / В. М. Соловьев // Леса Урала и хозяйство в них : сборник научных трудов. – Вып. 21. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2001. – С. 113–120.

2. Строение и рост сосновых древостоев при разном участии березы в их составе / С. А. Глушко [и др.] // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы XI Всероссийской научно-технической конференции. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. – Часть 2. – С. 56–58.

3. Соловьев, В. М. Естественно-научные основы изучения и формирования древостоев лесных экосистем / В. М. Соловьев. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2008. – 351 с.

Научная статья  
УДК 712.01

## ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ КОЛОРИСТИЧЕСКОЙ ПАЛИТРОЙ И ВИЗУАЛЬНЫМИ ПОЛЯМИ ПЕЙЗАЖЕЙ

Ярослава Владимировна Станислав<sup>1</sup>, Мария Васильевна Жукова<sup>2</sup>

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

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

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

**Аннотация.** Статья содержит результаты расчета коэффициента агрессивности и вычленение уникальных цветов пейзажных картин. Территория набережной у жилого комплекса «Clever park» пользуется популярностью у жителей Екатеринбурга. Маршрут исследования построен по благоустроенной части набережной. Данный объект озеленения представляет собой образец современного строительства: применение необычной колористической палитры, нестандартного авторского подхода.

**Ключевые слова:** коэффициент агрессивности, колористическая палитра, видовая точка, пейзаж

Scientific article

## STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN COLORISTIC PALETTE AND VISUAL FIELDS OF LANDSCAPES

Yaroslava V. Stanislav<sup>1</sup>, Maria V. Zhukova<sup>2</sup>

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

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

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

**Abstract.** The article contains the results of calculating the coefficient of aggressiveness and isolating the unique colors of landscape paintings. The territory of the embankment near the «Clever park» residential complex is popular with residents of the city of Yekaterinburg. The research route was built along the landscaped part of the embankment. This landscaping object is an example of modern construction: the use of an unusual coloristic palette, a non-standard author's approach.

**Keywords:** coefficient of aggressiveness, coloristic palette, view point, landscape



Цвет в жизни человека играет одну из важнейших ролей. Многолетние исследования показали, что каждый оттенок колористической палитры несет в себе особое значение. Например, красный возбуждает человека, зеленый успокаивает и т. д. [1].

Гармоничное сочетание цветов способствует улучшению психофизического состояния населения [2]. Часто люди не замечают, как окружающая среда влияет на их здоровье. Чрезмерное использование колористической палитры, ее злоупотребление приводят к зрительному дискомфорту и вследствие – к нарушению нервной системы [3].

Объектом исследования выступает часть набережной у жилого комплекса «Clever park».

Цель исследования: определить взаимосвязь колористической палитры и визуальных полей пейзажей.

Задачи, поставленные в начале исследования:

- 1) выбрать пейзажные точки и построить маршрут исследования;
- 2) рассчитать коэффициент агрессивности ( $K_{агр}$ ) для каждой видовой точки;
- 3) вычленить уникальные цвета;
- 4) провести анализ двух показателей, найти зависимость.

На рис. 1 представлены примеры видовых точек набережной у ЖК «Clever park».



Рис. 1. Примеры видовых точек набережной у ЖК «Clever park»

На исследуемой территории был проложен маршрут. Пейзажи фиксировались производилась по определенной технологии. Фотоаппарат располагался на уровне глаз, учитывались наиболее посещаемые места объекта озеленения.

В камеральных условиях проводилась выборка удачных кадров. Осуществлялось наложение сетки, рассчитанной с помощью вертикального и горизонтального углов, размера матрицы и фокусного расстояния фотографии.

Вычленение уникальных цветов пейзажей проводилось через онлайнсервис – IMGonline.com.ua.

На рис. 2 представлен график, показывающий количество уникальных цветов для каждого пейзажа.

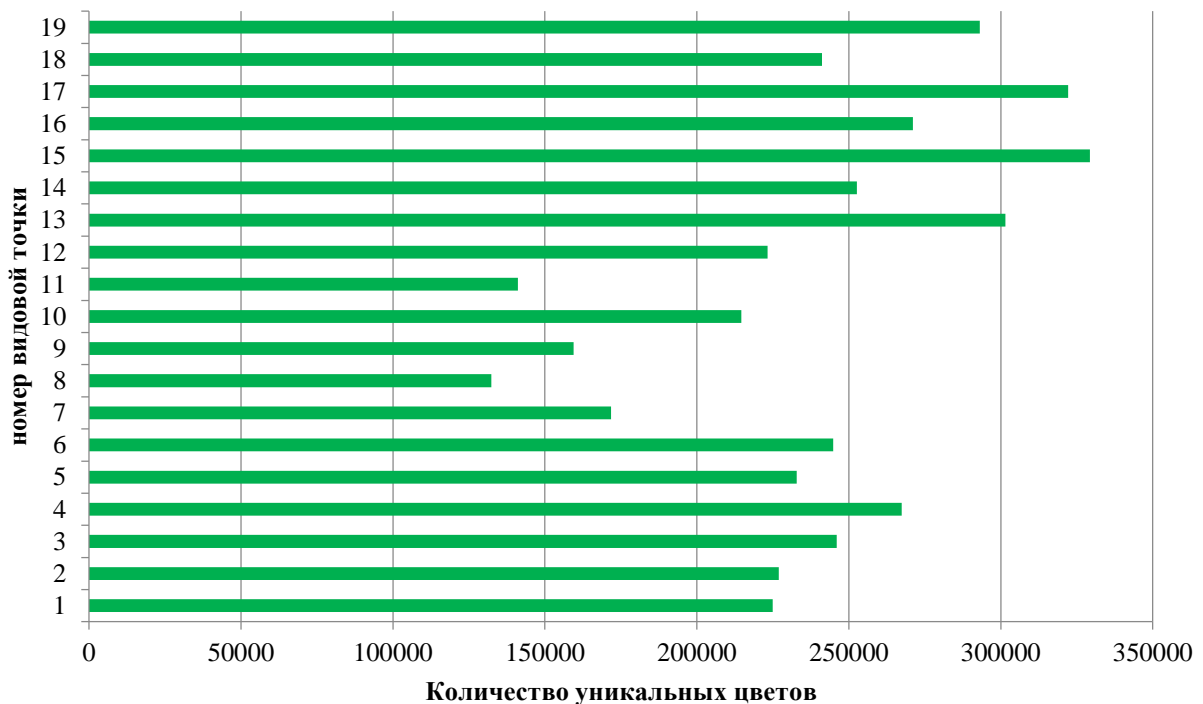


Рис. 2. Количеству уникальных цветов пейзажей набережной у ЖК «Clever park»

В ходе исследования выяснилось, что зависимость между цветовой палитрой и визуальными полями существует. Коэффициент агрессивности варьируется в значениях от 0 до 1. При приближении к 1 визуальная среда становится агрессивнее [4].

При увеличении степени агрессивности, количество уникальных цветов уменьшается, при стремлении к 0 – увеличивается.

Пейзажные точки, в которых присутствуют яркие цветочные пятна (рекламные щиты, цветочное оформление, вывески на фасадах зданий, сооружений и т. д.), выбиваются из общей выборки. Количество уникальных цветов повышается независимо от степени агрессивности пейзажа.

Степень агрессивности каждой пейзажной картины представлена на рис. 3.

Степень агрессивности отрезка набережной у ЖК «Clever park» находится в допустимом промежутке. Цветовое разнообразие видовых точек варьируется в зависимости от количества тех или иных элементов пейзажа. Возле береговой линии колористическая палитра скуднее. При

приближении к жилым домам цветовой спектр повышается из-за древесно-кустарниковой растительности и цветочного оформления.

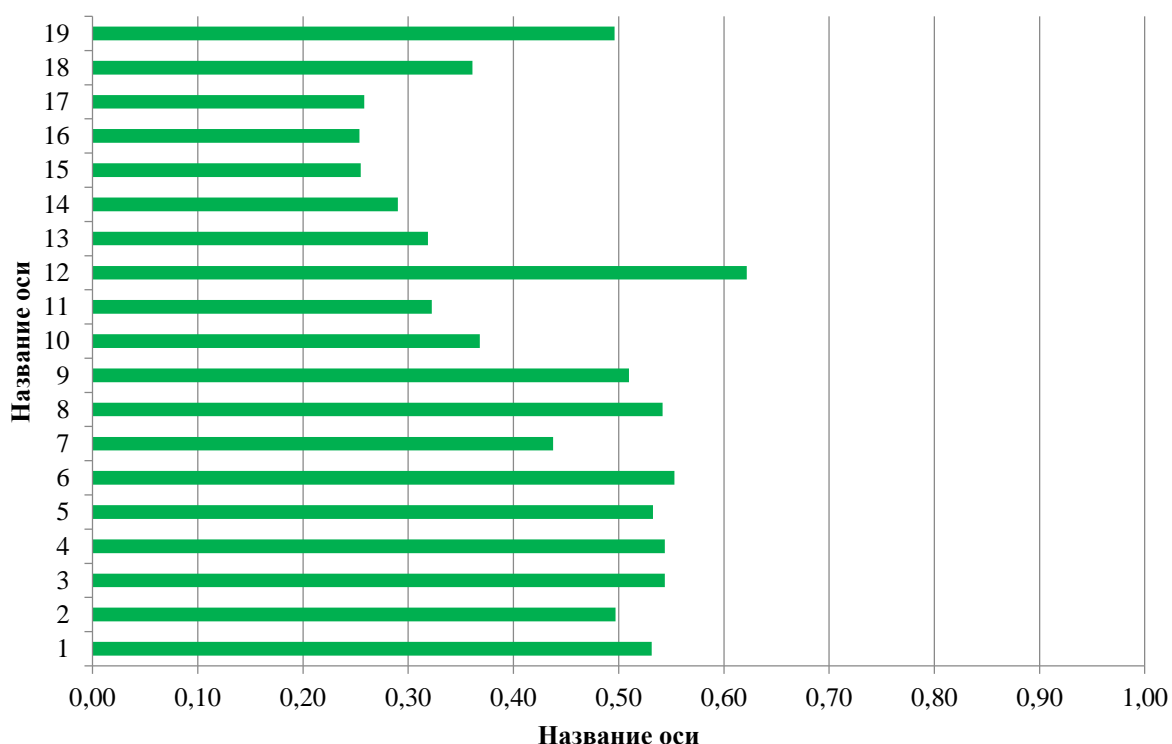


Рис. 3. Коэффициента агрессивности пейзажей набережной у ЖК «Clever park»

Выводы. Комфортная окружающая среда становится редким явлением в современном мире. Увеличивается площадь агрессивных и гомогенных поверхностей в городе, появляется все больше геометрических форм, пропадают территории с зелеными насаждениями.

Изучение различных характеристик пейзажа является важным шагом при формировании благоприятного пространства. Визуальные поля (агрессивное, гомогенное) становятся индикатором определения степени комфортности территории. Цветовая палитра показывает, насколько пейзажная картина разнообразна и привлекательна для наблюдателя. Выявление взаимосвязи между этими характеристиками поможет лучше определить негативные факторы изучаемых территорий и дать рекомендации для будущей реализации проектов благоустройства.

#### *Список источников*

1. Токарчук, Е. Ю. Цвет как многоаспектное явление в жизни человека / Е. Ю. Токарчук, Г. Т. Солтанова // Инженерно-педагогический вестник : Легкая промышленность. – 2018. – № 4 (7). – С. 49–55.

2. Панина, А. А. Психология цвета / А. А. Панина, Л. А. Сычева // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т. 6, № 5. – С. 566.

3. Токарчук, Е. Ю. Цвет как многоаспектное явление в жизни человека / Е. Ю. Токарчук, Г. Т. Солтанова // Инженерно-педагогический вестник : Легкая промышленность. – 2018. – № 4 (7). – С. 49–55.

4. Станислав, Я. В. Визуально-эстетическая оценка сквера у оперного театра в Екатеринбурге / Я. В. Станислав, М. В. Жукова // Леса России и хозяйство в них. – 2021. – № 2 (77). – С. 64–69.

Научная статья  
УДК 712.01

## СТЕПЕНЬ АГРЕССИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЕКАТЕРИНБУРГА

Ярослава Владимировна Станислав<sup>1</sup>, Мария Васильевна Жукова<sup>2</sup>

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

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

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

*Аннотация.* Визуально-эстетическая оценка объектов озеленения становится популярна в научных кругах. В статье представлены результаты расчета степени агрессивности объектов общего пользования Екатеринбурга. Формирование комфортного пространства в городской среде остается основной проблемой современного общества. Расчет показателей агрессивности проводился по восьми территориям. Это две набережные, два дендрологических парка, два сквера и два парка.

*Ключевые слова:* пейзаж, степень агрессивности, объекты общего пользования, пейзажная картина, видовая точка

Scientific article

## DEGREE OF AGGRESSIVENESS OF PUBLIC OBJECTS OF THE CITY OF YEKATERINBURG

Yaroslava V. Stanislav<sup>1</sup>, Maria V. Zhukova<sup>2</sup>

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

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

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

*Abstract.* Visual and aesthetic assessment of landscaping objects is becoming popular in scientific circles. The article presents the results of calculating the degree of aggressiveness of public objects in the city of Yekaterinburg. The formation of a comfortable space in an urban environment remains the main problem of modern society. The calculation of aggressiveness indicators was carried out in 8 territories. Representatives are: two embankments, two dendrological parks, two squares and two parks.

*Keywords:* landscape, degree of aggressiveness, public objects, landscape painting, view point

С античных времен наличие благоустроенных территорий в городах являлось обязательным условием привилегированного общества. С развитием цивилизации подходы архитекторов при создании объектов озеленения менялись. Однако мнение о наличии мест отдыха населения в городском пространстве оставалось неизменным [1].

Визуально-эстетическая оценка территории способствует созданию рекомендации для формирования объектов озеленения, показывает минусы современного строительства и др. Многолетние исследования доказывают, что пейзажи естественного происхождения или близкие к ним улучшают психоэмоциональное состояние человека [2], тем самым сохранение территории с зелеными насаждениями становится важной задачей человечества.

Цель исследования: определение степени агрессивности объектов общего пользования в Екатеринбурге.

Объектами исследования выступили следующие территории общего пользования:

- 1) Дендрологический парк на пересечении улиц 8 Марта и Куйбышева;
- 2) Дендрологический парк на пересечении улиц Первомайская и Мира;
- 3) Парк «Зеленая роща»;
- 4) набережная реки Исеть в границах улиц Малышева – Куйбышева;
- 5) набережная реки Ольховка;
- 6) сквер у Оперного театра;
- 7) Основинский парк;
- 8) сквер им. А. С. Попова.

Задачи исследования:

- зафиксировать пейзажные картины на каждом объекте озеленения;
- рассчитать степень агрессивности пейзажных точек;
- проанализировать полученные результаты.

Фотофиксация пейзажных картин проводилась круглогодично, независимо от времени года и температурного режима. Примеры видовых точек представлены рис. 1.

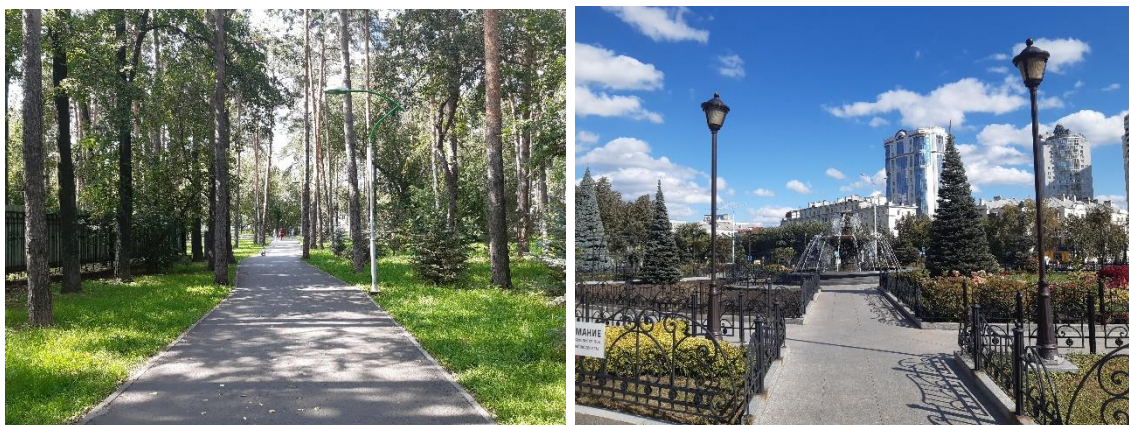


Рис. 1. Примеры пейзажных картин (справа парк «Зеленая роща, слева сквер им. архитектора К. Т. Бабыкина) (фото Я. В. Станислав)

Для определения степени агрессивности использовались исследования В. А. Филина и С. Н. Федосовой.

Первым этапом является расчет сетки по характеристикам фотоаппарата. Пример сетки представлен рис. 2.

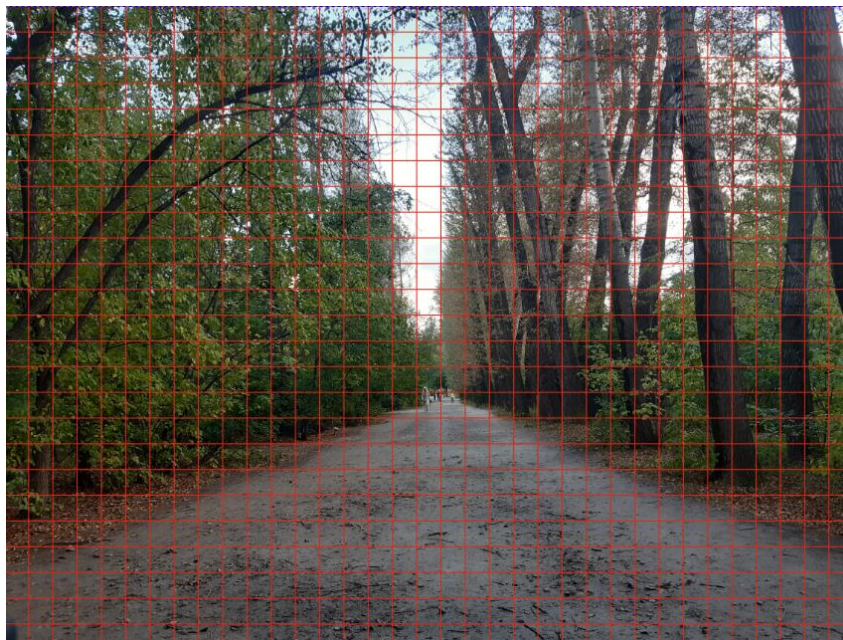


Рис. 2. Пример сетки для расчета степени агрессивности (собственное построение авторов)

Второй этап – расчет степени агрессивности на каждой фотографии. Определяется количество повторяющихся ячеек на полотне видовой точки. С помощью математических операций выявляется степень агрессивности.

После получения данных проводился анализ каждой территории и их сравнение.

Показатели степени агрессивности по каждому объекту представлены в таблице.

Степень агрессивности изменяется в диапазоне от 0 до 1. Окружающее пространство является комфортным при приближении коэффициента к 0. Рубежным показателем является значение 0,5, при данном результате пейзажная картина доставляет зрительный дискомфорт, но степень его проявления не является критичной.

Табличные данные показывают, что дендрологический парк на пересечении улиц 8 Марта и Куйбышева является самым благоприятным для посетителей. На территории присутствует разнообразие древесно-кустарниковой растительности (ДиК) и цветочного оформления, дорожно-тропиночная сеть (ДТС) представлена грунтовыми дорожками, в центре расположен водоем.

## Степени агрессивности объектов озеленения Екатеринбурга

№ п/п	Наименование объекта озеленения	Количество видовых точек	Степени агрессивности (по среднему показателю)
1	Дендрологический парк на пересечении улиц 8 Марта и Куйбышева	16	0,25–0,48
2	Дендрологический парк на пересечении улиц Первомайская и Мира	19	0,19–0,53
3	Парк «Зеленая роща»	30	0,19–0,52
4	Набережная реки Исеть в границах улиц Малышева-Куйбышева	20	0,24–0,6
5	Набережная реки Ольховка	25	0,21–0,71
6	Сквер у Оперного театра	24	0,23–0,5
7	Основинский парк	35	0,24–0,58
8	Сквер им. А. С. Попова	9	0,29–0,55

Представителем с наивысшими показателями выступает набережная реки Ольховка и набережная реки Исеть в границах улиц Куйбышева и Малышева. На данных территориях ДиК не изобилует разнообразием, цветочное оформление либо отсутствует, либо минимально, задействованы большие площади ДТС.

Выводы. Степень агрессивности объектов общего пользования Екатеринбурга находится в допустимых пределах. Факторами ухудшения эстетической привлекательности территории являются рекреационная нагрузка, тип пространственной структуры, минимальное дендрологическое и ботаническое разнообразие, ограниченная колористическая палитра и т. д. [3, 4]. Изучение визуально-эстетических характеристик города – одно из самых недооцененных направлений. Для создания комфортного пространства требуется изучение многих факторов, в том числе агрессивных и гомогенных визуальных полей.

*Список источников*

1. Паршевникова, А. О. Оценка эстетических свойств селитебных ландшафтов и их влияние на психологическое состояние человека / А. О. Паршевникова // Приоритетные научные направления: от теории к практике. – 2014 – № 9 – С. 13–15.



2. Дирин, Д. А. Оценка пейзажно-эстетической привлекательности ландшафтов: методологический обзор / Д. А. Дирин, Е. С. Попов // Известия Алтайского государственного университета. – 2010. – № 3–2 (67). – С. 120–124.

3. Сродных, Т. Б. Сезонное изменение эстетической оценки насаждений в парке и лесопарке на площадях с разной интенсивностью посещений / Т. Б. Сродных, И. Д. Мизгирева // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2017 – № 1 (41). – С. 112–114.

4. Ковешников, А. И. Колористика в садово-парковом и ландшафтном строительстве / А. И. Ковешников, Ж. Г. Силаева, П. А. Ковешников. – 3-е изд, стер. (полноцветная печать). – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 160 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/198524> (дата обращения: 25.11.2022).

Научная статья  
УДК 63.630.91.

## О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ ДУБА В ДУБОВО-ЯСЕНЕВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ГОСЛЕСОПОЛОСЫ

Жанна Владимировна Танкова<sup>1</sup>, Александра Ивановна Колтунова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Оренбургский государственный аграрный университет,

Оренбург, Россия

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

<sup>2</sup> koltunova47@mail.ru

**Аннотация.** Впервые для госполосы в условиях Оренбургской области приводятся данные о встречаемости патологических форм ствола и их проявление в зависимости от таксационных характеристик деревьев дуба.

Предложен инструмент анализа сочетания патологических форм ствола и таксационных характеристик на основе ассоциативных правил.

**Ключевые слова:** дуб, патологические формы ствола, ассоциативные правила.

Scientific article

## FEATURES OF THE CONDITION OF OAK TREES IN OAK-ASH PLANTATIONS OF THE STATE FOREST BELT

Zhanna V. Tankova<sup>1</sup>, Aleksandra I. Koltunova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

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

<sup>2</sup> koltunova47@mail.ru

**Abstract.** Data on the occurrence of pathological forms of trunks and their manifestation depending on taxation characteristics of oak trees are given for the first time for the state forest belt in the conditions of the Orenburg region.

A tool for analysis of combinations of pathological forms of trunk and taxation characteristics on the basis of associative rules is offered.

**Keywords:** oak, pathological forms of the tree trunk, association rules

В лесах Российской Федерации несколько десятков лет кряду идет безостановочный процесс сокращения площади дубовых насаждений [1–4]. В списке многочисленных факторов, способствующих этому, – жесткие почвенно-климатические условия, вспышки массового размножения энтомовредителей, инфекции различной этиологии, пирогенный фактор и многое другое. Вследствие этого важной задачей является сохранение

и последующий рост площади дубрав, в том числе путем введения дуба в лесные культуры отдельных лесорастительных подзон на Урале [5].

В условиях Оренбургской области дуб черешчатый является одной из наиболее распространенных древесных пород в насаждениях гослесополосы «гора Вишневая – Каспийское море», произрастающих западнее Оренбурга.

Ошибки, допущенные при проектировании насаждений гослесополосы и их посадке, на фоне жестких почвенно-климатических условий предопределили значительное ухудшение состояния древостоев с участием дуба [6]. Поэтому необходима оценка состояния дуба в насаждениях гослесополосы для своевременного обнаружения патологий, их характера и причин. Это будет способствовать разработке эффективных мероприятий, помогающих предотвратить или остановить ухудшение их состояния [6].

Известно, что у дуба часть аномалий формы ствола патологичны для деревьев и ведут к падению их жизнеспособности [1, 3].

Объектом исследования стало дубово-ясеневое насаждение гослесополосы в Оренбургском лесничестве Оренбургской области: состав бДч4Яс, возраст насаждения – 62 года, полнота – 0,7, средняя высота дуба черешчатого – 13,2 м, средний диаметр дуба черешчатого – 16,2.

Было обследовано 176 деревьев дуба черешчатого.

Для оценки встречаемости патологии ствола в дубовых насаждениях было принято использовать формы патологий ствола, значительно снижающих жизнеспособность и конкурентоспособность дерева: отмирание скелетных ветвей (вершин), многостволие, толстые скелетные ветви (ТСВ), срастание, искривление, изгиб ствола, наклон, наросты, несимметричность ствола, водяные побеги, морозобоина, сухобочина и др.

В результате обработки опытных данных были рассчитаны проценты встречаемости по различным патологическим формам ствола дуба, в том числе по рядам (табл. 1).

Таблица 1

Встречаемость патологических форм ствола дуба  
на пробной площади (%)

Патологии форм ствола	Встречаемость по рядам дуба (по направлению север-юг)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	По всем рядам
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Водяные побеги	57,9	42,1	26,1	8,3	28,6	42,1	30,0	28,6	13,6	31,3
Искривление	0	5,3	30,4	75,0	28,6	26,3	30,0	9,5	13,6	22,2
Изгиб ствола	21,1	36,8	34,8	8,3	19,0	36,8	15,0	4,8	9,1	21,0
Наклон	0	10,5	0	8,3	9,5	21,1	30,0	57,1	27,3	18,8
Многостволие	26,3	5,3	21,7	16,7	14,3	5,3	5,0	19,0	40,9	17,6
Морозобоина	21,1	26,3	21,7	0	14,3	5,3	5,0	23,8	18,2	15,9

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Отмирание скелетных ветвей/вершин	42,1	15,8	4,3	8,3	4,8	10,5	10,0	28,6	9,1	14,8
Толстые скелетные ветви	5,3	5,3	4,3	0	9,5	5,3	5,0	4,8	27,3	8,0
Сухобочина	0	0	8,7	0	0	5,3	0,0	14,3	9,1	4,5
Иные патологические формы										

На пробной площади наиболее часто из патологий ствола встречаются водяные побеги – 31,3 %, далее следует искривление ствола – 22,2 %, изгиб ствола – 21,0 %, наклон ствола – 18,8 %, многостволие – 17,6 %, морозобоина – 15,9 %, отмирание скелетных ветвей (вершин) – 14,8 %, толстые скелетные ветви – 8,0 %. Встречаемость других одиннадцати учитываемых нами патологий форм ствола дуба на исследуемой пробной площади суммарно не превышает 12,5 %. Для установления явной зависимости встречаемости патологических форм ствола от ряда насаждения, по-видимому, требуется большее количество опытного материала.

Следует отметить, что используемые для описания распространенности патологических форм ствола, статистические методы, раскрывающие взаимосвязи между исходными данными, базируются на концепции усреднения выборок. Это ведет к манипуляциям с фиктивными, несуществующими данными. Также порождает некоторые сложности то, что для правильного использования статистических методов зачастую требуются объемные по количеству однородные выборки.

Практический же опыт свидетельствует, что патологические формы ствола дуба в насаждениях госполосы часто встречаются не по одной, а по нескольким сразу. Причем отдельные комплексы проявляются весьма часто, а другие – напротив, редко.

Для оценки таких сочетаний патологических форм ствола дуба нами был применен метод ассоциативных связей, реализованный в модуле *Link Analysis* пакета статистических программ Statistica. Для выявления связи патологических форм ствола с диаметрами и высотами деревьев дуба все деревья были условно разделены на группы: <D – деревья имеющие диаметр на высоте 1,3 м меньше среднего диаметра насаждения; >D – деревья имеющие диаметр на высоте 1,3 м равный или более среднего диаметра насаждения; <H – деревья имеющие высоту меньше средней высоты насаждения; >H – деревья имеющие высоту равную или больше средней высоты насаждения.

Прежде данный метод применялся для анализа последовательностей в геномах в интересах биоинформатики, для определения взаимосвязи мест обитания рыб, а также для анализа комплекса ошибок в технике спортивных упражнений [7–9].

Комбинации, полученные в ходе анализа, называют ассоциативными правилами. Любое ассоциативное правило является союзом двух наборов элементов – условия и следствия. К примеру, если наблюдается отмирание скелетных ветвей (вершин), то отмечается и многостволие, искривление ствола и наличие водяных побегов.

Так как эти патологические формы фиксируются совместно не всегда, то используются количественные показатели толкования ассоциативных правил – поддержка и достоверность. Применительно к рассматриваемому примеру, поддержка ассоциативного правила – это количество стволов, на которых наблюдаются одновременно обе патологические формы ствола, относительно общего числа стволов. Достоверность – отражает, какую часть составляют стволы с совместным наличием интересующих патологических форм ствола от всех зафиксированных патологических форм ствола, определяющих условие ассоциативного правила.

Было получено 5785 ассоциативных правил. В табл. 2 приведены лишь пять ассоциативных правил комплекса патологических форм ствола и таксационных характеристик, условий и следствий. В качестве мер оценки правил указаны достоверность и лифт.

Таблица 2

Некоторые ассоциативные правила – выявленные сочетания патологических форм ствола и таксационных характеристик дуба на пробной площади

№ п/п	Условие	Следствие	Поддержка (%)	Достоверность (%)	Лифт
1	Водяные побеги	>Нср, >Дср	18,75000	60,0000	1,3200
2	Водяные побеги	>Нср, Многостволие, Суховершинность, <Дср, Морозобоина, Изгиб ствола	0,56818	1,8182	3,2000
3	Многостволие	>Нср, >Дср	10,79545	61,2903	1,3484
4	Многостволие	>Нср, Водяные побеги, Суховершинность, <Дср, Морозобоина, Изгиб ствола	0,56818	3,2258	5,6774
5	Искривление	<Дср	17,61364	34,0659	1,5373

Описать полученные значения можно следующим образом. На примере правила №1 – практически на 1/5 всех стволов на пробной площади

одновременно были водяные побеги, эти деревья имели диаметр и высоту ствола больше, по сравнению со средней высотой насаждения (18,75 %), в то же время, если наблюдалось наличие водяных побегов, то практически в 60 % случаев (60,00 %) они наблюдались на стволах дуба, имеющих диаметр и высоту больше по сравнению со средними диаметром и высотой насаждения.

Проведенное поисковое исследование состояния дуба в смешанном дубово-ясеневом насаждении позволяет сделать следующие предварительные выводы:

– наиболее распространенными патологическими формами ствола на обследуемом объекте оказались водяные побеги (31,3 %), искривление ствола (22,2 %), изгиб ствола (21,0 %);

– предложенный инструмент анализа сочетания патологических форм ствола и таксационных характеристик на основе ассоциативных правил позволяет строить причинно-следственные отношения между патологическими формами ствола, а также таксационными характеристиками деревьев на основе вероятностей наступления сочетания событий.

#### *Список источников*

1. Царалунга, В. В. Санитарные рубки в дубравах: обновление оптимизация / В. В. Царалунга. – Москва : МГУЛ. – 2003. – С. 240.

2. Харченко, Н. А. Деградация дубрав центрального Черноземья / Н. А. Харченко [и др.] ; под общ. ред. Н. А. Харченко. – Воронеж. – 2010. – С. 604.

3. Крюкова, А. А. Аномальные формы ствола у дуба черешчатого и их учет при санитарных рубках: специальность 06.03.02 «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук: / Крюкова Анна Александровна; [Место защиты: Брян. гос. инженер.-технол. акад.]. – Воронеж. – 2015. – С. 24.

4. Троц, В. Б. Основные патологические изменения дуба черешчатого в условиях Асекеевского лесничества / В. Б. Троц // Известия ОГАУ. – 2017. – № 6 (68). – С. 226–228.

5. Терехов, Г. Г. Состояние искусственного лесовосстановления в Свердловской области и пути его совершенствования / Г. Г. Терехов, И. А. Фрейберг, С. В. Залесов, Н. А. Луганский, В. И. Крюк // Известия ОГАУ. – 2018. – № 2 (70). – С. 95–98.

6. Рабочий проект повышения жизнеустойчивости государственной лесной полосы гора Вишневая – Каспийское море в пределах Оренбургской области. – Т. 1. – Москва : Союзгипролесхоз. – 1987. – С. 347.

7. Nam, H. Identification of temporal association rules from time-series microarray data sets / H. Nam, K. Lee, D. Lee // BMC Bioinformatics. – 2009. – № 10 (Suppl. 3). – S. 6.

8. Атепалихин, М. С. Использование ассоциативных правил для выявления взаимосвязи мест обитания биологических видов / М. С. Атепалихин, Б. Ю. Кассал, С. В. Белим // Вестник ОмГУ. – 2014. – № 2 (72). – С. 125–129.

9. Фураев, А. Н. Анализ сочетаний ошибок в технике спортивных упражнений с помощью ассоциативных правил технологии Data Mining / А. Н. Фураев, А. Н. Тамбовский // Ученые записки университета Лесгафта. – 2015. – № 5 (123). – С. 196–201.

Научная статья  
УДК 630\*3

## ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ РУБОК В УСЛОВИЯХ УФАЛЕЙСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Евгений Алексеевич Тихонов<sup>1</sup>, Игорь Александрович Панин<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> tihonov.j@mail.ru

<sup>2</sup> IgorPanin1993@yandex.ru

**Аннотация.** Представлен разбор ситуации по естественному лесовосстановлению и проведению сплошных рубок в Уфалейском лесничестве. Выявлены причины успешного проведения естественного лесовосстановления путем проведения оценки возобновления на случайном отобранном участке. Представлены предложения по улучшению проведения сплошных рубок главного пользования.

**Ключевые слова:** сплошные рубки главного пользования, оценка естественного лесовосстановления, рекомендации по улучшению

Scientific article

## OPTIMIZATION OF THE TECHNOLOGY OF CONTINUOUS CUTTING IN THE CONDITIONS OF THE UFALEY FOREST OF THE CHELYABINSK REGION

Evgeny A. Tikhonov<sup>1</sup>, Igor A. Panin<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> tihonov.j@mail.ru

<sup>2</sup> IgorPanin1993@yandex.ru

**Abstract.** The article presents an analysis of the situation of natural reforestation and continuous logging in the Ufaley Forest. The reasons for the successful implementation of natural reforestation by conducting a renewal assessment on a randomly selected site have been identified. Proposals are presented to improve the conduct of continuous logging of the main use.

**Keywords:** continuous logging of the main use, assessment of natural reforestation, recommendations for improvement



Сплошнолесосечные рубки являются основным способом получения древесины в нашей стране. Интенсивное освоение лесов сплошными рубками может привести к значительному их истощению. Поэтому грамотный подбор методов проведения рубок, а также исследования по их совершенствованию являются актуальным и необходимым шагом, обеспечивающим нанесение наименьшего вреда территории и, одновременно с этим, извлечения наибольшего объема древесины для использования.

Вышесказанное определило цель нашего исследования – проведение анализа сплошных рубок главного пользования на территории Уфалейского лесничества.

Для этого, весной 2022 года в Уфалейском лесничестве нами было проведено изучение технологических карт лесосечных работ лесозаготовительной компании ООО «Уфалейский лес» за 2019, 2020 и 2021 годы. Компания на территории лесничества является монополистом по предоставленной ей возможности заготовки древесины.

Основным критерием для отбора технологических карт являлась принадлежность участков к одному из наиболее распространенных в Уфалейском лесничестве типов леса: разнотравной и ягодниковой группы. Всего было проанализировано 12 технологических карт [1].

Анализ технологических карт показал, что технологические указания по разработке лесосеки всегда остаются неизменными. Трелевка деревьев на подготовительных и основных лесосечных работах проводится с помощью колесного трактора МТЗ-82 «Беларус» [2].

Эта трелевочная машина является основой механизированной технологии лесосечных работ в Уфалейском лесничестве. Она используется при всех лесозаготовительных работах и всеми лесозаготовительными компаниями. Следовательно, мы можем сделать вывод, что в Уфалейском лесничестве преобладает экстенсивный подход к формированию машинно-тракторного парка лесозаготовительной отрасли [1].

При изучении технологических карт особое внимание уделялось характеристике подроста на вырубках. Нами было отмечено, что не на всех участках есть подрост, но даже там, где он присутствует, в качестве планируемых мероприятий по лесовосстановлению прибегают к созданию лесных культур из-за недостаточного количества подроста и неравномерного распределения по площади. Предварительное лесовосстановление в лесничестве не проводится из-за сложности и нерациональности предпринимаемых мероприятий.

Следующим этапом исследования было проведение оценки естественного возобновления лесных насаждений с целью выявления причин успешного проведения естественного лесовосстановления. Для этого был исследован случайно отобранный участок с ягодниковым типом леса 2017 года рубки (так как оценка возобновления проводится на пятый год после рубки).

Учет подроста проводился на круговых реласкопических площадках размером 10 м<sup>2</sup>. На участке было заложено 30 учетных площадок [3].

Учетная ведомость круговых реласкопических площадок исследуемого участка представлена в табл. 1.

Таблица 1

Учетная ведомость круговых реласкопических площадок на исследуемом участке

Номер участка	Подрост		
	Мелкий до 0,5 м	Средний 0,5–1,5 м	Крупный 1,5 м и больше
1	0	0	4
2	0	3	4
3	3	5	12
4	5	3	0
5	2	0	0
6	3	0	0
7	8	0	1
8	2	0	0
9	7	1	
10	9	1	1
11	–	–	–
12	0	0	7
13	5	1	1
14	6	0	0
15	1	0	3
16	5	1	1
17	10	0	1
18	3	0	1
19	13	0	0
20	–	–	–
21	1	0	0
22	–	–	–
23	14	0	0
24	19	0	0
25	4	0	0
26	12	0	3
27	1	0	0
28	0	1	8
29	1	0	0
30	5	1	1
Всего:	139	17	48

Затем проводилась оценка естественного возобновления по количеству подроста на 1 га. Оценка возобновления проводилась лишь по подсчету количества подроста сосны.

Для оценки возобновления проведена камеральная обработка данных о количестве подроста на исследуемом участке. В результате количество крупного подроста на 1 га составило 4370 шт./га.

Согласно данным Планшета-справочника для таксации лесов Уфалейского лесничества (табл. 2) после перевода всех трех категорий подроста по высоте к единому показателю – крупному подросту, степень возобновления участка следует отнести к показателю «хорошее» [4].

Таблица 2

Оценка естественного возобновления хвойных пород и параметры перевода не покрытых лесной растительностью земель в покрытые лесной растительностью земли

Степень оценки возобновления	Количество жизнеспособных экземпляров подроста, расположенных равномерно по площади при высоте, тыс. шт./га			Отнесение к категории земель
	Мелкий до 0,5 м	Средний 0,5–1,5 м	Крупный 1,5 м и больше	
Хорошее	5,0 >	4,0 >	3,0 >	Покрытые лесной растительностью
Удовлетворительное	4,0–4,9	3,0–3,9	2,0–2,9	Покрытые лесной растительностью
Плохое	3,9 <	2,9 <	1,9 <	Не покрытые лесной растительностью

На наш взгляд, успех возобновления в первую очередь был обусловлен изначально достаточным количеством подроста на вырубке, которое было обеспечено за счет низкой полноты лесного насаждения. На ранее изученных площадках полнота лесных насаждений до рубки была выше, чем на последнем участке – более 0,7.

Полученные результаты стали основой для составления рекомендаций по улучшению проведения сплошных рубок главного пользования.

Для составления проекта мероприятий по совершенствованию сплошных рубок главного пользования был проанализирован технологический процесс рубок, проводимых на территории Уфлейского лесничества.

При проведении рубок применяется узкопасечная технология лесосечных работ, которая позволяет сохранить 70–80 % подроста, имеющегося на пасеках до начала проведения лесосечных работ [5].

Зная, что в лесничестве содействие естественному лесовосстановлению проходит неэффективно, можно заключить, что узкопасечная технология не

подходит, так как выживаемость подростка не зависит от его сохранения на вырубке. Поэтому возникает вопрос о замене старой технологии лесосечных работ на новую, более подходящую.

Наиболее подходящий вариант – это применение широкопосечной технологии лесосечных работ. Эта технология разработки лесосек применяется там, где нет необходимости сохранять возобновившийся подрост. В то же время она позволяет не повреждать напочвенный покров на большой площади в лесосеке, что актуально при наличии в напочвенном покрове ягодников [5].

Вследствие закоренелости в Уфалейском лесничестве экстенсивного производства и отсутствия возможности замены узкопосечной технологии лесосечных работ, ввиду недостаточной мощности трактора МТЗ-82, в качестве первичной меры совершенствования сплошных рубок главного пользования нами предлагается замена основной трелевочной машины для повышения производительности производства. Для условий Уфалейского лесничества наиболее желательным вариантом, по нашему мнению, для приобретения является лесопромышленная гусеничная машина Онежец-320, разработанная и изготавливаемая на Онежском тракторном заводе [6]. Эта машина от своих предшественников отличается рядом существенных усовершенствований. Внесенные в конструкцию ходовой системы важные изменения позволили увеличить длину и ширину опорной поверхности техники. Это привело к резкому повышению проходимости трактора на грунтах с низкой несущей способностью, характерных для Уфалейского лесничества.

В лесных насаждениях с низкой полнотой для сохранения подростка должна проводиться узкопосечная технология лесосечных работ, а в качестве трелевочной машины использоваться трактор МТЗ-82. В других лесных насаждениях при искусственном лесовосстановлении мог бы применяться трактор Онежец-320 с широкопосечной технологией лесосечных работ [7].

При выборе способа естественного лесовосстановления необходимо учитывать возможность отсутствия результатов от применяемых мер содействия, вызванного небольшим отклонением количества подростка на вырубке от заданных норм. Для отслеживания участков с возможным отсутствием эффективности применения мер содействия следует разделить насаждения на три категории по полноте. Насаждения с низкой полнотой, примерно 0,4–0,5 условно, должны отводиться под содействие естественному лесовосстановлению, а насаждения с высокой полнотой примерно 0,6–0,7 – под искусственное.

При естественном лесовосстановлении необходимо использовать все возможные меры содействия, которые подходят для применения в условиях Уфалейского лесничества. Например, оставление обсеменителей на вырубке должно сочетаться с минерализацией почвы, так как семена не

могут пробиться сквозь задерненный напочвенный покров. В свою очередь механическая, химическая и огневая обработка почвы также бесполезны при отсутствии налета семян оставленных обсеменителей или стен леса. К тому же для семенных деревьев необходимо учитывать урожайные годы. Очистка мест рубок должна осуществляться сбором порубочных остатков в кучи или валы с последующим их сжиганием в непожароопасный период. Этот способ очистки лесосек хорошо сочетался с укладкой порубочных остатков на трелевочные волокна и частично содействует естественному возобновлению леса. Применение огневой очистки в зимний период снижает вероятность гибели подроста от действия огня [6].

#### *Список источников*

1. Лесохозяйственный регламент Уфалейского лесничества Главного управления лесами Челябинской области, Филиал ФБГУ «Рослесинфорг» «Поволжский леспроект». – 2015.

2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27.06.2016 г. № 367 «Об утверждении Видов лесосечных работ, порядка и последовательности их проведения, Формы технологической карты лесосечных работ, Формы акта осмотра лесосеки и Порядка осмотра лесосеки».

3. Приказ Гослесхоза СССР от 08.12.1983 г. № 147 «Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно ценных пород при разработке лесосек и приемке от лесозаготовителей вырубок с проведенными мероприятиями по восстановлению леса».

4. Планшет-справочник для таксации лесов Уфалейского лесничества Главного управления лесами Челябинской области, Филиал ФБГУ «Рослесинфорг» «Поволжский леспроект», 2015.

5. Залесов, С. В. Лесоводство : учебник / С. В. Залесов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 295 с.

6. Люманов, Р. А. Машинная валка леса / Р. А. Люманов. – Москва : Лесная промышленность, 1990. – 280 с.

7. Суслов, А. В. Лесоустройство: учебное пособие / А. В. Суслов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. – 123 с.

Научная статья  
УДК 581.543

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ *SYRINGA* В КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА УРО РАН

Дарья Владимировна Фарфель<sup>1</sup>, Наталья Дмитриевна Целева<sup>2</sup>, Елена Александровна Тишкина<sup>3</sup>

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

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

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

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

**Аннотация.** Коллекция растений рода *Syringa* Ботанического сада УрО РАН формируется с 1957 года и представлена 16 видами и 31 сортом. Изучен рост и развитие восьми видов *Syringa*. Лучшие морфометрические показатели установлены у образца из Архангельска – *S. sweginzowii* Koehne et Lingelsh., а худшие – у *S. vilosa* «Pumila».

**Ключевые слова:** *Syringa*, морфометрические параметры, коллекция

Scientific article

## BIOLOGICAL FEATURES OF VARIOUS *SYRINGA* SPECIES IN THE COLLECTION OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE URAL BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

Darya V. Farfel<sup>1</sup>, Natalia D. Tseleva<sup>2</sup>, Elena A. Tishkina<sup>3</sup>

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

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

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

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

**Abstract.** The collection of plants of the genus *Syringa* of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences has been formed since 1957 and is represented by 16 species and 31 varieties. The growth and development of eight *Syringa* species has been studied. The best morphometric indicators were found in a sample from Arkhangelsk – *S. sweginzowii* Koehne et Lingelsh., and the worst – in *S. vilosa* “Pumila”.

**Keywords:** *Syringa*, morphometric parameters, collection

Озеленение территорий играет важную роль в оптимизации среды обитания и улучшении условий жизни населения. Видовой состав природной дендрофлоры Среднего Урала не отличается большим разнообразием, что вызывает необходимость расширения ассортимента растений в озеленении городов и сельских населенных пунктов за счет интродукции новых декоративных древесных и кустарниковых видов. Особое место в группе декоративных кустарников, используемых в озеленении и ландшафтном дизайне, занимает сирень [1]. Богатые коллекции сортов сирени содержатся во многих Ботанических садах крупных городов России и других научных учреждениях, где проводится основная работа по интродукции и селекции [2–4].

Цель работы – изучение роста и развития различных видов сирени в коллекции Ботанического сада УрО РАН.

Исследования проведены в течение вегетационного периода 2022 года в закрытой части Ботанического сада. Объектами изучения являлись растения различных видов сирени в коллекции Ботанического сада (табл. 1).

Таблица 1

## Характеристика исследуемых образцов различных видов сирени

№	Название образца	Происхождение образца, год посева в Ботаническом саду УрО РАН	Ареал
1	<i>S. wolfii</i> Schneid	Благовещенск, 2016	Дальний Восток, Восточная Азия
2	<i>S. vilosa</i> «Pumila»	Новосибирск, 2014	Китай
3	<i>S. sweginzowii</i> Koehne et Lingelsh	Архангельск, 2015	Китай
4	<i>S. tomentella</i> Bur. et Franch	Таллин, 2015	Западный Китай
5	<i>S. komarovii</i> Schneid	Архангельск, 2015	Китай
6	<i>S. henryi</i> Schneid	Архангельск, 2015	Гибрид <i>S. vilosa</i> x <i>S. josikaea</i>
7	<i>S. reticulata</i> Komar	Архангельск, 2015	Северная Корея
8	<i>S. vilosa</i> Vahl	Архангельск, 2015	Китай

Особенности роста изучены на растениях 7–9 летнего возраста, приведены замеры высот, площади проекции кроны, объема кроны, длины и диаметра побега ветвления первого порядка, количество скелетных ветвей и генеративных побегов.

Коллекция растений рода *Syringa* на базе Ботанического сада УрО РАН начала формироваться с 1957 года; пополнение коллекции продолжается и по сей день. В настоящее время коллекция из сиреней представлена из 16 видов и 31 сорта [5]. В 1957 году в закрытой заповедной части Ботанического сада были высажены первые саженцы *S. josikaea*, полученные из семян, которые были предоставлены Минским Ботаническим садом. Видовые сирени были выращены из семян, а сортовые были получены в виде привитых саженцев.

Выявлены различия по росту и развитию у различных видов сирени (табл. 2). Максимальные значения по всем морфометрическим параметрам установлены у *S. sweginzowii*, а минимальные – у *S. vilosa* «Pumila».

Таблица 2

## Морфометрические показатели различных видов сирени

№	Высота, м	Площадь проекции кроны, м <sup>2</sup>	Объем кроны, м <sup>3</sup>	Количество скелетных ветвей, шт.	Количество генеративных побегов, шт.
1	1,15±0,08	0,16±0,02	0,06±0,01	5	1
2	0,73±0,09	0,10±0,02	0,02±0,01	3	0
3	1,51±0,12	1,09±0,08	0,54±0,01	14	28
4	1,33±0,03	0,74±0,08	0,33±0,04	11	13
5	1,07±0,10	0,65±0,06	0,23±0,04	4	10
6	1,43±0,17	1,01±0,09	0,49±0,10	13	9
7	1,25±0,16	0,85±0,14	0,37±0,11	6	11
8	1,36±0,21	1,02±0,21	0,49±0,15	6	17

Наблюдается положительная корреляция высоты растения с площадью ( $r = 0,86$ ,  $p < 0,05$ ) и объемом кроны ( $r = 0,88$ ,  $p < 0,05$ ). Чем выше растение, тем больше скелетных ветвей ( $r = 0,82$ ,  $p < 0,05$ ) и генеративных побегов ( $r = 0,76$ ,  $p < 0,05$ ).

За время наблюдений практически большинство исследуемых видов *Syringa* успешно прошли испытания. Было установлено, что в отличие от привитых, корнесобственные растения способны восстанавливаться за счет поросли и более устойчивы, имеют высокую продолжительность жизни.

## Список источников

1. Колесников, А. И. Декоративная дендрология / А. И. Колесников. – Москва : Лесная промышленность, 1974. – 704 с.
2. Окунева, И. Б. Сирень: коллекция ГБС РАН: история и современное состояние / И. Б. Окунева. – Москва : Наука, 2008. – 174 с.



3. Полякова, Н. В. Сирени в Башкирском Предуралье: интродукция и биологические особенности / Н. В. Полякова. – Уфа : АН РБ Голем, 2010. – 164 с.

4. Пшенникова, Л. М. Сирени, культивируемые в Ботаническом саду-институте ДВО РАН / Л. М. Пшенникова. – Владивосток : Дальнаука, 2007. – 111 с.

5. Тишкина, Е. А. Исторические аспекты создания коллекции *Syringa* в Ботаническом саду УрО РАН г. Екатеринбурга / Е. А. Тишкина, Л. А. Семкина // *Syringa* L.: коллекции, выращивание, использование. – Санкт-Петербург. – С. 143–144.

Научная статья  
УДК 581.543

## ОСОБЕННОСТИ АПИКАЛЬНОГО РОСТА ПОБЕГОВ СОРТОВ СИРЕНИ ОБЫКНОВЕННОЙ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Андрей Сергеевич Филистеев<sup>1</sup>, Екатерина Викторовна Борзенко<sup>2</sup>,  
Елена Александровна Тишкина<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> tsarev.f@list.ru

<sup>2</sup> katyaborzenko14@gmail.com

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

**Аннотация.** Исследованы приросты побегов 12 сортов сирени, произрастающих в коллекции Ботанического сада УрО РАН. Количественное соотношение отдельных типов побегов отличается у разных сортов сирени и является перспективным показателем при изучении возможностей интродукции и проведении селекции на зимостойкость и декоративность.

**Ключевые слова:** *Syringa vulgaris* L., апикальный рост, коллекция

Scientific article

## FEATURES OF APICAL GROWTH OF SHOOTS OF VARIETIES OF COMMON LILAC IN THE MIDDLE URALS

Andrey S. Filisteev<sup>1</sup>, Ekaterina V. Borzenko<sup>2</sup>, Elena A. Tishkina<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> tsarev.f@list.ru

<sup>2</sup> katyaborzenko14@gmail.com

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

**Abstract.** The growth of shoots of 12 varieties of lilac growing in the collection of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences has been studied. The quantitative ratio of individual types of shoots differs in different varieties of lilac and is a promising indicator when studying the possibilities of introduction and breeding for winter hardiness and decorativeness.

**Keywords:** *Syringa vulgaris* L., apical growth, collection

В Международном Регистре рода Сирень содержатся сведения о 1566 сортах *Syringa vulgaris* L. [1]. Такое сортовое разнообразие позволяет сирени занимать одно из ведущих положений среди декоративных кустарников. Традиционно сорта сирени представлены в большинстве ботанических садов [2]. К настоящему времени в коллекции Ботанического сада УрО РАН насчитывается 16 видов и 31 сорт сирени [3].

Цель исследований: определить возможность оценки и дискриминации различных сортов сирени посредством векторно-корреляционного анализа сезонных динамик апикального роста побегов, а также с помощью этого подхода определить особенности роста у отличающихся по ростовой активности побегов сирени на стадии замедления и прекращения роста.

Объектами изучения являлись особи двенадцати сортов *Syringa vulgaris*, произрастающие в коллекции Ботанического сада в однородных почвенных и микроклиматических условиях. Исследовали одно растение каждого сорта, возраст растений составлял 9 лет. На каждом кусте со скелетных ветвей (от 3 до 7) определяли ростовые характеристики вегетативных побегов второго порядка ветвления текущего года [4]. Общую длину побега измеряли один раз в 7 дней в период с 27.05.2021 г. по 06.09.2021 г. на стадии замедления и прекращения роста. При анализе данных использовали программу Excel. Пакет КлассАн применяли для проведения кластерного анализа результатов.

В результате ВКА и последующей кластеризации всех изучавшихся побегов выделено три кластера траекторий сезонных динамик апикального роста. Наибольшие значения обобщенного показателя соответствуют лучшему росту по его скорости и степени корреляции смежных по времени величин приростов, а наименьшие – более худшему росту. Это позволяет сделать заключение о существовании в кроне куста трех типов побегов. Анализ сезонных динамик роста побегов по отдельным типам показал, что в изучаемый период можно выделить три основные фазы: быстрое замедление, стабильно медленный рост и его завершение. При этом в ряду тип 1–3 наблюдается последовательное увеличение сроков прохождения первых двух фаз и соответствующее возрастание времени роста побегов.

Кластерный анализ соотношения динамик роста побегов трех типов показал, что сорта сирени распределяются на три группы. Соответствующие номера сортов: (1, 4, 8); (3, 5, 7, 9, 10) и (2, 6, 11, 12). Следует отметить, что соотношение количеств побегов разных типов не связано непосредственно с величинами средних значений их окончательных длин и диаметров (таблица), так как этап быстрого роста побегов не рассматривался. При этом у сортов 2, 3, 5 – 7, 9 – 12 доминирует количество побегов I и II типов, что позволяет предполагать более высокую степень подготовки этих побегов к зимнему покою и зимостойкости.

Количество побегов трех типов (%), их апикальный рост  
у сирени обыкновенной

Номер сорта	Название сорта	тип 1, %	тип 2, %	тип 3, %	Н, см
1	Небо Москвы	0,31	0,38	0,31	9,8 ± 1,55
2	Алексей Маресьев	0,55	0,30	0,15	4,37 ± 0,46
3	Леонид Леонов	0,40	0,50	0,10	4,47 ± 0,49
4	Красавица Москвы	0,35	0,33	0,33	5,63 ± 0,51
5	Надежда	0,38	0,45	0,18	6,41 ± 0,72
6	Сенсация	0,56	0,33	0,11	7,96 ± 1,58
7	Защитникам Бреста	0,35	0,55	0,10	3,53 ± 0,41
8	Капитан Гастелло	0,17	0,50	0,33	9,18 ± 1,14
9	Аукуболистная	0,45	0,38	0,18	6,93 ± 0,82
10	Память о Колесникове	0,40	0,40	0,20	6,39 ± 0,79
11	Сумерки	0,56	0,26	0,18	3,8 ± 0,34
12	Олимпиада Колесникова	0,50	0,45	0,05	4,61 ± 0,49

На основании ВКА установлено, что в процессе морфогенеза у кустов сирени вегетативные побеги второго порядка ветвления разделяются на три типа по виду сезонных динамик апикального роста, в том числе по срокам и длительности отдельных фаз на этапе завершения роста. Количественное соотношение отдельных типов побегов отличается у разных сортов сирени и является перспективным показателем при изучении возможностей интродукции и проведении селекции на зимостойкость и декоративность.

*Список источников*

1. International register and checklist of cultivar names in the genus *Syringa* L. (Oleaceae) / F Vrugtman // «Work-in-Progress» Lilac Register. Royal Botanical Gardens. Hamilton. – Ontario, Canada, 2006.
2. Окунева, И. Б. Сирень: коллекция ГБС РАН: история и современное состояние / И. Б. Окунева. – Москва : Наука, 2008. – 174 с.
3. Тишкина, Е. А. Исторические аспекты создания коллекции *Syringa* в Ботаническом саду УрО РАН Екатеринбурга / Е. А. Тишкина, Л. А. Семкина // *Syringa* L.: коллекции, выращивание, использование. – Санкт-Петербург. – С. 143–144.
4. Growth and development of *Syringa* L. species introduced in the taiga zone (Karelia) / I. Kishchenko // Norwegian J. Devel. Int. Sci. – 2020. – № 44. – С. 15–22.

Научная статья  
УДК 581.543

**РОСТ И РАЗВИТИЕ *LIGUSTRUM* L.  
В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ УРО РАН**

**Наталья Дмитриевна Целева<sup>1</sup>, Татьяна Алексеевна Андропова<sup>2</sup>, Елена Александровна Тишкина<sup>3</sup>**

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

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

<sup>2</sup> tanya.andronova.02@mail.ru

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

**Аннотация.** Исследуются интродукция и акклиматизация *Ligustrum vulgare* L. на Среднем Урале с момента создания коллекции в 1960 г. Изучено несколько географических образцов сеянцев. Лучший рост по всем показателям оказался установлен у образца из Барнаула, близкие значения роста и развития растений из семян Самары и наихудшие показатели растений из семян, полученных из Казани.

**Ключевые слова:** *Ligustrum*, морфометрические параметры, климатические условия

Scientific article

**GROWTH AND DEVELOPMENT OF *LIGUSTRUM* L.  
IN THE BOTANICAL GARDEN OF THE URAL BRANCH  
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**

**Natalia D. Tseleva<sup>1</sup>, Tatiana A. Andronova<sup>2</sup>, Elena A. Tishkina<sup>3</sup>**

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

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

<sup>2</sup> tanya.andronova.02@mail.ru

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

**Abstract.** The article is devoted to the introduction and acclimatization of *Ligustrum vulgare* L. in the Middle Urals since the creation of the collection in 1960. Several geographical samples of seedlings have been studied. The best growth in all indicators was found in a sample from Barnaul, similar values of growth and development of plants from Samara seeds and the worst indicators of plants from seeds obtained from Kazan.

**Keywords:** *Ligustrum*, morphometric parameters, climatic conditions

Бирючина *Ligustrum* L. – кустарник, реже, небольшое дерево высотой от 2 до 5 м, листопадный, полувечнозеленый и вечнозеленый. Листья простые, цельные, кожистые, зеленые, осенью фиолетово-зеленые. Цветки в пирамидальных метелках, обоеполые, кремовые или белые, цветет от 10 до 35 дней в июне-июле. Плоды черные, ягодообразные, плодоносит с 6–8 лет. Растет в поймах рек, на открытых склонах, засухоустойчивая, теневыносливая, газоустойчивая, хорошо регенерирует. Распространена в субтропической, тропической и умеренной зонах восточного полушария. В роде около 30 видов [1]. Бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*) на территории Средней России в диком виде не встречается, но часто культивируется как декоративное растение и нередко дает самосев [2]. Отмечена натурализация и расселение в Саратовской агломерации. Около детских учреждений бирючину высаживать не следует, так как ее плоды, похожие на черемуху, в народе называемые «волчьей ягодой», являются ядовитыми и представляют серьезную опасность [3]. Многие химические соединения бирючины используются в фармакологии и пищевой промышленности [4].

Особенности роста и развития сеянцев *Ligustrum vulgare* L. представлены в работах Волгоградских ученых [5].

Цель исследования: изучение роста, развития и холодоустойчивости двух видов: *Ligustrum vulgare* L. и *Ligustrum ibota* Siebold et Zucc., в коллекции Ботанического сада УрО РАН.

Особенности роста изучены на растениях 6–7-летнего возраста, приведены высота растения, площадь проекции и объем кроны, количество побегов формирования и приросты, размеры листьев.

На Урале, впервые в Свердловске на коллекционном участке бирючина обыкновенная была высажена в возрасте 10 лет (Московской репродукции) в 1936 году при высоте 0,4 м. Прирост в первый год составил 24 см, отмечено подмерзание молодых побегов и плодоношение. *Ligustrum vulgare* L. в Ботаническом саду УрО РАН произрастал с 1960 года, побеги подмерзали до 90 см, почти до уровня снегового покрова, но с повышением среднегодовой температуры с 1990 г. бирючина начала цвести и плодоносить. Но в результате цикличности климата и аномальных погодных условий все растения бирючины в 1998 г. погибли. В 2016 г. появились новые посадки, выращенные из семян, полученных из Ботанического сада Пензы. В 2022 г. в возрасте 7 лет начали цвести и плодоносить. Средняя высота растений составила 1,25 м. Эти растения периодически поливали, подмерзаний не отмечено. Листья размером 4,25 × 1,55 темнозеленые, 7 ноября 2022 г. они не опали. Более подробно исследованы три географических образца которые выращивались без полива – они не цвели, хотя количество осадков было достаточное (табл. 1).

Таблица 1

Климатические условия за вегетационный период 2022 г.

Месяц	Средняя температура, °С	Сумма осадков, мм	Количество дней с осадками
Апрель	6,0	35	19
Май	10,9	73	25
Июнь	15,7	86	22
Июль	20,9	11	15
Август	20,6	13	11
Сентябрь	10,9	54	16

## Выводы

1. Растения выращены из семян, полученных из Ботанического сада Самары в 2017 году, высота растений составила 0,62 м (табл. 2). Количество побегов формирования – 9, длина прироста 7,86 см.

Таблица 2

Характеристика *Ligustrum L.* в Ботаническом саду УрО РАН

Географические образцы	Высота растения, см	Площадь проекции кроны, м <sup>2</sup>	Объем кроны, м <sup>3</sup>	Количество побегов формирования, шт.	Количество приростов, шт.	Длина прироста, см
<i>Ligustrum vulgaris</i>						
Самара	0,62±0,07	0,16±0,09	0,36±0,02	9	99,0	7,86±0,95
Казань	0,33±0,01	0,23±0,18	0,02±0,01	3	29,0	7,98±1,78
Барнаул	0,70±0,02	0,14±0,02	0,03±0,01	4	102,8	9,89±1,26
<i>Ligustrum ibota</i>						
Калининград	0,57±0,04	0,12±0,02	0,03±0,01	3	170,25	5,71±0,69

2. Растения выращены из семян Ботанического сада Казани, высота 0,33 м. Количество побегов формирования – 3, длина прироста 7,98.

3. Семена получены из Ботанического сада Барнаула, высота 0,70 м, количество побегов формирования – 3, длина приростов 9,89 см.

4. *Ligustrum ibota*. Семена получены из Ботанического сада Калининграда в 2019 г. растениям 4 года, высота 0,57 м, количество побегов формирования – 3, длина приростов 5,71 см. За время выращивания этого вида средняя температура и количество осадков были более благоприятными по сравнению с предыдущими годами (табл. 3). Средняя температура в период выращивания бирючины составила 3,9 °С, а среднее количество осадков достигло 472 мм.

5. Корреляционный анализ показал, что, чем выше растения, тем больше количество приростов ( $r = -0,63$ ,  $p < 0,05$ ) и тем меньше площадь кроны бирючины ( $r = -0,94$ ,  $p < 0,05$ ). С увеличением количества приростов уменьшается их длина ( $r = -0,52$ ,  $p < 0,05$ ).

Таблица 3

Средняя температура и количество осадков за 2016–2021 г.

Год	Средняя температура, °С	Сумма осадков, мм
2016	3,7	403
2017	3,6	486
2018	2,6	473
2019	4,0	583
2020	5,4	443
2021	4,1	446

Выявлены различия роста и развития сеянцев у географических образцов. Наилучшими оказались барнаульские и самарские растения, наихудшими казанские. Более чувствительны к похолоданиям молодые растения *Ligustrum vulgare*. так, в 2022 г. из 3-летних сеянцев погибло 67 %.

Таким образом, основываясь на внутривидовой изменчивости растений можно селекционным путем выявить более устойчивые и декоративные особи.

#### Список источников

1. Сааков, С. Г. Деревья и кустарники СССР / С. Г. Сааков. – Москва ; Ленинград : АН СССР, 1960. – Т. 5. – 543 с.
2. Маевский, П. Ф. Флора средней полосы европейской части России / П. Ф. Маевский. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.
3. Компонентный состав и токсикологическая характеристика некоторых химических соединений *Ligustrum vulgare* L. / А. С. Потапова [и др.] // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 49 (12). – С. 47–49.
4. Species and Some Varieties and Subspecies of *Ligustrum* in China / H. Zheng [et al.] // Invasive Plants of Asian Origin Established in the United States and Their Natural Enemies. – 2004. – Vol. 1. – P. 93.
5. Мартынова Н. В. Оценка эффективности интродукции бирючины обыкновенной в условиях Нижнего Новгорода по параметрам сеянцев / Н. В. Мартынова, Н. Н. Бессчетнова // Перспективы развития сельскохозяйственного производства. – Нижний Новгород, 2015. – С. 118–121.



Научная статья  
УДК 630.232

## ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПОСАДКИ СЕЯНЦЕВ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

**Кристина Николаевна Черник<sup>1</sup>, Денис Владимирович Черник<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Сибирский государственный университета им. М. Ф. Решетнева,  
Красноярск, Россия

<sup>1</sup> Kristi.blueberry@yandex.ru

<sup>2</sup> dionisu2@mail.ru

**Аннотация.** Приведен обзор исследований производительности механизированной посадки сеянцев в разных странах мира. Исходя из обзора, определена производительность лесопосадочных машин с дискретным принципом посадки. Она варьируется от 145 до 475 сеянцев в час (в среднем 300 сеянцев в час). Производительность лесопосадочных машин с непрерывным принципом работы составляет 500–2500 сеянцев в час (в зависимости от типа машины). Дана характеристика производительности ручной посадки сеянцев, которая колеблется от 0,6 до 1,1 га за рабочий день.

**Ключевые слова:** лесовосстановление, производительность, сеянцы, посадочное устройство

Scientific article

## REVIEW OF STUDIES ON THE PERFORMANCE OF MECHANIZED PLANTING OF SEEDLINGS WITH A CLOSED ROOT SYSTEM

**Kristina N. Chernik<sup>1</sup>, Denis V. Chernik<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,  
Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup> Kristi.blueberry@yandex.ru

<sup>2</sup> dionisu2@mail.ru

**Abstract.** The article provides an overview of studies on the performance of mechanized planting of seedlings in different countries of the world. Based on the review, the productivity of forest planters with a discrete planting principle varies from 145 to 475 seedlings per hour (average 300 seedlings per hour). The productivity of forest planters with continuous operation is 500–2500 seedlings per hour (depending on the type of machine). The performance characteristics of

manual planting of seedlings are given, which ranges from 0.6 to 1.1 ha per working day.

**Keywords:** reforestation, productivity, seedlings, planting device

Лесовосстановление включает в себя все виды деятельности, связанные с посадкой и созданием новых лесонасаждений на определенном участке. Лесовосстановление может быть основано на естественном или искусственном возобновлении. Методы искусственного возобновления – ручная и механизированная посадки.

Процесс механизированной посадки включает следующие технологические приемы: подготовку посадочного места в виде непрерывной борозды (щели) или дискретно расположенных лунок, подачу растений к посадочному месту и заделку корневой системы высаживаемых растений почвой.

В странах Северной Европы восстановление лесов проводится сеянцами с закрытой корневой системой. Из-за данной технологии лесовосстановления постепенно увеличивается количество механических посадочных машин с дискретным принципом посадки. Наиболее распространенными машинами являются шведская Bracke, финская M-Planter и реже используется Resutec.

Финские ученые из института леса провели исследование производительности M-Planter, в котором приняли участие 13 операторов. В результате средняя производительность машины составила 143 саженца в час – это в первый сезон посадки. Во второй сезон посадки производительность составила в среднем 169 саженцев в час. Такие факторы, как каменистость, пни, поверхностные препятствия и гумусовый слой, оказали значительное влияние на производительность труда. Производительность труда уменьшалась, когда количество камней и пней было больше, а слой гумуса был толще [1, 2].

Эти же ученые провели еще одно исследование для лесопосадочной машины M-Planter с участием шести операторов с четырьмя машинами-экскаваторами. Для посадки использовались саженцы ели европейской. В результате выявлены факторы, влияющие на производительность: уклон, количество наземных препятствий и пней, каменистость и толщина гумусового слоя. Производительность работы M-Planter варьировалась у разных операторов от 279 саженцев до 387 саженцев в час [3].

Большинство сеянцев, высаженных с помощью посадочной трубы (то есть вручную), выращивают в контейнерах [4]. Производительность ручной посадки зависит от рельефа местности и размера корневой системы и колеблется от 0,6 до 1,1 га за рабочий день. Кроме того, разные породы деревьев имеют разную рекомендуемую плотность посадки. Другими важными факторами, влияющими на производительность ручной посадки, являются организация работы, а также удаленность от склада с сеянцами. Качество ручной посадки связано с подготовкой почвы, а уборка пней

и порубочных остатков повышает производительность за счет создания более оптимальных условий труда [5].

Механизированная посадка сеянцев с помощью зарубежных лесопосадочных агрегатов заключается в следующем: с помощью специального ножа-отвала срезается узкий пласт почвы с дерниной, оборачивается и прижимается к дернине. Затем с помощью посадочной трубы, в подготовленную почву высаживается саженец [6].

Данная технология называется «точечная подготовка почвы» и включает три различных метода: микроповышения (точечная насыпь), перевернутая насыпь и углубление. Точечная насыпь является наиболее широко применяемым методом в Финляндии, когда слои гумуса и минеральной почвы переворачиваются на ненарушенную почву.

Бразильские исследователи изучали Bracke P11, а на базе экскаватора шведского производства при посадке саженцев эвкалипта в штате Сан-Паулу. Результаты показали, что производительность существенно отличалась в пределах двух типов посадочного пространства. Средняя производительность составила 355 саженцев в час при расстоянии 3 м × 1 м, в то время как расстояние 3 м × 1,5 м привело к более низкой продуктивности – 324 саженца в час [7].

Механизированная посадка также используется в других регионах мира. Посадочные машины Proplant были произведены в Южной Африке и используются для обработки почвы, точечного опрыскивания, посадки, полива и удобрения саженцев. Этот тип машины (на базе шеститонного экскаватора) может смягчить послепосадочный стресс от пересадки сеянцев, что в дальнейшем приводит к более быстрому и здоровому росту.

В некоторых австралийских лесных районах механическая посадка невозможна из-за уклона и условий местности, необходимых для безопасной работы, поэтому некоторые компании сажают около 7 миллионов деревьев в год вручную. Тем не менее, несколько лесохозяйственных компаний начали осваивать механическую посадку на ровных и умеренно наклонных участках.

Лесная корпорация Нового Южного Уэльса (Австралия) провела испытания финской машины Risutec для более быстрой повторной посадки на площадях, пострадавших от пожара. Точечная культивация избавила от необходимости подготовки участка. Машина Risutec выполняла несколько задач за один проход, включая культивацию, посадку и возможное внесение воды и удобрений. Детали производительности труда в этом испытании не были опубликованы [8].

В 2021 году Правительством Российской Федерации принята Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года, в которой по базовому варианту к 2024 году, а по инерционному – к 2030 году баланс воспроизводства лесов в Российской Федерации должен быть 100 % [9].

Механизированная посадка сеянцев с закрытой корневой системой на территории России почти не применяется. Отечественная промышленность практически не выпускает подобную технику.

Систематический и патентный поиск дал следующее: существующие лесопосадочные машины для сеянцев в России дают производительность от 500 до 1200 сеянцев в час. Лесопосадочные машины основаны на непрерывном принципе посадки и осуществляют посадку в автоматическом режиме, где дисковый сошник создает посадочную щель, в которую при помощи саженцепровода подаются саженцы, корневая система которых уплотняется прикатывающим катком [10,11].

В настоящее время российские производители выпускают следующие лесопосадочные машины: это МЛУ1-А и СЛ-1А, которые предназначены для посадки сеянцев и саженцев хвойных пород. Но все же в труднодоступных местах, например, на склонах значительной крутизны, при небольших объемах работ посадку сеянцев выполняют вручную – мечом Колесова и посадочной трубой.

В республике Беларусь некоторые заводы занимаются проектированием и производством машин для механизированной посадки сеянцев с закрытой корневой системой. Принцип посадки – непрерывный. Заявленная производительность данных машин составляет до 2500 саженцев час.

В силу значительных отличий климатических условий на территории Российской Федерации от скандинавских стран (более сухой климат) посадку необходимо проводить весной и осенью в более сжатые сроки. С учетом огромных площадей, требующих лесовосстановления, применение импортных машин дискретного типа становится нерациональным из-за их низкой производительности (до 300 шт./ч)

К тому же зарубежные образцы современной лесопосадочной техники имеют значительную стоимость и требуют наличия агрегируемой тяжелой техники (с высокими энергозатратами), такой как экскаватор или харвестер. Эти машины требуют высоких затрат как при работе, так и при их обслуживании и хранении.

#### *Список источников*

1. Rantala, J., T. Laine, 2010. Productivity of the M-Planter tree-planting device in practice. – *Silva Fennica*. – № 44 (5). – P. 859–869.
2. Laine, T., J. Rantala. 2013. Mechanized tree planting with an excavator-mounted M-Planter planting device. – *International Journal of Forest Engineering*. – № 24 (3). – P. 183–193.
3. Laine, T. Mechanized tree planting in Finland and improving its productivity. PhD thesis, University of Helsinki. – 2017. – 48 p.

4. Черник, К. Н. Аналитический обзор существующих аналогов сеялок для высева семян в кассеты / К. Н. Черник, Д. В. Черник, Е. В. Авдеева // Машиностроение: новые концепции и технологии : Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Красноярск (28 октября 2022 года). – Красноярск : УГЛТУ, 2022. – С. 150–155. – EDN ZJBRUF.

5. Heidi Hallongren, Tiina Laine, Juho Rantala, Veli-Matti Saarinen, Markus Strandström, Jarmo Hämäläinen & Asko Poikela , *Scandinavian Journal of Forest Research* (2014): Competitiveness of mechanized tree planting in Finland, *Scandinavian Journal of Forest Research*.

6. Tiina Laine & Juho Rantala (2013) Mechanized tree planting with an excavator-mounted M-Planter planting device, *International Journal of Forest Engineering*, 24:3. – P. 183–193.

7. Ramantswana, M., Saulo Philipe Sebastião Guerra, S.P.S., B.T. Ersson. 2020. Advances in the mechanization of regenerating plantation forests: a review. – *Current Forest Reports*, 6. – P. 143–158.

8. Ghaffariyan, M. R. (2021) A short review on studies on work productivity of mechanical tree planting, *Silva Balcanica* 22(2): 25–32.

9. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.02.2021 №312-р «Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573658653> (дата обращения: 12.10.2022).

10. Патент на полезную модель № 169357 U1 Российская Федерация, МПК А01С 11/02. Машина для посадки сеянцев с закрытой корневой системой : № 2016135813 : заявл. 05.09.2016 : опубл. 15.03.2017 / А. А. Мартынюк, В. И. Казаков, Н. Е. Проказин [и др.] ; заявитель Федеральное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» (ФБУ ВНИИЛМ).

11. Патент на полезную модель № 177604 U1 Российская Федерация, МПК А01С 11/02. Лесопосадочная машина для сеянцев с закрытой корневой системой : № 2017118411 : заявл. 26.05.2017 : опубл. 02.03.2018 / А. А. Мартынюк, В. И. Казаков, Н. Е. Проказин [и др.] ; заявитель Федеральное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» (ФБУ ВНИИЛМ).

Научная статья  
УДК 630\*5

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ QUANTUM GIS ДЛЯ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Полина Александровна Черных<sup>1</sup>, Александр Владимирович Суслов<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> polina2011polina201113@gmail.com

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

**Аннотация.** Представлены результаты создания проекта ГИС для лесного хозяйства на базе программы QGIS. В ходе работы были представлены основные этапы создания ГИС для лесопользователя. Были использованы космоснимки, данные навигаторов, лесоустроительные планшеты. Была проведена привязка растра, проводилась векторизация кварталов, выделов и лесохозяйственных мероприятий. Сделана контрольная проверка. Показаны возможности формирования документов лесного планирования.

**Ключевые слова:** ГИС, декларация, цифровизация, космоснимки, векторизация

Scientific article

## APPLICATION OF THE QUANTUM GIS GEOINFORMATION SYSTEM FOR FOREST MANAGEMENT

Polina A. Chernikh<sup>1</sup>, Alexandr V. Suslov<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> polina2011polina201113@gmail.com

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

**Abstract.** The article presents the results of creating a GIS project for Forest based on the QGIS program. During the work, the main stages of creating a GIS for a forest user were presented. Satellite images, navigator data, and forest management tablets were used. The raster was linked, the vectorization of quarters, allotments and Forest activities were carried out. A control check was made. The possibilities for the formation of forest planning documents are shown.

**Keywords:** GIS, declaration, digitalization, satellite images, vectorization

В настоящее время в России активно происходит развитие и внедрение информационных технологий во многие сферы лесного хозяйства. Цифровизация отрасли позволяет значительно повысить ее эффективность, а также обеспечить контроль процессов лесопользования на разном уровне.

Основным лицом, использующим леса, является арендатор. Арендатор самостоятельно в соответствии с договором аренды осуществляет освоение лесов в границах лесных участках. Государство же на разных уровнях осуществляет контроль его деятельности, зачастую с применением цифровых технологий. Так, на федеральном уровне активно проводится система дистанционного мониторинга нарушений лесного законодательства, который основывается на применении материалов космической съемки и материалов отвода лесосек. На региональном уровне произошли значительные изменения в заполнении и подаче лесной декларации в соответствии с приказом МПР РФ № 303 от 29.04.2021 г. Лица, использующие леса, заполняют декларацию в форме электронного документа в формате XML. В документе указывается заявленный объем заготовки древесины, срок использования, общая схема мест проведения работ, схема размещения лесосеки, а также каталог координат характерных точек на углах лесосеки в системе координат WGS-84 и данные о привязке лесосеки [1]. Такая система позволяет быстро проверить правильность заполнения документов и обеспечить дальнейший контроль и проверку за лесопользователем.

Однако следует отметить, что на местах, где осуществляется вся лесохозяйственная деятельность, цифровые технологии имеют ограниченное применение. Нет единой цифровой системы, отсутствует программное обеспечение. Средний арендатор обычно работает с разрозненной информацией преимущественно в бумажном или растровом формате, а также с неструктурированными данными, представленными в разных системах. Планирование лесного хозяйства осуществляется на основе знаний местных специалистов, с минимальным применением информационных технологий. В такой ситуации отсутствует возможность выделенного контроля мест проведения работ, не применяется система автоматизированных расчетов, и как следствие – вероятность большого количества ошибок.

Создание и внедрение географической информационной системы для лесопользователя приобретает важное значение. На рынке существует некоторое количество специализированных программ для этих целей, как правило, с платным годовым обслуживанием. Мы предлагаем использовать свободную геоинформационную систему Quantum GIS с открытым ключом [2].

Цель нашей работы: создание географической информационной системы для лесопользователя с помощью Quantum GIS.

Объектом работ является арендованный лесной участок с целью заготовки древесины на территории Нижне-Тагильского лесничества Свердловской области. Для создания ГИС системы мы использовали лесоустроительные планшеты, данные космической съемки из публичных серверов, опорные точки из навигатора, таксационное описание. Общая технологическая схема показана на рис. 1.



Рис. 1. Схема создания ГИС лесопользователя

Для создания ГИС лесопользователя необходимо иметь математически определенную картографическую систему. В основе ее мы использовали систему опорных точек, полученных путем съемки географических координат опознавательных границ. Опорные точки, как правило, находились в местах пересечения квартальных просек, лесоустроительных знаков и других хорошо заметных и известных объектов. Данные были собраны на местности с помощью навигатора, затем выгружены в программную среду QGIS. Для сопоставления данных изначально необходимо в ГИС-проекте указать географическую систему координат WGS-84 [3].

В следующем этапе работ мы подбирали данные космической съемки территории лесного участка. Для этого использовали сервис SAS Planet. Это свободная программа, предназначенная для просмотра и загрузки спутниковых снимков высокого разрешения и обычных карт, представляемых сервисами Google Earth, Google Maps, Bing Maps, Digital Globe, «Космоснимки», Яндекс.карты, и другими, но, в отличие от этих сервисов, все карты возможно скачивать на компьютер в известной системе координат. В SAS Planet для определения местоположения объекта мы выгрузили опорные точки в формате kml и с разных серверов подбирали снимки лучшего качества и высокого разрешения. На карте выделяли область части лесного участка (как правило, это набор нескольких кварталов) и сохраняли в компьютере с указанием системы координат WGS-84. Данные космосъемки как растр открывали в системе QGIS [3].



Созданная в QGIS система космических снимков и опорных точек является основой для географической привязки лесоустроительных планшетов. Используемая нами процедура привязки подразумевает выбор множественных точек на растре и обозначение их координат. Координаты мы брали с опорных точек или с данных космосъемки. После того как контрольные точки добавлены на растровое изображение, необходимо определить параметры преобразования для привязки. Мы использовали один из современных методов привязки, дающий возможность ввода в данные местных деформаций – алгоритм тонкостенного сплайна [3].

Следующим этапом являлся процесс векторизации сети кварталов и выделов. Созданная ГИС имеет послойную структуру. Для слоя «выдел» в таблицу атрибутов было загружено таксационное описание в формате csv для дальнейшей работы над проектом. Далее проводилась векторизация выполненных лесохозяйственных мероприятий (сплошные рубки, рубки ухода, лесовосстановление и др.). Пример созданного проекта показан на рис. 2.

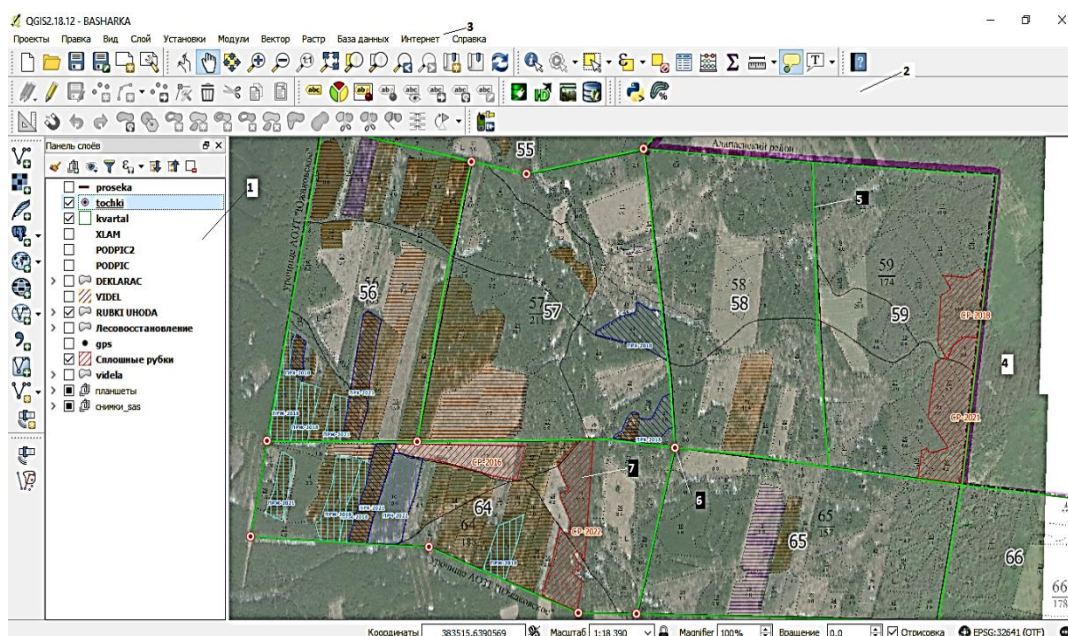


Рис. 2. Создание проекта лесопользователя на базе QGIS:  
 1 – панель слоев, 2 – панель инструментов, 3 – главное меню,  
 4 – космоснимок, 5 – граница квартальной сети,  
 6 – gpr(опорные точки), 7– лесохозяйственные мероприятия

Созданный ГИС-проект позволяет арендатору просматривать, анализировать пространственно ориентированные данные по лесному участку, осуществлять конвертацию данных с навигаторами, отображать и наносить лесохозяйственные мероприятия, формировать картографический материал, контролировать лесохозяйственную деятельность и др. Функций и возможностей применения системы для лесопользователя довольно много, они будут зависеть в основном от квалификации специалиста.

Использование QGIS позволяет в любом масштабе формировать данные, предусмотренные лесной декларацией. Удобно составлять приложение 3 к форме лесной декларации. В нем указывается общая схема расположения мест проведения работ при использовании лесов и мероприятия за предшествующие четыре года в пределах лесного квартала и лесных кварталов, смежных с ним, пример показан на рис. 3. Кроме того, программа позволяет формировать каталог координат характерных точек на углах лесосеки в системе координат WGS-84.



Рис. 3. Оформленное приложение 3 к лесной декларации

Проведенная нами работа и предложенная схема организации ГИС на базе QGIS для лесопользователя могут стать руководством для практического применения. Цифровизация лесного хозяйства открывает большие возможности для повышения эффективности работы арендаторов.

#### *Список источников*

1. Порядок заполнения и подачи лесной декларации, требования к формату лесной декларации в электронной форме в Российской Федерации: Приказ Минприроды России № 303 от 29.04.2021 года // КонсультантПлюс. – URL: <https://www.consultant.ru/document/> (дата обращения: 01.12.2022).
2. Руководство пользователя QGIS. – URL: [https://docs.qgis.org/3.22/ru/docs/user\\_manual](https://docs.qgis.org/3.22/ru/docs/user_manual) (дата обращения: 01.12.2022).
3. Шевелина, И. В. Создание цифровой базы данных при лесоустройстве на основе QGIS : учебное пособие / И. В. Шевелина, А. В. Сулов, Н. Ф. Низаметдинов, Д. Н. Нуриев. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – 29 с.

Научная статья  
УДК 630

## ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ВНУТРЕННЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ В БЕРЕЗЕ

Дарья Сергеевна Чеснова<sup>1</sup>, Андрей Анатольевич Побединский<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Государственный аграрный университет Северного Зауралья,  
Тюмень, Россия

<sup>1</sup> chesnova.ds@edu.gausz.ru

<sup>2</sup> pobedinskiyaa@gausz.ru

*Аннотация.* Представлены данные об изменении внутреннего напряжения в березе, произрастающей на территории Сибири. Измерение показателя проводится при разной атмосферной влажности.

*Ключевые слова:* береза, напряжение, влажность, зависимость

Scientific article

## THE EFFECT OF HUMIDITY ON THE BIOELECTRIC PARAMETERS OF BIRCH

Darya S. Chesnova<sup>1</sup>, Andrey A. Pobedinskiy<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

<sup>1</sup> chesnova.ds@edu.gausz.ru

<sup>2</sup> pobedinskiyaa@gausz.ru

*Abstract.* This article presents data on changes in internal stress in birch trees growing in Siberia. The indicator is measured at different atmospheric humidity.

*Keywords:* birch, voltage, humidity, dependence

Энергетическая проблема человечества с каждым годом приобретает все большие масштабы. Это связано с ростом населения планеты и интенсивным развитием технологий. Несмотря на использование ядерной, альтернативной и гидроэнергии, большую долю топлива люди продолжают добывать из недр Земли. Нефть, природный газ и уголь являются невозобновляемыми природными энергетическими ресурсами, к настоящему времени их запасы уменьшились до критического уровня.

В настоящее время существует множество приборов, которые требуют небольших напряжений для своей работы. С этой целью было проведено исследование внутреннего напряжения березы с помощью мультиметра.

Одним из важных показателей, влияющих на напряжение внутри растущего дерева, является атмосферная влажность воздуха. Для выявления зависимости было отобрано несколько деревьев породы «береза». Диаметры выбранных деревьев составляли 16, 28 и 40 см. Все деревья находятся на небольшом расстоянии друг от друга и не имеют механических повреждений.

Измерение проводится мультиметром, один щуп которого фиксируется непосредственно в дереве, а второй в земле.

Схема измерения внутреннего напряжения в березе показана на рисунке.



Измерение напряжения в березе в зимний период

Измерения проводились в первой половине дня. Все данные, полученные в результате, внесены в таблицу.

**Внутреннее напряжение березы  
в зависимости от атмосферной влажности воздуха**

Диаметр ствола, см	Внутреннее напряжение		
	Влажность, %		
	10–20	50–60	90–100
16	0,13	0,30	0,33
28	0,20	0,32	0,68
40	0,31	0,43	0,75

Вывод. На основании полученных данных можно сделать вывод, что, внутреннее напряжение в березе возрастает в зависимости от атмосферной влажности воздуха. Выявленная динамика прослеживается на всех отобранных образцах.

*Список источников*

1. Лесной кодекс РФ. – URL: <http://www.leskod.ru> (дата обращения: 3.11.2022 г.)

2. Побединский, А. А. Электрические показатели берез, растущих на лесных участках Тюменской области / А. А. Побединский, И. О. Смердов // Лесоэксплуатация и комплексное использование древесины : сборник статей IX Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск, 2022. – С. 109–113.

3. Смердов, И. О. Проект экономной подсветки деревьев на примере тополя / И. О. Смердов, А. А. Побединский // Повышение эффективности лесного комплекса : материалы Восьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. – Петрозаводск, 2022. – С. 174–175.

4. Побединский, А. А. Исследование влияния места произрастания на силу тока в растущем дереве (сосна обыкновенная в Тюменской области) / А. А. Побединский, И. О. Смердов // Леса России : политика, промышленность, наука, образование. материалы VII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 291–293.

5. Смердов, И. О. Мониторинг лесных насаждений с использованием радиочастотных волн / А. А. Побединский, И. О. Смердов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. – С. 223–226.

Научная статья  
УДК 581.543

## СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *OLEACEAE* В КОЛЛЕКЦИЯХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА УРО РАН

Александра Валерьевна Шашина<sup>1</sup>, Дарья Владимировна Фарфель<sup>2</sup>,  
Елена Александровна Тишкина<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> shashinaalex@gmail.com

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

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

**Аннотация.** Созданные коллекции древесных растений позволили оценить жизненный цикл развития форзиции *Forsythia ovata* Nakai, бирючины *Ligustrum vulgare* L. и ясеня высокого *Fraxinus excelsior* L. семейства *Oleaceae* Hoff. et Link. и их реакцию на изменение климатических условий.

**Ключевые слова:** семейство *Oleaceae*, морфометрические параметры, климатические условия

Scientific article

## THE STATE OF WOODY PLANTS OF THE *OLEACEAE* FAMILY IN THE COLLECTIONS OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE URAL BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

Alexandra V. Shashina<sup>1</sup>, Darya V. Farfel<sup>2</sup>, Elena A. Tishkina<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> shashinaalex@gmail.com

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

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

**Abstract.** The created collections of woody plants allowed us to evaluate the life cycle of *Forsythia ovata* Nakai, privet *Ligustrum vulgare* L. and high ash *Fraxinus excelsior* L. of the *Oleaceae* Hoff family. et Link. and their reaction to changing climatic conditions.

**Keywords:** *Oleaceae* family, morphometric parameters, climatic conditions

Потепление климата считается признанным во всем мире фактом. Климат Уральского региона континентальный, характеризуется холодной зимой, прохладным летом и пасмурностью, а также весенними заморозками в первой декаде июня. Потепление климата в Екатеринбурге началось с 1970-х годов с постепенным увеличением среднегодовой температуры с +2 °С до +3,5 °С при значительном колебании в отдельные годы, максимум среднегодовой температуры +4 °С наблюдался в 2003, 2005, 2012 годах; в 2008 +4,6 °С; в 2020 +5,3 °С. Реакция интродуцированных растений на потепление климата до определенного уровня в наших условиях имеет положительный эффект, поскольку растения попадают как бы в природные условия существования вида, то есть происходит продление температурного ареала вида [1-3].

На примере видов форзиция, ясень и бирючина семейства маслинных *Oleaceae* Hoff. et Link. прослежена реакция растений на потепление климата. Состояние растений оценено с начала выращивания в 1959–1960 годах, начала плодоношения и сбора семян для создания интродукционных популяций форзиции и бирючины с целью изучения внутривидовой изменчивости и выявления более морозоустойчивых и декоративных особей. Проведены измерения погибших побегов в 1984 году при инвентаризации.

Впервые форзиция яйцевидная *Forsythia ovata* Nakai на Урале была выращена из семян, полученных по каталогу в 1962 году из Ленинграда (БИН). Среднегодовая температура в это десятилетие составила 1,7 °С и форзиция начала цвести с 1990 года, когда температура повысилась (таблица).

Среднегодовые показатели температуры и суммы осадков  
в среднем за 10 лет в Екатеринбурге с 1970 года

Годы	Среднегодовые климатические показатели	
	Температура, °С	Осадки, мм
1970–1979	2,21	464,3
1980–1989	2,69	510,9
1990–1999	2,91	560,1
2000–2009	3,43	556,3
2010–2020	3,46	509,6

Форзиция начинает цвести в наших условиях с конца апреля – начале мая. Цветки ярко-желтые, одиночные, иногда по 2–3 штуки, и распускаются на побегах формирования прошлого года, общая продолжительность цветения составляет 8–12 дней. Линейный рост побегов начинается через 10–12 дней после начала цветения, побеги развиваются из верхушечной почки, находящейся между двумя цветочными. Форзиция отличается быстрым ростом в первый месяц развития, затем наблюдается незначительный прирост побега до сентября. Динамика роста побегов

представляет одновершинную кривую. К началу июля побеги достигают длины в среднем 12–20 см и почти прекращают свой рост, закладывая цветочные и ростовые почки будущего года. Созревание семян у форзиции происходит в середине октября. Лабораторная всхожесть семян от молодых особей составляет 83,5–86,5 %, а с более старых – около 67 %. В 1990 году было обильное плодоношение форзиции, и из семян по семьям была создана интродукционная популяция. В дальнейшем были отобраны неподмерзающие экземпляры с обильным плодоношением.

В настоящее время форзиция в связи с повышением температурных факторов закладывает цветочные почки вне зависимости от снежного покрова (рисунок).

Бирючина *Ligustrum vulgare* L. была выращена из семян, полученных из Москвы и Одессы в 1958 и 1959 годах. В 1995–1996 годах проведены исследования морозоустойчивости по характеру индукционных кривых флуоресценции хлорофилла [4].



Форзиция яйцевидная *Forsythia ovata* Nakai

В 1984 году проведена инвентаризация посадок семейства семейства *Oleaceae* Hoff. et Link. – бирючины *Ligustrum vulgare* L., и ясеня высокого *Fraxinus excelsior* L. Все экземпляры ясеня высокого подмерзли на 230–260 см, побеги бирючины также очень сильно подмерзли до 75–90 см, почти до основания куста. В результате повышения температуры в 1990 году они отросли, начали цвести и плодоносить. Из семян бирючины была создана интродукционная популяция, но в результате цикличности климата и аномальных погодных условий все растения



бирючины в 1998 году погибли. В коллекцию она вернулась в 2018 году, и в 2021 году растения бирючины обильно цвели.

Растения ясеня высокого отросли из спящих прикорневых почек и достигли высоты 10–12 м, поврежденные побеги погибли, и ствол стал выглядеть молодым.

В условиях Урала повышение температуры от +1 °С до +3,46 °С в 2020 году имеет положительный эффект. В настоящее время расширился температурный ареал для активного роста и плодоношения ранее подмерзающих видов. Вернулись в коллекционные фонды европейские растения, такие как форзиция яйцевидная, бирючина обыкновенная и ясень высокий, которые широко используются в озеленении на их родине.

В связи с потеплением климата чаще стали появляться аномальные климатические условия. Так, например, в 1998 году погибли все разновозрастные экземпляры *Ligustrum vulgare* L. в коллекции Ботанического сада. Причина гибели – повреждение клеточной мембраны у растений в связи двухчасовой низкой температуры минус 1 °С.

В связи с потеплением климата многие интродуцированные растения, ранее считавшиеся малоустойчивыми, вступили в фазу цветения и плодоношения. Одновременно с повышением среднегодовых температур увеличилось число лет с аномальными погодными условиями, ухудшающими состояние растений, особенно при наличии заморозков в конце мая–начале июня (2017 г.). В результате необычайно высоких температур весной у растений происходит сдвиг всех фенологических фаз (2012, 2021 гг.). С увеличением суммы положительных температур в условиях Урала и обильного плодоношения хвойных и других лиственных растений увеличивается ассортимент, предлагаемый для озеленения городских территорий.

#### Список источников

1. Фенологическое состояние древесных растений в садах и парках С.-Петербурга в связи с изменением климата / Г. А. Фирсов [и др.] // Ботанический журнал. – 2010. – № 95 (1). – С. 23–37.
2. Биологические особенности видов рода *Acer* (Aceraceae), культивируемых в Ленинграде и изменения климата / Н. Е. Булыгин [и др.] // Ботанический журнал. – 1986. – № 71 (1). – С. 71–78.
3. Cultivated woody plants as indicators of ongoing climate change in St. Petersburg, Russia / G. A. Firsov, N. Bystriakova and I. V. Belyaeva // Skvortsovia. – 2020. – № 6 (4). – P. 184.
4. Особенности индукционных кривых флуоресценции хлорофилла интродуцированных видов семейства *Oleaceae* / С. А. Шавнин [и др.] // Популяционная экология и интродукция растений. – 2003. – № 2. – С. 113–124.

Научная статья  
УДК 630.233

## ВНЕДРЕНИЕ *ACER NEGUNDO* L. В САНАТОРНОМ И ШАРТАШСКОМ ЛЕСНЫХ ПАРКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА

Александра Валерьевна Шашина<sup>1</sup>, Елизавета Сергеевна Переходова<sup>2</sup>,  
Любовь Павловна Абрамова<sup>3</sup>, Елена Александровна Тишкина<sup>4</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> shashinaalex@gmail.com

<sup>2</sup> perekhodova00@gmail.com

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

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

**Аннотация.** Статья посвящена внедрению *Acer negundo* L. в Санаторном и Шарташском лесопарках Екатеринбурга на основе популяционных (возрастная и виталитетная структура) и организменных параметров (морфометрические показатели).

**Ключевые слова:** клен ясенилистный, местообитания, почва, морфометрические показатели, возрастная структура

Scientific article

## INTRODUCTION OF *ACER NEGUNDO* L. IN THE SANATORIUM AND SHARTASHSKY FOREST PARKS OF YEKATERINBURG

Alexandra V. Shashina<sup>1</sup>, Elizaveta S. Perehodova<sup>2</sup>, Lubov P. Abramova<sup>3</sup>,  
Elena A. Tishkina<sup>4</sup>

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

<sup>1</sup> shashinaalex@gmail.com

<sup>2</sup> perekhodova00@gmail.com

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

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

**Abstract.** The article is devoted to the introduction of *Acer negundo* L. into the Sanatorium and Shartash Forest Park of Yekaterinburg on the basis of population (age and vitality structure) and organismal parameters (morphometric parameters).

**Keywords:** ash-leaved maple, habitats, soil, morphometric parameters, age structure

Объектом исследования выбран клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) неслучайно, так как он является одним из самых агрессивных древесных сорняков в лесной зоне Евразии [1–3]. Поэтому изучение процессов, которые протекают в лесопарковой зоне Екатеринбурга при внедрении в них клена ясенелистного, представляется весьма актуальным. Исследования проведены в 2021 году в шести фрагментах ценопопуляций в Шарташском лесопарке и в пяти – в Санаторном лесопарке. Изучение фрагментов ценопопуляций выполнены на основе возрастной структуры, организменных и популяционных признаков особей.

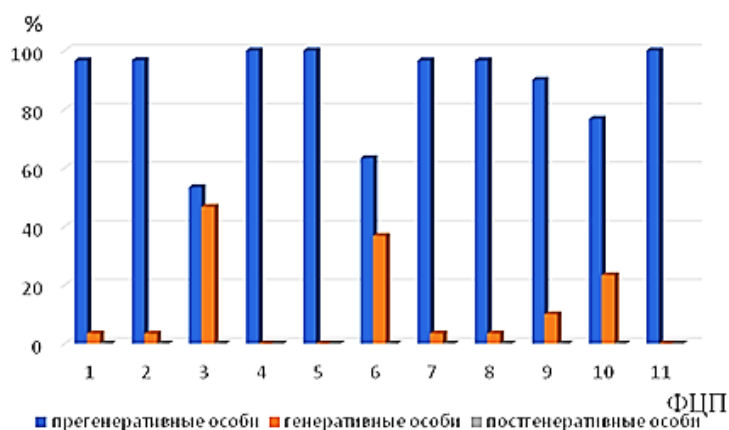
Шарташский лесопарк расположен к северо-востоку от города, насаждения представлены сосновыми и березовыми древостоями. Средний возраст сосновых насаждений около 90 лет, березовых – около 70. На территории Шарташского лесопарка клен селится в сосняках разнотравных и сосняках ягодниковых на 22,5 гектаров (3,2 % общей площади лесопарка) преимущественно в густом подлеске (74,67 %) при полноте 0,8–0,9. Санаторный лесопарк расположен в юго-восточной части города, средний возраст насаждений 90–120 лет. Древостои представлены чистыми сосняками с небольшой примесью осины и березы. В Санаторном лесопарке клен произрастает на площади 7,3 гектара (1,45 %) исключительно в сосняке разнотравном в густом подлеске (64,1 %) при полноте 0,8.

Почвы Санаторного лесопарка представлены дерново-подзолистыми обычными, слабодерновыми, среднеподзолистыми тяжелосуглинистыми почвами, а в Шарташском лесопарке – бурыми лесными оподзоленными маломощными легкосуглинистыми. При сравнительном анализе почв было установлено, что почвы Шарташского лесопарка отличаются более легким гранулометрическим составом, имеют меньшую протяженность почвенного профиля и, вследствие этого, более сухие, чем почвы Санаторного лесопарка.

По нашим наблюдениям на начальном этапе инвазии в лесопарках клен ясенелистный поселяется на открытых местообитаниях, затем с 6–10 лет начинает плодоносить, благодаря ветру семена распространяются и прорастают в начале по краю леса, затем продвигаются внутрь древостоя, создавая многоярусные заросли, подавляя и вытесняя коренные лесобразующие виды. Численность особей во фрагментах ценопопуляций варьирует от 455 до 1700 штук на гектаре (таблица). С увеличением сомкнутости древесного полога увеличивается плотность растений. Максимальное количество особей клена зафиксировано в Санаторном лесопарке в сосняке разнотравном. В лесопарках *Acer negundo* формирует жизненную форму – одноствольного дерева. Во всех фрагментах ценопопуляций преобладают прегенеративные особи, доля генеративной фракции незначительна (рисунок).

Характеристика фрагментов ценопопуляций *Acer negundo* L

Номер фрагмента ценопопуляции	Характеристика местообитания			Фрагменты ценопопуляции			
	Тип леса	Древостой		Общая плотность, экз./га	Морфометрические показатели		
		Состав	Сомкнутость древесного полога		Высота, м	Площадь проекции кроны, м <sup>2</sup>	Объем кроны, м <sup>3</sup>
Шарташский лесопарк							
1	Сосняк ягодниковый	10С	0,4	455	0,76±0,13	0,26±0,13	0,21±0,17
2	Сосняк ягодниковый	10С	0,3	700	0,97±0,22	0,96±0,72	1,78±0,08
3	Сосняк ягодниковый	10С	0,3	467	1,26±0,34	1,40±0,82	3,22±0,27
4	Сосняк ягодниковый	10С	0,4	490	0,89±0,07	0,17±0,02	0,06±0,01
5	Сосняк разнотравный	10С	0,5	477	0,88±0,10	0,23±0,06	0,11±0,04
6	Сосняк разнотравный	10С	0,5	790	1,67±0,30	1,81±0,14	4,49±0,15
<i>X ± mх</i>				563	1,07±0,19	0,81±0,31	1,65±0,12
Санаторный лесопарк							
7	Сосняк разнотравный	7С3Б	0,5	720	1,45±0,16	1,18±0,70	2,27±0,98
8	Сосняк разнотравный	8С2Б	0,4	584	0,72±0,15	0,55±0,23	0,94±0,26
9	Сосняк ягодниковый	10С	0,4	445	1,40±0,26	0,45±0,11	0,57±0,25
10	Сосняк разнотравный	10С	0,7	1700	0,71±0,09	0,20±0,06	0,06±0,01
11	Сосняк разнотравный	8С2Б	0,4	700	0,48±0,09	0,12±0,05	0,03±0,01
<i>X ± mх</i>				790	0,95±0,15	0,50±0,23	0,78±0,30



Возрастная структура *Acer negundo* в лесопарковой зоне Екатеринбурга

Тесная связь наблюдается между возрастом и морфологическими параметрами: высотой, площадью проекции и объемом кроны, при этом с увеличением высоты растения ухудшается его жизненность. Виталитетный спектр фрагментов ценопопуляций представлен: здоровыми растениями – от 3,4 до 46,6 %, ослабленными – от 26,6 до 96,6 %, сильно поврежденными – от 2,4 до 43,3 %, отмирающими – от 2,3 до 10 % и сухостойными – 3,4 %.

При комплексной оценке было установлено как в Санаторном, так и в Шарташском лесопарках благоприятные условия для инвазии клена ясенелистного в сосняках разнотравных при сомкнутости древесного полога 0,4–0,5.

В результате изучения инвазии клена ясенелистного в Шарташском и Санаторном лесопарках были установлены сходные закономерности расселения данного вида в любом местообитании. Согласно нашим наблюдениям, *Acer negundo* начинает свою инвазию с открытых пространств и хорошо внедряется в лесные массивы, преимущественно в сосняки разнотравные и ягодниковые. Агрессивность клена ясенелистного в сочетании с его теневыносливостью, высокой плодовитостью и скоростью роста, а также способностью противостоять высоким рекреационным нагрузкам подавляет естественное возобновление коренных лесообразующих видов. Приведенные данные указывают на его значительный инвазионный потенциал. Таким образом, данные исследования представляют научный интерес при мониторинге состояния натурализовавшегося вида для получения достоверных сведений о его фитоценотической стратегии в новом сообществе и месте в структуре коренных сообществ.

#### Список источников

1. Третьякова, А. С. Закономерности распределения чужеродных растений в антропогенных местообитаниях Свердловской области // А. С. Третьякова // Российский журнал биологических инвазий. – 2015. – № 4. – С. 118–128.
2. Третьякова, А. С. Особенности распределения чужеродных растений в естественных местообитаниях на урбанизированных территориях Свердловской области // А. С. Третьякова // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2016. – № 26 (1). – С. 85–93.
3. Туленкова А. В. Почвы и подлесок лесопарков города Екатеринбурга // А. В. Туленкова, Л. П. Абрамова // Леса России и хозяйство в них. – 2021. – № 1 (76). – С. 44–53.

Научная статья  
УДК 631.535

**ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ЧЕРЕНКОВАНИЯ  
К ВЫРАЩИВАНИЮ ТОПОЛЯ ПИРАМИДАЛЬНОГО  
(*POPULUS PYRAMIDALIS*) СЕЛЕКЦИИ Н. А. КОНОВАЛОВА  
И ТОПОЛЯ ИТАЛЬЯНСКОГО (*POPULUS ITALICA*)  
В УСЛОВИЯХ ЕКАТЕРИНБУРГА**

**Елизавета Александровна Швецова<sup>1</sup>, Наталья Павловна Бунькова<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> lizash393@yandex.ru

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

**Аннотация.** Приведена оценка применения методов черенкования тополя пирамидального (*populus pyramidalis*) селекции Н. А. Коновалова и тополя итальянского (*populus italica*) в саду лечебных культур им. Л. И. Вигорова. Определена приживаемость черенков после закладки эксперимента.

**Ключевые слова:** лечебный сад им. Л. И. Вигорова, зеленое черенкование, тополь пирамидальный, тополь итальянский пирамидальный, приживаемость

**Благодарности:** Работа выполнена на базе сада лечебных культур им. Л. И. Вигорова (ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»)

Scientific article

**EVALUATION OF THE APPLICATION OF CUTTING METHODS TO  
THE GROWING OF PYRAMIDAL POPLUS (*POPULUS PYRAMIDALIS*)  
BREEDDED BY N. A. KONOVALOV AND ITALIAN POPLUS (*POPULUS  
ITALICA*) IN THE CONDITIONS OF YEKATERINBURG**

**Elizaveta A. Shvetsova<sup>1</sup>, Natalia P. Bunkova<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> lizash393@yandex.ru

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

**Abstract.** The article presents an assessment of the application of methods of cuttings of pyramidal poplar (*populus pyramidalis*) breeding by N. A. Konovalov and Italian poplar (*populus italica*) in the garden of medicinal crops named after

L. I. Vigorov. After the experiment has been laid the survival rate of cuttings was determined.

**Keywords:** L. I. Vigorov Medical Garden, green cuttings, pyramidal poplar, Italian pyramidal poplar, survival rate

**Acknowledgments:** the work was carried out on the basis of the L. I. Vigorov Garden of Medicinal Crops (FSBEI HE «Ural State Forest Engineering University»).

Для такого крупного города, как Екатеринбург, одним из немаловажных факторов проживания являются экологические условия. Большое количество машин, заводов, промышленных предприятий дают знать о себе выпускаемыми вредоносными химическими элементами, газами, пылью, а также шумом. Для борьбы с негативными показателями состояния окружающей среды был рассмотрен такой способ, как высаживание деревьев тополя пирамидального, в целях озеленения города.

Тополь пирамидальный (*P. pyramidalis*) относится к семейству Ивовых (*Salicaceae*) и является быстрорастущим деревом. Высота до 40 м, диаметр до 1 м. Крона пирамидальная, начинает формироваться у основания ствола, и ветви располагаются почти параллельно ему. Кора темно-серая, мелкотрещиноватая. Листья имеют широкоугольную форму, основание может быть ромбическим или клиновидным, по краям листовая пластинка мелкозубчатая. Цветы тополь начинает в апреле. Светолюбив и устойчив к сухости воздуха, но требователен к влажности почвы. Очень ценится в озеленении городов [1], а также используется для посадки группами, создания аллей, защитных стен и придорожных насаждений [2].

Тополь пирамидальный является хорошей заменой тополино-бальзамическому, благодаря эстетически привлекательной форме кроны, отсутствию аллергического воздействия на людей, устойчивостью к механическим повреждениям и грибным болезням, а самое главное, он поглощает выбросы, снижает шум, препятствует распространению пыли от автодорог [3].

Эксперимент был заложен на территории Уральского сада лечебных культур (УСЛК) им. профессора Л. И. Вигорова, основанного в 1950 году. Для района, в котором располагается УСЛК им. Л. И. Вигорова характерен умеренно-континентальный климат. Преобладают умеренные ветры со скоростью 2–5 м/с. Средняя температура самого теплого месяца июля составляет 16,5–18,5 °С, а самого холодного месяца – января минус 16 °С – минус 17 °С. Относительная влажность в холодное время года и составляет 75–80 %, в теплый период относительная влажность воздуха равна 58 %. Город находится в зоне с достаточным увлажнением, на его территории в год выпадает 430–500 мм осадков. Самыми распространенными почвами в Екатеринбурге являются дерново-подзолистые [4].

Перед реализацией опыта была разработана методика исследования: подготовка грунта; сбор черенков; посадка зеленых черенков тополя пирамидального, тополя итальянского; определение кратности, частоты поливов; осенью происходит спонтанная выборка на момент корнеобразования; также осенью замеры годичных приростов черенков; расчет процента приживаемости образцов; по весне производится фенология после таяния снега: набухание почек, образование зеленого корпуса, раскрытие, появление листьев; морфометрические замеры и замеры ежедневного прироста.

Первым этапом выращивания зеленых черенков тополя пирамидального и тополя итальянского являлась подготовка грунта в теплице, она заключалась в удалении всей сорной растительности для отчистки местности под посадку. Далее грунт вскапывался и перемешивался лопатой, затем почва выравнивалась граблями. После этого проводился этап дезинфекции слабым раствором марганцовки. Разведенный раствор переливался в лейки, грунт вместе с деревянным основанием теплицы обильно поливался.

Вторым этапом работы являлась нарезка, подготовка и посадка зеленых черенков – на второй день после подготовки грунта. Материал для черенкования заготавливался на территории УСЛК им. Л. И. Вигорова. Секатором нарезались молодые однолетние верхушечные побеги тополя пирамидального и тополя итальянского. Срезанные побеги помещались в ведро, наполненное на 1/4 водой, для лучшей сохранности побегов во время процесса сбора.

Далее молодые ветви разрезались на черенки таким образом, чтобы на одном черенке располагались три почки, с возможно уже распутившимися листьями. Нижняя часть черенка срезалась ниже первой почки под углом  $45^\circ$ , вторая (серединая) почка срезается полностью, а на последней верхней почке оставлялся распутившийся лист. От листовой пластины отрезалась 1/2 листа. Так, в сумме было подготовлено 120 черенков.

При подготовке раствора использовался корневин (1 г корневина на 1 л воды). Далее 30 черенков тополя пирамидального и 30 черенков тополя итальянского помещались в банки, наполовину заполненные раствором корневина, и вымачивались в нем в течение двух часов. Оставшиеся черенки вымачивались в обычной воде.

Перед посадкой подготовленных черенков грунт на грядке повторно разрыхлялся и выравнивался граблями. Черенки высаживались в 4 ряда по 30 штук. Шаг посадки между черенками – 5 см, ширина междурядий – 10 см. Черенки погружались в грунт под углом  $45^\circ$ , на глубину устойчивого расположения над поверхностью.

После проделанной работы грядки поливались водой вместе с теми участками почвы, где на данный момент ничего не было высажено. В последующие дни до начала осени черенки поливались два раза в день утром и вечером.



Через два месяца после проведенного эксперимента была зафиксирована приживаемость черенков за прошедший период, результаты которой отображены в таблице.

Приживаемость черенков тополя пирамидального и тополя итальянского на территории УСЛК им Л. И. Вигорова

Условия черенкования	Тополь пирамидальный ( <i>populus pyramidalis</i> )	Тополь итальянский ( <i>populus italica</i> )	Общее количество черенков, шт.	Общее количество черенков, %
Черенки посаженные без раствора	30	30	120	50
Черенки посаженные с раствором	30	30		50
Прижившиеся черенки без раствора	0	1	6	0,8
Прижившиеся черенки с раствором	5	0		4,2

В результате проведенных исследований выяснилось, что лишь шесть из 120 черенков стали жизнеспособными и дали побеги, что составило 5 % от общего количества посаженных черенков. Исходя из этого, было принято решение провести повторные эксперименты в осеннее и весеннее время года, используя новые методики исследования.

Выводы:

1. Тополь пирамидальный является хорошей альтернативой тополю бальзамическому в озеленении городов.

2. В рамках эксперимента тополь пирамидальный (*populus pyramidalis*) прижился лучше, чем тополь итальянский (*populus italica*).

3. Данные эксперимента свидетельствуют о том, что выбранная методика выращивания черенков данных пород не подходит для условий Екатеринбурга.

Список источников

1. Шиманюк, А. П. Дендрология / А. П. Шиманюк // Лесная промышленность. – 1967. – 334 с.

2. Холякко, В. С. Дендрология и основы зеленого строительства / В. С. Холякко, Д. А. Глоба-Михайленко. – Москва : «Высшая школа», 1976. – 238 с.

3. Альтернатива тополю бальзамическому (*populus balsamifera* L.) в озеленении Екатеринбурга / М. В. Воробьева, С. В. Залесов, Я. А. Крекова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – № 11–1 (101). – С. 92–98.

4. Аткина, Л. И. Тополь серебристый пирамидальный селекции Н. А. Коновалова : монография / Л. И. Аткина, Т. В. Корлыханова, М. С. Корлыханов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2009. – 100 с.

Научная статья  
УДК 614.846.6

## МОТОВЕЗДЕХОД «ОХОТНИК ЗА ПОЖАРАМИ» ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЛЕСНЫМ ПОЖАРАМ

Андрей Владимирович Шкуров<sup>1</sup>, Игорь Аркадьевич Кудрявцев<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Высший колледж «Политехник» ФГБОУ ВО ПГТУ,  
Йошкар-Ола, Россия

<sup>1</sup> an.shkurov@mail.ru

<sup>2</sup> kutko58@mail.ru

**Аннотация.** Мотовездеход «Охотник за пожарами» относится к наземным средствам тушения лесных пожаров. Система «одноколейный мотовездеход в сцепке с одноколесным активным прицепом, несущим противопожарное оборудование» в сравнении с известными аналогами позволит повысить скорость реагирования на возникновение лесного пожара, обеспечивая возможность ликвидации лесного пожара на малой площади.

**Ключевые слова:** мотовездеход, группировка, пожар, лесной, противодействие

**Благодарности:** Авторы благодарят сотрудников СКБ ПГТУ за предоставленную технологическую площадку, поддержку и оказанную помощь в расчетной и технологической частях проекта, позволившую создать экспериментальный образец мотовездехода «Охотник за пожарами».

Scientific article

## ALL-TERRAIN VEHICLE “FIRE HUNTER” FOR COUNTERING FOREST FIRES

Andrey V. Shkurov<sup>1</sup>, Igor A. Kudryavcev<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Higher College Polytechnic of FSBEI VO PSTU, Yoshkar-Ola, Russia

<sup>1</sup> an.shkurov@mail.ru

<sup>2</sup> kutko58@mail.ru

**Abstract.** The article presents the project relating to the ground-based means of extinguishing forest fires. The scheme of construction of the single-track all-terrain vehicle system implemented in the project in conjunction with a single-wheeled active trailer carrying fire-fighting equipment, in comparison with known analogues, will increase the speed of response to the occurrence of a forest fire.

**Keywords:** UTV, grouping, fire, forest, counteraction

**Acknowledgment:** The authors express their gratitude to the staff of SDB PSTU for their support in the design and technological parts of the project, which allowed us to create an experimental model of the all-terrain vehicle “FIRE HUNTER”.

Борьба с лесными пожарами – стратегическое направление госполитики в области обеспечения государственной и общественной безопасности страны.

Указом главы государства «О мерах по сокращению площади лесных пожаров в Российской Федерации» поставлены стратегические задачи: сократить площади лесных пожаров в 2022–2030 годах не менее чем на 50 % относительно уровня 2021 года и к 2030 году доля лесных пожаров, ликвидированных в течение первых суток с момента обнаружения, в общем количестве лесных пожаров на землях лесного фонда должна составлять 100 %.

*Цель проекта*

Сокращение времени реагирования пожарных подразделений с момента получения информации о возникновении пожара, повышение эффективности процесса локализации лесного пожара и повышение безопасности работы.

*Задачи*

1. Проведение анализа мирового уровня техники в данной области.
2. Разработка проекта до уровня «Технический проект» с изготовлением прототипа концепта.
3. Разработка методики расчета требуемого количества единиц техники для перекачки воды к месту пожара для конкретных случаев.

Лесной пожар характеризуется обширным захватом лесных территорий. Это связано прежде всего со значительными потерями во времени до прибытия спецтехники и подразделений. Основной причиной этого является относительно малая скорость продвижения спецтехники в условиях леса.

Анализ мирового уровня техники в данной области (Патенты: RU 2552995, RU 2526715, RU 119243, US 6142238, US 5641024, EP 0911006, FR 2616668, GB 954076, HR 20031031, советские пожарные мотоциклы «Л-600», «Днепр 156П», итальянский пожарный мотоцикл MotoGuzzi) показывает активность разработчиков в направлении создания пожарной техники, обладающей высокой мобильностью и повышенной проходимостью. Основным недостатком известных конструкций является относительно значительные поперечные габариты вследствие использования в качестве движительной базы двухколейную схему, что существенно снижает их проходимость в условиях густого леса.

В результате генерирования возможных технических решений в основу проекта была выбрана схема связки двухколесного одноколейного мотовездехода с одноколесным активным прицепом (рис. 1). Такая схема обеспечивает системе «мотовездеход-прицеп» существенно меньший поперечный габарит. При этом, уверенную устойчивость одноколейной двухзвенной системы обеспечивает сцепное устройство, представляющее собой разъемный карданный шарнир, исключая относительный поворот мотовездехода и прицепа в продольной оси и низкий центр тяжести всей системы.

Разрабатываемый проект будет обладать способностью передвижения в условиях леса с относительно более высокой скоростью.

Проект противопожарного мотовездехода представляет собой утилитарный малогабаритный мотовездеход с прицепом (УММ), способный пробираться сквозь заросли и лесопосадку.

Компоновка УММ одноколейная с колесной формулой в вариантах 2×1, 2×2, 3×1, 3×2, 3×3. Оптимальная колесная формула будет определена во время полевых испытаний мотовездехода.

Конструкция УММ представляет собой двухколесный одноколейный мотовездеход с одноколесным прицепом (рис. 1). Прицеп предназначен для перевозки мотопомпы с комплектом длинномерных пожарных рукавов и дополнительного пожарного инвентаря. Управляется мотовездеход одним человеком.

Прицеп может быть выполнен активным, с электроприводным колесом.

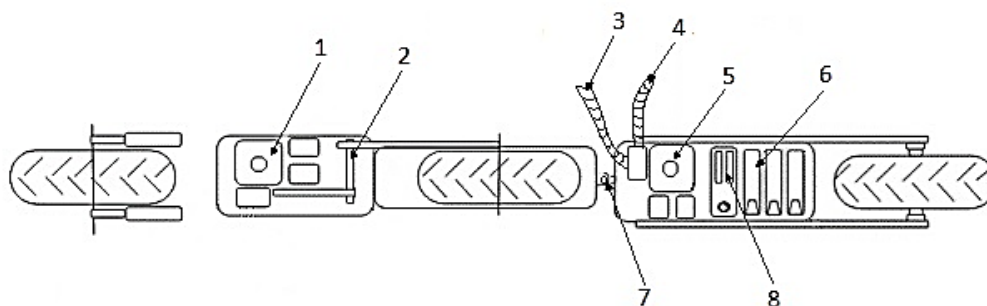


Рис. 1. Схема мотовездехода

- 1 – мотор привода на колесо, 2 – привод на колесо, 3 – заборный рукав,  
 4 – рукав подачи воды, 5 – мотопомпа, 6 – рукава пожарные,  
 7 – сцепное устройство, 8 – топливо

УММ будет обладать компактными габаритными размерами, что будет обеспечивать возможность десантирования с авианесущих систем.

Группировка, состоящих из нескольких последовательно стыкуемых УММ сможет обеспечивать перекачку воды к месту пожара на большие расстояния с удаленных труднодоступных водоемов (озера, реки, болота и т. д.).

*Перспективы реализации проекта на 2023 год*

1. Проведение испытаний экспериментального образца (рис. 2, рис. 3, рис. 4) УММ на базе учебного научно-испытательного полигона ПГТУ для отработки навыков взаимодействия человека с мотовездеходом с последующей доработкой по результатам испытаний, при необходимости.

2. В случае успешной реализации проекта будет возможным изготовление партии этих изделий (например, в количестве 4 шт.) для оснащения студенческого пожарно-спасательного отряда ПГТУ (СПСО ПГТУ) (рис. 5) для противодействия лесным пожарам.

Реализация проекта осуществляется на базе СКБ ПГТУ с привлечением консультантов: инженер-конструктор, инженер-технолог.



Рис. 2. Общий вид



Рис. 3. Вид со стороны прицепа



Рис. 4. Вид со стороны мотовездехода



Рис. 5. СПСО ПГТУ

*Вывод*

Разрабатываемый проект позволит оперативно приступить к локализации лесного пожара в труднодоступных местах до прибытия спецтехники за счет его высокой мобильности и проходимости. Это сократит площадь пожара, предотвратит поражение большей площади возгорания. Мы надеемся, что результаты нашего творческого труда будут внедрены и успешно применены в пожаротушении и это позволит сберечь наши природные богатства для настоящих и будущих поколений, сохранить жизни защитников леса.

Научная статья  
УДК 519.22

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЯДОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ

Александр Денисович Юмаков<sup>1</sup>, Денис Сергеевич Донгузов<sup>2</sup>,  
Ирина Сергеевна Сальникова<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> sashayumakov@gmail.com

<sup>2</sup> denisdonguzov191@gmail.ru

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

**Аннотация.** Рассмотрены возможности и функционал двух статистических пакетов, используемых для исследования рядов распределения деревьев по таксационным показателям: программы Statgraphics Plus for Windows и дополнительной надстройки «Пакет анализа» для Microsoft Office Excel.

**Ключевые слова:** статистический пакет, ряд распределения деревьев, пакет анализа Microsoft Excel, программа Statgraphics Plus for Windows

Scientific article

## COMPARATIVE ANALYSIS OF STATISTICAL SOFTWARE PACKAGES FOR TREE DISTRIBUTION SERIES STUDIES

Alexander D. Yumakov<sup>1</sup>, Denis S. Donguzov<sup>2</sup>, Irina S. Salnikova<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> sashayumakov@gmail.com

<sup>2</sup> denisdonguzov191@gmail.ru

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

**Abstract.** The possibilities and functionality of two statistical packages used to study the distribution series of trees by taxation indicators are considered: the Statgraphics Plus for Windows program and the add-on “Analysis Package” for Microsoft Office Excel.

**Keywords:** statistical software package, tree distribution series, Microsoft Excel analysis package, Statgraphics Plus program for Windows

В настоящее время для исследований используется большое количество программ обработки и анализа статистической информации. Они имеют различный объем наполненности и выполняемых функций. Некоторые считаются специализированными, а какие-то являются универсальными и могут быть использованы в различных отраслях деятельности.

В статье приводится сравнительный анализ двух статистических пакетов Statgraphics Plus for Windows Version 2.1 и надстройки «Пакет анализа» для Microsoft Office Excel, которые могут быть использованы студентами УГЛТУ при обработке информации для научной деятельности и дипломного проектирования. Сравнение нами было проведено для рядов распределения деревьев по толщине в зависимости от наличия необходимых функций, простоты и удобства их выполнения, при этом акцентируется внимание на собственно статистических вычислениях, управлении данными и графике.

Statgraphics была первой статистической программой, адаптированной для персональных компьютеров, и первой, которая представила интеграцию графики в каждую статистическую процедуру [1]. Начальная версия программы для DOS была создана в 1980 году в Принстонском университете. Затем разработкой программы занялась корпорация Manugistics. В 1994 году вышла версия для Windows. В УГЛТУ используется версия не русифицирована, что создает некоторые трудности при работе с программой и использовании встроенного модуля помощи. Для устранения данного недостатка на кафедре лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ И. В. Шевелиной были разработаны подробные методические указания для студентов [2]. Statgraphics содержит более 250 отдельных модулей, которые вызываются посредством выпадающих меню и выполняют различные функции статистических расчетов и анализа.

Microsoft Office Excel представляет собой табличный процессор для работы с электронными таблицами и диаграммами [3]. Впервые он появился в 1985 году, а первая версия для Windows была выпущена в ноябре 1987 года. В настоящее время это самая популярная и универсальная программа, которую можно использовать также и для статистических расчетов.

Несмотря на то, что Excel предназначен для проведения вычислений, в редакторе можно создавать также текстовые отчеты. Расширенная библиотека встроенных диаграмм разных типов позволяет сделать отчеты наглядными и выразительными. С помощью макросов можно максимально автоматизировать сложные вычисления, для чего имеется встроенный язык программирования Visual Basic for Applications (VBA).

Использование Microsoft Excel для статистики имеет два подхода. Первый – это применение встроенных функций для расчетов наиболее известных статистических характеристик, например: СРЗНАЧ(),



МЕДИАНА(), МОДА(). Второй подход – для более сложных исследований и видов анализа необходимо подключение дополнительной надстройки «Пакет анализа».

В пакет анализа добавлено большое количество статистических функций и инструментов для формирования вариационных рядов и построения для них графиков в виде гистограммы. Есть возможность получать отдельной таблицей основные статистические показатели распределения. И главное – есть дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализы. Для этого в пакет анализа Excel встроены специальные модули: «Описательная статистика», «Гистограмма», «Ранг», «Перцентиль».

В статистических исследованиях совокупность измерений определенного признака называют распределением этого признака. Для своего сравнительного анализа нами были выбраны ряды распределения деревьев по толщине на 15 пробных площадях.

Сначала сравним легкость использования каждого статистического пакета и его освоения. *Microsoft Excel* работает в настоящее время на подавляющем большинстве компьютеров именно за счет интуитивности и простоты этого программного обеспечения. Не нужно обладать особыми знаниями в программировании, чтобы уметь работать с этим табличным редактором. Работа с надстройкой «Пакет анализа» немного специфичнее, так как нужны определенные знания в вариационной статистике.

Интерфейс программы *Statgraphics Plus* стандартный, построенный под операционную систему семейства *Windows*. Исходные данные заносят в специальное окно с электронной таблицей, которая очень похожа на таблицу Excel. В нее можно вставлять скопированные из Excel данные, а также можно получить новые расчетные столбцы, используя формулы для вычислений.

Чтобы рассмотреть возможности анализа исследуемого признака, нами для каждого ряда значений диаметров в обоих статистических пакетах были рассчитаны следующие основные статистики: среднее арифметическое значение; дисперсия; среднее отклонение; медиана; мода; коэффициент асимметрии; коэффициент эксцесса; стандартная ошибка.

Для расчета статистических характеристик распределения в *Statgraphics* используется модуль «*One Variable Analysis* (Анализ одной переменной)». Этот модуль позволяет не только рассчитать значения статистик, но и построить вариационный ряд и различные графики для анализа данных распределения. Чтобы рассчитать аналогичные статистические показатели в пакете анализа *Excel*, используется модуль «Описательная статистика». Результатом его работы является таблица с основными статистиками, такими как, среднее значение, дисперсия, стандартное отклонение и стандартная ошибка, мода, медиана и т. д.

Величина всех рассчитанных нами для 15 рядов распределения статистик, кроме моды, отличается в разных пакетах только точностью значения, то есть количеством знаков в числе после десятичной запятой. *Excel* во всех вариантах автоматически рассчитал моду, но *Statgraphics* в семи случаях (47 % общего количества) не сделал этого, что объясняется особенностями расчета данной статистики в этом пакете.

Для любого статистического пакета очень важной составляющей является графическое представление данных. Наличие графиков позволяет более наглядно представить ряд распределения и сделать визуально первоначальные выводы. Необходимо также достаточно просто изменять, корректировать и преобразовывать различные элементы графических изображений, то есть работать с цветом фона, линий и осей графика, изменять шрифт названия диаграммы и ее осей, изменять шкалу отображения исходных данных.

*Statgraphics* изначально был нацелен на работу с графикой на очень высоком уровне. Он сразу позиционировался как графическо-статистическая система. И сейчас интерактивная графика позволяет, выделив точку на графическом отображении, найти ее среди совокупности данных. То есть эта функция ничуть не уступает идентификации данных по диаграмме в *Excel*.

Для построения гистограммы в *Statgraphics* в модуле «*One Variable Analysis* (Анализ одной переменной)» необходимо в окне выбора графических представлений отметить пункт «*Frequency Histogram* (Гистограмма частот)». Автоматически будет выведен график гистограммы в зависимости от настроек вариационного ряда. Эту диаграмму можно легко поменять на полигон частот или кумуляту. Стандартное оформление полигона частот в *Statgraphics* приведено на рис. 1. Для того, чтобы его можно было вставить в отчет для печати, необходимо провести настройки фона диаграммы и цвета графика, а также цвета и шрифтов шкал и наименований осей (рис. 2).

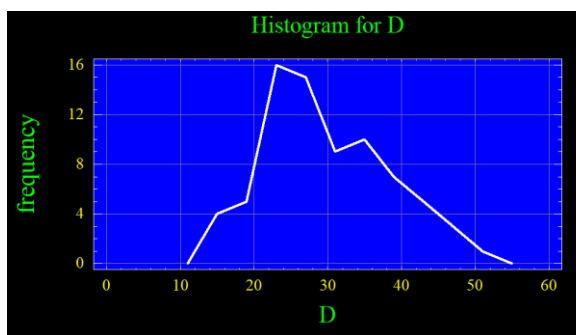


Рис. 1. Полигон частот в *Statgraphics* до корректировки

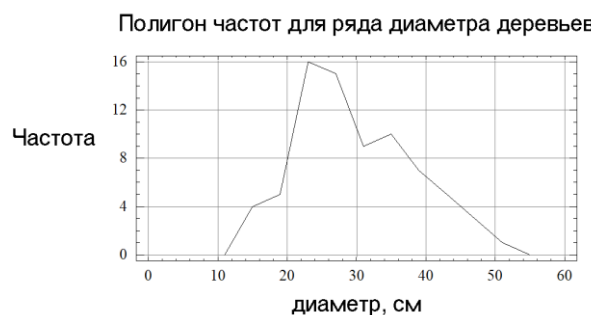
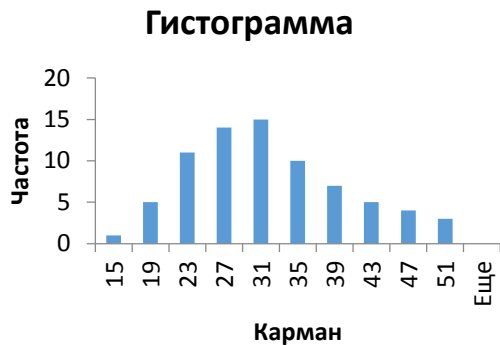


Рис. 2. Полигон частот в *Statgraphics* после корректировки

В пакете анализа *Excel* для построения гистограммы используется инструмент «Гистограмма». Интервалы исследуемой переменной в этом модуле называются карманами. На выходе получают таблицу с разбивкой на количество частот в каждом кармане. Ниже представлены графики гистограммы (рис. 3) и полигона частот (рис. 4), построенные в *Excel* для того же ряда распределения по толщине, что и приведенные выше, построенные в *Statgraphics*.

Рис. 3. Гистограмма в *Excel*Рис. 4. Полигон частот в *Excel*

В связи с вышесказанным, можно сделать вывод, что с помощью программы *Statgraphics* удобнее строить полигоны частот. Данное действие в этой программе выполняется автоматически, а в *Excel* для этого необходимо составить дополнительные столбцы данных со значениями вариационного ряда.

Основной из функций любого программного продукта является также возможность обмена информацией с другими компьютерными приложениями. Для этого оцениваются поддерживаемые форматы экспорта-импорта данных. С этой точки зрения оба статистических пакета позволяют работать с файлами, полученными в результате работы других программ. Так *Statgraphics Plus* может работать с файлами *Execustat*, *dBASE*, *DIF*, *Lotus*, *Excel*, а также файлами *Statgraphics* для *MS DOS*. Существуют возможности по экспорту графических изображений в формат *wmf*.

При подключении в *Excel* надстройки «*Power Query*» импорт данных из различных источников становится почти неограниченным.

В целом наши исследования доказывают, что для анализа рядов распределения деревьев по таксационным характеристикам можно использовать оба рассмотренных пакета. Составление вариационного ряда и представление его в графическом виде, а также расчет основных статистик распределения достаточно просто выполняются и в пакете анализа *Microsoft Excel* и в программном комплексе *Statgraphics Plus for Windows*. Но это только первоначальная обработка данных. Использование этих

программных пакетов для более серьезных статистических методов, таких как дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ, мы планируем рассмотреть в дальнейших исследованиях.

В заключение хотелось бы отметить, что плюсы и минусы каждого статистического пакета во многом зависят от индивидуальных особенностей пользователя. Поэтому выбор какого-либо программного продукта предоставляется самому исследователю.

#### *Список источников*

1. Статистическая программа, с которой все началось. – URL: <https://www.statgraphics.com/> (дата обращения: 10.11.2022).
2. Шевелина, И. В. Автоматизированная обработка и анализ данных с использованием статистико-графической системы Statgraphics plus for Windows : методические указания для проведения практических работ / И. В. Шевелина. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2005. – 58 с.
3. Microsoft Excel : [сайт]. – URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/excel> (дата обращения: 12.11.2022).

Научная статья  
УДК 712.3

## СОЗДАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ В ПАРКАХ УФЫ

**Анастасия Борисовна Якимова<sup>1</sup>, Айсылу Яхиевна Сибэгатуллина<sup>2</sup>,  
Венера Фавизовна Юнусбаева<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> nastya-yakimova-2017@mail.ru

<sup>2</sup> s.aisylu67@gmail.com

<sup>3</sup> venera.fv@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена оценке создания и оформления водоемов в парке. Рассмотрены и исследованы различные виды парков и их непосредственные составляющие в Уфе. Сделан вывод о значимости и важности водных объектов в парковой среде.

**Ключевые слова:** проектирование, ландшафт, обустройство, ландшафтная архитектура, парковый ландшафт, природа, городской парк, водоем

Scientific article

## CREATION AND DESIGN OF ARTIFICIAL RESERVOIRS IN THE PARKS OF THE CITY OF UFA

**Anastasiya B. Yakimova, Ajsylu Ya. Sibagatullina<sup>2</sup>, Venera F. Yunusbaeva<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> nastya-yakimova-2017@mail.ru

<sup>2</sup> s.aisylu67@gmail.com

<sup>3</sup> venera.fv@mail.ru

**Abstract.** The article is devoted to the assessment of the creation and design of reservoirs in the park. Various types of parks and their direct components in the city of Ufa are considered and investigated. The conclusion is made about the significance and importance of water bodies in the park environment.

**Keywords:** Design, landscape, arrangement, landscape architecture, park landscape, nature, city park, reservoir

Водоемы и водные устройства являются одними из важнейших составляющих компонентов паркового пространства. Все наиболее интересные парковые пейзажи ориентированы на зеркальную гладь поверхности воды [1].

Всем известно, что вода успокаивает нервы и устраняет стресс. Следовательно, вода остается очень важной в различных зонах отдыха. Ранее фонтаны устанавливались на участках без прудов или рек. Сегодня архитекторы и дизайнеры предлагают новые концепции взаимодействия с водой. Особой популярностью пользуются фонтаны с сухими палубами, своим названием они обязаны отсутствием стандартных чаш или резервуаров, которые спрятаны под землей. Создается впечатление, что вода льется прямо с асфальтовой поверхности.

Цели и задачи данной статьи – оценить важность создания и оформления искусственных водоемов. Рассмотреть на примере парков и скверов Уфы оборудование парков такими водными объектами.

В столице Республики Башкортостан все популярнее становятся парки с водоемами. Вообще озера и пруды являются самыми распространенными, среди искусственных водоемов. Непосредственно озера сильно варьируются в размерах. Есть, например, озеро Кашкадан, которое подходит не только для проведения отдыха на берегу, но еще и для купания (рис. 1).

Озера располагают в природных углублениях суши. В котловинах, которые могут иметь тектоническое, вулканическое или иное происхождение, например, озера-старицы, кусочки старого пересохшего русла реки [2].



Рис. 1. Парк Кашкадан в Уфе

Водоемы бывают естественного и искусственного происхождения. Форма естественных максимально приближена к природным объектам, стиль достаточно скромный и аккуратный. Вокруг водоема высаживается или сохраняется дополнительная растительность, характерная для данной местности, либо берега обустраиваются в современном стиле хай-тек (рис. 2).



Рис. 2. Водоем искусственного происхождения

В Уфе появились пруды, обустроенные именно в таком интересном и современном стиле. Мега-парк появился только в 2021 году и уже успел стать популярным абсолютно у каждого жителя столицы. На рис. 3 представлен проект Мега-парка. На данный момент его отличие от реальности состоит лишь в том, что высаженные деревья пока не достигли нужных размеров.



Рис. 3. Мега-парк в Уфе

Помимо таких знаменитых парков, в Уфе существует еще один парк с озером. Парк им. Якутова привлекает детей не только своими аттракционами, но и Солдатским озером. Здесь водятся рыбы и бьет фонтан прямо посреди водоема. В жаркую погоду здесь очень приятно находиться, поскольку тень деревьев и сам водоем создают оптимальную температуру воздуха.

Любой парк с озером в Уфе создан на достаточно обширной территории, имеет ровную поверхность без бугров и уклонов. На возвышенностях такие парки не строят. Любой водоем подвергается воздействию ультрафиолетового излучения не больше чем на 4–6 часов в день. Если же не соблюдать данную рекомендацию, то водоем может зацвести.

Стоит также отметить, что деревья ветвистыми корнями не сажают близко к озеру или пруду, поскольку корневая система негативно влияет на водоем и может спровоцировать его засорение или повреждение. Также водоемы не делают слишком мелкими, поскольку в условиях преобладающего климата, вода может попросту промерзнуть до самого дна, и тогда это негативно скажется на гидроизоляции водоема [4].

На территории современных парков стали улучшать гидроизоляцию водоемов. Связано это с тем, что грунтовые воды могут попасть в водоем, или же водоем попросту исчезнет. Современные озера и пруды обустраивают с помощью полиуретановых гидроизоляций или жидкой резины [5].

Не обходят стороной и укрепление берегов водоемов. В Уфе почвы могут со временем осыпаться, что нарушает цельность сооружения и его эстетичный вид. Чтобы этого избежать, используют различные материалы и способы укрепления берегов: георешетки, габионы, сваи, биоматы и шпунты. Популярными среди них и не особо затратными являются георешетки. Их в Уфе используют для укрепления берегов не только водоемов, но и рек.

Чтобы вода не зацветала и не портила эстетический вид со временем, устанавливают различное оборудование по очистке пруда. В Уфе используют сетчатый фильтр. Но, к сожалению, даже это иногда не спасает от загрязнения. Связано это с тем, что в некоторых озерах и прудах обитают рыбы или птицы. Люди начинают их кормить, хотя законом это запрещено, и имеются соответствующие знаки, и кидают в воду различную еду. От такой проблемы страдают сразу два парка в Уфе, вернее два водоема – озерцо в парке им. Аксакова и Солдатское озеро в парке им. Якутова. В первом случае водоем загрязняется из-за кормления лебедей, а во втором из-за рыб [6].

В настоящее время эстетическое значение имеет большое значение в обустройстве общегородских ансамблей, особенно в городских центрах. Поэтому уход за водоемом также имеет важное значение. Необходимо контролировать береговую зону водоемов и непосредственно сами водные объекты, чтобы избежать дальнейших проблем с загрязнением зеркальной глади сооружения.

Также необходимо контролировать уровень воды в водоеме, чтобы не допустить его усыхания или разрушение берегов.



*Список источников*

1. Кайдалова, Е. В. Ландшафтная архитектура : конспект лекций / Е. В. Кайдалова. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2019. – 167 с.
2. Кригер, Н. В. «Теория ландшафтной архитектуры и методология проектирования»: методические указания для самостоятельной работы студентов / Н. В. Кригер. – Красноярск : Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2016. – 85 с.
3. Хайдаршина, Э. Т. Разработка предложений по переустройству ландшафтно-оздоровительной зоны санатория Красноусольск: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Научные основы развития АПК» / Э. Т. Хайдаршина, Ю. М. Ахметьянова, Э. Э. Акмуллина. – Томск, 2020. – 257–260 с.
4. Сычева, А. В. Ландшафтный дизайн. Эстетика деталей городской среды / А. В. Сычева, Н. Т. Титова. – Минск : Вышэйшая школа, 1984. – 127 с.
5. Экология и эстетика ландшафта. – Вильнюс : Минтис, 1975. – 250 с.
6. Логико-Методологические основания кластерного анализа в морфологических исследованиях / Р. Ю. Рахматуллин, Э. Р. Семенова, А. И. Столетов [и др.] // Морфология. – 2019. – Т. 155, № 2. – С. 240.

## ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

Научная статья  
УДК 674.047

### О МЕХАНИЗМЕ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

Полина Андреевна Бекк<sup>1</sup>, Артем Сергеевич Агафонов<sup>2</sup>,  
Елена Евгеньевна Шишкина<sup>3</sup>, Александр Григорьевич Гороховский<sup>4</sup>  
<sup>1, 2, 3, 4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

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

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

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

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

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные принципы протекания процесса конвективной сушки. Сформирован вывод о его влиянии на процесс сушки.

**Ключевые слова:** конвективная сушка древесины, тепловлагообмен, влажность, теплопроводность

Scientific article

### ABOUT THE MECHANISM OF CONVECTIVE DRYING OF WOOD

Polina A. Bekk<sup>1</sup>, Artem S. Agafonov<sup>2</sup>, Elena E. Shishkina<sup>3</sup>,  
Alexander G. Gorokhovsky<sup>4</sup>

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

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

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

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

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

**Abstract.** The article discusses the basic principles of lowering the mechanism of the convective drying process. The conclusion of its influence on the drying process is formed.

**Keywords:** Convective drying of wood, heat exchange, humidity, moisture conductivity

В современных условиях тепловая сушка, в частности конвективная, весьма широко используется в различных областях техники. Так, ей подвергаются зерно, руды, различные пищевые продукты и т. п. В технологии сушки древесины конвективная сушка является наиболее распространенной [1]. Процесс конвективной сушки может быть представлен следующей схемой (рисунок).



Схема процесса конвективной сушки:

$V$  – скорость движения воздушной среды (скорость циркуляции), м/с;

$t_c$  – температура среды, °С;

$t_n$  – температура поверхности древесины, °С;

$W_n$  – влагосодержание на поверхности древесины, %;

$W_{др}$  – влагосодержание древесины, %;

$a$  – коэффициент теплопроводности древесины, м<sup>2</sup>/с;

$a_m$  – коэффициент влагопроводности древесины, м<sup>2</sup>/с;

$\alpha_m$  – коэффициент влагообмена древесины, м<sup>2</sup>/с;

$\alpha$  – коэффициент теплообмена древесины, Вт/м<sup>2</sup>·град;

$W_p$  – равновесная влажность древесины, %

Процесс конвективной сушки древесины, по мнению академика А. В. Лыкова [2], можно рассматривать как процесс тепломассообмена коллоидного капиллярно-пористого тела со средой (влажным воздухом), при этом «массо» – следует понимать в данном случае, как «влага».

Весь процесс можно условно разделить на две составные части:

- 1) движение тепла и влаги непосредственно в самой древесине;
- 2) теплообмен на поверхности древесины, при этом необходимо учитывать, что:

–  $a_m$  – пропорциональна температуре древесины, поэтому повышение температуры среды ускоряет сушку;

–  $a$  и  $\alpha$  также повышаются с температурой и ускоряют теплообмен, а значит и скорость сушки;

–  $\alpha_m$  растет с увеличением  $t_c$  и  $V$ .

Таким образом становится понятной не только оправданность, но и широкое распространение применения тепловой конвективной сушки для древесины. С другой стороны, увеличивать температуру целесообразно лишь до определенных пределов [3], так рядовая сушка не должна проводиться при температурах выше 80–100°. В противном случае возникающие внутренние напряжения и, как следствие, трещины и коробления древесины будут результатом скоростной сушки древесины.

По мнению многих авторов [1–3], сам процесс сушки схематично протекает следующим образом. Испарение влаги с поверхности древесины приводит к уменьшению влагосодержания поверхности. Возникает градиент влажности и перемещения влаги к поверхности с последующим ее испарением. Тормозящим фактором в данном случае является наличие градиента температуры, направленного внутрь древесины от ее поверхности.

Так процесс может протекать до влажности, соответствующей пределу гигроскопичности древесины. Важным для этого этапа является обеспечение не слишком низкой равновесной влажности древесины  $W_p$ , обычно в пределах 15–18 % [3]. В дальнейшем  $t_c$  увеличивают, и  $W_p$  несколько снижают, но, как правило, не ниже 9–12 %. И наконец, на третьем этапе сушки при  $W_{др}$  обычно ниже 15–20 % можно поднять температуру и еще опустить  $W_p$ , обычно до 3–4 %. Здесь важно не переусердствовать, так как при экстремально низкой  $W_p$  может случиться так называемый коллапс поверхности древесины, связанный со сморщиванием клеток и последующим снижением коэффициента влагопроводности  $a_m$ . При этом сушка на поверхности прекратится, а внутри  $W_{др}$  может составлять еще 18–20 %, вместо необходимых 8 %.

Таким образом понимание механизма конвективной сушки позволяет специалисту-сушилщику избежать ошибок при назначении режимов сушки и получать сухую древесину, пригодную для выпуска высококачественной продукции.

#### *Список источников*

1. Гороховский, А. Г. Эффективность и качество сушки пиломатериалов : учебное пособие / А. Г. Гороховский, Е. Е. Шишкина. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 188 с.
2. Лыков А. В., Теория сушки / А. В. Лыков. – Москва, 1968. – 472 с.
3. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки древесины. – Архангельск : Центральный научно исследовательский институт механической обработки древесины, 1985. – 69 с.

Научная статья  
УДК 624.011.1

## ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА КЛЕЕВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Самал Муратбековна Иржигитова<sup>1</sup>, Ирина Валерьевна Яцун<sup>2</sup>,  
Олег Николаевич Чернышев<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> Irzhigitova99@inbox.ru

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

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

**Аннотация.** В статье приведено описание влияния наполнителей, введенных в клеевые композиции, на свойства клеевых соединений, в том числе клеевых деревянных конструкций (КДК). Также дана характеристика современных клеевых систем, которые возможно использовать в России для их производства.

**Ключевые слова:** наполнители для синтетических клеев, виды клеевых деревянных конструкций, клеи для клеевых деревянных конструкций, классификация наполнителей для клеев

Scientific article

## THE INFLUENCE OF FILLERS ON THE PROPERTIES OF ADHESIVES IN THE MANUFACTURE OF GLUED WOODEN STRUCTURES

Samal M. Irzhigitova<sup>1</sup>, Irina V. Yatsun<sup>2</sup>, Oleg N. Chernyshev<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> Irzhigitova99@inbox.ru

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

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

**Abstract.** The article describes the effect of the introduction of fillers into adhesive compositions on the properties of glued joints, including glued wooden structures (KDC). The characteristics of modern adhesive systems that can be used in Russia for their production are also given.

**Keywords:** fillers for synthetic adhesives, types of glued wooden structures, adhesives for glued wooden structures, classification of fillers for adhesives

В настоящее время в строительстве используют два вида клееных деревянных конструкции (КДК): несущие и ограждающие [1, 2]. Несущие – склеиваются из нескольких слоев древесины. Для усиления таких конструкций используются металлические или пластмассовые закладные. К плоским несущим конструкциям относятся балки и арки, а к пространственным – оболочки и купола.

Ограждающие конструкции выполняются в виде каркаса из деревянных брусков с наклеенными на него с одной или двух пластей облицовками из фанерных плит или других плитных материалов. Внутренний объем по необходимости может быть заполнен одним из видов утеплителей.

КДК благодаря небольшому весу, высоким эксплуатационным характеристикам в реальных условиях, возможности изготовления любых размеров и форм с каждым годом все шире используются в строительстве. Однако применение КДК в больших объемах сдерживается их повышенной себестоимостью, связанной с высокой стоимостью применяемых водостойких клеевых материалов [1, 2].

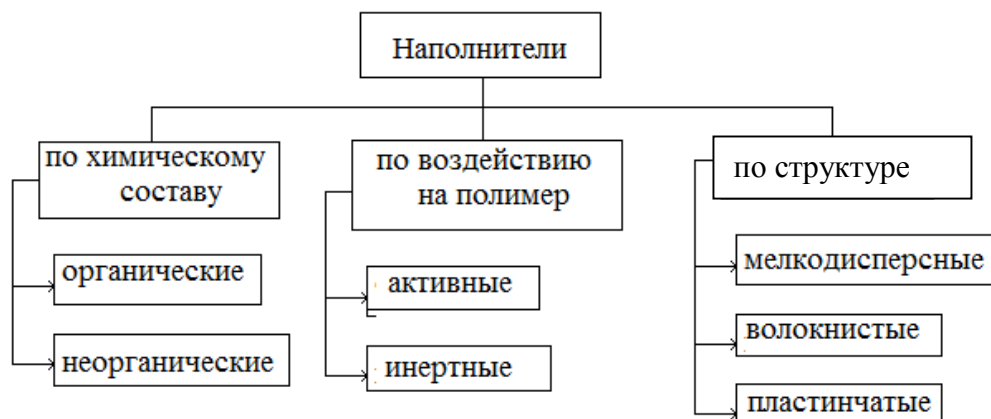
Одним из самых часто используемых технологических приемов улучшения свойств клеевых соединений, применяемых для древесины, в том числе и для КДК, является введение разнообразных наполнителей. Они вводятся в состав клеев для регулирования вязкости и реологических свойств клеевой композиции. Введение наполнителя позволяет [3–5]:

- уменьшить адсорбцию клеевого материала древесиной, особенно пористой;
- уменьшить напряжения, которые возникают в результате усадки;
- уменьшить расход смолы, т. е. снизить стоимость клея;
- исключить проникновение клеевого состава сквозь наружные слои;
- увеличить эластичность клеевого шва.

Если адгезионная связь между клеем и наполнителем недостаточна, то ее можно усилить обработкой последнего раствором или эмульсией поверхностно-активного вещества. При этом улучшается смачиваемость наполнителя клеем, снижается склонность к агломерации, улучшаются водостойкость и диэлектрические свойства [3].

Прокаливание минерального наполнителя также способствует усилению адгезионной связи. Но повышение адгезионного взаимодействия между клеем и наполнителем допустимо только до определенного предела, так как оно сопровождается увеличением жесткости системы и торможением релаксационных процессов. Благодаря последнему, в системе могут сохраняться температурные и усадочные остаточные напряжения, которые будут являться причиной снижения прочности клеевого соединения [3].

Классификация применяемых в настоящее время наполнителей для клеевых композиций представлена на рисунке.



Классификация наполнителей для клеевых композиций

Примерами органических наполнителей являются [3–6]: мука (древесная, злаковых и бобовых культур, из скорлупы различных орехов, лигнинная и т. д.), крахмал и его производные, измельченная кора деревьев, гидролизный лигнин и пр. Они способны хорошо набухать в воде, впитывать влагу, что способствует повышению вязкости клея. Как правило, органические наполнители являются активными [5], т. е. при набухании они вступают в химическое взаимодействие со смолой, при этом возрастает прочность склеивания.

Неорганические наполнители – это вещества минерального происхождения [3–6]: гипс, каолин, мел, цемент, асбест, силикагель, сажа и др. Поскольку они практически не набухают и не растворяются в воде, то при их введении в клеевую композицию вязкость клея изменяется незначительно. Как правило, неорганические наполнители являются инертными [5], т. е. они хорошо закрывают поры древесины, и заполняют объем клеевого шва.

Мелкодисперсные наполнители замедляют протекание процесса релаксации и способствуют повышению жесткости клея. Волокнистые и пластинчатые – придают необходимую вязкость клею, армируют и повышают эластичность клеевого слоя [3].

Влияние различных наполнителей на свойства отвержденных клеев приведено в таблице [3].

Основными характеристиками наполнителей являются размер его частиц и содержание его в клеевой композиции [3].

От размеров частиц наполнителя зависит прочность клея после его отверждения, склонность его к агломерации и осаждаемость частиц в клеевой композиции (мелкодисперсные – более склонны к агломерации и меньше осаждаются). Поперечный размер частиц колеблется в пределах от 1 до 20 мкм, но иногда может быть и большим.

Содержание наполнителя в клеевой композиции колеблется в широких диапазонах. При небольшом количестве наполнителя повышение прочности происходит за счет пространственной структуры, образованной макромолекулами полимера. А при большом их количестве – за счет образования структурированных пленок, распределенных между частицами полимера. При большом наполнении клеевой композиции его частицы могут соприкасаться друг с другом, что приводит к резкому повышению вязкости клея. Может также уменьшиться активность клея (затормозится процесс его отверждения, особенно при холодном склеивании) и снизится прочность клеевого соединения.

Влияние некоторых наполнителей на свойства отвержденных клеев [3]

Наполнитель	Вид клея	Свойства, придаваемые пленке отвержденного клея											
		Прочность	Жесткость	Твердость	Влагостойкость	Стабильность размеров	Химическая стойкость	Антифрикционные свойства	Теплостойкость	Теплопроводность	Электропроводность	Электроизоляционные свойства	Негорючесть
Древесная мука	Фенольные, карбамидные	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-
Пшеничная мука	Меламиновые, карбамидные	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Ржаная мука	Меламиновые, карбамидные	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Крахмал	Меламиновые, карбамидные	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Альбумин	Фенольные, карбамидные	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Гидролизный лигнин	Фенольные	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Гипс	Карбамидные	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Каолин	Карбамидные	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Мел	Фенольные	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
Сажа	Карбамидные	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-
Асбест	Фенольные	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-
Металлический порошок	Фенольные, карбамидные	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+

Наполнитель вводится в готовую клеевую композицию за несколько часов до его использования в количестве от 0,5 до 40 % [5, 6]. Выбор вида



и количества наполнителя зависит от состояния смолы и определяется показателями центральной заводской лабораторией.

В настоящее время в России согласно СНИП II-25-80 (его актуализированная версия – СП 64.13330.2011) при производстве КДК возможно использование трех типов клеевых систем [7]:

а) *резорцин-формальдегидных (РФ, RF)* – для производства любых типов, размеров, классов ответственности;

б) *меламино-мочевино-формальдегидных (ММФ, MUF, MF)* – при использовании в смеси:

– для конструкций любых типов, размеров, классов ответственности, а также при использовании с отдельным нанесением (сначала на ламель наносится отвердитель, а затем клей);

– для конструкций любых типов, размеров, конструкций 1-го класса ответственности разрешается производить после экспертизы технической документации на изделия в Центральном научно-исследовательском институте строительных конструкций имени Кучеренко;

в) *эмульсия полимер-изоцианата (ЭПИ, EPI)* – для ограждающих конструкций пониженного, 3-го класса ответственности, используемых внутри помещений (стенового бруса).

Вопросы введения наполнителей и их влияние на свойства современных клеевых материалов при изготовлении КДК в настоящее время мало изучены. Поэтому исследования в этом направлении являются актуальными и представляют практический интерес.

#### *Список источников*

1. Ковальчук, Л. М. Производство деревянных клееных конструкций / Л. М. Ковальчук. – Москва : Лесная промышленность, 1979. – 216 с.
2. Клееные деревянные конструкции и технология и их изготовления ; под общ. ред. А. Б. Губенко; А. С. Белозерова, И. М. Ветрюк [и др.]. – Москва : Гослесбумиздат, 1962. – 180 с.
3. Куликов, В. А. Производство фанеры / В. А. Куликов. Москва : Лесная промышленность, 1976. – 368 с.
4. Ковальчук, Л. М. Технология склеивания / Л. М. Ковальчук. – Москва : Лесная промышленность, 1973. – 208 с.
5. Справочник по фанерному производству / под ред. Н. В. Качалина; А. А. Веселов, Л. Г. Галюк [и др.]. – Москва : Лесная промышленность, 1984. – 432 с.
6. Волынский, В. Н. Технология клееных материалов / В. Н. Волынский. – Архангельск, 1998. – 299 с.
7. Тарасенко, М. Клеи в производстве ДКК / М. Тарасенко // ЛесПромИнформ. – 2013. – № 8 (98) : офиц. портал. – URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=3409> (дата обращения: 22.11.2022).

Научная статья  
УДК 674.07

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПОЛЬНЫХ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ ДРЕВЕСИНЫ, ОБРАЗОВАННЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Илья Иванович Катяев<sup>1</sup>, Максим Владимирович Газеев<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> ilya-kot@mail.ru

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

**Аннотация.** Проводились исследования свойств современных лакокрасочных материалов (ЛКМ) для отделки паркетных изделий, разработаны рекомендации по их применению, изучались и сравнивались методы определения прочности покрытий к истиранию.

**Ключевые слова:** паркет, лак, покрытие, методы, истирание

Scientific article

## STUDY OF FLOOR PROTECTIVE AND DECORATIVE COATINGS OF WOOD FORMED BY PAINT AND VARNISH MATERIALS

Ilya I. Katyaev<sup>1</sup>, Maksim V. Gazeev<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> ilya-kot@mail.ru

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

**Abstract.** Conducting a study of the properties of modern paint and varnish materials (LCM) for finishing parquet products, developing recommendations for their use. Study and comparison of methods for determining the abrasion resistance of coatings.

**Keywords:** parquet, varnish, coating, methods, abrasion

Защитно-декоративные покрытия (ЗДП) древесины предназначены для защиты изделий из нее от воздействий внешней среды (истирание, удары, вода, кислоты и т.д.) и придания красивого внешнего вида. Следует учитывать и тот факт, что к ЗДП некоторых изделий, и их поверхностям могут предъявляться повышенные требования к механическим, физическим или химическим показателям. Например, такие требования могут предъявляться к ЗДП крышек обеденных столов или покрытиям пола [1].

В нашем случае рассмотрим варианты прозрачной отделки поверхности паркета из древесины или доски половой специальными лакокрасочными материалами (ЛКМ).

Сформированные на поверхности изделий из древесины и древесных материалов ЗДП могут быть разнообразными как по внешнему виду, так и по структуре. В зависимости от требований к внешнему виду и защитным свойствам такие покрытия могут состоять из одного или нескольких слоев разных материалов, выполняющих различные функции. Несмотря на разнообразие, все виды покрытий на древесине можно привести к небольшому числу типовых структур, например, прозрачные покрытия, образованные лаками (рис. 1).

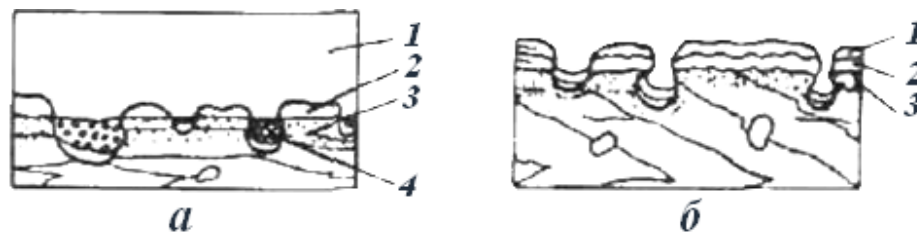


Рис. 1. Типовые структуры прозрачных ЗДП на древесных подложках, образованных жидкими ЛКМ:

*a* – с закрытыми порами; *б* – то же, с открытыми;

*1* – лак; *2* – прозрачный грунт; *3* – краситель; *4* – порозаполнитель

Цель работы – исследование физико-механических свойств напольных ЗДП, образованных паркетными ЛКМ, с разработкой рекомендаций по их применению.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать адгезионную прочность ЗДП;
- стойкость ЗДП к истиранию,
- водостойкость,
- эластичность,
- прочность при ударе,
- твердость на маятниковом приборе,
- теплостойкость.

На кафедре механической обработки древесины был проведен анализ ассортимента паркетных ЛКМ, присутствующих на рынке, и выбраны следующие материалы для проведения исследований:

- полиуретановый паркетный лак Renner FO40 M050 с отвердителем Renner FCM 050;
- полиуретановый паркетный лак Renner FO40 M050 с отвердителем Renner FCM 042;
- полиуретановый грунт для паркета Renner FL M050;
- водный акрил-полиуретановый паркетный лак Renner YO50 M838;

- водный акрил-полиуретановый паркетный лак ЭмЛак «Балет плюс»;
- полиуретан – алкидный лак ОПЛИМ «Паркетный».

На специально подготовленных образцах (из древесины, стекла и металлических пластинок) были сформированы ЗДП и проведены испытания их свойств согласно нормативным документам: на адгезию, водостойкость, влагостойкость, прочность при изгибе, прочность при ударе, твердость по прибору М-3, склерометрическую твердость, теплостойкость.

Лучшими результатами исследований свойств по показателю адгезии являются: Renner YO50 M838 и «Паркетный» ОПЛИМ; по контактной теплостойкости удовлетворительный результат у всех материалов, кроме лака «Паркетного» ОПЛИМ; при проверке на прочность при изгибе на приборе «ШГ» у всех материалов диаметр 1 мм; при испытании прочности при ударе на приборе У-1а лучший результат показал Renner YO50 M838 30 Па·м, худший «Балет плюс» 5 Па·м; стойкость к воздействию воды у всех материалов удовлетворительная. Результаты испытаний на склерометрическую твердость и твердость по прибору М-3 приведены в диаграммах (рис. 2, 3).

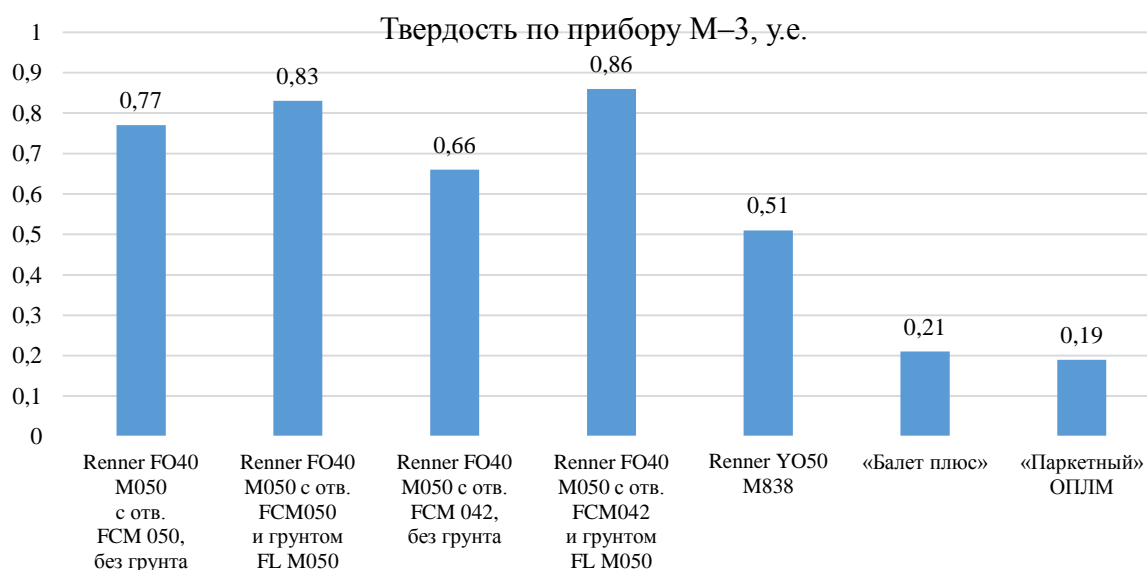


Рис. 2. Результаты испытаний твердости по прибору М-3

Анализ физико-механических показателей свойств ЗДП показывает, что ЛКМ фирмы Renner находятся на лидирующих позициях. Несмотря на это необходимо еще провести исследования стойкости полученных ЗДП к истиранию. Данный показатель является основополагающим при выборе напольных ЗДП, поскольку они больше всего подвержены нагрузкам на истирание, исходя из условий их эксплуатации. Стойкость к истиранию – важная эксплуатационная характеристика материалов и готовых изделий.

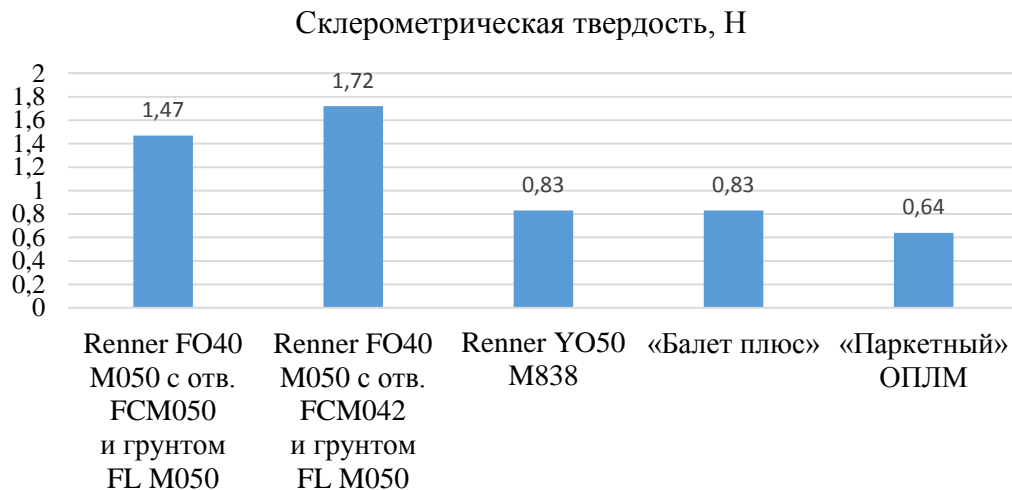


Рис. 3. Результаты испытаний склерометрической твердости

В первую очередь это относится к тем изделиям или продуктам, для которых недопустимы изменения во внешнем виде в ходе эксплуатации (потеря цвета, блеска, появление царапин, потертостей и пр.) [3].

Для определения данного показателя применяют различные методы испытаний: метод определения прочности покрытий к истиранию падающим кварцевым песком; метод определения прочности покрытий к истиранию при трении шлифовальной шкуркой о вращающийся барабан; метод определения прочности покрытий к истиранию при трении шлифовальной шкуркой вращающимися фрикционными роликами на поворотном столе [2].

Необходимо изучить и сравнить методы определения прочности покрытий к истиранию.

1. Метод определения прочности покрытий к истиранию падающим кварцевым песком проводится по ГОСТ 20811-75 [4].

Сущность метода заключается в определении массы кварцевого песка, необходимого для разрушения покрытия до подложки при падении на него струи песка. Прочность покрытия к истиранию определяется количеством песка в килограммах, отнесенного к единице толщины покрытия в микрометрах (рис. 4).

2. Метод определения прочности покрытий к истиранию при трении шлифовальной шкуркой проводится по ГОСТ 20811-75.

Метод заключается в определении потери массы лакокрасочного покрытия (ЛКП) в граммах в результате истирания поверхности покрытия движущейся лентой шлифовальной шкурки при заданной нагрузке на образец (рис. 5).

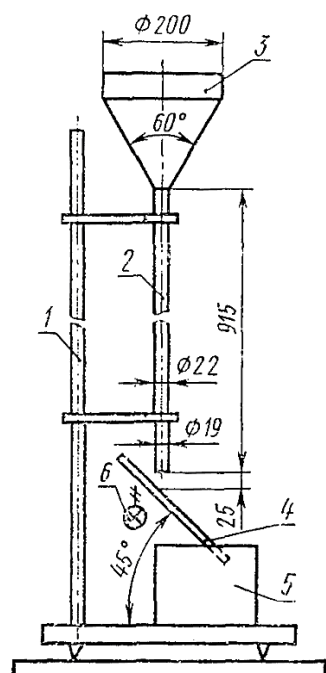


Рис. 4. Схема устройства:

- 1 – штатив; 2 – направляющая трубка; 3 – воронка; 4 – площадка с креплением для образца и отверстием с вставленным матовым стеклом;  
5 – резервуар для падающего песка; 6 – источник света

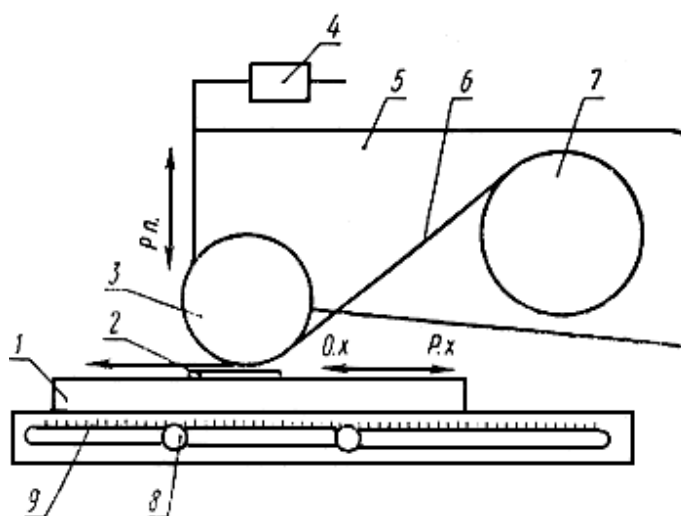


Рис. 5. Схема устройства:

- 1 – столик; 2 – образец; 3 – лентопротяжный ролик; 4 – сменные грузы;  
5 – головка с лентопротяжным механизмом; 6 – лента шлифовочной шкурки;  
7 – кассета; 8 – устройство для установления длины хода столика; 9 – шкала

3. Метод определения стойкости покрытий к истиранию по ГОСТ 27820–88 предполагает определение прочности покрытий к истиранию трением шлифовальной шкуркой, приклеенной к вращающимся фрикционным роликам на поворотном столе (абразиметр Табера) [5].

Данный метод основан на истирании покрытия до определенного состояния шлифовальной шкуркой, наклеенной на фрикционные ролики, и определении коэффициента стойкости к истиранию и числа сошлифовки (рис. 6).

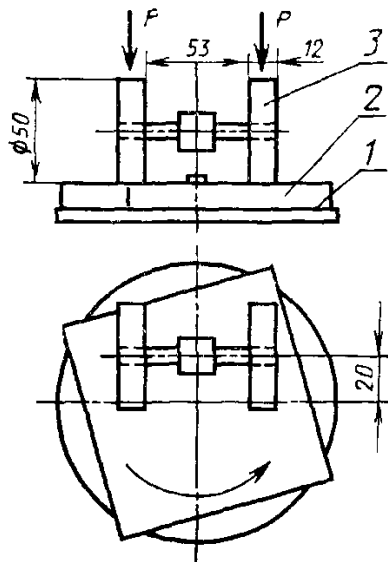


Рис. 6. Схема устройства

1 – поворотный стол; 2 – образец; 3 – фрикционный ролик

Для эффективной оценки стойкости покрытий к истиранию необходимо на практике сравнить существующие на сегодняшний день методы, описанные в статье, и определить наиболее объективный из них, который позволит сделать вывод о стойкости ЗДП и вынести рекомендации по их применению в тех или иных условиях эксплуатации изделий. В целом, по результатам проведенной работы исследования свойств напольных ЗДП можно утверждать о высоких физико-механических показателях покрытий, образованных ЛКМ Renner.

#### Список источников

1. Иванов, С. В. Защитно-декоративные покрытия древесины и древесных материалов : учебное пособие для вузов по специальности 260200 «Технология деревообработки» / С. В. Иванов, И. П. Демитрова, А. С. Филиппов. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2003. – 75 с.

2. Жуков, Е. В. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебник для вузов по спец. «Технология деревообработки» / Е. В. Жуков, В. И. Онегин. – Москва : Экология, 1993. – 301 с.

3. Юшкевич, В. В. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов : учебное пособие для студентов специальности 250403 «Технология деревообработки» вузов региона : [в 2 частях] / В. В. Юшкевич. – Владивосток : Изд-во ДВГТУ. – 2006. – Ч. 2. – 2006. – 221 с. – ISBN 5-7596-0640-9.

4. ГОСТ 20811–75. Материалы лакокрасочные. Методы испытания покрытий на истирание. Введен 11.05.75. – Москва : Госстандарт России, 1975.

5. ГОСТ 27820–88. Метод определения стойкости защитно-декоративных покрытий к истиранию. – Введен 19.09.1988. – Москва : Госстандарт России, 1988.



Научная статья  
УДК 674.8

## ДРЕВЕСНЫЕ НАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ КОШАЧЬЕГО ЛОТКА И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

Илья Владимирович Комягин<sup>1</sup>, Ирина Валерьевна Яцун<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> komyagin1940@gmail.com

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

**Аннотация.** Производимые древесные гранулы (пеллеты) нашли применение в качестве наполнителей для кошачьих лотков. При этом одновременно решается задача абсорбции влаги и удержание неприятных запахов. В статье приведены виды древесных наполнителей по принципу их действия, описана технология их производства и дан анализ факторов, оказывающих влияние на качество получаемой продукции.

**Ключевые слова:** древесный наполнитель для кошачьих лотков, рациональное использование древесины, комплексное использование древесины, технология производства древесных пеллет, качество древесных пеллет

Scientific article

## WOOD FILLERS FOR THE CAT TRAY AND THE TECHNOLOGY OF THEIR PRODUCTION

Ilya V. Komyagin<sup>1</sup>, Irina V. Yatsun<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> komyagin1940@gmail.com

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

**Abstract.** The wood pellets (pellets) produced have found application as fillers for cat trays. At the same time, the problem of moisture absorption and retention of unpleasant odors is solved simultaneously. The article presents the types of wood fillers according to the principle of their action, describes the technology of their production and analyzes the factors influencing the quality of the products obtained.

**Keywords:** wood litter for cat trays, rational use of wood, integrated use of wood, wood pellet production technology, quality of wood pellets

Древесина на сегодняшний день остается одним из наиболее востребованных материалов, который используется человеком. Трудно найти сферу жизнедеятельности, где не использовались изделия из древесины.

В ходе переработки древесины в товарную продукцию образуется большое количество отходов [1]. Сокращение отходов и потерь древесины на всех этапах производства являются одной из важных задач деревообрабатывающей отрасли. Главным направлением деятельности лесозаготовительного и перерабатывающего производств является переход на малоотходные, безотходные и ресурсосберегающие технологические процессы [1].

Одним из самых доступных методов переработки древесных отходов является ее механическая переработка, которая заключается в том, что отходы измельчаются на специальном оборудовании. Полученную древесную массу можно использовать для производства плитных материалов, топливных брикетов и пеллет и др. В настоящее время пеллеты нашли широкое применение в качестве топлива и наполнителя для кошачьих лотков [2].

Пеллеты были придуманы в 1947 г. в Германии управляющим лесопильного завода Рудольфом Гуннерманом для решения проблемы удешевления утилизации (вывоза на свалку) отходов лесопиления. Позже Р. Гуннерман предложил использовать свое изобретение в качестве топлива, так как спрессованные опилки дают больше тепла, чем древесина в пересчете на вес, и почти полностью сгорают. А вот когда пеллеты стали использовать в качестве древесного наполнителя для кошачьих лотков, остается неизвестным [3].

Древесный наполнитель (рис. 1) представляет собой цилиндрические гранулы из древесины хвойных пород (сосна, ель, кедр) и лиственных пород (береза, осина, липа). Средний размер одной гранулы колеблется в пределах от 6 до 8 мм (для котят от 3 до 5 мм).

Гранулы, спрессованные из древесины хвойных пород, имеют приятный натуральный запах хвои, привлекательный для животных. Запах у таких гранул более резкий и смолистый. А гранулы, спрессованные из древесины лиственных пород – имеют более высокую плотность, поэтому при контакте с жидкостью они лучше удерживают свою форму и более продолжительное время не рассыпаются.

Главными свойствами для наполнителей являются: абсорбция влаги и удержание неприятных запахов.

В настоящее время пеллеты нашли широкое применение в качестве наполнителей для кошачьих лотков. Впитывающие древесные наполнители встречаются на рынке чаще всего. Принцип их действия прост – абсорбировать жидкость и впитать неприятные запахи без изменения общей структуры гранул в лотке. После того, как кошка сходила в такой

наполнитель, требуется незамедлительная уборка и полная или частичная замена гранул: все зависит от масштаба «пораженной области».

Комкующиеся наполнители (рис. 2) отличаются тем, что в своем составе они содержат натуральный субстрат, благодаря которому становится возможным образование комка на месте реакции на влагу. Утилизировать нужно только сам комок, все гранулы в лотке каждый раз менять не требуется.

Древесные наполнители для кошачьих лотков имеют как преимущества, так и недостатки, впрочем, как и все существующие составы из других материалов.

Основными достоинствами являются:

- невысокая цена и доступность;
- антисептические свойства древесины, препятствующие размножению бактерий;
- высокая степень поглощения жидкости;
- экологически чистый и безопасный материал.



Рис. 1. Внешний вид древесного наполнителя для кошачьих лотков



Рис. 2. Механизм действия комкующегося древесного наполнителя

Основными недостатками являются:

– пренебрежение уборкой повлечет за собой образование неприятного запаха, поэтому лоток нельзя оставлять необработанным в течение долгого времени. Кроме того, большинство кошек откажется ходить в грязный лоток;

– при долгом намокании гранулы наполнителя рассыпаются и могут разноситься по дому.

Технология производства кошачьего наполнителя представлена следующими производственными операциями (рис. 3) [4]:

1. *Предварительное измельчение древесного сырья* – осуществляется на рубительной машине с получением древесной фракции по длине около 25 мм, в диаметре – от 3 до 5 мм. Полученное сырье по скребковому конвейеру поступает в смеситель, а затем в сушилку. Некондиционное сырье поступает на доизмельчение.



Рис. 3. Технологический процесс производства древесного наполнителя для кошачьих лотков

2. *Сушка* – осуществляется в сушильных барабанах, в которые подается горячий воздух. Сырье сушится до влажности  $10 \pm 2$  %.

3. *Мелкое дробление* – полученное сырье доизмельчают в дробильных мельницах с получением древесной фракции по длине около 4 мм, в диаметре – 1,5 мм. Далее полученное сырье сепарируется от мелкодисперсного мусора и воздуха в двухступенчатом циклоне. Оставшаяся древесная фракция попадает сначала на прямой, а потом на наклонный конвейер, который доставляет ее в бункер пресс-гранулятора.

4. *Корректирование влажности* – производится для обеспечения требуемой влажности древесной фракции (минимальное отклонение оказывает негативное воздействие на качество древесных гранул). Производится в специальных смесителях, в которые через каналы поступает горячий пар или вода.

5. *Грануляция и прессование* – формирование гранул осуществляется в пресс-грануляторах, в которых древесная фракция вдавливается в ячейки-матрицы под высоким давлением при температуре порядка 300 °С. В качестве клеевого материала выступает лигнин, находящийся в древесном сырье. Необходимая длина гранул обеспечивается подачей роликов пуансона и шагом контраножа, который отделяет поступающую гранулу от матрицы.

6. *Охлаждение и просев гранул* – для доведения полученных гранул до комнатной температуры используются охлаждающие колонны, в которых они обдуваются мощными вентиляторами и отсеиваются от мелкодисперсного мусора. Охлажденные гранулы имеют окончательные эксплуатационные характеристики и полностью готовы к использованию.

7. *Расфасовка готовой продукции* – осуществляется в специальных бункерах, оборудованных весами для контроля веса.

Качество древесного наполнителя для кошачьих лотков зависит от [5]:

- фракционного состава сырья (чем крупнее стружка, тем труднее ее спрессовать, при этом готовый окатыш с крупной стружкой может рассыпаться из-за восстановления формы спрессованной стружки);
- породы древесины (из хвойного сырья получают более качественные гранулы);
- износа матрицы и роликового пуансона-гранулятора (при большом износе стружка не спрессовывается, а накатывается на матрицу);
- правильности настройки зазоров между роликами и матрицей;
- диаметра прессуемых гранул (при одинаковых условиях прессования гранулы с меньшим диаметром имеют более высокое качество, но выше энергетические затраты и износ матрицы и роликового пуансона).

#### *Список источников*

1. Коробов, В. В. Переработка низкокачественного древесного сырья (проблемы безотходной технологии) / В. В. Коробов, Н. П. Рушнов. – Москва : Экология, 1991. – 288 с.
2. Древесный наполнитель для кошачьего туалета : офиц. сайт. – URL: <https://wood-teh.ru/drevesnyij-napolnitel-dlya-koshachego-tualeta> (дата обращения: 07.11.2022).
3. Древесный наполнитель лотка: от свалки до кошачьего туалета: офиц. сайт. – URL: <https://aroundpet.ru/drevesnyj-napolnitel-lotka-ot-svalki-do-koshachego-tualeta> (дата обращения: 07.11.2022).
4. Технология производства топливных гранул: офиц. сайт. – URL: <https://forestcomplex.ru/unikalno/tehnologiya-proizvodstva-toplivnyh-granul-2> (дата обращения: 07.11.2022).
5. Как делают pellets из опилок: офиц. сайт. – URL: <https://kamuflyzh.ru/tehnologii/syre-dlya-proizvodstva-pellet.html> (дата обращения: 07.11.2022).

Научная статья  
УДК 674.048

## СТАБИЛИЗАЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ МЕТОДОМ ВАКУУМНОЙ ПРОПИТКИ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ

**Виктор Сергеевич Кошчев<sup>1</sup>, Ирина Валерьевна Яцун<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> koshheev\_v00@mail.ru

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

**Аннотация.** Для решения проблемы защиты древесины от разрушений широко используется технология стабилизации древесины. Она осуществляется с применением пропиточных составов на древесине, имеющей сосудистое строение. Одним из распространенных методов стабилизации древесины является технология вакуумной пропитки с последующей термической полимеризацией, которая заключается в выдержке древесины в пропиточном составе в течение 3 суток с последующей сушкой в течение 1 часа при температуре  $100 \pm 5$  °С.

**Ключевые слова:** стабилизация древесины, метод вакуумной пропитки древесины, пропитка древесины березы и бука, защита древесины от разрушений, пропитка древесины для рукояток ножей

Scientific article

## STABILIZATION OF WOOD BY VACUUM IMPREGNATION FOLLOWED BY THERMAL POLYMERIZATION

**Viktor S. Koshcheev<sup>1</sup>, Irina V. Yatsun<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> koshheev\_v00@mail.ru

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

**Abstract.** To solve the problem of protecting wood from destruction, wood stabilization technology is widely used. It is carried out with the use of impregnating compounds on wood having a vascular structure. One of the most common methods of wood stabilization is the technology of vacuum impregnation followed by thermal polymerization, which consists in holding wood in an impregnating composition for 3 days, followed by drying for 1 hour at a temperature of  $100 \pm 5$  °С.

**Keywords:** stabilization of wood, method of vacuum impregnation of wood, impregnation of birch and beech wood, protection of wood from destruction, impregnation of wood for knife handles

В процессе механической обработки древесины используются разные приемы, в частности пиление, строгание, шлифование, нарезание резьбы и другие, приводящие к нарушению расположения волокон древесины. В результате такой обработки получается изделие необходимой формы. Но одновременно с этим древесина становится все более уязвимой к воздействию внешних факторов. Механически обработанная древесина по-прежнему впитывает влагу, и становится более склонна к развитию грибковых заболеваний [1].

Исследования в области улучшения свойств древесины ведутся многие десятилетия в таких странах, как Китай, Соединенные Штаты Америки, Япония и многих Европейских странах. Наиболее известными марками модифицированной древесины, выпускаемыми за рубежом являются: «Аккоха», «Бельмадур», «Кехони», «Лигнамон», «Лигномер», «Стейпак», «Стейбвуд» и др. В России также разработано множество перспективных способов изменения свойств древесины, защищенных патентными документами. В частности, выпускается модифицированная древесина марок «Термодревесина», «Дестам», а также прессованная древесина, из которой изготавливаются подшипники скольжения, челноки ткацких станков и др. [2].

Для решения проблемы защиты древесины от разрушений в настоящее время широко используется технология стабилизации древесины – это процесс заполнения пор материала специальными составами, которые могут затвердевать или же имеют способность к полимеризации [3].

Процесс стабилизации древесины носит комплексный характер, так как замедляет процессы, приводящие к разрушению древесины (сначала они замедляются, а потом и вовсе останавливаются), а также древесина приобретает не только новые качества, которые повышают ее физико-механические свойства, но и изменяют ее внешний вид [4].

Стабилизация древесины позволяет:

- повысить такие физико-механические свойства, как плотность и твердость;
- повысить устойчивость к воздействиям таких факторов, как повышенная влага, высокая температура и действие ультрафиолетовых лучей, перепады давления и температуры, открытое пламя;
- быть практически не подверженной действиям различного вида деформаций;
- быть непроницаемой для воздействия биологических вредителей.

Стабилизация древесины осуществляется с применением пропиточных составов, в качестве которых применяются различные полимеры, масла, смолы, лакокрасочные композиции [3].

Процесс стабилизации, как правило, осуществляется на древесине, имеющей сосудистое строение, т. е. древесине лиственных пород (особенно мягколиственных пород).

Технологический процесс стабилизации древесины методом вакуумной пропитки с последующей термической полимеризацией выглядит следующим образом.

Заранее подготовленные образцы из древесины березы и бука размером 50×50×150 мм и влажностью 8±2 % помещаются в пропиточную емкость, в качестве которой выступает трехлитровая банка. В емкость заливается пропитка «Олифа», выполненная по ГОСТ 7931–76 [5]. Образцы в пропиточной емкости для равномерности пропитки прижимаются грузом. Далее пропиточная емкость накрывается специальной крышкой и насосом откачивается воздух. Таким образом, внутри банки создается разрежение. Образцы выдерживаются в пропиточном составе в течение 72 часов. По истечении этого времени в пропиточной емкости снимается давление, образцы извлекаются, с них удаляются излишки пропиточного состава путем обмакивания салфеткой. Далее пропиточный состав, находящийся в сосудах древесины необходимо отвердить. Для этого образцы оборачиваются в алюминиевую фольгу и высушиваются в течение 1 часа при температуре 100±5 °С в сушильном шкафу. Высушенные образцы извлекаются из сушильного шкафа и выдерживаются в помещении в течение суток.

Стабилизированную древесину методом вакуумной пропитки с последующей термической полимеризацией можно использовать для изготовления удобных рукояток инструментов для напильников, резцов, стамесок, ножей, которые не боятся ударов, а срок их службы намного больше, чем у ручек, выполненных из древесины мягколиственных пород.

#### *Список источников*

1. Для чего нужна стабилизация древесины? // Drevesina.net – пиломатериалы от А до Я : [сайт]. – URL: <https://drevesina.net/stabilizacija-drevesiny-v-domashnih-uslovijah-instrukcija-sostavy> / (дата обращения: 26.10.2022).

2. Шамаев, В. И. Инновационные разработки в области модификации древесины / В. И. Шамаев, О. А. Куницкая, А. И. Анучин // ЛесПромИнформ. – 2018. – № 8 (138). – URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=5189/> (дата обращения: 26.10.2022).

3. Храмов, А. В. Стабилизация древесины / А. В. Храмов // Ярмарка Мастеров. – 2016. – С. 10–12.



4. Стабилизация древесины: идеальные способы для стабилизации дерева эпоксидной смолой, жидким стеклом и вакуумной камерой // <https://lesorubexpert.ru> : [сайт]. – URL: <https://lesorubexpert.ru/stabilizirovannaya-drevesina> (дата обращения: 26.10.2022).

5. ГОСТ 7931-76. Олифа натуральная. Технические условия // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008428> (дата обращения: 01.11.2022).

Научная статья  
УДК 630.233

## ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОМОВ ИЗ ДРЕВЕСНО-КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Мариамна Павловна Лошкарева<sup>1</sup>, Андрей Андреевич Шарапкин<sup>2</sup>,  
Владимир Геннадьевич Новоселов<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> loshkareva.mariamna@mail.ru

<sup>2</sup> andrey404@mail.ru

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

**Аннотация.** Рассмотрены технологии и оборудование для изготовления ограждающих конструктивных элементов зданий при помощи строительной печати 3D-принтером. Показана применимость принтеров портального типа для строительства малоэтажных домов усадебного типа. Проанализированы строительные смеси с использованием древесных заполнителей и различных минеральных вяжущих и рекомендован опилкобетон на цементном вяжущем, как наиболее доступный по ингредиентам и обладающий необходимыми технологическими и эксплуатационными свойствами.

**Ключевые слова:** строительство, технологии, 3D-печать, строительные смеси, опилкобетон

Scientific article

## APPLICATION OF 3D PRINTING FOR THE CONSTRUCTION OF HOUSES MADE OF WOOD-COMPOSITE MATERIALS

Mariamna P. Loshkareva<sup>1</sup>, Andrey A. Sharapkin<sup>2</sup>, Vladimir G. Novoselov<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> loshkareva.mariamna@mail.ru

<sup>2</sup> andrey404@mail.ru

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

**Abstract.** Technologies and equipment for manufacturing enclosing structural elements of buildings using construction printing with a 3D printer are considered. Shows the applicability of portal-type printers for the construction of low-rise manor-type houses. Construction mixtures using wood aggregates and various mineral

binders were analyzed and sawdust concrete on cement binder was recommended as the most accessible for ingredients and having the necessary technological and operational properties.

**Keywords:** construction, technology, 3D printing, building mixtures, sawdust concrete

Введение. В Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 г., утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 11 февраля 2021 г. N 312-р, одной из проблем, сдерживающих развитие лесного комплекса, названа низкая степень использования отходов древесины. В качестве одного из основных направлений развития сферы лесной промышленности предусматривается обеспечение комплексного использования лесного сырья, включая низкокачественную древесину. В то же время, малоэтажное строительство индивидуальных жилых домов и хозяйственных построек в лесонасыщенных регионах традиционно ведется с использованием в качестве стеновых материалов бревен и брусьев из высококачественной древесины. Наряду с высокими механическими и теплотехническими свойствами такие материалы подвержены биоповреждениям и отрицательному воздействию метеорологических факторов окружающей среды, а трудоемкость строительного процесса высока и плохо поддается механизации. В связи с этим актуальным является разработка и внедрение технологии автоматизированного возведения ограждающих конструкций зданий с использованием композиционных материалов на основе древесных наполнителей и минеральных связующих.

Основная часть. Строительная 3D-печать – новейшая технология, позволяющая строить значительно быстрее и дешевле объекты сложной геометрии. 3D-печать завоевывает мир и это настоящая научно-техническая революция, происходящая на наших глазах [1]. В основном преобразования направлены на сокращения сроков строительства, увеличение периода эксплуатации конструкции, экономию трудовых затрат и рабочей силы, а также извлечение экономической выгоды.

Технология строительной печати представляет собой [2] последовательно этапы:

- создание компьютерной 3D-модели объекта;
- деление модели на слои в поперечном сечении;
- перевод модели в цифровые данные (g-code);
- передача исполняемого кода на печатающую головку-экструдер;
- послойная экструзия строительной смеси в соответствии с заданной моделью;
- отвердевание материала до завершения формирования объекта (изделия).

Известно о трех способах [3] создания объемной конструкции:

1. Послойное экструдирование вязкой рабочей смеси.

В этом случае из рабочего «сопла» выдавливается смесь бетона с добавками.

2. Метод спекания (селективное спекание).

При этой технологии в рабочей зоне 3D-машины происходит расплавление рабочей смеси, причем плавление достигается применительно к строительству сконцентрированным лазером или солнечным лучом, а рабочей смесью выступает обычный песок.

3. Метод напыления компонентной склейки.

Из рабочего сопла выходит струя песка, которая тут же смешивается с клеящим составом (катализатором), образуя объем в заданной точке.

В практике строительства в настоящее время получил распространение первый способ – послойное экструдирование вязкой рабочей смеси с помощью строительных 3D-принтеров.

В настоящее время известно о существовании трех видов конструкций принтеров: порталные, с дельта-приводом, и на базе промышленных манипуляторов.

Основной составляющей порталного принтера является рама, на которой смонтировано устройство [4], перемещающееся линейно в плане по направляющим, установленным вдоль здания, а также устройства для передвижения сопла и поднятия конструкции принтера. Таким образом, передвижение осуществляется в трех взаимно перпендикулярных направлениях по осям.

Строительный 3D-принтер (рис. 1) имеет сопло или экструдер и выдавливает из него быстротвердеющую рабочую смесь. Поверхность, на которой создается объемное изделие, называется рабочей зоной и имеет размеры, задаваемые величиной хода сопла. Причем опалубки не требуется. То есть, строительная машина объемной печати является самодостаточным механизмом, способным, при подключении электроэнергии, буквально на голом месте создать готовое здание.

Система для печати с помощью 3D-принтера (рис. 2) состоит из следующих элементов:

- система движения (козловой кран или роботизированный манипулятор);
- система экструзии (печатающая головка с насадкой);
- портативная смесительная установка;
- система накачки (контролируется электроникой);
- блок управления (позиционирование и система управления);
- система мониторинга (камеры, мониторы отслеживания за процессом печати);
- система безопасности (автоматическое отключение при необходимости).



Рис. 1. Строительный 3D-принтер

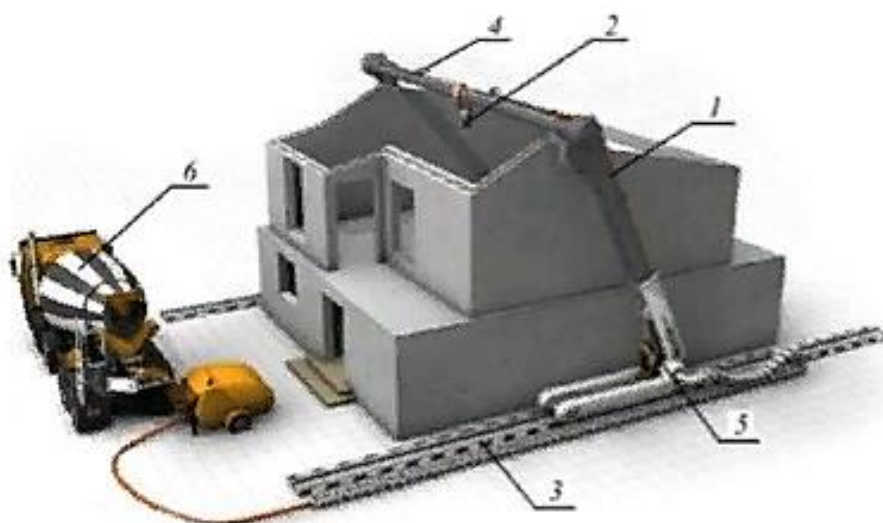


Рис. 2. Система для печати зданий с помощью 3D-принтера:  
 1 – рама; 2 – печатающий оголовок (экструдер); 3 – рельсы, направляющие вдоль здания; 4 – механизм передвижения экструдера поперек рабочей поверхности; 5 – устройство для поднятия конструкции принтера по оси z;  
 6 – автобетоносмеситель для подачи строительных чернил

В 2017 г. в особой экономической зоне «Сколково» (Москва) создана дочерняя компания «АМТ» (Additive Manufacturing Technologies). Сфера деятельности московской дочки: разработка и производство строительных 3D-принтеров, продажа и сервисное обслуживание оборудования на зарубежных рынках.

У всех принтеров скорость позиционирования 12 м/мин, точность позиционирования 2 мм. Принтеры позволяют производить широчайший ассортимент продукции: здания высотой до 80 м, малые архитектурные формы (уличная мебель, заборы, фонтаны), железобетонные изделия (кольца, колодцы, перемычки, лестницы, башни, короба), архитектурные элементы. Принтеры способны укладывать смесь со скоростью до 25 м<sup>2</sup>. однокамерной стены в час. Для индивидуального жилищного строительства

наиболее подходит принтер модели S-300. Характеристика строительных 3D-принтеров в России приведена в таблице.

#### Характеристика строительных 3D-принтеров в России

№	Модель принтера	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Рабочая зона, мм (длина, ширина, высота)	Потребляемая мощность, кВт	Расход бетона, м <sup>3</sup>
1	S-300	2,5	11000x11000x4000	12	0,12–0,25
2	S-3030	0,6	2500x2300x800	2,5	0,12
3	S-500	2,5	31000x11000x80000	12	0,12–0,35
4	S-6044	0,6	3500x3100x1000	2,5	0,12
5	S-6044 Long	0,6	7500x7100x1050	4	0,12
6	S-6045 M	0,7	3500x3100x1000	2,5	0,12

Важную роль в строительной печати играет состав рабочей смеси. Основой является быстротвердеющий бетон, который может включать в свой состав различные добавки для повышения различных прочностных характеристик несущих элементов здания. Бетонная смесь представляет собой высокопрочный бетон класса В [5]. Свойства бетона регулируются составом смеси – количеством и качеством цемента и заполнителей: щебня и песка, а также добавками пластификаторов. Из добавок ускорителей твердения наиболее распространен хлористый кальций, обеспечивающий лучшие результаты по сравнению с другими добавками. Недостатком такой рабочей смеси является высокая теплопроводность – коэффициент 1,29–1,52 Вт/(м·°С) бетона, что в российских климатических условиях требует значительной толщины ограждающих конструкций и дополнительной теплоизоляции. И главное – не решается проблема использования древесных отходов.

Известно несколько видов строительных смесей с использованием в качестве заполнителя древесных частиц: фибролит, арболит, опилкобетон (на цементном вяжущем), ксилолит (на каустическом магнезите или бишофите).

Смеси на магнезиальных вяжущих [6] не получили широкого распространения ввиду дороговизны минеральных компонентов, сложности и малодоступности оборудования для их приготовления.

*Фибролит* – материал, состоящий из древесной шерсти и застывшего цементного камня [7]. Кроме того, в состав фибролита входят различные минеральные добавки, которые снижают способность древесины впитывать воду и нейтрализуют негативное воздействие водорастворимых сахаров на цементный раствор. Фибролит обладает высокими теплоизоляционными свойствами, коэффициент теплопроводности 0,07 Вт/(м·°С), и высокой шумопоглощающей способностью – 0,8. К недостаткам можно отнести высокое водопоглощение – 35 %, низкую прочность на сжатие – 0,2 МПа и,

главное, необходимость специальной обработки цельной древесины на древошерстных станках и невозможность использования мягких древесных отходов (стружка, опилки).

*Арболит* – легкий бетон на цементном вяжущем, древесной дробленке и химических добавках [8]. Дробленка должна соответствовать следующим требованиям: оптимальные размеры частиц по длине 20 мм, по ширине 5 мм, по толщине 5 мм. Содержание примеси коры в дробленке должно быть не более 10%, хвои и листьев — не более 5 % массы дробленки, она не должна иметь видимых признаков плесени и гнили, а также примесей инородных материалов, содержание водорастворимых редуцирующих веществ (сахаров) не должно превышать 2 %. В зависимости от содержания цементного вяжущего различают арболиты: плотный; крупнопористый и поризованный. Достоинствами арболита являются низкий коэффициент теплопроводности 0,07 Вт/(м·°С), высокая шумопоглощающая способность – 0,8, более высокая прочность на сжатие – 0,4 МПа. К недостаткам можно отнести высокое водопоглощение – 25 % и, главное, – необходимость специальной обработки цельной древесины на дробильном оборудовании с получением дробленки с содержанием до 75 % фракции размером более 10 мм. Это обуславливает низкую подвижность рабочей смеси, что негативно скажется на качестве получаемого стенового материала.

*Опилкобетон* [9] представляет собой разновидность арболита, где в качестве заполнителя в основном используется мелкая фракция древесных частиц-опилок размером до 5 мм, ввиду чего рабочая смесь обладает достаточной подвижностью. Главным достоинством является высокая доступность заполнителя, так как доля опилок в составе мягких древесных отходов превышает 50 %. Они не требуют дополнительной механической обработки и легко отсортировываются от более крупных фракций. Цемент и песок также являются доступными и относительно недорогими компонентами рабочей смеси. Кроме того, из-за малого веса опилкобетона (в сравнении с обычным бетоном), нагрузка на фундамент существенно уменьшается, следовательно, снижаются затраты на устройство самого фундамента. Рецептов изготовления опилкобетона существует достаточно много, но главное – чтобы состав заполнителей и вяжущих средств имел высокое качество. Вот один из возможных рецептов, для которого потребуется:

- цемент – 1200 кг/м<sup>3</sup>;
- песок – 1550 кг/м<sup>3</sup>;
- гашеная известь – 600 кг/м<sup>3</sup>;
- опилки – 220 кг/м<sup>3</sup>.

Коэффициент теплопроводности опилкобетона 0,08...0,17 Вт/(м·°С), прочность на сжатие – 0,4 МПа, шумопоглощающая способность на уровне арболита.

Еще один плюс этого продукта – долговечность. Здания, построенные из него, имеют очень длительный срок службы. Материал прочен, стоек к деформациям на растяжения и изгибы, а также к ударным нагрузкам. Несмотря на то, что опилкобетон на 50 % состоит из древесных опилок, он весьма огнестоек из-за содержания в нем цемента и песка. В течение более чем двух часов он способен выстоять при температуре до 1200 градусов.

Механической обработке опилкобетон поддается очень хорошо. Он легко распиливается, его можно сверлить, забивать в него гвозди, фрезеровать и т. д. К грибку и плесени устойчив, гниению не подвержен, морозоустойчив. Обладает хорошим сцеплением со штукатурными и бетонными составами, прекрасно контактирует с клеящими и лакокрасочными средствами.

Заключение. Наличие промышленно выпускаемых в России строительных принтеров позволяет тиражировать технологию 3D-печати для возведения ограждающих конструкций зданий различного назначения.

Перспективным древесно-композиционным материалом для малоэтажного домостроения по своим конструктивно-технологическим, эксплуатационным и экономическим качествам следует признать опилкобетон.

#### *Список источников*

1. Обзорная статья по 3D-строительным. – URL: <http://geektimes.ru/post/224299> (дата обращения: 25.11.2022).
2. Рудяк, К. А. Возведение зданий методом послойного экструдирования / К. А. Рудяк, Ю. О. Чернышев // Современные концепции развития науки : материалы Международной научно-практической конференции. – Казань, 2016. – С. 147–151.
3. Компания АТМ. 3D-проектирование домов. – URL: <https://www.amt-print.com.ru/tehnologiya/> (дата обращения: 26.11.2022).
4. Обзорная статья по 3D-строительным технологиям. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-3d-pechati-v-stroitelstve-i-perspektivy-ee-razvitiya/viewer> (дата обращения: 27.11.2022).
5. Иноземцев, А. С. Анализ существующих технологических решений 3D-печати в строительстве / А. С. Иноземцев, Е. В. Королев, Зыонг Тхань Куй. – URL: <file:///C:/Users/123/Downloads/analiz-suschestvuyuschih-tehnologicheskikh-resheniy-3d-pechati-v-stroitelstve.pdf> (дата обращения: 29.11.2022).



6. Липунов, И. Н. Интенсификация технологического процесса утилизации древесных отходов / И. Н. Липунов, А. А. Юпатов. // Технология древесных плит и пластиков : межвузовский сборник / Уральская государственная лесотехническая академия. – 1997. – С. 97–103. – URL: <https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/11072> (дата обращения: 30.11.2022).

7. Фибролитовые плиты: свойства, цены, плюсы и минусы, отзывы владельцев домов из фибролита. – URL: <https://rcycle.net/drevesina/struzhka/produksiya-st/fibrolitovye-plity-svoystva-tseny-plyusy-i-minusy> (дата обращения: 30.11.2022).

8. ГОСТ 19222–2019. Межгосударственный стандарт. Арболит и изделия из него. Общие технические условия. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200165761> (дата обращения: 30.11.2022).

9. Опилкобетон возвращается на строительный рынок: успех неизбежен. – URL: <http://libeton.ru/vidy/opilkobeton.html> (дата обращения: 30.11.2022).

Научная статья  
УДК665.939.57

## ЭПОКСИДНЫЕ СМОЛЫ И КЛЕИ НА ИХ ОСНОВЕ

**Екатерина Юрьевна Лыхина<sup>1</sup>, Кирилл Васильевич Носоновских<sup>2</sup>,  
Максим Владимирович Газеев<sup>3</sup>, Алексей Владиславович Свиридов<sup>4</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> katya\_kot7012002@mail.ru

<sup>2</sup> kirya.nosonovskikh@mail.ru

<sup>3</sup> gazeevmv@usfeu.ru

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

**Аннотация.** В статье рассмотрены характеристики эпоксидных смол, сфера применения, клеи на их основе. Приведен анализ эпоксидных клеев, представленных на Российском рынке, а также их сравнение с разрабатываемой клеевой композицией на основе эпоксидной смолы.

**Ключевые слова:** Эпоксидные смолы, клей, склеивание древесины

Scientific article

## EPOXY RESINS AND ADHESIVES BASED ON THEM

**Ekaterina Yu. Lykhina<sup>1</sup>, Kirill V. Nosonovskikh<sup>2</sup>, Maxim V. Gazeev<sup>3</sup>, Alexey V. Sviridov<sup>4</sup>**

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

<sup>1</sup> katya\_kot7012002@mail.ru

<sup>2</sup> kirya.nosonovskikh@mail.ru

<sup>3</sup> gazeevmv@usfeu.ru

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

**Abstract.** The article discusses the characteristics of epoxy resins, the scope of application, adhesives based on them. The analysis of epoxy adhesives presented on the Russian market, as well as their comparison with the developed adhesive composition based on epoxy resin, is given.

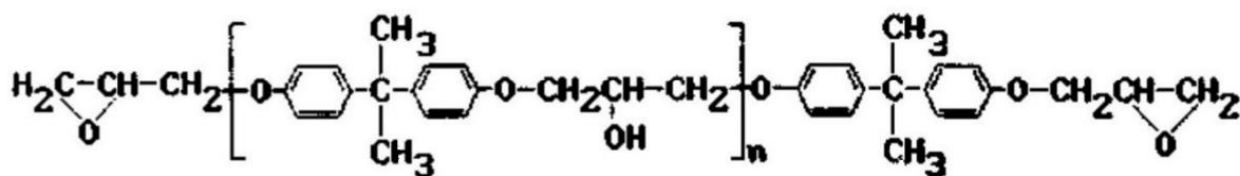
**Keywords:** Epoxy resins, glue, gluing wood

В Уральском государственном лесотехническом университете (УГЛТУ) на кафедре механической обработки древесины (МОД) совместно с кафедрой химической технологии древесины, биотехнологии

и наноматериалов (ХТДБиН) ведется разработка быстроотверждаемой клеевой композиции на основе эпоксидной смолы [1]. В связи с чем возникла необходимость в проведении анализа существующих эпоксидных клеев.

Эпоксидные смолы представляют собой многочисленный класс отверждения мономеров или олигомеров, способных при определенных условиях превращаться в полимеры сетчатой структуры. Таким образом, в основе эпоксидных смол лежит реакция полимеризации, т. е. образование полимера за счет многократного присоединения мономеров или олигомеров к активным центрам в растущей молекуле [2].

На данный момент выделяют множество различных групп эпоксидных смол, однако наиболее широко распространены смолы на основе бисфенола А (более 90 % от общемирового объема), структурная формула которых показана на рисунке. Отвердителем для них служат различные полиамины.



Структурная формула эпоксидных смол на основе бисфенола А

Кроме того, эпоксидные смолы относят к термореактивным, а также термо- и влагостойким смолам, что делает их хорошей основой для создания клеев, лаков, эмалей или герметиков.

Эпоксидные смолы широко распространены в промышленности, транспорте, строительстве и сельском хозяйстве.

Наиболее популярным и общеизвестным направлением применения эпоксидных смол является защитно-декоративная отделка древесины. Этому способствовали их высокие защитные и физико-механические свойства, а также большой выбор предоставляемых дизайнерских решений.

Клеи на основе эпоксидных смол тоже достаточно широко распространены, благодаря высокопрочному и термо- влагостойкому клеевому соединению. Их применяют для склеивания различных металлов, тканей, пластиков и композитных материалов. Хотя для склеивания древесины их используют реже.

История эпоксидных смол и клеев на их основе началась сравнительно недавно. «Прародителем» эпоксидной смолы можно считать русского химика Александра Павловича Дианина – современника Менделеева. Он был первым, кто в 1891 г. получил один из ключевых компонентов для производства эпоксидных смол – бисфенол А [3].

Первый промышленный состав эпоксидных смол получил немецкий химик П. Шлак в середине 30-х годов XX века. Затем швейцарец

П. Кастаниз концерна «Ciba» запатентовал бисфеноловую эпоксидную смолу в 1936 г. А уже в 1940 г. та же компания выпустила первый эпоксидный клей под названием «Araldite 1». Современную формулу эпоксидной смолы получил и запатентовал американец С. Гринли [4].

На сегодняшний день существует огромное количество эпоксидных клеев для различных сфер применения. Анализ показал, что в России наиболее распространены следующие фирмы-производители: MAPEI, CarbonWrap, FibArm, Sikadur, Permabond. Характеристики некоторых эпоксидных клеев этих производителей занесены в табл. 1.

*Таблица 1*

Результаты анализа эпоксидных клеев представленных  
на Российском рынке

Марка	Страна производитель	Цена за 1 кг, руб.	Прочность при сдвиге (не менее), МПа	Жизнеспособность при температуре 18–20 °С, мин	Расход, кг/м <sup>2</sup>	Склеиваемый материал
MAPEI Adesilex PG1	Италия	5250	10	35	1,65–1,75	Бетон, камень, строительный раствор, кирпич
CarbonWrap Resin HT+	Россия	6933	12	60	0,7–1,2	Металл, камень, бетон, ткань
CarbonWrap ResinLamin ate+	Россия	4320	15	60	1,0	Металл, бетон, дерево, кирпич
MAPEI Adesilex PG1Rapido	Италия	2875	10	10	1,65–1,75	Бетон, камень, строительный раствор,
FibArm Resin 530+	Россия	5776	10	50	0,8–1,2	Бетон, металл, кирпич, ткань
Sikadur 31 CF Normal	Швейцария	3950	17	50	1,9	Металл, кирпич, дерево, стекло
Permabond ET 536	Великобритания	–	15	45	–	Дерево, металл, керамика,

Некоторые из выделенных клеев имеют определенные особенности. Например, CarbonWrapResinHT+ подходит для изделий, эксплуатируемых в условиях высоких температур (до 110 °С). MAPEI Adesilex PG1 Rapido обладает малым временем отверждения (около 1 ч при температуре 23 °С), но вместе с тем, низкой жизнеспособностью, что подходит не для любого производства.

Так как в УГЛТУ ведется разработка эпоксидной клеевой композиции, применимой для склеивания в первую очередь древесины, целесообразно выделить из вышеперечисленных составов подходящие для работы именно с этим материалом. Как видно из таблицы, данному критерию соответствуют лишь три из них: PermabondET 536, Sikadur 31 CFNormal, CarbonWrapResinLaminate+.

У Британского клея PermabondET 536 отсутствуют данные по стоимости и расходу, а остальные показатели на уровне или даже хуже конкурентов, потому его можно не учитывать. Из двух оставшихся составов, более конкурентоспособным выглядит Carbon Wrap Resin Laminate+, так как он, во-первых, лучше сбалансирован, а во-вторых, Российского производства. Швейцарский клей Sikadur 31 CFNormal хоть и имеет впечатляющий показатель прочности на сдвиг в 17 МПа, обладает почти в два раза большим расходом, чем у отечественного аналога.

Таким образом, при разработке клеевой композиции на основе эпоксидной смолы лучше принять в качестве конкурента Российский клей CarbonWrapResinLaminate+. Сравнение характеристик данного клея и разрабатываемой клеевой композиции приведено в табл. 2. Прочность на сдвиг (скалывание вдоль клеевого шва) определялась в соответствии с ГОСТ 33120–2014 и европейским стандартом DINEN 205.

Таблица 2

Сопоставление характеристик клеевой композиции на основе эпоксидной смолы и клея CarbonWrapResinLaminate+

Марка	Страна производитель	Цена за 1 кг, руб.	Прочность при сдвиге, МПа	Жизнеспособность при температуре 18–20 °С, мин	Расход, кг/м <sup>2</sup>	Склеиваемый материал
Разрабатываемая клеевая композиция	Россия	+/- 4000	8	–	0,15–0,2	Древесина
Carbon Wrap Resin Laminate+	Россия	4320	15	60	1,0	Металл, бетон, дерево

Как видно из табл. 2, на данный момент разрабатываемая клеевая композиция обладает меньшей прочностью на сдвиг в сравнении с конкурентом, но при этом гораздо более выгодная в плане расхода. Что касается стоимости за кг, то говорить пока рано, но ориентировочно цена разрабатываемой композиции составит около 4000 рублей.

То есть, если новая клеевая композиция будет обладать как минимум схожими прочностными показателями (15 МПа) и значительно меньшим временем отверждения в тонком слое, то, вполне вероятно, она сможет стать лидером среди эпоксидных клеев для древесины на Российском рынке.

*Список источников*

1. Носоновских, К. В. Исследование прочности склеивания массивной древесины клеевой композицией на основе эпоксидной смолы / К. В. Носоновских, М. В. Газеев // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. – 2022. – № 1. – С. 659–653.
2. Мошинский, Л. Эпоксидные смолы и отвердители (структура, свойства, химия и топология отверждения) / Л. Мошинский. – Тель-Авив : Аркадия пресс Лтд, 1995. – 370 с.
3. Ли Х., Невилл К. Справочное руководство по эпоксидным смолам ; перевод с английского / под ред. Н. В. Александрова. – Москва : Энергия, 1973. – 416 с.
4. Пакен, А. М. Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы / Перевод с немецкого П. М. Валецкого [и др.] ; под ред. проф. Л. С. Эфроса. – Ленинград : Госхимиздат, 1962. – 963 с.

Научная статья  
УДК 694.1

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В МАЛОЭТАЖНОМ ДЕРЕВЯННОМ ДОМОСТРОЕНИИ

Людмила Аркадьевна Мирошниченко<sup>1</sup>, Алексей Владимирович  
Мялицин<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> luda\_lisabon@mail.ru

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

**Аннотация.** В конкретной статье приводятся существующие технологии строительства деревянных конструкций с преимуществами и недостатками.

Цель работы – описание каждой технологии деревянного строительства. Результаты могут применяться для разработки конкретного вида технологии.

**Ключевые слова:** деревянное домостроение, строительные конструкции, физико-механические свойства, прочность

Scientific article

## MODERN TRENDS IN LOW-RISE WOODEN HOUSING CONSTRUCTION

Lyudmila A. Miroshnichenko<sup>1</sup>, Alexey V. Mialitsin<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> luda\_lisabon@mail.ru

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

**Abstract.** The article presents existing technologies for the construction of wooden structures, with advantages and disadvantages. The purpose of the work is to describe each wooden construction technology. The results can be applied to the development of a specific type of technology.

**Keywords:** wooden house construction, building structures, physical and mechanical properties, strength

Ежегодно тенденции малоэтажного деревянного домостроения меняются или же дополняются. Благодаря новым технологиям строительства продолжается возведение загородных домов. Особое предпочтение отдается строениям из дерева. При постройке домов применяют различные стили, в том числе характерные для других стран. Выбор дизайна заключается в знакомстве со всевозможными видами конструкций, которые в дальнейшем должны принести комфорт и удовлетворение внутреннего состояния будущим жильцам [1].

Тенденция современного домостроения во всем мире имеет цель повысить качество готовности заводской конструкции. Данный способ дает возможность уменьшить затраты и ускорить процесс строительства на территории, также организовать контроль качества. Дерево является достойным строительным материалом благодаря новейшим методам сушки, обработки и защиты древесины от влияния окружающих факторов [2].

На сегодняшний день в Российской Федерации лишь 10–15 % жилья строится из дерева при огромных запасах древесины. А вот в Финляндии запасов намного меньше, но объем деревянного домостроения превышает 70 %.

При строительстве деревянных конструкций используют различные технологии. Основными технологиями на сегодняшний день являются:

1. Дома из бруса: пиленный (рис. 1), профилированный (рис. 2), клееный (рис. 3) [3].

2. Дома из цельного (рис. 4) и оцилиндрованного бревна (рис. 5) [4].

3. Брус- LVL-laminated Veneer Lumber (рис. 6) (с англ. «пиломатериал из слоеного шпона»). Он изготавливается из тонких листов древесины, которые соединены путем склеивания между собой [5].

4. Каркасные дома скандинавской, канадской технологии и machined house (рис. 7, 8) [6, 7].

5. Дома из CLT-панелей (рис. 9). Они изготавливаются из хвойных и лиственных пород, путем перекрестного склеивания. После высушивания в камере, древесина укладывается и подвергается прессовке [8].

6. Дома из МНМ-панелей (рис. 10) [8].



Рис. 1. Пиленный брус



Рис. 2. Профилированный брус





Рис. 3. Угловое соединение элементов из клееного бруса



Рис. 4. Дом из цельного бревна



Рис. 5. Соединение оцилиндрованных бревен



Рис. 6. Соединение балок из LVL-бруса



Рис. 7. Каркасный дом

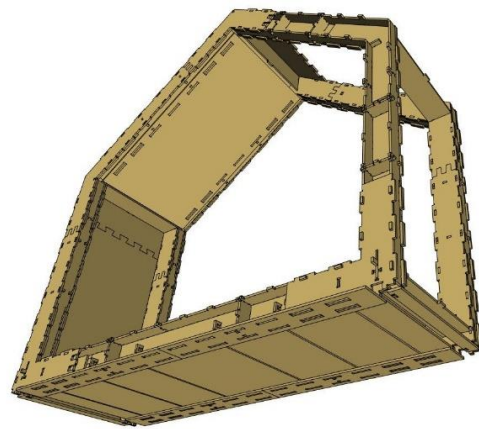


Рис. 8. Элемент дома, собранный по технологии machined house

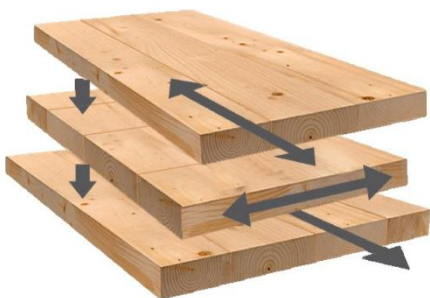


Рис. 9. Конструкция CLT-панели



Рис. 10. Общий вид МИМ-панелей

Преимущества и недостатки каждой из технологий приведены в таблице.

Сравнение технологий деревянного домостроения

Технология	Преимущества	Недостатки
Пиленый брус	Низкая стоимость	Подверженность к короблению, вероятность затекания воды в швы, усадка сруба
Профилированный брус	Защищает от продувания; ровная поверхность, которая не требует чистовой обработки; отличное уплотнение стыков	Высокая стоимость древесины, усадка дома
Клееный брус	Маловероятны искривления бруса при изменении влажности; стены с ровными поверхностями; малая усадка дома	Самая большая стоимость; а также наличие клея, который является синтетическим материалом
LVL-брус	Высокая теплоизоляция, биоустойчивость; горение отсутствует, происходит тление и затухание; обнаружение пороков древесины минимально	Высокая стоимость материала, воздухонепроницаемость, низкая экологичность
Оцилиндрованное бревно	Высокое качество и высокая скорость строительства; низкая стоимость; высокая прочность и жесткость.	Необходимость обрабатывания защитными веществами, иначе может возникнуть коробление, растрескивание и склонность к гниению
Каркасные дома	Продуманность планировки, низкая себестоимость, быстрота возведения и долгий срок эксплуатации	Воспламеняемость, появление грибка и плесени, слабая шумоизоляция, возможность появления грызунов в панелях
Технология machined house	Взаимодействие только одного станка ЧПУ; малая стоимость строительства; быстрое возведение дома; упрощенное строительство; легкая разборка и сборка в любых местах; использование только натуральных материалов; всесезонность строительства	Появление сырости и грибка; легкая воспламеняемость домов; небольшая шумоизоляция и высокая реакция на вибрацию
Дома из CLT-панелей	Высокая пожаростойкость, стены не продуваются ветром, экологичность, низкая теплопроводность	Высокая стоимость, склонность к влажным усадкам
Дома из МНМ -панелей	Экологичность, повышенная сейсмоустойчивость, воздухонепроницаемый материал, защита от воздействия вредных электромагнитных излучений	Привлечение тяжелой техники, низкая огнестойкость

Современные тенденции в малоэтажном деревянном домостроении с каждым годом совершенствуются и дополняются. При построении дома всегда выбирают близкую к себе технологию. Если сравнивать с указанными технологиями построения, можно выбрать наиболее привлекательный вариант – модульное домостроение. Ведь главным преимуществом является быстрота действий, стоимость и экологичность материалов. Возможность возвести дом до 3 этажей. Потребители всегда следят за перспективностью строительства и не оставляют данную тему без внимания.

#### *Список источников*

1. Шетько, С. В. Инновационная технология конструкционных элементов для деревянного домостроения из пиломатериалов низших сортов / С. В. Шетько, Д. Л. Рапинчук // Труды БГТУ. – Минск : БГТУ, 2013. – № 2 (158). – С. 112–113.

2. Ковальчук, Л. М. Технология изготовления и долговечность деревянных конструкций / Л. М. Ковальчук // Известия вузов. Архитектура и строительство. – 1988. – № 8. – С. 22–30.

3. Достоинства и недостатки домов из бруса // Стройка. Ремонт. Быт. Уют : [сайт]. – URL: <https://srbu.ru/stroitelnye-materialy/483-dom-iz-brusa-plyusy-i-minusy.html> (дата обращения: 20.11.2022).

4. Плюсы и минусы дома из оцилиндрованного бревна // Компания «Строй Котедж»: [сайт]. – URL: <https://www.stroy-kotedj.ru/blog/plyusy-i-minusy-doma-iz-otsilindrovannogo-brevna/> (дата обращения: 20.11.2022).

5. Волынский, В. Н. Технология клееных материалов : учебное пособие для вузов / В. Н. Волынский. – 2-е изд., испр. и доп. – Архангельск : Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2003. – 280 с.

6. Скандинавская или канадская технология – в чем разница // Строительный портал «Строит Про» : [сайт]. – URL: <https://dzen.ru/media/id/5d483447d5135c00adbb0325/skandinavskaia-ili-kanadskaia-tehnologija-v-chem-raznica-5d7f4b6374f1bc00ace822b2> (дата обращения: 23.11.2022).

7. Machined HOUSE – дома сделанные машинами // machined HOUSE ДОМА СДЕЛАННЫЕ РОБОТАМИ : [сайт]. – URL: <https://machined.house/%20machined-house> (дата обращения: 24.11.2022).

8. Леонович, О. К. Производство строительных деревянных конструкций повышенной биостойкости для домов каркасного типа / О. К. Леонович, С. П. Судникович // Журнал Актуальные проблемы лесного комплекса. – № 37. – Брянск : БГИТА, 2013. – 26 с.

Научная статья  
УДК 694.1

## ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАРКАСНЫХ ДОМОВ

Людмила Аркадьевна Мирошниченко<sup>1</sup>, Алексей Владимирович  
Мялицин<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> luda\_lisabon@mail.ru

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

**Аннотация.** В конкретной статье приводятся описание технологии производства каркасных домов с использованием оборудования ЧПУ.

Цель работы – анализ технологии деревянного строительства каркасных домов с применением оборудования ЧПУ. Результаты могут применяться для строительства и проектирования каркасных домов.

**Ключевые слова:** деревянное домостроение, строительные конструкции

Scientific article

## DIGITAL PRODUCTION OF FRAME HOUSES

Lyudmila A. Miroshnichenko<sup>1</sup>, Alexey V. Mialitsin<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> luda\_lisabon@mail.ru

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

**Abstract.** A specific article describes the production technology of frame houses using CNC equipment.

The purpose of the work is to analyze the technology of wooden construction of cardboard houses using CNC equipment. The results can be applied to the construction and design of frame houses.

**Keywords:** wooden house construction, building structures

Цифровое производство каркасных домов является будущим индивидуального деревянного домостроения. Каркасные дома являются быстровозводимыми конструкциями. В век современных технологий и больших скоростей нет времени на ошибки и долгострой.

Технология производства домокомплектов с применением оборудования ЧПУ представляет собой традиционную технологию каркасного домостроения, отличающуюся лишь методом производства.

Все элементы каркаса (балки, ригели, стойки, обшивка) получают из листовых материалов (фанера, OSB) на лазерном или фрезерном станке с ЧПУ. Сборка элементов между собой происходит аналогично LEGO.

Проект домокомплекта создается в системах автоматизированного проектирования с использованием BIM-моделирования, что позволяет быстро вносить изменения в проект, оперативно подготовить рабочую документацию для запуска в производство, уменьшить вероятность возникновения ошибок благодаря проверке на коллизии.

Преимущества данной технологии.

1. Скорость монтажа. Все детали, узлы, сборки имеют стандартную конструкцию и легко собираются по готовой инструкции.

2. Возможность индивидуальной сборки. Все элементы конструкции пронумерованы на предприятии, предусмотрена защита от неправильной сборки.

3. Высокая энергоэффективность конструкции. Толщина стены составляет не менее 250 мм. Благодаря высокой точности сопрягаемых деталей исключается возникновение зазоров между силовым каркасом и утеплителем.

4. Качество выпускаемой продукции. Детали изготавливаются на станках ЧПУ, что позволяет исключить «человеческий фактор», снизить себестоимость продукции, увеличить качество деталей. Крепление деталей производится по системе шип-паз. Дополнительно элементы могут быть закреплены при помощи гвоздей или саморезов.

5. Модульность. Технология позволяет производить строительство частями, секционно (рис. 1). Модуль или секцию в любой момент можно присоединить к существующей постройке.

6. Снижение стоимости изготовления. Благодаря высокой прочности фанеры, а также технологичности узлов конструкции возможно использовать минимальное количество деталей для силового каркаса. Благодаря оптимальным размерам деталей минимизировано количество обрезков и отходов.

7. Доставка. Все детали домокомплекта поставляются в разобранном виде и занимают минимальный объем. Перевозка такого комплекта более экономична в сравнении с другими технологиями.

8. Автоматизация процесса проектирования. Модель домокомплекта может быть создана в любой программе по 3D-моделированию. Благодаря этому можно получить более точную рабочую документацию (рис. 2), изменения в которой можно отследить при изменении проекта (планы, разрезы/фасады, 2D-и 3D-виды, спецификации). Такой подход позволяет сократить время разработки проекта и избежать возможных ошибок.

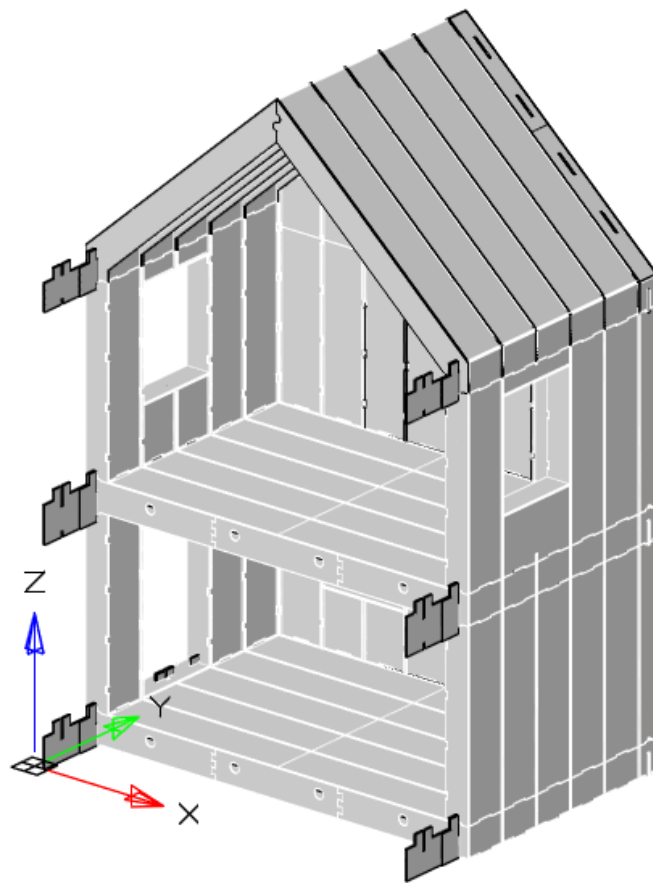


Рис. 1. Общий вид фрагмента дома

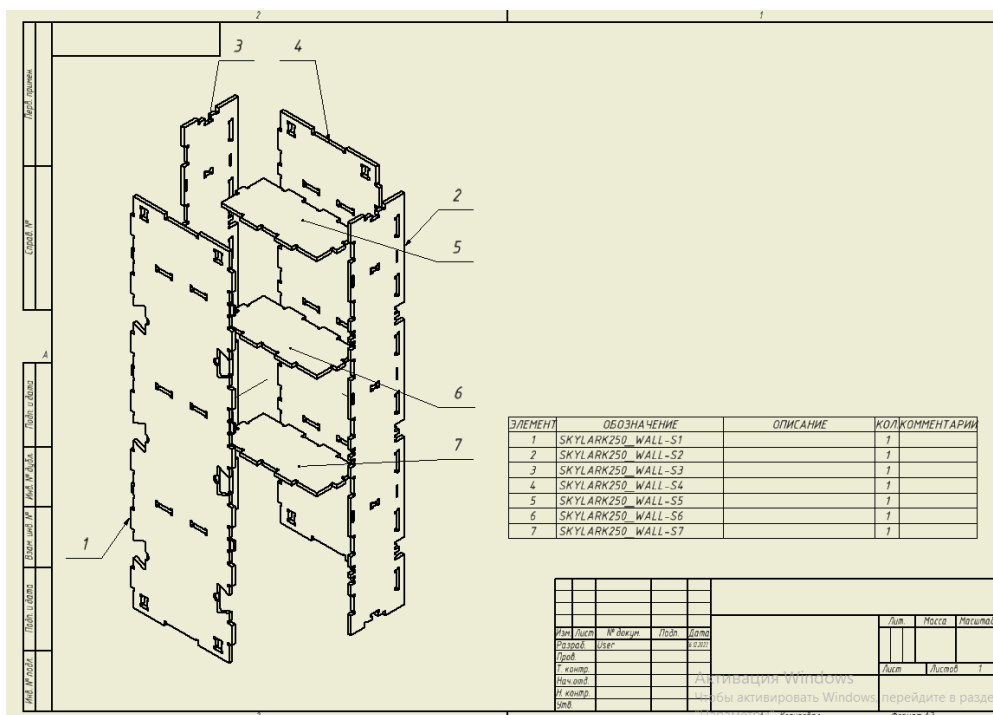


Рис. 2. Схема сборки стены

Недостатки данной технологии:

- 1) высокая стоимость материала;
- 2) необходимость высокоточного технологичного оборудования;
- 3) трудоемкость создания проекта новой модели дома.

Внедрение цифрового производства каркасных домов поможет увеличить производительность труда, уменьшить сроки изготовления домокомплектов. Преимущество получают те компании, которые уже сейчас думают над своей эффективностью, снижают издержки и внедряют современные технологии в производство.

#### *Список источников*

1. WikiHouse // WikiHouse : [сайт.]. – URL: <https://www.wikihouse.cc/> (дата обращения: 24.11.2022).
2. machined HOUSE – ДОМА СДЕЛАННЫЕ РОБОТАМИ // machined house дома сделанные роботами : [сайт.]. – URL: <https://machined.house/%20machined-house> (дата обращения: 24.11.2022).

Научная статья  
УДК 674.02

## РАЗНОЦВЕТНЫЕ РЕЛЬЕФНЫЕ ЩИТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕБЕЛИ

Даниил Викторович Морозов<sup>1</sup>, Елизавета Дмитриевна Никишова<sup>2</sup>,  
Виктор Александрович Романов<sup>3</sup>, Александр Андреевич Лукаш<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Брянский государственный инженерно-технологический  
университет, Брянск, Россия

<sup>1</sup> android2452@gmail.ru

<sup>2</sup> 723567839@mail.ru

<sup>3</sup> vromanov62@mail.ru

<sup>4</sup> mr.luckasch@yandex.ru

*Аннотация.* Мебель, наряду со своим утилитарным назначением, обладает рядом художественных качеств (стилистических, декоративных и т. д.) и поэтому играет важную роль в эстетическом восприятии интерьера. Фасады корпусной мебели определяют дизайн изделия. Качество фасадов во многом влияет на спрос и цену изделия.

*Ключевые слова:* резьба по дереву, ДСП, МДФ

Scientific article

## MULTI-COLORED RELIEF PANELS FOR FURNITURE PRODUCTION

Daniil V. Morozov<sup>1</sup>, Elizaveta D. Nikishova<sup>2</sup>, Viktor A. Romanov<sup>3</sup>, Alexander A. Lukash<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Bryansk State University of Engineering and Technology,  
Bryansk, Russia

<sup>1</sup> android2452@gmail.ru

<sup>2</sup> 723567839@mail.ru

<sup>3</sup> vromanov62@mail.ru

<sup>4</sup> mr.luckasch@yandex.ru

*Abstract.* Along with its utilitarian purpose furniture has a number of artistic qualities (stylistic, decorative, etc.) and therefore plays an important role in the aesthetic perception of the interior. Facades of cabinet furniture determine the design of the product. The quality of facades largely affects the demand and price of the product.

*Keywords:* wood carving, chipboard, MDF



Мебель организует пространство, окружающее человека, создает комфорт и уют для работы и отдыха, влияет на эстетические основы мироздания. При проектировании мебельных изделий необходимо выбрать рациональное расположение элементов секций, выдвижных ящиков, полок, зеркал и других, а также их художественное и архитектурное оформление, резьбу и т. д.

Мебельные фасады – это именно то, что делает мебель привлекательной, придает ее внешнему виду и дизайну завершенность, а также задает основу стиля. Фасады активно используются в мебельной промышленности и пользуются большим спросом у производителей мебели. Внешний вид современных гостиных во многом зависит от мебельных фасадов. Большинство экспертов сходятся во мнении, что именно мебельные фасады задают тон в восприятии конкретного интерьера, поскольку по расположению они занимают всю лицевую панель в корпусной мебели.

Фасады корпусной мебели определяют дизайн изделия. Качество фасадов во многом влияет на спрос и цену изделия. Мебель с плоскими фасадами из ламинированной ДСП, несмотря на низкую цену, вряд ли будет пользоваться большим спросом.

Декорирование мебельных фасадов может осуществляться в двух основных направлениях – создание объемного (рельефного) рисунка и цветное оформление. Чаще всего использовался трехмерный декор.

Резьба по дереву – это сильная техника украшения мебели. Однако на это уходит много времени. Существует довольно известный способ, позволяющий в определенной степени имитировать резьбу и механизировать процесс – это технология горячего тиснения древесины, т. е. прессования или термического формования древесины. Горячее тиснение по дереву может быть использовано для получения объемных декоративных изображений как на плоских, так и на фасонных поверхностях деревянных деталей мебели и других изделий. Тиснение относится к сильным декоративным техникам, поэтому использование рельефных элементов в конкретном изделии требует хорошего вкуса и тщательной дизайнерской проработки как рисунка, так и изделия в целом. Но этот способ декорирования также отнимает много времени.

Самым простым способом декорирования фасадов в 80-х годах прошлого века была установка декоративной разметки. Тиснение древесностружечных плит, облицованных строганым шпоном, несколько улучшило внешний вид. Глубина рельефного рисунка была небольшой – 1–2 мм, поэтому этот метод не получил значительного развития. Наиболее распространенным методом стало изготовление объемных фасадов путем глубокого фрезерования поверхности листа МДФ с последующей его облицовкой пленкой ПВХ в мембранном прессе. Изначально на лицевой

поверхности фасада фрезеруется сложный рисунок фронтального профиля, который максимально имитирует фасадную панель из массива дерева. Пленки ПВХ используются для последующей облицовки. Футеровка осуществляется на мембранно-вакуумном прессе, что позволяет покрывать большие объемы деталей за короткое время. Использование трехмерных фасадов в производстве позволяет изготавливать не только красивую, но и удобную в использовании мебель.

Использование массива дерева при изготовлении фасадов не только увеличивает возможности декорирования, но и приводит к увеличению стоимости изделий.

Существуют также известные методы цветового оформления фасадов. Цветовая отделка фасадов будет способствовать значительному улучшению внешнего вида корпусной мебели. Вы также можете придать изделиям хороший декоративный вид, выбрав материалы. Это может быть строганный шпон или массив дерева с красивой текстурой, сложные виды набора шпона, цветные эмали, перламутровые лаки и т. д. Натуральное дерево особенно высоко ценится в мебели. Текстура древесины зависит от многих факторов, она может иметь самые разнообразные узоры.

Один из старейших и самых известных способов декорирования изделий основан на художественной обработке дерева. При этом используются многие положительные качества этого материала – разнообразие фактур и расцветок, возможность его механической обработки, отделки. В дополнение к фигурному набору облицовок из шпона используются мозаика, резьба, точение, роспись и т. д. В одном изделии можно объединить несколько видов художественной обработки, например, резьбу и роспись, резьбу и декоративную облицовку, токарную обработку и декоративную облицовку и т. д. Художественная обработка дерева – это трудоемкий процесс, связанный с ручным трудом. В прошлом, при индивидуальном и мелкосерийном производстве, это был основной способ украшения деталей домов, мебели, экипажей, сувениров и других изделий. В настоящее время, при высокотехнологизированном массовом производстве, использование художественной обработки ограничено и приемлемо только при изготовлении небольших серий высокохудожественных изделий или единичных экземпляров.

В настоящее время наиболее распространенные мебельные фасады изготавливаются из ДСП, МДФ, массива дерева, с использованием алюминиевых профилей, а также из различных комбинаций этих материалов.

В настоящее время наблюдается тенденция к использованию цветового оформления фасадов. Наиболее распространенный способ изготовления фасадов из ламинированных древесностружечных плит разных цветов.

Не существует способа изготовления фасадов корпусной мебели, который бы одновременно сочетал в себе методы создания рельефа и разноцветного рисунка на лицевой поверхности. Поэтому Александр Андреевич Лукаш разработал способ изготовления облицованного щита с рельефной разноцветной поверхностью\*. Рельеф образован накладкой и облицовочными листами. Сначала на несущую плиту укладывается накладка, толщина и форма которой определяют глубину и форму рельефа на поверхности щита. Кроме того, рисунок облицовки фасада должен быть простым в исполнении. Далее накладка покрывается сверху сплошным листом облицовочного материала, с помощью которого формируется цвет рельефного рисунка. После этого на них укладывают следующий лист облицовочного материала с вырезом по форме, соответствующей форме вагонки, совмещая этот вырез с расположением вагонки. Разноцветная поверхность щита образуется за счет разницы в цвете всего листа и листа с вырезом. Чем больше разница в цвете этих листов, тем лучше будет визуальный эффект. Щит запрессовывается пуансоном с профилем, соответствующим профилю облицовки.

Создание разноцветного объемного рисунка на лицевой поверхности фасада корпусной мебели будет способствовать увеличению спроса на корпусную мебель. При проектировании каждого фасада для конкретного изделия требуется хороший вкус и тщательная дизайнерская проработка как чертежа, так и изделия в целом. Эта технология позволяет расширить стилистическое разнообразие производимой мебели. Изготовление фасадов корпусной мебели с цветным рисунком на лицевой поверхности осуществляется на серийном оборудовании с использованием традиционных клеевых материалов практически без применения больших капитальных затрат. Этот метод также сочетает в себе индивидуальность – рисунок на поверхности может быть выполнен любого вида по желанию потребителя.

---

\* Положительное решение о выдаче патента на полезную модель МПК В27М 3/18 (2010.01). Облицованный щит с рельефной разноцветной поверхностью / А. А. Лукаш. Заявка № 2010122397/15(031830). Дата подачи заявки 01.06.2010.

Научная статья  
УДК 62-1/-9

**АСПИРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ  
ДЛЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

**Илья Евгеньевич Пестов<sup>1</sup>, Сергей Владимирович Щепочкин<sup>2</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

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

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

**Аннотация:** статья посвящена исследованию влияния зависимостей производительности установки, мощности, развиваемой вентилятором, развиваемого напора, КПД аспирационной установки для деревообработки.

**Ключевые слова:** аспирационные системы, вентилятор, деревообработка

Scientific article

**ASPIRATION UNIT FOR THE STUDY OF THE PERFORMANCE  
CHARACTERISTICS OF CENTRIFUGAL FANS FOR  
WOODWORKING INDUSTRIES**

**Ilya E. Pestov<sup>1</sup>, Sergey V. Shchepochkin<sup>2</sup>**

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

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

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

**Abstract.** The article is devoted to the study of the influence of the dependences of the installation performance, the power developed by the fan, the developed pressure, the efficiency of the aspiration unit for woodworking.

**Keywords:** aspiration systems, fan, woodworking

Основными параметрами аспирационных установок, в частности центробежных вентиляторов, являются производительность, т. е. объем отсасываемого воздуха за единицу времени  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ,  $\text{м}^3/\text{мин}$  или  $\text{м}^3/\text{ч}$ ) и развиваемый вентилятором напор  $H$  (Па), мощность, развиваемая вентилятором  $N_{\text{пол}}$  (Вт или кВт), КПД вентилятора. Эти параметры зависят от частоты вращения вентилятора [1].

При проектировании центробежных вентиляторов для деревообрабатывающих станков важно правильно выбрать рабочую частоту вращения рабочего колеса вентилятора. Необходимо обеспечить требуемую производительность, напор, а также максимально возможный КПД.

На кафедре механической обработки древесины УГЛТУ была спроектирована, изготовлена с применением фрезерного станка с ЧПУ экспериментальная установка для исследования основных технологических параметров центробежных вентиляторов для деревообрабатывающих станков.

Схема установки показана на рис. 1, а, 2, а и 2, б – общий вид установки и рабочее колесо установки, соответственно.

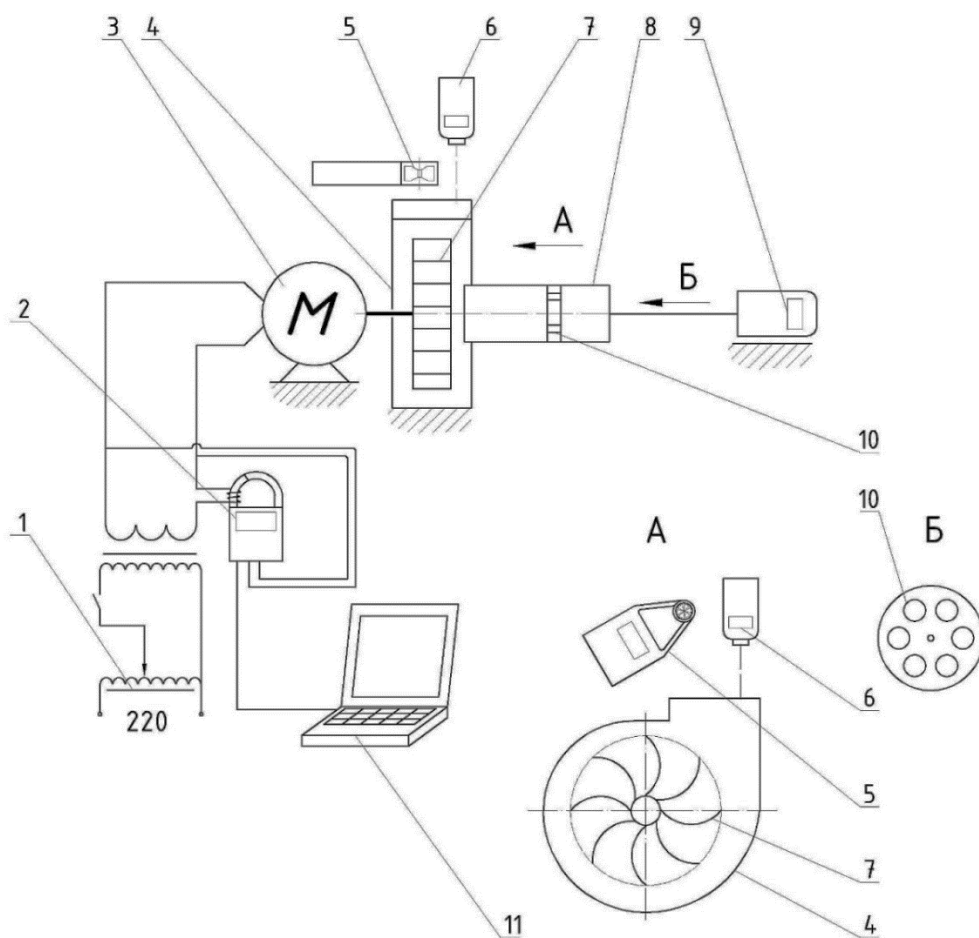
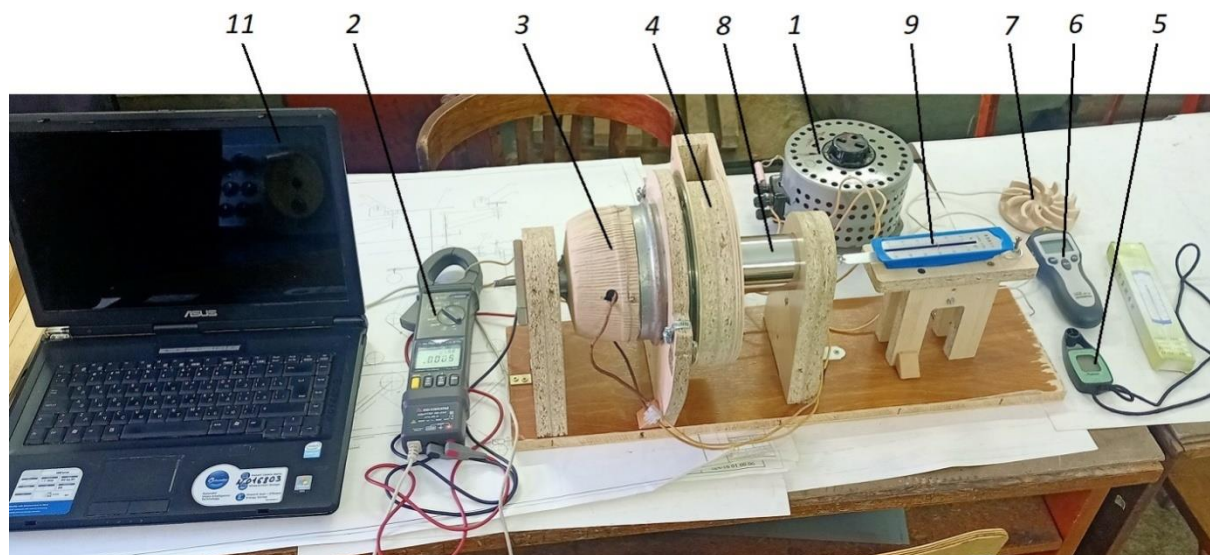


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки

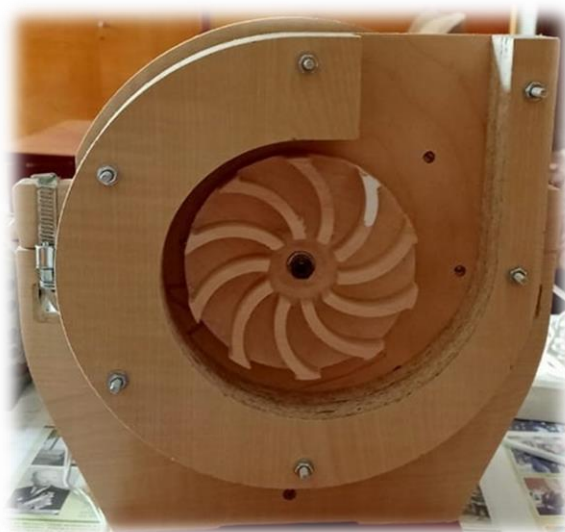
Экспериментальная установка позволит определить зависимости:

- производительности установки ( $Q$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ );
- мощности, развиваемой вентилятором ( $N_{\text{пол}}$ , Вт);
- развиваемого напора ( $H$ , Па);
- КПД установки ( $\eta$ , %);

– от частоты вращения рабочего колеса, а также количества лопастей колеса, так как в существующих методиках выбора количества лопаток рабочего колеса не учтены параметры производительность, и развиваемый вентилятором напор.



а



б

Рис. 2. Экспериментальная установка:  
а – общий вид установки; б – вентилятор в спиральном корпусе

На рис. 1 и 2 показано: 1 – лабораторный автотрансформатор (ЛАТР); 2 – токовые клещи АТК – 21.04 (ваттметр); 3 – электродвигатель (привод вентилятора); 4 – корпус вентилятора; 5 – анемометр; 6 – тахометр АТ-8 (измерение частоты вращения); 7 – рабочее колесо вентилятора; 8 – воздуховод; 9 – динамометр; 10 – специальный клапан (поршень); 11 – персональный компьютер.

Работает установка следующим образом: рабочим элементом аспирационной установки является радиальный (центробежный) пылевой вентилятор, в корпусе 4 (имеет спиральную форму) находится рабочее колесо 7. Рабочее колесо 7 приводится во вращение от электродвигателя 3. Для регулирования частоты вращения к электродвигателю установки был подключен лабораторный автотрансформатор (ЛАТР) 1 [2].

Рабочее колесо установки имеет следующие размеры: наружный диаметр  $D_2 = 100$  мм, внутренний диаметр  $D_1 = 30$  мм, ширина лопаток  $b = 14$  мм. Также конструкция экспериментальной установки предполагает смену рабочих колес с разным числом лопаток  $Z$ , и разной формой рабочего элемента.

В ходе эксперимента измеряются следующие параметры: потребляемая электродвигателем мощность (Вт) – токовые клещи АТК – 2104 (поз. 2, рис. 2, а), подключенные к компьютеру (частота вращения рабочего колеса вентилятора ( $\text{мин}^{-1}$ ) – тахометр АТ–8 (поз. 6, рис. 2, а); скорость воздуха ( $\text{м/с}$ ) – анемометр Skywatch Xplorer 2 (поз. 5, рис. 2, а).

Для определения развиваемого напора во всасывающем воздуховоде 8 размещается специальный клапан (поршень) 10. Определяется сила всасывания во время работы установки механическим пружинным динамометром 9. Специальный клапан (поршень) 10 выполнен в виде цилиндрического диска с шестью отверстиями, через которые проходит воздух.

По результатам измерений вычисляются следующие величины:  
развиваемый напор установки, Па

$$H = \frac{F}{S}, \quad (1)$$

где  $F$  – усилие всасывания клапана (поршня), определяемая по динамометру, Н;

$S$  – площадь сечения клапана (поршня),  $\text{м}^2$ .

Площадь сечения клапана  $S$  (поршня) определяется по формуле

$$S = \frac{\pi D^2}{4} - 6 \frac{\pi d^2}{4}, \quad (2)$$

где  $D = 0,056$  м – диаметр клапана;

$d = 0,012$  м – диаметр отверстия клапана;

$6$  – количество отверстий клапана.

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,056^2}{4} - 6 \frac{3,14 \cdot 0,012^2}{4} = 0,0018 \text{ м}^2.$$

Производительность установки,  $\text{м}^3/\text{с}$  определяется выражением:

$$Q = S_{\text{вых}} \cdot V, \quad (3)$$

где  $V$  – скорость воздуха на выходе,  $\text{м/с}$ .

$S_{\text{вых}}$  – площадь поперечного сечения воздуховода на выходе.

Воздуховод на выходе имеет прямоугольное сечение размером  $60 \times 32$  мм. Таким образом  $S_{\text{вых}} = 0,00192 \text{ м}^2$ .

Мощность, развиваемая вентилятором, Вт, определяется по формуле

$$N_{\text{пол}} = H \cdot Q, \quad (4)$$

$$\text{КПД вентилятора: } \eta = \frac{N_{\text{пол}}}{N} \cdot 100, \% , \quad (5)$$

где  $N$  – потребляемая мощность привода вентилятора, Вт; определяемая в ходе эксперимента при помощи токовых клещей (поз. 2, рис. 1).

Спроектирована и изготовлена экспериментальная установка для исследования основных технологических параметров центробежных вентиляторов для деревообрабатывающих станков.

Экспериментальная установка позволяет проводить опыты, направленные на выявление зависимости

- мощности, развиваемой вентилятором ( $N_{\text{пол}}$ , Вт),
- развиваемого напора ( $H$ , Па),
- КПД установки ( $\eta$ , %)
- производительности ( $Q$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ )
- от частоты вращения рабочего колеса.

#### *Список источников*

1. Щепочкин, С. В. Испытание аспирационных автономных установок для деревообрабатывающих станков : методические указания для лабораторных занятий с обучающимися направления «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» / С. В. Щепочкин. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2019. – 11 с.

2. Глебов, И. Т. Пневмотранспорт деревообрабатывающих предприятий : учебное пособие / И. Т. Глебов, В. И. Сулинов, С. Я. Хакимова. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад.; ООО фирма «ТЕЛСИ», 2000. – 156 с.



Научная статья  
УДК 674.07.

## ФОРМИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛАХ ПОРОШКОВЫМИ КРАСКАМИ

Анастасия Сергеевна Плюснина<sup>1</sup>, Светлана Валентиновна Совина<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> nastya.plyusnina.2016@mail.ru

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

**Аннотация.** Выбор и формирование защитно-декоративного покрытия – одни из основных и завершающих процессов создания изделия. В статье приведен переход на лучшие лакокрасочные композиции, используемые в настоящее время для отделки древесных материалов.

**Ключевые слова:** порошковые краски, сравнение порошковых красок с существующими видами лакокрасочных материалов и обоснование целесообразности перехода, основные показатели и выходные параметры порошкового покрытия

Scientific article

## FORMATION OF COATINGS ON WOOD MATERIALS WITH POWDER PAINTS

Anastasia S. Plyusnina<sup>1</sup>, Svetlana V. Sovina<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> nastya.plyusnina.2016@mail.ru

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

**Abstract.** The selection and formation of a protective and decorative coating is one of the main and final processes of creating a product. The article describes the transition to the best paint compositions currently used for finishing wood materials.

**Keywords:** powder paints, comparison of powder paints with existing types of paint and varnish materials and justification of the feasibility of transition, the main indicators and output parameters of powder coating

Защитно-декоративные покрытия, сформированные жидкими ЛКМ, на сегодняшний день в большей степени уже не удовлетворяют потребностям

лакокрасочного производства. В первую очередь это связано с увеличением времени технологического процесса за счет необходимости нанесения нескольких слоев. Использование жидких лакокрасочных материалов создает дополнительный ряд задач по обеспечению пожарной и санитарной безопасности, очистке промышленных выбросов и предотвращению загрязнения окружающей среды за счет содержания в них органических растворителей. В сравнении, порошковые краски на сегодняшний день представляют один из самых перспективных и безопасных видов лакокрасочной продукции [1].

Для обоснования целесообразности перехода на технологию порошковой окраски необходимо отметить следующие преимущества порошковых красок по сравнению с жидкими лакокрасочными материалами: при нанесении порошковых материалов не образуются дефекты в виде полос и подтеков, которые свойственны жидким ЛКМ; порошковой покраской формируются более прочные покрытия без провисания и просадки по сравнению с обычным окрашиванием; в порошковых композициях отсутствуют растворители, следовательно нет летучих органических соединений, которые токсичны; порошковые краски имеют разнообразную цветовую гамму и степень блеска покрытия; отверждение порошковых красок по времени происходит значительно быстрее, чем жидких аналогов; 60 – 80 мкм за один проход можно нанести порошкового материала – это равносильно распылению трех слоев жидким способом; порошковое покрытие более устойчиво к повреждениям (царапины, сколы), чем обычное окрашивание жидкими аналогами, а также обеспечивает превосходное сохранение цвета, покрытие не выцветает, не блекнет со временем; во время окрашивания при значительном распылении потери жидких лакокрасочных материалов варьируют от 30 до 70 %, порошковые составы имеют гораздо более высокий коэффициент переноса при распылении, их потери могут составлять менее 5 %; порошок можно использоваться повторно, так как он представляет собой фракционный состав (частицы), которые не смешиваются между собой; порошковая краска имеет длительный срок эксплуатации, так как при нагреве в печи на выходе получается твердое полимерное покрытие [2].

Для подтверждения целесообразности использования порошковых материалов в магистерской диссертации были проведены исследования по формированию защитно-декоративного покрытия на основе эпоксидно-полиэфирной порошковой краски производителя AkzoNobel марки Interpon 700LB Fine Texture. Подложкой были взяты МДФ фасады с шероховатостью поверхности 16 мкм. Среди характеристик порошковых красок, которые определяют условия формирования покрытия и защитно-декоративные свойства покрытий, в том числе для отделки изделий из древесных материалов, одним из наиболее значимых показателей выступает дисперсность порошка. При проведении экспериментов применялись

порошки с диаметром частиц до 100 мкм, это позволило наносить порошковую краску электростатическим распылением и не использовать специальные аппараты кипящего слоя. Одним из выходных параметров являлась прочность при ударе защитно-декоративного покрытия как необходимое условие его качества.

На основании проведенной статистической обработки экспериментальных данных было получено уравнение регрессии второго порядка, которое адекватно описывает процесс, происходящий в пленке.

Математическая модель имеет следующий вид:

$$Y_1 = 0,04 + 0,0022x_1 + 0,0006x_2 + 0,0004x_2^2 + 0,0002x_1x_2, \quad (1)$$

где  $x_1$  – температура плавления (100; 120; 140 °С);

$x_2$  – время выдержки при температуре (4; 6; 8 мин.);

$Y_1$  – прочность порошковой пленки при ударе, Па·м.

По полученным результатам экспериментальных данных была построена графическая зависимость изменения прочности порошкового эпоксидно-полиэфирного покрытия при ударе от двух переменных факторов (рис. 1).



Рис. 1. Зависимость прочности при ударе для эпоксидно-полиэфирного порошкового покрытия при различном времени отверждения.

Ряды 1, 2, 3 – 4, 6, 8 минут, соответственно

Исследования показали:

1. При увеличении температуры от 100 до 140 °С происходит увеличение прочности покрытия от 0,04 до 0,045 Па·м. Это обусловлено

тем, что при увеличении температуры частицы порошка лучше и крепче сплавляются друг с другом и, как следствие, увеличивается прочность покрытия при ударе.

2. Время выдержки также влияет на прочность покрытия при ударе. При четырех минутах прочность покрытия наблюдается от 0,04 до 0,044 Па·м, при шести – от 0,04 до 0,045 Па·м, при восьми – от 0,041 до 0,045 Па·м. При увеличении времени отверждения частицы сплавляются и образуют армирующий слой, воздух, находившийся в слое порошкового материала полностью удаляется, соответственно покрытие получается прочным.

3. Ударная прочность порошкового эпоксидно-полиэфирного покрытия изменяется равномерно и незначительно при изменении температуры. От 100 °С до 120 °С прочность покрытия меняется с 0,04 до 0,041 Па·м при четырех минутах, с 0,04 до 0,042 Па·м при шести минутах и с 0,041 до 0,043 Па·м при восьми минутах. После 120 °С происходит также равномерное увеличение твердости покрытия с 0,041 до 0,44 Па·м при четырех минутах, с 0,042 до 0,045 Па·м при шести минутах и с 0,43 до 0,45 Па·м при восьми минутах.

Еще одним рассматриваемым выходным параметром являлось влагопоглощение эпоксидно-полиэфирного порошкового покрытия как условие определяющее защитное свойство пленки от проникновения и попадания, воды на нее.

На основании проведенной статистической обработки экспериментальных данных, было получено уравнение регрессии второго порядка, адекватно описывающее процесс.

Математическая модель имеет следующий вид:

$$Y_2 = 0,052 - 0,003x_1 - 0,001x_2 - 0,001x_1^2 + 0,002x_2^2, \quad (2)$$

где  $x_1$  – температура плавления (100; 120; 140 °С);

$x_2$  – время выдержки при температуре (4; 6; 8 мин.);

$Y_2$  – влагопоглощение покрытия, %.

По полученным результатам экспериментальных данных была построена графическая зависимость изменения влагопоглощения порошкового эпоксидно-полиэфирного покрытия от двух переменных факторов (рис. 2).

Исследования показали:

1. При увеличении температуры от 100 до 140 °С происходит увеличение влагопоглощения эпоксидно-полиэфирного покрытия от 0,058 до 0,049 %. Это обусловлено тем, что при увеличении температуры частицы порошка лучше накладываются друг на друга, образуя армирующий слой, который препятствует проникновению воды.

2. Время выдержки также влияет на влагопоглощение эпоксидно-полиэфирного порошкового покрытия. При четырех минутах влагопоглощение покрытия – от 0,058 до 0,052 %, при шести – от 0,057 до

0,051 %, при восьми – от 0,055 до 0,049 %. Изменение данных показателей обусловлено тем, что при увеличении времени выдержки частицы порошка полностью расплавляются.

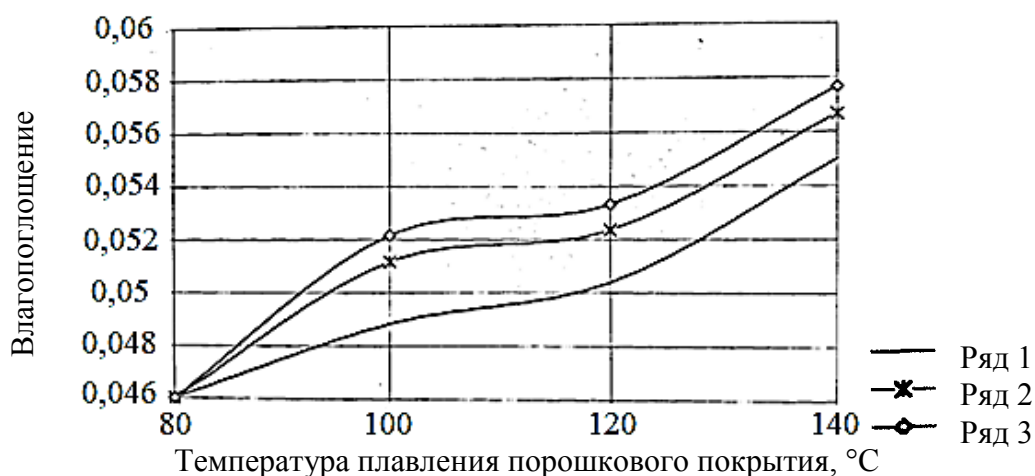


Рис. 2. Зависимость влагопоглощения от температуры плавления эпоксидно-полиэфирного порошкового покрытия при различном времени отверждения  
Ряды 1, 2, 3 – 4, 6, 8 минут, соответственно

3. При температуре от 100°C до 120 °C влагопоглощение эпоксидно-полиэфирного порошкового покрытия меняется незначительно с 0,049 до 0,050 % при четырех минутах, с 0,051 до 0,052 % при шести минутах и с 0,052 до 0,053 % при восьми минутах. После увеличения температуры от 120°C до 140°C наблюдается резкое увеличение влагопоглощения покрытия с 0,05 до 0,055 % при четырех минутах, с 0,052 до 0,057 % при шести минутах и с 0,053 до 0,058 % при восьми минутах.

Вывод: покрытие на основе эпоксидно-полиэфирной порошковой краски имеет высокие защитно-декоративные свойства, а технологический процесс значительно сокращается в сравнении с технологией формирования пленки на основе традиционных жидких лакокрасочных материалов.

#### Список источников

1. Фомин, Г. С. Лакокрасочные материалы и покрытия. Энциклопедия международных стандартов / Г. С. Фомин. – Москва : Изд.стандартов, 1998. – 576 с.
2. Яковлев, А. Д. Порошковые краски : учебник / А. Д. Яковлев. – Москва : Химия, 1987. – 217 с.

Научная статья  
УДК 630.6

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

Татьяна Сергеевна Сергеева<sup>1</sup>, Андрей Вениаминович Мехренцев<sup>2</sup>,  
Софья Александровна Григорьева<sup>3</sup>

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

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

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

<sup>3</sup> Sonyagrigoreva17@gmail.com

**Аннотация:** В статье рассмотрены методы экспертных оценок, их классификация, методика применения, последовательность работы экспертов-специалистов и обработка. На основе полученных результатов сделаны выводы о возможности применения определенных экспертных мнений в проведении, оценке эффективности технологических процессов при изготовлении изделий деревянного домостроения.

**Ключевые слова:** технологии деревянного домостроения, экспертная оценка, методы оценки, ранжирование, отбор экспертов

Scientific article

## COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR EXPERT EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF WOODEN HOUSE-BUILDING

Tatiana S. Sergeeva<sup>1</sup>, Andrey V. Mehrentsev<sup>2</sup>, Sofia A. Grigorieva<sup>3</sup>

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

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

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

<sup>3</sup> Sonyagrigoreva17@gmail.com

**Abstract.** The article discusses the methods of expert assessments, their classification, application methodology, the sequence of work of experts and the processing of expert assessments. Based on the results of the expert assessment, conclusions were drawn about the possibility of using certain expert opinions in

assessing the effectiveness of technological processes in the manufacture of wooden housing construction products.

**Keywords:** technologies of wooden housing construction, expert evaluation, evaluation methods, ranking, selection of experts

Современное развитие рынка деревянного домостроения определяется разнообразными факторами. Управление этими факторами зачастую требует решения различных технических проблем. Особое место в этом может занять современная процедура проведения маркетинговых исследований и исследований эффективности технологических процессов. Малоэтажное жилищное строительство является специфической сферой деятельности, на которую влияет как состояние технологических процессов, так и мнение потребителей продукции, при этом следует выделять исторические традиции жителей регионов, требование населения обеспечить более комфортные условия проживания, стоимостная оценка, обеспечивающая покупательную способность жителей при сохранении требуемого качества [1].

Продукция деревянного домостроения как промышленной отрасли лесного сектора экономики конкурентоспособна по сравнению с другими типами домостроения в сегменте малоэтажного строительства и превосходит кирпичные дома и дома из железобетона по ряду показателей, в том числе по критериям энергоэффективности и экологичности. Доля российского деревянного домостроения в 2016 г. В общем объеме возводимого жилья составляла около 10 %, тогда как в странах Северной Европы она достигает 70 %, а в Соединенных Штатах Америки – 45 % [2].

Основной проблемой, отрицательно влияющей на развитие деревянного домостроения в России, является отсутствие современных домостроительных технологий, адаптированных к запросам российских потребителей. Также барьером для динамичного развития деревянного домостроения является наличие большой доли (более 50 %) так называемого «серого», рынка услуг, часто предлагающего некачественное и небезопасное жилье. Услугами «серого» рынка население пользуется вынужденно, в основном из-за отсутствия доступного кредитования.

В то же время на мировом рынке деревянного домостроения появляются новые технологии на основе клееных стеновых панелей с применением современных экологичных утеплителей. При этом параллельно развивается современная инженерия, управляющая процессом эксплуатации деревянного дома, обеспечивая его энергоэффективность и комфорт для проживающих. Деревянные дома оснащаются современными светоотражающими столярными конструкциями, системами рециркуляции воздуха, системами энергообеспечения с применением современных видов нормированного биотоплива, солнечными батареями

и пр. Современный деревянный дом – это настоящий «умный дом», оснащенный самыми современными гаджетами. С учетом примерно схожих критериев оценки характеристик современного дома потребителями в Европе и в России российским производителям следует учитывать эти элементы, делающие деревянное домостроение наиболее привлекательным как на внешнем, так и на внутреннем рынках.

Условия рыночной экономики требуют устойчивое, оперативное удовлетворение потребительского спроса, на который не влияет государственное регулирование, но который постоянно формируется такими факторами, как платежеспособность населения, и их предпочтения. Системное изучение этих факторов является важнейшим условием, обеспечивающим устойчивость производства, является обязательным аспектом эффективного производственного менеджмента [3].

Метод экспертного анализа включает в себя выбор способа организации работы с экспертами и методики обработки экспертных заключений. Уровень решаемых аналитических задач требует для включения в экспертные группы специалистов определенного профиля, при этом информация, полученная от таких специалистов, должна быть подвергнута аналитическому анализу, после чего ее можно будет использовать в управлении производством.

### **Область применения экспертных методов**

Наиболее широко распространенные задачи экспертной оценки включают в себя:

- формулировку целей и тактики организации хозяйственной деятельности производства в краткосрочной и среднесрочной перспективе;
- выявление проблемных узловых точек производственно-экономической деятельности предприятия;
- выполнение оценки персональных предпочтений экспертов и определение альтернативных способов решения проблемных вопросов;
- ранжирование наиболее важных факторов, влияющих на эффективность работы предприятия на основании сформулированных критериев.

### **Подбор специалистов**

Выбор специалистов для экспертного анализа основывается на определенных требованиях. Их можно сгруппировать следующим образом: наличие способности в области принятия решений; способность находить нетривиальные решения; отсутствие персональной заинтересованности; отсутствие способности поддаваться влиянию других мнений; склонность к командной работе. Количество специалистов в экспертной группе определяется важностью решаемой проблемы, наличием имеющихся возможностей и другими факторами.



Выбор конкретного специалиста основывается на анализе качества каждого из предложенных специалистов. Необходимо предусмотреть следующие мероприятия и действия:

- выбрать его квалификационный уровень;
- получить от экспертов информацию, которая может удовлетворить интерес аналитиков;
- сформулировать способы обработки информации, полученной от экспертов;
- обработать результаты экспертной оценки и соответствующим образом проанализировать результаты для выработки организационно-технологических мероприятий [4].

### **Методы экспертного анализа**

Метод индивидуальной аналитической оценки – это самостоятельная работа специалистов по анализу тенденций, оценке состояния и методов развития объектов.

Коллективный метод (оптимальное количество экспертов в группе – 8–12 человек). Метод коллективной экспертной оценки определяет перспективы развития объекта, оценивает важность проблемы и при общих условиях наиболее вероятные и желательные альтернативные результаты: сужение сферы оценки, отбор общих мнений.

Коллективный метод может быть реализован в следующих форматах: метод комитета (совещания); круглый стол; судебный метод, метод инверсии, методы эмпатии, методы синектики, метод важных вопросов, метод мозгового штурма, метод Delphi, метод сценария.

В большинстве случаев в практике применения экспертных мнений в оценке организационных систем используется инструмент анкетирования, который позволяет специалистам собирать мнения с меньшими затратами.

### **Методы анализа результатов экспертных оценок**

При необходимости анализа хозяйственной деятельности предприятий применяют: метод контрольных вопросов; GAP-анализ; SWOT-анализ; ФСА анализ.

**Заключение.** В производстве деревянного домостроения одним из ключевых факторов является показатель эффективности технологических процессов производства. Для проведения анализа оценки этого показателя считаем рациональным применить метод Delphi для сбора информации и GAP-метод для обработки и анализа собранных данных. Метод Delphi является объединяющим две формы экспертных оценок методом, позволяющим проводить коллективный опрос анонимно, что позволяет не учитывать фактор влияния подавляющих авторитетов в экспертной группе. GAP-метод является инструментом для работы аналитиков при решении

производственных проблем путем анализа экспертных мнений, а также для его визуализации.

*Список источников*

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573658653?marker=65A0IQ> (дата обращения: 17.10.2022)

2. Коваль, А. О. 164 Ползуновский альманах / А. О. Коваль, С. В. Дугнист. – 2009. – Т. 2, № 3.

3. Решения проблем деревянного домостроения // ЛЕСПРОМИНФОРМ : офиц. сайт. – URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=3282> (дата обращения: 17.10.2022)

4. Системы, методы и инструменты менеджмента качества / М. М. Кане, Б. В. Иванов, В. Н. Корешков, А. Г. Схиртладзе. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2012. – 576 с.

5. Новикова, К. В. Современные тенденции и особенности государственного регулирования лесопромышленного комплекса / К. В. Новикова, А. А. Киселева // Концепт: научно-методического электронного журнал. – 2014. – № 11. – С. 66–70.

Научная статья  
УДК 674.093

## КЛЕЕВЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФАНЕРЫ И ФАНЕРНЫХ ПЛИТ

Анастасия Николаевна Солдатова<sup>1</sup>, Светлана Валентиновна Совина<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> ps.niknik@mail.ru

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

**Аннотация.** Объемы производства фанеры в России заметно увеличиваются. Флагманом фанерного производства нашей страны сегодня выступает ГП «СВЕЗА».

**Ключевые слова:** деревянные клееные материалы, фанерные плиты, фанера, клеевые системы

Scientific article

## ADHESIVE SYSTEMS FOR THE PRODUCTION OF PLYWOOD AND PLYWOOD BOARDS

Anastasia N. Soldatova, Svetlana V. Sovina

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

<sup>1</sup> ps.niknik@mail.ru

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

**Abstract.** The volume of plywood production in Russia is noticeably increasing. The flagship of the plywood production of our country today is the State Enterprise “SVEZA”.

**Keywords:** wooden glued materials, plywood boards, plywood, adhesive systems

Объемы производства фанеры в России заметно увеличиваются. Флагманом фанерного производства в настоящее время является группа предприятий «СВЕЗА» [1].

Ассортимент продукции ГП «СВЕЗА» разнообразен, влияние на марку и сортность оказывает толщина шпона, количество склеенных листов, наличие или отсутствие верхнего ламинированного покрытия и т. д.

Одной из важнейших характеристик листовой фанеры и большеформатных фанерных плит является устойчивость к воздействию влаги, что особенно актуально для материалов, применяемых в строительных конструкциях.

Различают два показателя: водостойкость и влагостойкость. Под водостойкостью понимают свойство фанеры не терять своей работоспособности при воздействии на поверхность фанерного изделия воды.

Влагостойкость предусматривает отсутствие каких-либо искажений формы и целостности при попеременном увлажнении и просушивании изделия из фанеры в течение определенного количества циклов.

Термин «влагостойкая фанера» присутствует в технических условиях на выпускаемую продукцию ГП «СВЕЗА». Большое значение на повышение влагостойкости фанеры и фанерных плит оказывают применяемые клеевые системы и их модификация.

В настоящее время на предприятиях ГП «СВЕЗА» используются отечественные и зарубежные клеи на основе фенолформальдегидной смолы (фанера марки ФСФ) и карбамидоформальдегидной смолы (фанера ФК).

Сухой остаток клеев на основе фенолформальдегидной смолы составляет не менее 50 %, количество свободного фенола – менее 0,10 %, относительная плотность 1,2 г/см<sup>3</sup>. Время окончания процесса желатинизации составляет до 70 мин при температуре 125 °С. Фанерные плиты марки ФСФ можно эксплуатировать в атмосферных условиях, например, в строительных конструкциях [2].

На предприятиях ГП «СВЕЗА» предлагается заменить фенолформальдегидную смолу СФЖ-3013 на смолу марки СФЖ-3014 (ГОСТ 20907–2016). Техническая характеристика клеевых материалов представлена в таблице.

Сравнительная характеристика смол СФЖ-3013 и СФЖ-3014

Показатель	СФЖ-3013	СФЖ-3014
Внешний вид	Однородная жидкость от красновато-коричневого до темно-вишневого цвета, в пределах партии одного цвета, без механических примесей	
Массовая доля, %		
– сухого остатка	39–43	46–52
– свободного фенола, не более	0,18	0,10
– свободного формальдегида, не более	0,18	0,10
Предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры после кипячения в воде в течение 1 ч, МПа, не менее	1,37	1,47

Клеевой материал СФЖ-3014 выпускается большей концентрации, что позволяет снизить ее содержание в клеевой системе на 15 %, при этом качество склеивания слоев фанерных плит (особенно большеформатных) заметно улучшается, что подтверждается проведенным классическим экспериментом на производственной площадке предприятия НАО «СВЕЗА Верхняя Синячиха». Количество склеенной фанерной плиты – 6 штук. При замене смол СФЖ-3013 на СФЖ-3014 внешний вид фанерной плиты остается тот же (рисунок)



Внешний вид фанерной плиты с использованием  
клея на основе СФЖ-3014

При использовании клеевых систем на основе карбамидоформальдегидной смолы получают фанеру марки ФК. Влагостойкость фанеры марки ФК невысокая, поэтому материал применяется для интерьерной отделки внутри помещения [2].

Анализ литературных источников и производственный опыт фанерного предприятия НАО «СВЕЗА Верхняя Синячиха» показал, что некоторое снижение вредного для здоровья формальдегида достигается за счет добавления модифицирующей добавки в виде технического аэросила (ГОСТ 14922–77) в карбамидоформальдегидную смолу.

Введение в состав технического аэросила в количестве от 5 до 10 мас. ч увеличивает количество молекулярных связей во внутренней структуре основного полимера, при этом повышаются физико-механические показатели, в том числе влагостойкость фанерных плит.

Кроме того, аэросил технический ускоряет процесс отверждения клея, улучшается технологичность использования за счет сокращения времени отверждения приблизительно на 25 %. Влагостойкость фанеры остается на высоком уровне.

Модифицирующая добавка аэросил технический рекомендуется к внедрению на предприятии НАО «СВЕЗА Верхняя Синячиха» с целью повышения технологичности и экологичности выпускаемой продукции.

*Список источников*

1. Дмитриева, Е. И. Новые технологии на фанерном производстве России / Е. И. Дмитриева // Журнал ЛесОнлайн.RU. – 2018. – № 10. – С. 40–42.
2. Волков, А. В. Справочник фанерщика : учебник / А. В. Волков. – Москва : Изд-во Политехнического университета, 2010. – 280 с.

Научная статья  
УДК 674.04+ 674.07

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СПОСОБОВ И ПРИЕМОВ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ НИЗКОЛИКВИДНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Наталья Александровна Тарбеева<sup>1</sup>, Ольга Анатольевна Рублева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Вятский государственный университет, Киров, Россия

<sup>1</sup> nataly.ntar534@yandex.ru

<sup>2</sup> olga\_ru@vyatsu.ru

*Аннотация.* При изготовлении облицовочных изделий из низколиквидной древесины необходимо улучшение ее физико-механических свойств. В статье представлена систематизация способов и приемов улучшения эстетических и физико-механических свойств древесного сырья, позволяющая сделать обоснованный выбор их оптимальной комбинации для изготовления облицовочных изделий (декорирование, модифицирование, отделка).

*Ключевые слова:* низколиквидная древесина, декорирование, модифицирование, облицовочные изделия

Scientific article

## SYSTEMATIZATION OF WAYS AND TECHNIQUES FOR IMPROVING THE PROPERTIES OF LOW-LIQUID WOOD FOR THE MANUFACTURE OF FACING PRODUCTS

Natalya A. Tarbeeva<sup>1</sup>, Olga A. Rubleva<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Vyatka State University, Kirov, Russia

<sup>1</sup> nataly.ntar534@yandex.ru

<sup>2</sup> olga\_ru@vyatsu.ru

*Abstract.* In the manufacture of facing products from low-liquid wood, it is necessary to improve its physical and mechanical properties. The article presents a systematization of ways for improving the aesthetic, physical-mechanical properties of wood raw materials, which makes it possible to make a reasonable choice of their optimal combination for the manufacture of facing products (decoration, modification of finishing).

*Keywords:* low-liquid wood, decoration, modification, facing products

*Введение.* Облицовочные изделия из древесины для отделки интерьеров широко востребованы благодаря их уникальному внешнему виду, экологичности и высоким прочностным свойствам [1]. Изготовление облицовочных изделий в большинстве случаев ресурсозатратно по причине использования дефицитного твердолиственного сырья [2]. Применение альтернативных видов древесных ресурсов для производства облицовочных изделий, например, низколиквидной древесины, ограничено ввиду ее низких эстетических и физико-механических свойств. Для обеспечения возможности изготовления облицовочных изделий из низколиквидной древесины необходимо улучшение ее эксплуатационных характеристик.

С целью улучшения свойств древесины (повышение декоративности, прочности и твердости, увеличение срока службы и т. п.) разработано большое количество технологических способов и приемов [3–8]. Выбор конкретного способа обуславливается прежде всего требованиями, предъявляемыми к готовой продукции. К облицовочным изделиям предъявляются требования по показателям эстетичности, твердости, влагостойкости, а также стабильности формы и размеров деталей [9]. В этой связи целью данной работы является систематизация способов и приемов улучшения эстетических и физико-механических свойств низколиквидной древесины для изготовления из нее облицовочных изделий.

*Материалы и методы.* Настоящее исследование основано на обзоре различных способов и приемов изменения физико-механических свойств древесины. Информационную базу исследования составили научно-техническая и учебно-методическая литература, научные публикации, материалы конференций и патентная информация.

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

Внешний вид продукции из древесины определяется эстетическими свойствами используемого сырья. Изготавливать облицовочные изделия, обладающие высокими эстетическими свойствами, можно двумя способами:

- 1) выбором заготовок из пород, обладающих более красивой и благородной текстурой, преимущественно тангенциального распила;
- 2) применением технологий декорирования и отделки древесины. При использовании низколиквидной древесины особую роль играют технологии декорирования и отделки. Это могут быть фрезерование и прессование рельефов на поверхности, браширование, облицовывание листовыми материалами, нанесение защитно-декоративных покрытий, роспись и т. п. [7, 8]. Обобщенно данная информация приведена в таблице.

Для обеспечения долговечности облицовочных изделий, сохранения их первоначального внешнего вида в процессе эксплуатации необходимым условием является их повышенная поверхностная твердость. Твердость древесины зависит от ее структуры. При изготовлении изделий из более плотной древесины удастся добиться более высоких значений твердости.



Например, у хвойных пород повышенной твердостью обладают заготовки, выпиленные из комлевой части ствола на середине его радиуса [10]. Большое содержание поздних трахеид в этой зоне дает более плотную структуру материала и, соответственно, повышенную твердость. Искусственно обеспечить более плотную структуру низколиквидной древесины можно за счет технологий модифицирования, например пропитки, прессования, облучения [4–6], (строка 2 таблицы). Для изготовления экологичных облицовочных изделий приоритет должны иметь экологически безопасные способы модифицирования, например, прессование.

Способы и приемы, обеспечивающие высокие эстетические и физико-механические свойства древесины

Требования к физико-механическим свойствам	Направления изменения строения и структуры заготовок из древесины, свойств их поверхности	Предлагаемые способы и технологические приемы
Высокие эстетические свойства	Изменение цвета, блеска, текстуры и фактуры древесины	Выбор заготовок тангенциального распила; декорирование и отделка
Высокая твердость поверхности древесины	Повышение содержания поздних трахеид	Выбор заготовок смешанного и тангенциального распила из комлевой части ствола
	Уплотнение структуры материала	Модифицирование (прессование, пропитка, облучение)
Влагостойкость древесины	Понижение содержания гемицеллюлоз	Естественное старение; термическая обработка; химическая обработка
Водостойкость древесины	Закрытие пор поверхностных слоев; уплотнение структуры материала	Формирование на поверхности защитно-декоративного покрытия; модифицирование (прессование, пропитка термическая обработка)
Стабильность формы и размеров деталей	Уплотнение структуры материала	Модифицирование
	Закрытие пор поверхностных слоев	Формирование защитно-декоративного покрытия

При эксплуатации облицовочных изделий происходит их взаимодействие с влажным воздухом и капельно-жидкой влагой (в процессе уборки). Проникновение влаги внутрь древесины за счет водо- и влагопоглощения приводит не только к изменению размеров и формы изделий, но и снижению физико-механических свойств. Известно, что основные составляющие клеточных стенок (целлюлоза, гемицеллюлозы и лигнин) сорбируют влагу в разной степени [10]. Большой сорбционной способностью обладают гемицеллюлозы. Уменьшение содержания

гемицеллюлоз способствует снижению влагопоглощения. Достичь снижения влагопоглощения можно за счет естественного старения, термической или химической обработки (строка 3 таблицы). Способность водопоглощения древесины зависит от ее пористости. Снизить водопоглощение древесины можно путем закупоривания пор поверхностных слоев и сокращения пористости материала, что достигается различными способами: нанесением защитно-декоративных покрытий, пропиткой, прессованием, термической обработкой и другими видами модифицирования (строка 4 таблицы).

Для обеспечения стабильности формы и размеров облицовочных изделий необходимо исключить колебания влажности древесины, так как изменение содержания связанной влаги приводит к изменениям толщины клеточных стенок и соответственно, размеров заготовок. Кроме того, при неравномерном распределении влажности по объему заготовок возникают внутренние напряжения, приводящие к короблению заготовок и появлению в них трещин. В связи с этим необходимым условием обеспечения стабильности формы и размеров изделий являются снижение пористости и поглощающей способности древесины, что может быть достигнуто за счет закупоривания пор поверхностных слоев древесины и уплотнения структуры материала (строка 5 таблицы). Этой цели служат технологии отделки, пропитки и модифицирования, в том числе прессования и термической обработки.

*Выводы.* Для изготовления высококачественных облицовочных изделий из низколиквидной древесины необходимо улучшение эстетических и физико-механических свойств сырья. Улучшения эстетических характеристик сырья можно добиться за счет технологий декорирования и отделки. Для повышения твердости, влаго- и водостойкости изделий и обеспечения стабильности их размеров и формы рекомендуется применять модифицирование и нанесение защитно-декоративного покрытия. Для комплексного улучшения свойств низколиквидного древесного сырья необходима многоступенчатая обработка, включающая декорирование, модифицирование и отделку.

#### *Список источников*

1. Лукаш, А. А. Теоретические основы получения импортозамещающих конкурентоспособных строительных материалов из древесины с улучшенными эксплуатационными характеристиками / А. А. Лукаш, Н. П. Лукутцова // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. – 2015. – № 2. – С. 45–49.
2. Лукаш, А. А. Дифференцирование способов переработки древесины с ядровой гнилью / А. А. Лукаш, Н. П. Лукутцова // Известия ВУЗов. Лесной журнал. – 2017. – №3 (357). – С. 143–151.

3. Никишов, В. Д. Комплексное использование древесин: учебник для вузов / В. Д. Никишов. – Москва : Лесная промышленность. – 1985. – 264 с.
4. Шейкман, Д. В. Технология модифицирования древесины мягких лиственных пород и березы для напольных покрытий: дис. ... канд. техн. наук / Д. В. Шейкман : 05.21.05. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2017. – 207 с.
5. Хухрянский, П. Н. Прессование древесины / П. Н. Хухрянский. – Москва : Лесная промышленность. – 2-е изд., испр. и доп. – 1964. – 61 с.
6. Кошелева, Н. А., Исследование процесса пропитки полимерами при модификации малоценных пород древесины / Н. А. Кошелева, Д. В. Шейкман // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – № 14. – С. 126–130.
7. Декорирование элементов мебели и столярно-строительных изделий методом тиснения текстуры древесины и имитацией резьбы / А. А. Барташевич, Л. В. Игнатович, С. В. Шетько [и др.] // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2018. – № 2 (210). – С.197–203.
8. Орлова, Ю. Д. Отделка изделий из древесины / Ю. Д. Орлова. – Москва : Высшая школа, 1968. – 276 с.
9. ГОСТ 4.223–83. Система показателей качества продукции. Строительство. Изделия паркетные. Номенклатура показателей. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 8 с.
10. Уголев, Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения : учебник / Б. Н. Уголев. – Москва : МГУЛ, 2007. – 352 с.

Научная статья  
УДК 674.093:658

## ОБЗОР КРУГЛОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН И БРУСЬЕВ

**Александр Викторович Чуваков<sup>1</sup>, Ирина Валерьевна Яцун<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> kristolino1995@yandex.ru

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

*Аннотация.* В статье приведен обзор круглопильных станков, применяемых для распиловки бревен и брусьев. Приведена их классификация по технологическому признаку, применяемому подающему механизму и по конструкционным особенностям. Рассмотрены причины возникновения «ступеньки» на пласти доски, ухудшающей геометрию и качество получаемой пилопродукции при двухвальном пилении на многопильных станках.

*Ключевые слова:* круглопильные станки для раскроя бревен и брусьев, двухвальные круглопильные станки, головное оборудование для раскроя бревен, типы многопильных круглопильных станков, бревнопильное оборудование

Scientific article

## OVERVIEW OF CIRCULAR SAWING MACHINES FOR SAWING LOGS AND BEAMS

**Alexander V. Chuvakov<sup>1</sup>, Irina V. Yatsun<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> kristolino1995@yandex.ru

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

*Abstract.* The article provides an overview of the saw-cutting machines used for sawing logs and beams. Their classification according to the technological feature, the feeding mechanism used and the design features are given. The reasons for the appearance of a «step» on the plank layer, which worsens the geometry and quality of the resulting saw products during two-shaft sawing on multi-saw machines, are considered.

**Keywords:** circular sawing machines for cutting logs and beams, two-shaft circular sawing machines, head equipment for cutting logs, types of multi-saw circular sawing machines, log sawing equipment

Еще в начале XIX в. в Западной Европе появились первые круглопильные станки для распиловки древесины. Начиная же с двадцатых годов XX в. в Европе работали круглопильные станки с цепной подачей немецкой фирмы «Вурстер и Дитц» для распиловки бревен с диаметром пил 800 мм и толщиной 3,4 мм [1].

Сегодня на рынке представлено большое разнообразие многопильного круглопильного оборудования для распиловки бревен и брусьев как зарубежного, так и отечественного производства.

Круглопильные станки по технологическому признаку делятся на позиционные и проходные.

У станков позиционного типа или пильные модули, или бревно жестко закреплены. Распиловка производится как за счет перемещения бревна вдоль пильных модулей, так и за счет перемещения пильных модулей вдоль бревна [2].

В связи с тем, что коэффициент использования машинного времени на позиционных станках в среднем невысокий и составляет 0,2–0,3 [2], то данное оборудование в основном применяется на предприятиях малой мощности. К достоинствам позиционного оборудования относится возможность производства пиловочной продукции как общего, так и специального назначения (например, пиломатериалов радиальной или тангенциальной распиловки) [2].

Основными многопильными круглопильными станками позиционного типа являются двухдисковые круглопильные станки с горизонтальным расположением пил. Также особую нишу занимают станки, имеющие взаимно перпендикулярное расположение пил и реализующие технологию углового пиления. Такой способ пиления заметно повышает объемный выход пиломатериалов, имеющих радиальное направление волокон, которые являются наиболее востребованными при выпиливании материалов, например, для элементов клееных конструкций или брусков для производства оконных блоков [2].

В отличие от позиционного оборудования, при использовании станков проходного типа бревно или брус непрерывно перемещается относительно неподвижных валов с блоком пил или отдельных пильных головок. Распиловка на станке, в зависимости от типа, может производиться как вразвал, так и с брусковкой. Круглопильные станки проходного типа используются для распиловки бревен малых и средних диаметров на предприятиях средней и большой мощности [3].

Головное бревнопильное оборудование можно разделить по типу подающего механизма на цепные и гусеничные.

*Цепной подающий механизм* представляет собой лоток, по дну которого проходит либо зубчатая цепь, либо цепь с толкателями. Бревно, находящееся в лотке, приводится в движение зубцами цепи или толкателем, упирающимся в хвостовую часть бревна. В некоторых конструкциях станков предусмотрены верхние и боковые прижимные вальцы [3]. Это дешевые, простые в эксплуатации и надежные механизмы, но их основной недостаток – отсутствие контроля за положением бревна. Подающий механизм цепного типа обеспечивает прямолинейность подачи только тех бревен, которые не имеют значительной кривизны ствола, а также торчащие сучья и другие пороки [4].

*Гусеничный подающий механизм* имеет звенья конусообразной формы с углублением посередине, чьи стороны оснащены фигурными зубчиками для лучшего контакта с бревном [4]. Бревно в такой установке не может соскользнуть в бок или сдвинуться в сторону, а зубчатая поверхность нейтрализует любое стремление к вращению. Оснащенные таким механизмом станки слабо чувствительны к кривизне пиловочного сырья или неправильной укладке его на направляющие. При этом скорость обработки бревен остается весьма высокой [4].

Многопильные круглопильные станки для распиловки брусьев (второго ряда) по механизму подачи разделяют на гусеничную и вальцовую.

*Гусеничная подача* (или конвейерная) – ее основой является секционный транспортер, оснащенный выступами, который используется для надежной фиксации заготовки при подаче в зону пиления станка. Над транспортером до и после пильного блока устанавливаются верхние прижимные ролики, что позволяет обеспечить заготовке наиболее точное базирование при подаче ее в станок. Брус плавно проходит зону пиления по идеальной прямолинейной траектории. Такая подача позволяет распиливать и короткие заготовки, длиной от 200 до 300 мм. [5].

Недостатками такой подачи являются невысокая скорость подачи заготовок (до 120 м/мин) и достаточно сложная система аспирации [5].

*Вальцовая подача* включает большое число специальных роликов – вальцов, которые приводят в движение заготовку и направляют ее в зону пиления. При этом нижние вальцы остаются неподвижными, а верхние могут подниматься и опускаться, тем самым прижимая заготовку различной высоты. Для исключения проскальзывания заготовок поверхность вальцов до пильного узла делается ребристой. Скорость подачи заготовок в зону пиления достигает 180 м/мин. Применяемые ролики имеют более высокую износостойкость по сравнению с транспортером и, поэтому они более долговечны, у них менее сложная применяемая конструкция аспирационной системы [5].

Основным недостатком вальцовой подачи является обеспечение точного взаимного расположения вальцов по длине заготовки и синхронной

согласованной работы, так как установка подачи чувствительна к непараллельности верхней и нижней пластей заготовки [5].

По конструктивным особенностям круглопильные станки проходного типа первого и второго ряда разделяют на одновальные и двухвальные.

Одновальные станки первого ряда используют при распиловке тонкомерного сырья. В связи с тем, что при увеличении диаметра пиловочника увеличивается радиус и количество пил, то это ведет к увеличению толщины пилы нагрузки на нее. Поэтому применение одновальных многопильных круглопильных станков для использования в качестве головного оборудования при пилении бревен средних и выше диаметров не целесообразно. Как показывает практика, такое оборудование нашло широкое применение в качестве станков второго ряда для распиловки двухкантного бруса толщиной до 250 мм. Далее увеличение диаметра и толщины пил оказывает негативное влияние на производительность и выход пиломатериала.

Проблема тонкого пропила при круглопильном пилении успешно решается в США, где пилы диаметром от 400 до 500 мм толщиной от 1 до 1,2 мм изготавливаются по специальной технологии. При этом необходимо соблюдать четкое базирование материала, повышенную точность подшипников шпиндельных узлов, и др. [1].

Альтернативным решением, обеспечивающим уменьшение толщины пропила, является технология двухвального пиления. Пильный механизм включает наличие верхнего и нижнего валов с расположенными на них пилами в одной вертикальной плоскости. Каждый рез при этом производится двумя круглыми пилами, имеющими меньшие диаметры [6].

Достоинствами двухвального оборудования является простота в их обслуживании, поскольку действующая нагрузка равномерно распределяется между двумя валами, поэтому трущиеся элементы (ремни, подшипники и пр.) изнашиваются медленнее. Недостаток применения двухвального пиления состоит в том, что необходимо строго следить за подбором в пару пил с одной шириной зубчатого венца и соблюдать их установку в одну плоскость. Несоблюдение этих условий приводит к образованию «ступеньки» на пласти доски, заметной на глаз и ухудшающей ее геометрию и качество [6].

Причины появления «ступеньки» на обрезной доске следующие:

– неоднородная плотность древесины, в результате чего появляется так называемая «плавающая ступенька». Присутствует она не по всей длине доски, а только на определенных участках, проявляется при недостаточном зажиме пил;

– загрязнения между проставочными шайбами дисков. Необходимо исключить набегание погрешностей на тонких шайбах, заменив их на более крупные;

– деформация одного из дисков;

- неправильная настройка пильных узлов;
- разная геометрия дисковых пил.

Двухвальные станки могут выполнять раскрой как по встречной, так и по попутной схеме резания. Наиболее часто в конструкции станков предусмотрено использование встречного резания. В этом случае зубья пилы врезаются в торец бревна. Если при раскросе неокоренных бревен вход зубьев пилы в древесину будет осуществляться со стороны коры, то из-за наличия в коре песка, земли произойдет быстрое затупление пил [6].

В станках с попутным резанием возникающие силы резания действуют в направлении подачи бревна, снижая расходуемую на подачу мощность привода, а также вероятность выброса досок и их фрагментов в сторону оператора. При этом расход мощности на резание возрастает в зависимости от влажности древесины на 15–20 %. Такой вид пиления целесообразен при раскросе окоренного сырья [6].

#### *Список источников*

1. Многопильное круглопильное оборудование первого ряда: офиц. портал. – URL: <https://industrial-wood.ru/lesopilenie/6270-mnogopilnoe-kruglopilnoe-oborudovanie-pervogo-ryada.html> (дата обращения: 15.11.2022).
2. Криваксин, К. Бревнопильное оборудование. Сравнительный анализ / К. Криваксин : офиц. портал. – URL: [http://www.ecodrev.ru/Articles/Compare\\_logsaw.html](http://www.ecodrev.ru/Articles/Compare_logsaw.html) (дата обращения: 15.11.2022).
3. Гусеничный механизм подачи бревен : офиц. портал. – URL: [http://www.zao-stroven.ru/novosti\\_lpk/?article=32](http://www.zao-stroven.ru/novosti_lpk/?article=32) (дата обращения: 20.11.2022).
4. Морозов, А. Многопильные станки. Равнение на максимальный результат / А. Морозов // ЛесПромИнформ. – 2010. – № 7 (79) : офиц. портал. – URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=2049> (дата обращения: 20.11.2022).
5. Воякин, А. Круглопильные станки для повышенной эффективности лесопиления / А. Воякин // Лесная индустрия. – 2016. – № 10 (102) : офиц. портал. – URL: [https://www.lesindustry.ru/issues/li\\_n102/Kruglopilnie\\_stanki\\_dlya\\_povisheniya\\_yeffektivnosti\\_lesopileniya\\_1353](https://www.lesindustry.ru/issues/li_n102/Kruglopilnie_stanki_dlya_povisheniya_yeffektivnosti_lesopileniya_1353) (дата обращения: 22.11.2022).
6. «Ступенька» при распиловке на двухвальном многопиле : офиц. портал. – URL: <https://pilteh.ru/faq/kak-ubrat-stupenku-pri-raspilovke-na-dvuhvalnom-mnogopile> (дата обращения: 22.11.2022).



Научная статья  
УДК 331.45:674.05

## АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ УСЛОВИЙ ТРУДА ОПЕРАТОРА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Александр Сергеевич Шайдуров<sup>1</sup>, Георгий Владиславович Чумарный<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> Shaydurov-01@mail.ru

<sup>2</sup> g09t@yandex.ru

**Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема безопасности при эксплуатации оператором деревообрабатывающего оборудования. Авторами разработан и предложен специальный алгоритм, который позволяет оценить уровень безопасности для конкретных условий работы оператора на деревообрабатывающем производстве.

**Ключевые слова:** оценка безопасности, станок, деревообрабатывающее оборудование, рабочая зона, рабочий персонал

Scientific article

## ALGORITHM FOR ASSESSING THE SAFETY OF THE OPERATOR OF WOODWORKING EQUIPMENT

Alexander S. Shaidurov<sup>1</sup>, Georgii V. Chumarnyi<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> Shaydurov-01@mail.ru

<sup>2</sup> g09t@yandex.ru

**Abstract.** This article discusses the problem of safety during operation by the operator of woodworking equipment. The authors has developed and proposed a special algorithm that allows assessing the level of safety for specific conditions of the operator's work in the woodworking industry.

**Keywords:** safety assessment, machine tool, woodworking equipment, working area, working personnel

Деревообрабатывающая промышленность широко распространена в нашей стране. Существует огромное количество как отечественных, так и зарубежных станков по деревообработке. В наше время крупный бизнес использует автоматические и полуавтоматические станки, которые

значительно уменьшают опасность для здоровья и жизни оператора. Однако средний и малый бизнес в силу своих финансовых возможностей в производстве использует станки, которые зачастую не оборудованы средствами по обеспечению безопасности оператора и других работников труда, что находятся рядом со станком.

Эти станки независимо от цены и сложности конструкции имеют достаточно высокую степень опасности с точки зрения производственного травматизма. Именно поэтому данный тип оборудования включен в перечень техники, которая должна соответствовать требованиям технического регламента о безопасности машин и оборудования (ГОСТ 12.2.026.0–2015). Каждое оборудование проходит сертификацию по требованиям безопасности регламента о безопасности машин и оборудования.

В качестве основных факторов, определяющих уровень безопасности при деревообработке, можно выделить:

- повышенные значения: концентрации пыли, температуры помещения, температуры материалов и оборудования, уровня шума и вибрации;
- отсутствие достаточной вентиляции воздуха в рабочей зоне;
- высокая пожароопасность продуктов обработки древесины;
- низкий уровень освещенности рабочей зоны;
- недостаточная квалификация рабочего персонала.

На основе качественного анализа технической литературы (ГОСТ 12.2.026.0, СанПиН 2.2.3.1385–03) были определены критерии безопасности, которые стоит учитывать при эксплуатации деревообрабатывающего оборудования, и выведена методика проведения организационных мероприятий, которые способствуют значительному повышению безопасности на деревообрабатывающем производстве. Для упрощения подачи информации данные были разделены на 3 категории и объединены в схему, которая позволяет дать оценку безопасности каждой из категорий и определить возможность организации рабочего процесса.

1. Рабочий персонал.
2. Помещение, где производятся работы.
3. Эксплуатируемый станок.

Для оценки безопасности этих производственных категорий ниже предлагается алгоритм (рис. 1).

Рассмотрим применение данного алгоритма на примере фуговально-рейсмусового станка АДН 305. (рис. 2). Мысленно представим условное помещение, где будет проходить производственный процесс. Также оснастим предполагаемого рабочего определенным набором средств защиты. К станку же применим ряд ситуаций, которые также повлияют на безопасность его эксплуатации.

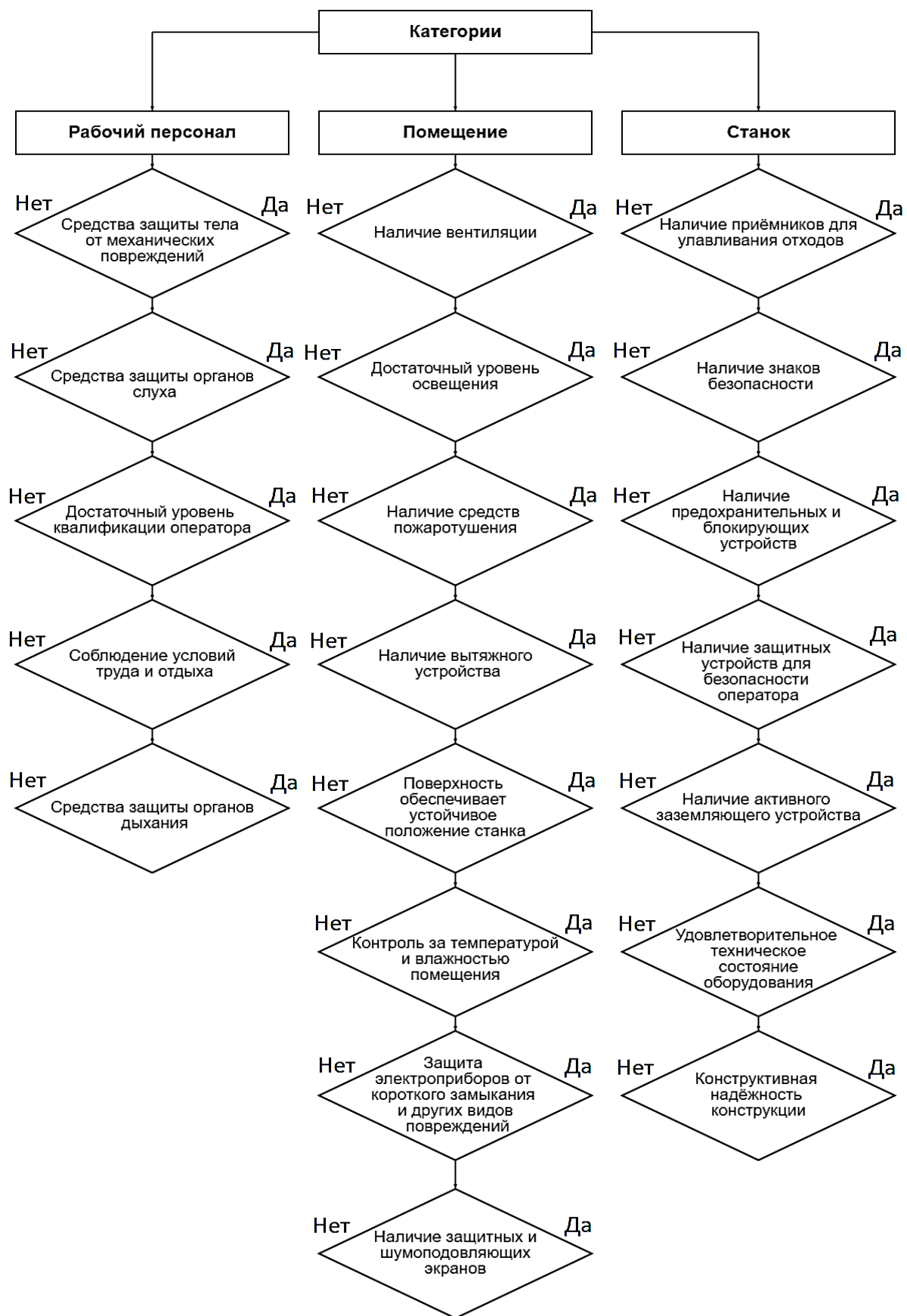


Рис. 1. Алгоритм оценки безопасности производственных категорий



Рис. 2. Фуговально-рейсмусовый станок «Holzstar» ADH-305

После чего, применяя вышеописанную схему, сделаем оценку безопасности эксплуатации выбранного оборудования.

У предполагаемого рабочего имеется достаточный уровень квалификации, он ответственно подошел к делу и изучил документацию перед эксплуатацией станка. Работник обеспечен защитными очками и шумоизоляционными наушниками, которые эффективно подавляют шум до безопасных значений, однако, его режим труда и отдыха нарушен, так как он подменил своего товарища по цеху после ночной смены.

Моделируемое помещение оснащено системой вентиляции, средствами пожаротушения, от станка проведено вытяжное устройство, уровень освещения недостаточен из-за перегорания нескольких ламп, пол в месте установки станка немного прогнул. В помещении, помимо описываемого рабочего, в производстве участвуют еще несколько человек, которые не оснащены средствами защиты от опасных факторов эксплуатации описанного нами выше станка. Температура и влажность помещения контролируется специальными датчиками и приборами. Система электропитания надежна и обеспечивает защиту от короткого замыкания.

Станок установлен на ровной поверхности и жестко закреплен. Станок неновый, поэтому знаки безопасности, приклеенные к нему, уже стерлись. Совсем недавно механик произвел полное техническое обслуживание станка. Станок заземлен. Установлен приемник для пылеулавливания. Станок достаточно бюджетный, поэтому его конструктивная надежность весьма сомнительна, материалы ненадежны. Защитных устройств для безопасности эксплуатации оператором нет.

Используем схему по оценке безопасности производственных категорий с помощью балльной системы цифр, где ответ «да», т. е. наличие фактора безопасности дает 1 балл, в случае «нет» – 0 баллов.

Обозначим сумму баллов, получаемых при оценке категории,  $A_i$ , а максимально возможное количество баллов по каждой категории  $A_{i \max}$ , тогда:

$A_1$  – для рабочего персонала,  $A_{1 \max} = 5$  баллов;

$A_2$  – для помещения,  $A_{2 \max} = 8$  баллов;

$A_3$  – для станка,  $A_{3 \max} = 7$  баллов;

$$A_{\text{общ}} = \sum A_i = A_1 + A_2 + A_3.$$

Максимальное значение баллов, которое можно получить:

$$A_{\text{макс общ}} = \sum A_{i \max} = A_{1 \max} + A_{2 \max} + A_{3 \max} = 20 \text{ баллов.}$$

Для удобства расчетов  $A_i$  выразим в процентах, где:

$V_i = A_i / A_{i \max} \times 100 \%$  – относительное значение оценки для  $i$ -категории, выраженное в процентах от  $A_{i \max}$

$$A_{\text{общ}} = \sum A_i.$$

$V_{\text{общ}} = A_{\text{общ}} / A_{\text{макс общ}} \times 100 \%$  – относительное значение суммарной оценки, выраженное в процентах от  $A_{\text{макс общ}}$ .

Критерии оценки:

Отличный или удовлетворительный уровень безопасности, если

$$100 \leq V_i \leq 50\% \text{ и } 100 \leq V_{\text{общ}} \leq 70 \%.$$

Низкий уровень безопасности – если  $100 \leq V_i \leq 50 \%$  и  $69 \leq V_{\text{общ}} \leq 51 \%$ .

Организация производственного процесса запрещена – если хотя бы одна оценка  $V_i \leq 50 \%$  и  $V_{\text{общ}} \leq 50 \%$ .

Применяя предложенный алгоритм к моделируемой ситуации, получаем:

$A_1 = 2$  из 5 баллов  $\rightarrow V_1 = 40 \%$  – оценка безопасности рабочего персонала;

$A_2 = 5$  из 8 баллов  $\rightarrow V_2 = 62 \%$  – оценка безопасности помещения;

$A_3 = 4$  из 5 баллов  $\rightarrow V_3 = 57 \%$  – оценка безопасности станка;

$A_{\text{общ}} = 11$  из 20 баллов  $\rightarrow V_{\text{общ}} = 55 \%$  – общая оценка безопасности производства .

Заключение по применению данного алгоритма к рассмотренному примеру: В данных условиях нельзя организовывать производственный процесс, так как сумма факторов производства с высокой вероятностью несет опасность для жизни и здоровья работающих людей\*.

**Вывод.** По мнению авторов, предложенный алгоритм может быть рекомендован (с учетом специфики конкретных деревообрабатывающих производств) для использования в практике работы специалистов по охране труда при оценке безопасности рабочего места оператора деревообрабатывающего оборудования.

---

\* Тарицына, Л. С. О средствах обеспечения безопасных условий труда на деревообрабатывающих предприятиях / Л. С. Тарицына, Г. В Чумарный. // Материалы X Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов Научное творчество молодежи- лесному комплексу России: материалы конкурса по программе «Умник». – Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. – С.182–183

Научная статья  
УДК 674.816.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛИТ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ КОРЫ

**Владислав Дмитриевич Эскин<sup>1</sup>, Алексей Юрьевич Лопатин<sup>2</sup>,  
Анастасия Евгеньевна Тюменцева<sup>3</sup>, Анна Ивановна Криворотова<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

<sup>1</sup> vladislaweskin@gmail.com

<sup>2</sup> 16alekseylapatin1999@mail.ru

<sup>3</sup> anastasiyatyumentsevaa@gmail.com

<sup>4</sup> tkmkai@mail.ru

**Аннотация.** В данной работе рассматриваются результаты исследования физико-механических свойств композитов на основе коры лиственных пород древесины.

**Ключевые слова:** кора, переработка, отходы, плитные материалы, свойства

Scientific article

## INVESTIGATION OF THE CHARACTERISTICS OF PLATES WITHOUT BINDERS BASED ON BARK

**Vladislav D. Eskin<sup>1</sup>, Alexey Yu. Lopatin<sup>2</sup>, Anastasiya E. Tyumentseva<sup>3</sup>,  
Anna I. Krivorotova<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,  
Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup> vladislaweskin@gmail.com

<sup>2</sup> 16alekseylapatin1999@mail.ru

<sup>3</sup> anastasiyatyumentsevaa@gmail.com

<sup>4</sup> tkmkai@mail.ru

**Abstract.** This paper discusses the results of the study of the physical and mechanical properties of composites based on the bark of hardwood.

**Keywords:** bark, recycling, waste, slab materials, properties

Постоянное развитие деревоперерабатывающей отрасли направлено на создание новых экологически безопасных материалов, в том числе из отходов древесного сырья, образующихся на современных существующих

предприятиях. Благодаря своевременной утилизации отходов древесного сырья, улучшается экологическая ситуация региона, где расположено производство, снижается себестоимость продукции, предприятие получает дополнительную прибыль. Поэтому вопрос утилизации древесных отходов остро стоит на административном уровне любого региона [1].

Утилизация коры считается одной из важных проблем в свете решения задачи комплексного использования древесного сырья. На базе коры вскоре появятся новые технологические процессы. Причина невысокого промышленного использования коры обусловлена своеобразным физическим строением, химическим составом, а также высокой зольностью при сжигании. На лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях кора складывается на специальных площадках, что приводит к крайне нежелательным последствиям (пожароопасности, загрязнению окружающей среды) [2,3].

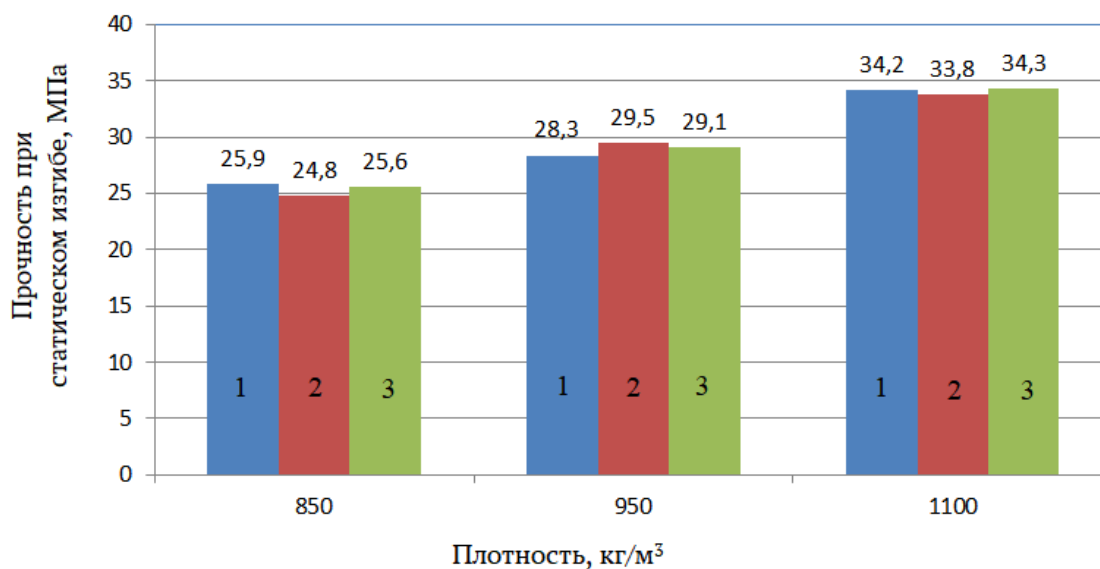
Инновационным способом переработки древесных отходов для получения новых строительных материалов и декоративных материалов является их обработка в установках типа роторно-пульсационных аппаратов [4]. Принцип действия установки основан на явлении кавитационного и гидродинамического воздействия на обрабатываемый древесный материал. Результатом такого воздействия является увеличение аутогезионных свойств у обрабатываемого материала.

Также обработка в роторно-пульсационном аппарате позволяет придать частицам древесины повышенную степень слипаемости и однородности фракционного состава.

Для проведения сравнительного анализа свойств в качестве исходного сырья была принята кора березы, осины и смесь коры хвойных пород древесины (сосна, лиственница). Были изготовлены методом горячего прессования три группы образцов. Первая группа на основе коры березы, в составе которой практически полностью преобладала внешняя часть коры (береста). Вторая группа образцов была изготовлена из смеси коры березы и осины, при этом у березы содержание в коре бересты и луба не контролировалось. Соотношение коры березы и осины выдерживалось примерно поровну. Третья группа образцов была изготовлена из смеси коры хвойных пород древесины.

На рисунке приведены результаты испытания полученных образцов на показатель прочности при статическом изгибе. Как видно, все образцы изготовленных плит имеют близкие показатели прочности вне зависимости от породного состава коры. Разница в прочностных показателях находится в пределах погрешности измерения. Более выражено прочностью меняется в зависимости от плотности образцов, что наглядно видно на гистограмме. У полученных образцов также были определены показатели водопоглощения и разбухания. Все показатели соответствовали стандартным. Прочностные свойства, водопоглощение, разбухание плит на

основе механоактивированной коры в большей степени зависит от плотности плит, чем от породного состава обрабатываемой коры.



Сравнительная гистограмма показателя прочности при статическом изгибе образцов на основе механоактивированной коры: 1 – хвойных пород; 2 – березы; 3 – лиственных пород (береза, осина)

Таким образом, можно сделать вывод, что для изготовления плит на основе механоактивированной коры можно использовать кору как лиственных, так и хвойных пород древесины без существенного ухудшения физико-механических свойств материалов.

#### Список источников

1. Переработка коры // Файловый архив студентов StudFiles: [сайт]. – URL: <https://studfile.net/preview/403245/page:4/> (дата обращения: 29.11.2022).
2. Анализ возможности использования короотходов ООО «Камабумпром» в сельском хозяйстве // Электронная библиотека студента Библиофонд: [сайт]. – URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=816778> (дата обращения: 30.11.2022).
3. Зыков, Ф. И. Подготовка древесной коры к сжиганию / Ф. И. Зыков. – Москва, 1971. – С. 38.
4. Промтов, М. А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика / М. А. Промтов. – Москва : Машиностроение, 2001. – 260 с.



## МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Научная статья  
УДК 674.047

### О КРИТЕРИИ ФАЗОВОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКЕ ДРЕВЕСИНЫ

Артем Сергеевич Агафонов<sup>1</sup>, Полина Андреевна Бекк<sup>2</sup>, Александр Григорьевич Гороховский<sup>3</sup>, Елена Евгеньевна Шишкина<sup>4</sup>

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

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

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

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

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

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные положения фазового превращения влаги в процессе сушки, а также его критерий. Дана оценка его влияния на процесс сушки.

**Ключевые слова:** конвективная сушка древесины, критерий фазового превращения, влажность, влагоперенос

Scientific article

### ON THE CRITERIA OF PHASE TRANSFORMATION DURING CONVECTIVE DRYING OF WOOD

Artem S. Agafonov<sup>1</sup>, Polina A. Bekk<sup>2</sup>, Alexander G. Gorokhovsky<sup>3</sup>, Elena E. Shishkina<sup>4</sup>

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

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

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

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

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

**Abstract.** The article discusses the main provisions of the phase transformation of a liquid in the drying process, as well as its criterion. An assessment of its effect on the drying process is given.

**Keywords:** Convective drying of wood, criterion of phase transformation, humidity, moisture transfer

Проблема конвективной сушки древесины являлась [1] и является предметом многочисленных исследований как в нашей стране [2, 3], так и за ее пределами [4].

При всей своей простоте и отработанности конвективная сушка древесины является весьма энергоемким процессом [3]. При этом значительная часть энергии идет на нагрев и поддержание заданной температуры древесины в процессе сушки. Но большая часть энергии примерно 2440 кДж/кг, затрачивается на испарение влаги из древесины. В процессе сушки сосновых пиломатериалов от 60 до 8 % влажности древесины удаляется примерно 200 кг влаги из каждого высушиваемого кубометра. То есть за одну сушку в средней современной камере с разовой загрузкой объемом 50 м<sup>3</sup> из древесины удаляется 10 тонн влаги.

При энергетическом анализе процессов конвективной сушки возникает принципиальный вопрос: всю удаляющуюся влагу необходимо превращать в пар, или все-таки какая-то ее часть выходит из древесины в виде пара, и ее нет необходимости испарять?

В исследовании [3] отмечается, что влага в древесине при положительной температуре может находиться в двух фазовых состояниях: жидком и парообразном.

Основными движущими силами при переносе парообразной влаги могут являться силы диффузии молекулярного переноса и эффузии (молекулярный пучок и кнудсеновский поток). Реальной движущей силой переноса жидкой влаги является градиент капиллярного натяжения, возникающий вследствие большого сужения капилляров в наружных слоях по сравнению с внутренними, что связано с усушкой.

При рассмотрении фундаментальной системы дифференциальных уравнений теплообмена [1] мы видим некий безразмерный коэффициент  $\varepsilon$ , который показывает, какая часть воды при сушке какого-либо материала удаляется в виде пара. Очевидно, что оставшая часть влаги выходит на поверхность древесины в виде воды, и следовательно, подлежит испарению с затратами энергии на этот процесс. Возникает вопрос: какую величину имеет критерий фазового превращения  $\varepsilon$ .

Основоположники теории сушки [2] считают, что для древесины  $\varepsilon$  может составлять 0,1–0,2, что значительно отличается от величины, которую определил в своих расчетах В. В. Сергеев  $\varepsilon = 0,87$  для всех случаев низкотемпературной сушки древесины.

Обстоятельное теоретическое исследование влияния факторов режимов сушки на величину  $\varepsilon$  при сушке различных пород древесины провел А. Г. Гороховский [2]. Проведенный на физической модели распределения жидкой фазы в древесном капилляре анализ потоков влаги

на поверхности древесины позволил получить соответствующие значения величины  $\varepsilon$ . В гигроскопической области величина  $\varepsilon$  составляет 0,5–0,7, а при большей влажности – 0,3–0,5

Дальнейшие исследования, также показали, что  $\varepsilon$  довольно существенно влияет на величину коэффициента влагообмена древесины, который в конечном итоге определяет скорость сушки.

Таким образом, мы можем утверждать, что в начальный период сушки большая часть влаги удаляется из древесины в жидкой фазе, и процесс ее обезвоживания более энергозатратен. В завершающий период  $\varepsilon$  выше, что свидетельствует о том, что в основном удаляется парообразная влага.

#### *Список источников*

1. Шубин, Г. С. Сушка и тепловая обработка древесины / Г. С. Шубин. – Москва : Лесная промышленность, 1990. – 336 с.
2. Гороховский, А. Г. Технология сушки пиломатериалов на основе моделирования и оптимизации процессов тепломассопереноса в древесине : дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.05 / Гороховский Александр Григорьевич. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2008. – 263 с.
3. Шишкина, Е. Е. Энергосберегающая технология конвективной сушки пиломатериалов на основе управляемого влагопереноса в древесине : дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.05 / Шишкина Елена Евгеньевна. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. – 336 с.
4. Moises, S. A., Pereira S. do L. Dealing with Empty and Overabundant Answers to Flexible Queries // Journal of Data Analysis and Information Processing. – 2014. – Vol. 2, № 1. – P. 12–18. – DOI 10.4236/jdaip.2014.21003.

Научная статья  
УДК 004.946

## **ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ПРОЦЕССАХ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА**

**Мария Юрьевна Белова<sup>1</sup>, Станислав Анатольевич Назаревич<sup>2</sup>,**  
<sup>1,2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического  
приборостроения, Санкт-Петербург, Россия

<sup>1</sup> marebel13@mail.ru

<sup>2</sup> albus87@inbox.ru

***Аннотация.*** Рассматривается возможность оптимизации производства, а также решение задач национальной программы повышения производительности с помощью внедрения цифровых двойников, обеспечение которых происходит за счет создания имитационной модели, имеющей контактный параметрический интерфейс с возможностью мониторинга в режиме реального времени потока процесса и корректировкой его управляемых параметров.

***Ключевые слова:*** цифровой двойник, имитационная модель, оптимизация, производственный процесс, система

Scientific article

## **INDUSTRIAL DESIGN AS A METHOD OF RISK MANAGEMENT IN THE PROCESSES OF PRODUCTION ORGANIZATION**

**Maria Yu. Belova<sup>1</sup>, Stanislav A. Nazarevich<sup>2</sup>,**  
<sup>1,2</sup> St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint

Petersburg, Russia

<sup>1</sup> marebel13@mail.ru

<sup>2</sup> albus87@inbox.ru

***Abstract.*** The possibility of optimizing production is being considered, as well as solving the tasks of the national productivity improvement program through the introduction of digital twins, which are provided by creating a simulation model with a contact parametric interface with the ability to monitor the process flow in real time and adjust its controlled parameters.

***Keywords:*** digital twin, simulation model, optimization, production process, system

Современные тенденции диктуют нынешним производствам набирать обороты в развитии и производственных мощностях. Непрерывное улучшение и внедрение инноваций позволяют предприятиям оставаться прибыльными в среде растущей конкуренции, которая обусловлена открытием новых сфер деятельности и улучшением технологий. Каждое развитие, включающее изменение технологии изготовления, внедрение нового оборудования, смену поставщиков и др., содержит в себе определенные риски, которые предприятия должны рассчитывать, чтобы избежать больших потерь [1].

В таблице приведены примеры основных 7 видов потерь, которые распространены на производстве. Каждая потеря приносит свои убытки, из-за которых многие производства не могут выйти на новый уровень развития. Устранить данные потери можно с помощью «Системы 20 ключей» Кобаяси, которая заключается во внедрении 100-бальной системы, способствующей организации и включению данных инструментов в производственный процесс. Главной задачей является выявление лидирующих видов деятельности и ликвидация затратных и не приносящих прибыли [2].

#### Виды потерь и их решения

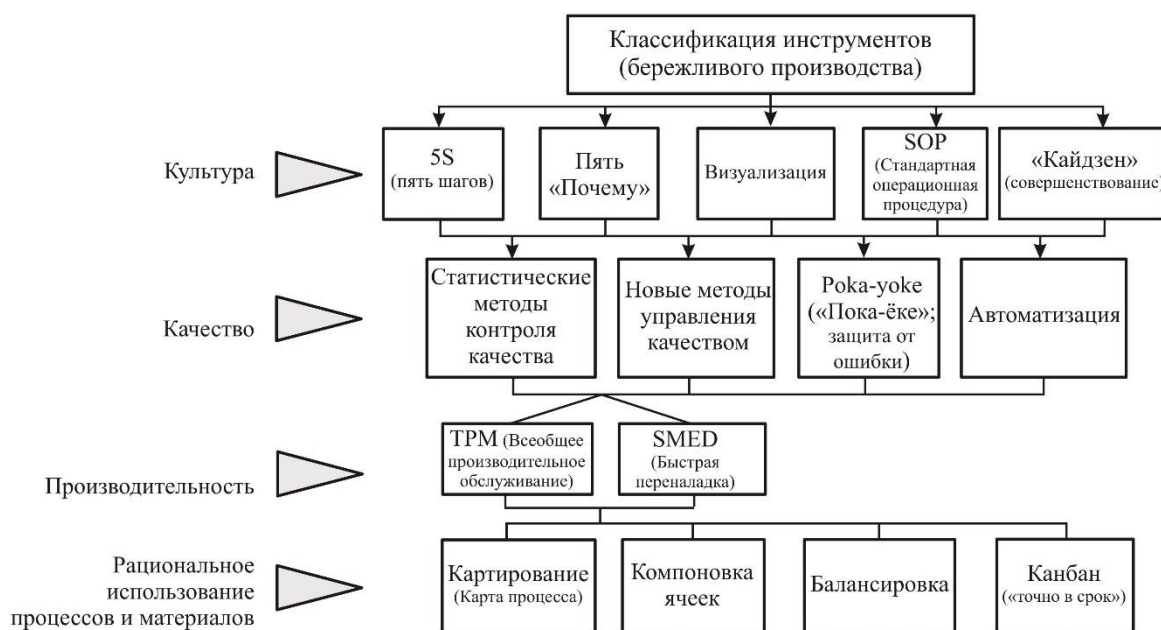
№	Виды потерь	Пример	Решение потерь на основе «Системы 20 ключей» Кобаяси
1	Перепроизводство	Избыточные мощности оборудования	Рационализация системы управления (ключ 2). Учет и распределение рабочего времени (ключ 10). Планирование производства (ключ 16). Общая технология, технология производства (ключ 20)
2	Излишние запасы	Запасы сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих	Упорядочивание, или наведение чистоты и порядка (ключ 1). Сокращение материально-производственных запасов (ключ 4). Стоимостной анализ производственных операций (ключ 6)
3	Ненужная транспортировка	Большое расстояние между производствами	Рационализация системы управления (ключ 2). Деятельность малых групп (ключ 3). Управление производительностью труда (ключ 17)
4	Лишние движения	Поиск документов/инструментов	Упорядочивание (ключ 1). Технология быстрой переналадки (ключ 5). Связанные производства (ключ 8). Планирование производства (ключ 16). Общая технология, технология производства (ключ 20)

Окончание таблицы

№	Виды потерь	Пример	Решение потерь, на основе «Системы 20 ключей» Кобаяси
5	Ожидание	Ожидание согласований, проверок, решений, разрешений	Обслуживание машин и оборудования (ключ 9). Учет и распределение рабочего времени (ключ 10)
6	Избыточная обработка	Избыточные информационные потоки	Сокращение материально-производственных запасов (ключ 4). Стоимостный анализ производственных операций (ключ 6). Энергосбережение и экономия материалов (ключ 19)
7	Брак	Нарушение технологий	Система контроля качества (ключ 11). Устранение потерь (ключ 13)

Проблемы в организации с точки зрения *lean-технологий* (бережливого производства) основаны на больших затратах и малой прибыли от получившихся результатов. Данная концепция делит подпроцессы технологии на две категории: создающие ценность и ценность не добавляющие. Следовательно, при внедрении данной технологии необходимо увеличить количество первых и минимизировать вторые.

Бережливое производство включает в себя 15 основных инструментов, которые необходимо применять в зависимости от присутствующих потерь на предприятии (рисунок).



Классификация инструментов «бережливого производства» [3]

Включение в технологический процесс инструментов бережливого производства позволит не только сократить потери в цепочке производства, но и снизить затраты, увеличив при этом мощности предприятия. Как показывает практика организации и внедрения бережливого производства на предприятиях РФ, через 6 месяцев компания выходит на новый уровень развития, становится конкурентоспособной.

Таким образом, производству необходим контроль, за счет которого можно получить данные результатов внедрения инструментов бережливого производства: от гибкого подхода до определения потока создания ценности – оценить их и определить все возможные риски для избежания потерь [4].

Для грамотного управления процессами, обеспечения их непрерывного взаимодействия, минимизации высокозатратных и однотипных действий необходимо подготовить производство к следующему уровню развития.

В настоящее время активно развивается и внедряется новая парадигма цифрового проектирования и моделирования, которая обеспечивает динамический характер производственной системы. Все большее применение и развитие получает промышленный дизайн, изначально предназначенный для создания внешнего дизайна вещей массового производства. Сейчас промышленный дизайн – это система, основанная на бизнес-моделях с определенными технологическими условиями и набором комплексных вариантов развития бизнесов заказчиков. Промышленный дизайн как традиционный способ прототипирования бытовой техники, производственных установок и их интерфейсов уходит на второй план [5]. Данные технические возможности позволяют применять способ создания интерфейсов не только на объект, а на всю систему объектов, в том числе систему оборудования, которая будет включена в технологию создания товаров и услуг. Промышленный дизайн как часть управляющего интерфейса производства будет отображать и контролировать запущенные процессы, предупреждая все риски и потери [6]. Таким образом, будет создана имитационная модель, включающая не только графическую визуализацию исследуемого процесса, но и контактный параметрический интерфейс с возможностью мониторинга в режиме реального времени потока процесса и корректировкой его управляемых параметров.

Цифровой двойник позволяет обеспечить при развитии машиностроительных и приборостроительных предприятий управлять изменениями и знаниями за счет построения математической модели, соответствующей всем фундаментальным законам, основанной на вычислительной геометрии и содержащей данные о материалах и эксплуатационных режимах. Цифровой двойник соответствует принципам бережливого производства, основанных на контроле появления возможных потерь, а также созданию функциональности и технологичности

продукта до того состояния, когда он будет соответствовать потребностям и ожиданиям целевой аудитории.

Такая интеграция всех знаний при создании цифрового двойника позволяет оптимизировать многие трудозатратные задачи, которые не осуществимы без создания цифровой модели, так как гибкость данного инструмента позволяет производить все анализы и рассчитывать показатели мощностей процессов без остановки самой технологии и без ее видоизменений.

Внедрение цифрового двойника будет эффективно на любом этапе производства [6].

1. На начальной стадии налаживания производственного процесса.

Цифровой двойник – это не просто видеоизображение существующего процесса на предприятии, это модель системы, управляемой и изменяемой на настоящий момент времени и приближенной к реальной. Программы позволяют получить действительные данные о протекании процесса, а также оценить риски при его изменении.

2. На стадии перехода к новому процессу и его окончания.

Цифровая диспетчеризация позволяет контролировать нововведения, ход протекания неизменных процессов, а также работу всей системы. Цифровой контроль позволяет быстро адаптироваться предприятию к новым условиям и трендам, получать актуальные данные и эффективно их использовать.

Таким образом, использование на практике цифрового проектирования и моделирования обеспечит наилучший результат для интеграции технологических изменений в производственные процессы технологических систем. Именно создание цифровых эквивалентов является ключевым компонентом развития машиностроительных и приборостроительных предприятий, поэтому создание машиночитаемых стандартов станет первым шагом к внедрению цифровой экосистемы.

#### *Список источников*

1. Фролов, Е. Б. Цифровой двойник производственной системы на основе программного обеспечения категории MES / Е. Б. Фролов, А. С. Климов // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2018. – № 12 (73). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/> (дата обращения: 02.04.2022).

2. Что мешает современным компаниям повысить качество процессов ТОиР. – URL: <https://up-pro.ru/library/repair/> (дата обращения: 02.04.2022).

3. Выбор приоритетов в развитии производственной системы. – URL: <https://www.cfin.ru/management/> (дата обращения: 04.04.2022).



4. Тарасов, И. В. Индустрия 4.0: понятие, концепции, тенденции развития // Стратегии бизнеса. – 2018. – № 6 (50). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/industriya-4-0-ponyatie-kontseptsii-tendentsii-razvitiya> (дата обращения: 08.04.2022)

5. Тихомиров, С. Г. Российские реалии использования машиночитаемого формата нормативной документации // Конференция «Машиночитаемые стандарты: перспективы применения в промышленности» 2021. – URL: [http://www.rgtr.ru/data/events/2021/маш\\_стандарты\\_25.02.2021/](http://www.rgtr.ru/data/events/2021/маш_стандарты_25.02.2021/) (дата обращения: 11.04.2022).

6. Назаревич, С. А. Применимость модели обратного инжиниринга для задач унификации в процессах системного проектирования инженерных предприятий / С. А. Назаревич, А. В. Винниченко, В. В. Курлов // Серия конференций JOP: Метрологическое обеспечение инновационных технологий. – Красноярск, 2020. – С. 52–76.

Научная статья  
УДК 674.052

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕСТНОГО ТОРЦОВОГО ПРЕССОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДРЕВЕСИНЫ В САЕ-СИСТЕМЕ

Ярослав Дмитриевич Ведерников<sup>1</sup>, Ольга Анатольевна Рублева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Вятский государственный университет, Киров, Россия

<sup>1</sup> vedernikov@vyatsu.ru

<sup>2</sup> olga\_ru@vyatsu.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрено применение метода конечных элементов для моделирования процесса местного торцового прессования древесины. Для расчетов в САЕ-системе создана имитационная модель деревянной заготовки. Предложена слоистая структура модели, которая позволит прогнозировать поведение деревянной заготовки при прессовании прямоугольных проушин.

*Ключевые слова:* древесина, прессование, метод конечных элементов, имитационная модель

Scientific article

## NUMERICAL SIMULATION OF THE PROCESS OF LOCAL PRESSING IN LONGITUDINAL DIRECTION ON THE BASIS OF SIMULATION MODEL OF WOOD IN THE CAE-SYSTEM

Yaroslav D. Vedernikov<sup>1</sup>, Olga A. Rubleva<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Vyatka State University, Kirov, Russia

<sup>1</sup> vedernikov@vyatsu.ru

<sup>2</sup> olga\_ru@vyatsu.ru

*Abstract.* The article considers the application of the finite element method for the process of local pressing wood in longitudinal direction. A simulation model of a wooden billet has been created for calculations in the CAE system. A layered structure of the model is proposed, which will make it possible to predict the behavior of a wooden blank when pressing rectangular lugs.

*Keywords:* wood, pressing, finite element method, simulation model

Технология получения прямоугольных шипов в деревянных заготовках путем прессования является инновационной и ресурсосберегающей за счет экономии на режущем инструменте и дорогостоящем оборудовании [1].

Для инновационных процессов, которые еще не обеспечены типовым производственным оборудованием, требуется разработка конструкции и соответственно, предварительное моделирование технологической оснастки, инструмента, приспособлений, а также моделирование самих процессов обработки. Это позволяет спрогнозировать поведение разрабатываемых систем и тем самым уменьшить затраты времени и материальных ресурсов на их экспериментальную отработку и доводку. В настоящее время подобные задачи решают программы (системы) компьютерного инженерного анализа, или CAE-системы (англ. *computer-aided engineering*).

Расчетные модули, используемые в CAE-системах, как правило, основаны на численных методах решения дифференциальных уравнений (метод конечных элементов, метод конечных объемов, метод конечных разностей и др.) [2]. К таким системам можно отнести *ANSYS, SolidWorks Simulation, NX, ABAQUS, COSMOS, DEFORM, QFORM* и другие.

Моделирование процесса прессования древесины при помощи метода конечных элементов (МКЭ) рассматривалось во многих работах, например в [1, 3–5]. В части работ рассматриваются задачи упругого, а не пластического деформирования древесины в различных направлениях, другая часть исследований посвящена деформированию древесины поперек волокон. В целом по изученным источникам можно заключить, что моделирование процессов пластического деформирования древесины затруднено ее сложным строением и требует обоснованного подбора применяемых моделей.

Цель исследования – определить возможность моделирования процесса пластической деформации древесины вдоль волокон с использованием упрощенных структурных моделей древесины.

Задачи исследования:

- 1) создать имитационную модель, позволяющую оценивать поведение древесины при пластическом деформировании вдоль волокон;
- 2) провести моделирование на основе метода конечных элементов для процесса прессования однократной прямоугольной проушины в упрощенной модели древесины;
- 3) оценить напряженное состояние материала заготовки, проанализировать полученные результаты и сравнить их с имеющимися экспериментальными данными.

Создание имитационной модели было проведено по аналогии с предложенным в работе [6] методом, где древесина моделируется как однонаправленно армированный материал и предложена схема испытаний данной модели на сжатие вдоль волокон, представленная на рис. 1.

Заготовка для прессования вдоль волокон была разбита на участки, подвергающиеся и не подвергающиеся контакту с пуансоном, в свою очередь зона контакта была разбита на 4 одинаковых участка – слоя (рис. 2). Количество слоев на данном этапе исследования выбрали минимальным для упрощения проведения расчета.

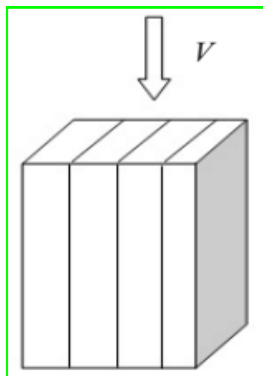


Рис. 1. Схема испытаний на сжатие вдоль волокон [6]

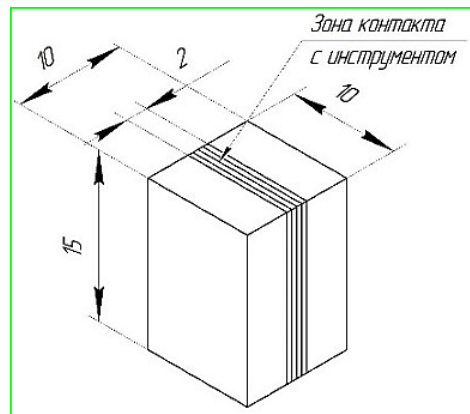


Рис. 2. Модель заготовки

Моделирование процесса деформирования провели в программном продукте *DEFORM-3D*. В данной работе рассматривали не величины усилий, а лишь характер поведения структурной модели, поэтому материал заготовки, ввиду отсутствия в библиотеке материалов древесины, был выбран произвольным, но легкодеформируемым для облегчения расчетов. Для более реалистичного поведения заготовки коэффициент трения между разбитыми участками был выбран равным одному. На рис. 3 показано исходное расположение пуансона и заготовки (здесь и далее на рисунках не показана матрица для возможности отображения процессов, происходящих в заготовке).

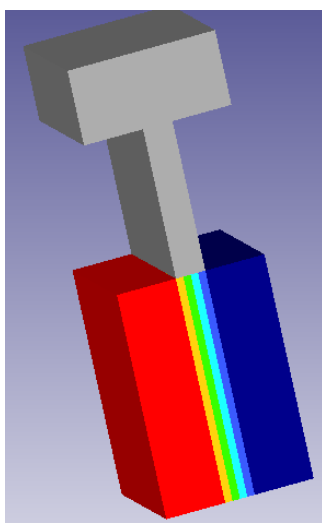


Рис. 3. Начальное расположение заготовки и пуансона

В ходе моделирования процесса получены результаты, которые коррелируют с имеющимися экспериментальными результатами, приведенными в работе [5].

График нагрузки (рис. 4) на инструмент имеет общие тенденции с диаграммами напряженного состояния древесины при внедрении пуансона вдоль волокон, приведенными в работе [5].

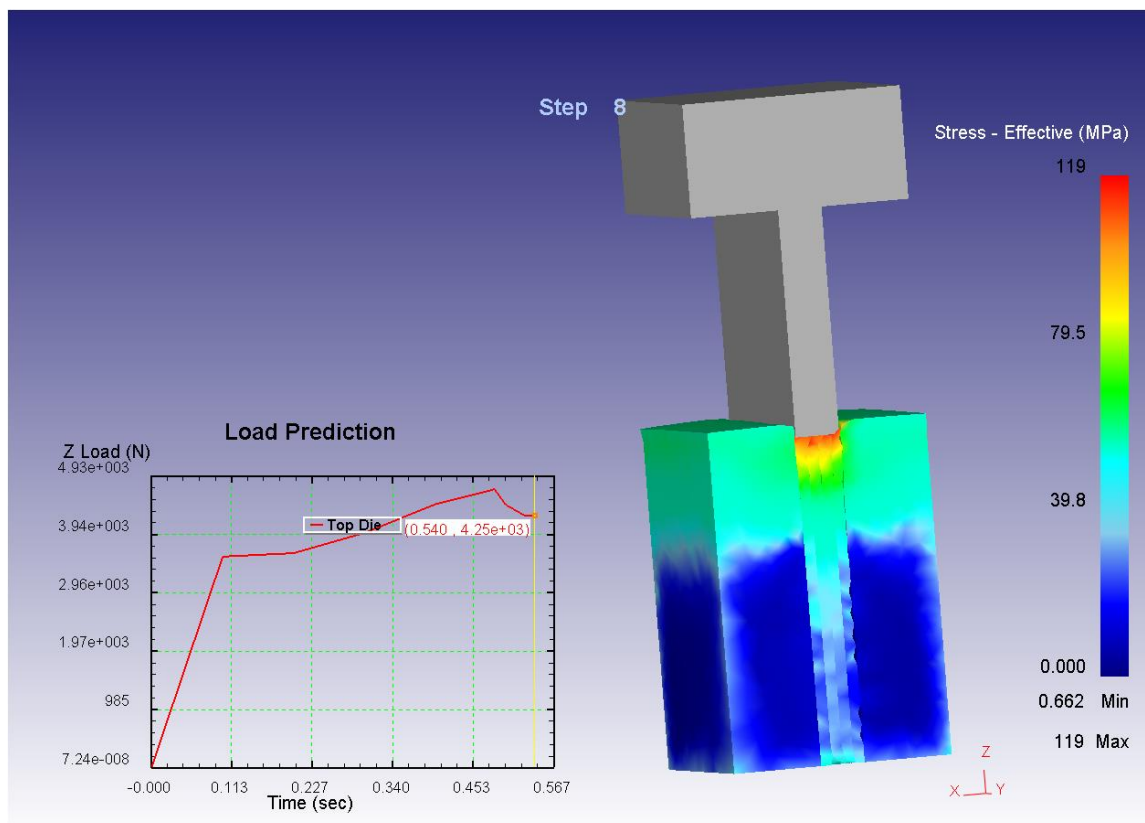


Рис. 4. График нагрузки на инструмент и картина распределения напряжений в заготовке

На рис. 5, *а* также виден изгиб слоев материала, идентичный изгибу слоев древесины на дне проушины (рис. 5, *б*), полученному в экспериментах исследования [1].

Полученные модели позволяют сделать прогностические выводы о картине распределения напряжений в заготовке и по нагрузке на инструмент. Для моделирования распределения напряжений в материале инструмента необходимо создавать отдельную задачу с указанием необходимых характеристик инструмента.

Модель требует доработки в части выбора характеристик материала, количества и толщины слоев. При этом следует остановиться на оптимальной степени детализации модели, поскольку так можно получить только частный результат (по причине неизбежного использования эмпирически установленных характеристик древесины). Модель

необходимо доработать путем верификации полученных при численном моделировании результатов экспериментальных исследований.

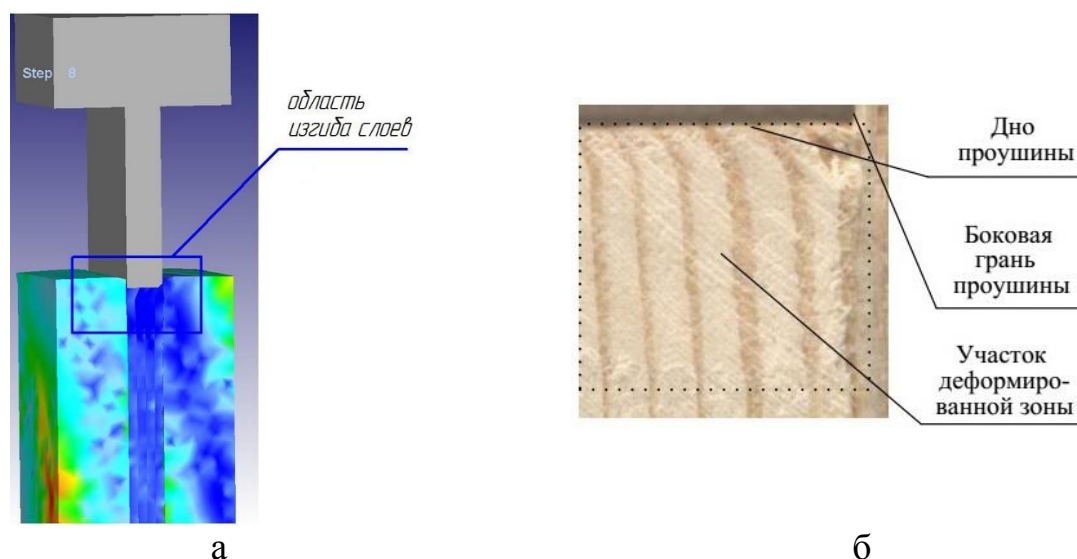


Рис. 5. Изгиб слоев древесины:  
*а* – в имитационной модели; *б* – в экспериментальном образце [1]

Данная модель может быть взята за основу при моделировании в других программных продуктах. «Слоистая» конструкция деформируемого участка позволит также моделировать поведение древесины при наличии наклона волокон или сучков в зоне прессования.

#### Список источников

1. Рублева, О. А. Формирование шиповых соединений деталей из древесины на основе технологии торцового прессования : дис. ... д-ра техн. наук / Рублева Ольга Анатольевна. – Екатеринбург, 2020. – 346 с.
2. Лукинских, С. В. Компьютерное моделирование и инженерный анализ в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие / С. В. Лукинских. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – 168 с.
3. Демидов, Н. Н. Моделирование процесса прессования проушины в заготовках из древесины сосны / Н. Н. Демидов, О. А. Рублева // Научное творчество молодежи-лесному комплексу России. – 2020. – С. 16–19.
4. Лучинина, Е. К. Моделирование процесса торцового прессования древесины в программе Solid Edge / Е. К. Лучинина, О. А. Рублева // Общество. Наука. Инновации (НПК-2018) : материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции: в 3 томах (Киров, 02–28 апреля 2018 года). – Киров: Вятский государственный университет, 2018. – С. 537–541. – EDN XSPBXV.

5. Finite element analysis of tensile load resistance of mortise-and-tenon joints considering tenon fit effects / Hu W. [et al] // Wood and Fiber Science. – 2018. – Т. 50, №. 2. – С. 121–131.

6. Конечно-элементная методика численного моделирования упругопластического деформирования древесины при ударном нагружении / М. В. Беженцева, Л. И. Вуцин, А. И. Кибец, Л. Крушка // Проблемы прочности и пластичности. – 2020. – Т. 82, № 4. – С. 428–441. – DOI 10.32326/1814-9146-2020-82-4-428-441. – EDN CIAHEA.

Научная статья  
УДК 62-5

**АКТУАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ ПОИСКОВО-ТУРИСТИЧЕСКОГО  
РАДИОДАТЧИКА ДЛЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ  
ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ – НА ПРИМЕРЕ БАЙКАЛЬСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО  
ЗАПОВЕДНИКА**

**Диана Евгеньевна Веренцова<sup>1</sup>, Сергей Петрович Санников<sup>2</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

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

<sup>2</sup> SSP-2@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассматривается важность развития туристических троп на территориях ООПТ и обеспечения комплексной безопасности туристов с помощью поисково-туристического радиодатчика. Работа написана на основе полученных результатов в рамках научно-туристической экспедиции в ООПТ Байкальского Биосферного заповедника.

*Ключевые слова:* радиодатчик, РФИД система, охрана ООПТ, безопасность туристов, туристические маршруты

Scientific article

**THE RELEVANCE OF CREATING A SEARCH RADIO SENSOR FOR  
SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF RUSSIA ON  
THE EXAMPLE OF THE BAIKAL STATE NATURAL BIOSPHERE  
RESERVE**

**Diana E. Verentsova<sup>1</sup>, Sergey P. Sannikov<sup>2</sup>**

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

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

<sup>2</sup> SSP-2@mail.ru

*Abstract.* The article discusses the importance of the development of tourist trails in the territories of protected areas, as a result of this development, to ensure the comprehensive safety of tourists and territorial integrity with the help of a Search and Tourist radio sensor. The work was written on the basis of the results obtained as part of a scientific and tourist expedition to the protected areas of the Baikal Biosphere Reserve.



**Keywords:** radio sensor, RFID system, protected areas defense, tourist safety, tourist routes

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) России обладают большим потенциалом для туризма и могут приносить пользу экономике регионов. Развитие туризма – это способ кардинально улучшить жизнь жителей прилегающих к ним территорий, а также привлечь внимание общества к проблемам сохранения природы.

По данным Росстата за 2019 г. Россия занимает первое место в мире по площади ООПТ, которые составляют 238,8 млн га и занимают 13,9 % площади страны, что практически равно площади Аргентины. В рейтинге стран для путешествий по дикой природе за 2019 г. (Global Wildlife Travel Index 2019) Россия занимает 14-е место. По данным Всемирного совета по туризму и путешествиям сектор туризма в РФ – составляет 5 % экономики, в 2019 г. вклад туристической отрасли в ВВП составил 5,5 трлн руб. Экотуризм пока занимает лишь малую долю (менее 1 %) в общем объеме туристических услуг [1].

В России 135 природных территорий, по данным 2019 г. их посетило 8 млн человек, доход федеральных ООПТ, которые находятся в ведении Минприроды, от посетителей составил 1,03 млрд руб. [1].

Так, например, Байкальский заповедник дает возможность каждому совершить путешествие в заповедную природу и познакомиться с ее нетронутыми уголками. Отведенные для экотуризма земли занимают не более 1 % территории заповедника, но именно они играют важнейшую роль в популяризации экологических знаний и привлечении внимания общества к проблемам сохранения природы и экологии [2].

На территории заповедника существуют три туристические тропы с деревянным настилом: «Кедровая аллея» – 1,75 км, «Верховое болото» – 2,8 км, «Путь к Байкалу» – 3,85 км. Имеются и перспективные направления развития, такие как маршрут по реке Осиновка и эколого-познавательный тур «В Медвежий угол» [3].

Маршрут по реке Осиновка рассчитан на любителей активного отдыха, готовых затратить на путешествие не менее 3–4 часов, он не охвачен деревянным настилом – путь проходит через заросли папоротников, спускается в пойму реки Осиновка, пересекает ее и продолжается с постепенным набором высоты. Тропа приводит к границе Байкальского заповедника, дальнейшее путешествие может быть продолжено только в сопровождении сотрудников заповедника. Тропа доходит до Заповедного (Осиновского) водопада высотой 3,5 метра, у подножия которого образовалась глубокая чаша с прозрачной ледяной водой. [3]

Развитие туристических маршрутов в ООПТ влечет за собой ужесточение требований к безопасности туристов, поскольку велика вероятность встретить дикого зверя или получить травмы. Чем больше

группа туристов, тем больше потребуется сопровождающих, а человеческий ресурс ограничен – невозможно полностью отследить передвижение туристов силами сотрудников ООПТ или туристских организаций. Также существуют зоны повышенного внимания, обусловленные географической местностью, но внимательность туристов не всегда может уберечь от получения травм, для этого предлагается оснастить устройство тревожной кнопкой, которая подаст сигнал бедствия.

Таким образом, возрастает потребность создания поисково-туристического радиодатчика. С помощью датчика РФИД можно полностью отследить передвижение людей, подать сигнал SOS в случае травм, уменьшить количество сопровождающих сотрудников, а следовательно, увеличить количество групп и туристов в них, а также увеличить пропускную способность маршрутов и сделать территории ООПТ более доступными для посещения.

*RFID* от англ. *Radio Frequency IDentification* – радиочастотная идентификация. Данная система автономна, обладает определенной оперативностью с высокой степенью автоматизации, то есть работает без участия человека (оператора) [4].

Создаваемое устройство поисково-туристического радиодатчика должно выполнять несколько функций: автономный контроль за передвижением туристов по маршруту; получение информации о состоянии их здоровья; отправка сигнала SOS в случае непредвиденных обстоятельств и пр. Данное устройство должно быть индивидуальным, малогабаритным, зарегистрированным в соответствующей службе ООПТ, а также потреблять минимум электрической энергии от автономного источника питания.

Структурная схема создаваемого устройства поисково-туристического радиодатчика показана на рис. 1.



Рис. 1. Поисково-туристический радиодатчик (структурная схема)

Поисково-туристический радиодатчик состоит из трех входных устройств: термометра, измеряющего температуру тела человека; датчика пульса и кровяного давления; кнопки сигнала бедствия (кнопка SOS). Модуль глобальной навигационной системы выполняет те же функции, что и существующая система, использующая сотовые телефоны и виртуальный трекер. Сердцем создаваемого устройства является микроконтроллер, который осуществляет управление отдельными модулями и датчиками по определенному алгоритму, микроконтроллер имеет идентификационный номер (метку).

Для обмена информацией предлагается встроить три модуля автоматизированной связи с сервером. Активный приемо-передатчик с дальностью от 800 м до 2,0 км рассчитан для считывания метки ридерами, расположенными стационарно по пути передвижения объекта, т.е. человека. В том случае расстановку ридеров по маршруту следования можно увеличить до нескольких километров (от 1 до 4 км). Принцип работы его заключается в том, что радиодатчик попадая в зону уверенного приема ридера, считывает с него сигналы и передает их на сервер (рис. 2).

Активный приемоопередатчик с дальностью до 200 м может выполнять те же функции, что и вышеуказанный модуль, но при этом понадобится гораздо больше ридеров, а так информация с данного модуля будет считана при приближении к ридеру на указанное расстояние. Данный модуль поможет при выполнении поисковых работ с использованием переносного ридера.

Третий модуль с пассивным приемоопередатчиком с дальностью до 100 м необходим для поисковых работ. Радиус работы пассивного модуля будет зависеть от многих природных факторов, так как его связь индукционная, а не электромагнитная, как у предыдущих двух.

Принцип работы поисково-туристической системы с использованием радиодатчика показан на рис. 2.

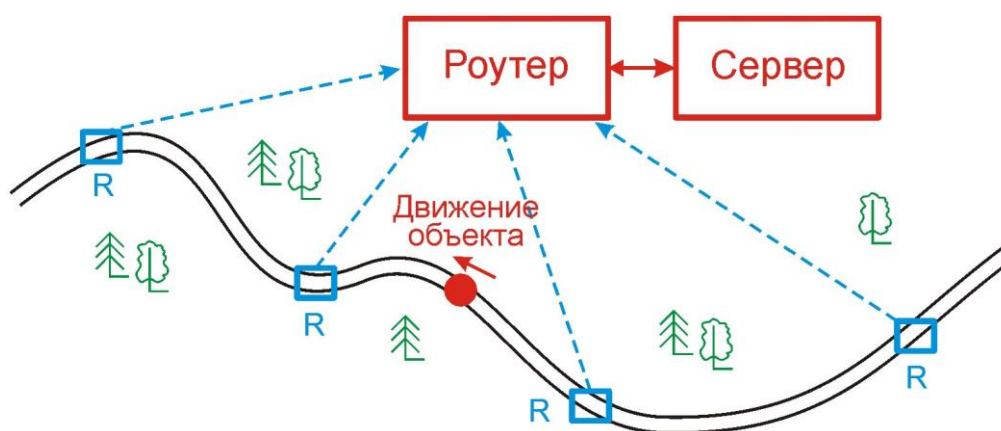


Рис. 2. Схема функционирования поисково-туристической системы

Объект с имеющимся радиодатчиком будет отслеживаться на протяжении всего пути передвижения системой, состоящей из ридеров R, расположенных с определенным интервалом. Сигнал с ридеров R передается через роутер на сервер с промежутком времени, установленным в соответствии с алгоритмом функционирования поисково-туристической системы.

В случае срабатывания одного из радиодатчиков сигнал появляется на сервере. В зависимости от характера сигнала (температура, остановка сердца, SOS и пр.) службой спасения принимаются экстренные меры.

Предлагается создать приложение или систему, куда будут отправляться все данные о геопозиции туристов и данные о сигналах SOS. Доступ к приложению должен быть как у администрации заповедника, так и у сопровождающих группу сотрудников.

Преимущество радиодатчика по сравнению с распространенной GPS системой в том, что радиодатчик способен на более долгое автономное время работы. Также для поисково-спасательного датчика будет создано приложение, в котором можно будет отследить всю группу туристов, в GPS устройствах такой возможности нет.

Использовать поисково-туристический радиодатчик можно не только для ООПТ, но и на любых территориях повышенного риска, к таким можно отнести горнолыжные курорты. В связи с повышенным риском потерь людей в лесу устройство будет незаменимым помощником работников лесного хозяйства для обеспечения личной безопасности.

Таким образом, благодаря созданию поисково-туристического устройства можно будет решить проблему комплексной безопасности туристов на территории ООПТ, а также снизить кадровую нагрузку и увеличить пропускную способность туристических групп, тем самым делая особо охраняемые природные территории доступными для посещения. Также устройство будет полезно и в других туристических местах повышенного риска.

#### *Список источников*

1. Людям здесь не место. – URL: <https://plus-one.ru/ecology/2022/01/11/lyudyam-zdes-ne-mesto> (дата обращения: 02.12.2022).
2. Байкальский государственный заповедник – URL: <https://baikalzapovednik.ru> (дата обращения: 02.12.2022).
3. Экологические тропы // Байкальский государственный заповедник : [сайт]. – URL: <https://baikalecotourism.ru/ecotrails> (дата обращения: 02.12.2022).
4. Санников, С. П. Мониторинг леса электронными средствами : учебное пособие / С. П. Санников, В. В. Побединский, А. В. Мехренцев. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2017. – 21 с.

Научная статья  
УДК 630.233

## О РАЗРАБОТКЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ДЕРЕВЬЕВ В ЛЕСУ

Виолетта Михайловна Горяева<sup>1</sup>, Сергей Петрович Санников<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> violettagoriaeva@gmail.com

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрены принципы конструирования измерительного устройства для определения возраста дерева. Проведен анализ существующих методов определения возраста дерева. Предложен неразрушающий метод, основанный на использовании ультразвуковой энергии. Получаемая информация послойная, по годичным слоям.

*Ключевые слова:* деревья, ультразвук, плотность, скорость, приемник

Scientific article

## ABOUT THE DEVELOPMENT OF A MEASURING DEVICE FOR DETERMINING THE AGE OF TREES IN THE FOREST

Violetta M. Goryaeva<sup>1</sup>, Sergei P. Sannikov<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> violettagoriaeva@gmail.com

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

*Abstract.* The article discusses the principles of designing a measuring device for determining the age of a tree. The analysis of existing methods for determining the age of the tree is carried out. A non-destructive method based on the use of ultrasonic energy is proposed. The information received is layered, in annual layers.

*Keywords:* trees, ultrasound, density, speed, receiver

Возраст деревьев определяют по количеству годичных колец. Отложение слоя древесины происходит в течение вегетационного периода. В среднем каждый годичный слой состоит из ранней (весенней) и поздней (летней) древесины, которая имеет различные окраски и плотность. Их

можно хорошо рассмотреть на поперечном разрезе ствола большинства древесных пород в виде концентрических кругов.

У хвойных пород годовичные слои заметны невооруженным взглядом, а у многих лиственных растений они трудно различимы. При подсчете годовых слоев поперечный срез тщательно зачищают, смачивают красящими веществами (например, слабым раствором марганцовки) и рассматривают через лупу. С помощью точного определения возраста дерева необходимо установить количество годовичных слоев на срезе у шейки корня. Чтобы контролировать результаты, подсчет слоев обязательно должен вестись по двум взаимно перпендикулярным радиусам от периферии к центру или наоборот. При таксационных работах возраст определяют по количеству годовичных колец на пне. Возраст деревьев обычно определяют буровом, высверливая керн в стволе дерева.

Также расположение годовичных слоев зависит от условий в месте роста деревьев (рис. 1).

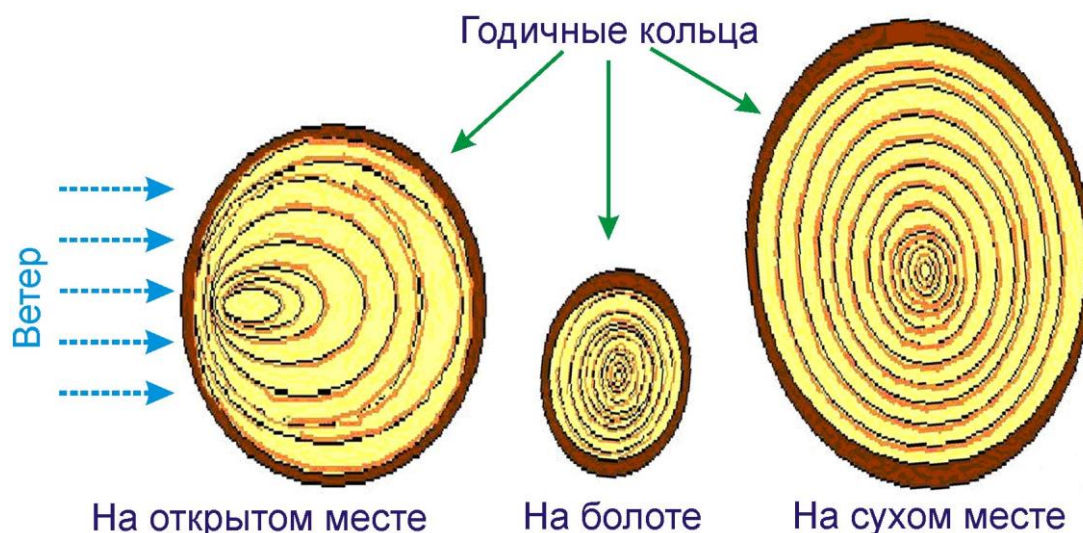


Рис. 1. Влияние условий жизни дерева на его размеры при одинаковом возрасте

Признаки, по которым можно определить возраст дерева, показаны на рис. 1. Это строение ствола, расположение годовичных слоев, плотность древесины слоев и окраска коры. В молодом возрасте кора у молодых деревьев обычно более светлая, плотная и гладкая. До 60...70 лет у сосны и ели поверхность коры ровная, но только в нижней части (до 1 м) она становится чешуйчатой. Более 140. На протяжении 150 лет чешуйчатая кора достигает четверти высоты, а в нижней ее части она становится трещиноватой. По мере увеличения возраста, этот процесс будет продолжаться. На коре старых деревьев появляются мхи и лишайники. Поэтому разрабатываемое устройство должно измерять строение внутренней структуры.

*Целью работы* является разработка автоматизированного измерительного устройства для определения возраста дерева по его

внутренней структуре и расположению годичных колец без нанесения повреждений деревьям.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: выбрать физический принцип, на котором можно построить измерительное устройство; выбрать вид и тип энергии для измерения неразрушающим методом; разработать структурную схему устройства.

*Описание*

Датчик 1 является источником ультразвуковых колебаний, которые направлены поперек волокон ствола дерева. Энергия с датчика 1 отправляется на приемник, тем самым передавая колебания плотности деревьев.

Так как один датчик не сможет дать точный ответ, устанавливается второй (рис. 2).

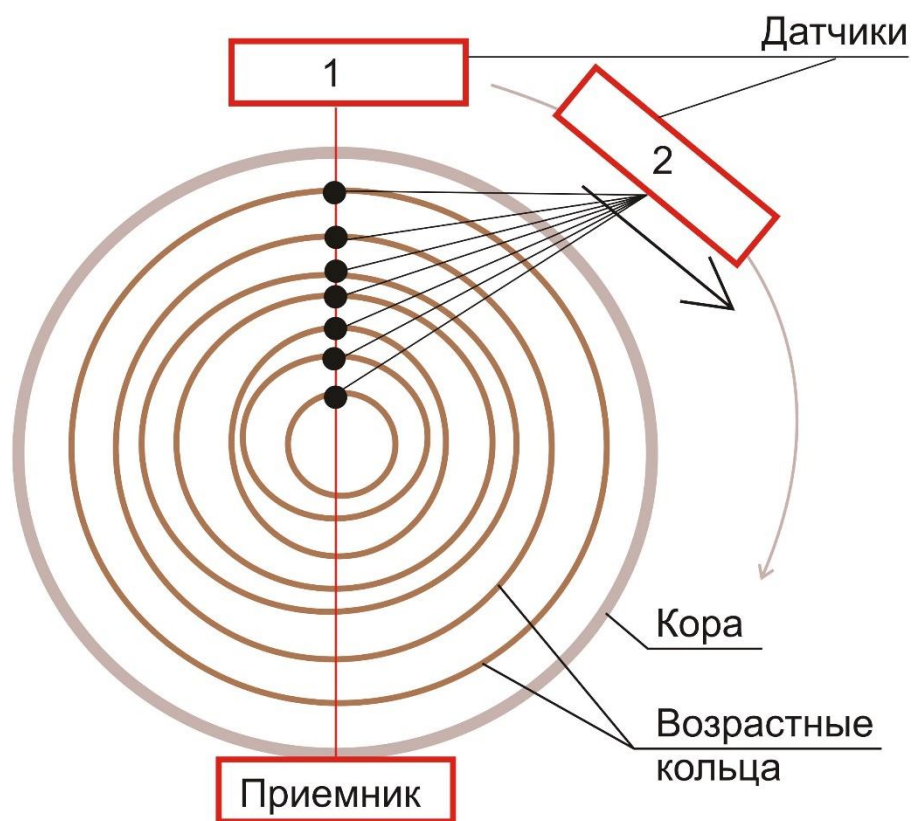


Рис. 2. Схема расположения датчиков относительно оси дерева

Второй датчик перемещается вокруг оси ствола дерева на 90° (180°). Таким образом, датчик 2 сканирует дерево в пределах заданного угла. Энергия с датчика 2 промоделирована по фазе, поэтому в начальной точке (0° поворота), когда амплитуды одинаковы, а их вектора в противофазе, на приемник сигнал не приходит.

При перемещении датчика 2 амплитуды в определенной точке сканирования накладываются, их разница отображается на приемнике.

Учитывая, что датчик 2 перемещается с постоянной скоростью, то по времени и по разности амплитуд можно определить плотность древесины в данной точке, а по ширине импульса – толщину слоя. Разница амплитуд получается за счет того, что скорость прохождения ультразвука в разных по плотности слоях различна, то есть наблюдается сдвиг фаз в данной точке ствола дерева.

В заключение необходимо отметить, что цель по разработке измерительного устройства выполнена. Поставленные задачи решены: энергия выбрана в виде ультразвуковых колебаний (физический принцип), разработана концепция измерительного устройства и описан принцип получения данных о возрасте дерева.

После каждого передвижения датчика 2 данные колебания с двух датчиков передаются на приемник. Приемник передает информацию на экран и сохраняет изменения плотности в формате графиков. С помощью графиков можно легко посчитать количество возрастных колец, для этого нужно разработать алгоритм функционирования измерительного устройства, что будет сделано в последующих исследованиях.

#### *Список источников*

1. Нагимов, З. Я. Приборы, инструменты и устройства для таксации леса : учебное пособие / З. Я. Нагимов, И. В. Шевелина, И. Ф. Коростелев. – Екатеринбург, 2019. – 214 с. – URL: <https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/8595> (дата обращения: 17.02.2023).

2. Румянцев, Д. Е. Методические подходы для определения возраста деревьев / Д. Е. Румянцев, А. В. Черкашев // Принципы экологии. – 2020. – № 4. – С. 104–117.

3. Лозовой А. Д. Таксация отдельного дерева и лесных насаждений: учебное пособие / А. Д. Лозовой. – Воронеж : Воронежская гос. лесотехническая акад., 2006. – 118 с.



Научная статья  
УДК 681.5

## КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ВЫСОТЫ ДЕРЕВА В ЛЕСУ

Елена Сергеевна Дементьева<sup>1</sup>, Сергей Петрович Санников<sup>2</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> dementeva-lena23@mail.ru

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы разработки измерительного устройства высоты дерева в лесу. Представлены описание и требования по разработке этого устройства.

**Ключевые слова:** лазерный высотометр, измерение высоты дерева, стационарный метод измерения деревьев в лесу

Scientific article

## THE CONCEPT OF DEVELOPING A MEASURING DEVICE FOR THE HEIGHT OF A TREE IN THE FOREST

Elena S. Dementeva<sup>1</sup>, Sergey P. Sannikov<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> dementeva-lena23@mail.ru

<sup>1</sup> ssp-2@mail.ru

**Abstract.** The article discusses the development of a measuring device for the height of a tree in the forest. The description and requirements for the development of this device are presented.

**Keywords:** laser altimeter, tree height measurement, stationary method of measuring trees in the forest

Для количественной и качественной характеристики деревьев нужно знать их таксационные признаки (показатели): высоту, диаметр, площадь поперечного сечения, запас и т. д.

Применение различных приборов, устройств и приспособлений сильно упрощает жизнь современных людей. Нередко необходимо вычислять значения различных величин с помощью инструментов и приборов. Так, в своей профессиональной деятельности для вычисления

высоты дерева люди используют специальные приборы – высотомеры, что не всегда бывает подходящим и удобным.

Цель работы – разработка концепции практичного прибора для измерения высоты дерева в лесу.

Из поставленной цели вытекает ряд задач: провести анализ существующих измерителей высоты деревьев; предложить наиболее приемлемый и простой способ определения высоты деревьев; разработать наиболее точный способ определения высоты деревьев в лесу; разработать стационарный прибор для измерения высот природных объектов.

В работе были проанализированы существующие измерители высоты деревьев. Для измерения высоты стоящего дерева применяют различные приборы и приспособления. На практике чаще всего используют мерную вилку, эклиметр и маятниковый высотомер.

За 200-летний период развития таксационной техники сконструирован целый ряд высотомеров, опирающихся на геометрические и тригонометрические построения.

Результаты исследования точности и производительности 19 высотомеров приводит Ф. Корсунь в статье «Высотомер» в чехословацком «Лесном научном словаре», результаты представлены В. Ф. Багинским в работе [1]. В этой статье все высотомеры делятся на две группы:

- высотомеры, требующие измерения базы, то есть, расстояния от дерева до наблюдателя;

- высотомеры, не требующие этого измерения.

В своей работе В. Ф. Багинский ссылается на профессора Жан Парде, который высотомерам дает следующую классификацию [1]:

- высотомеры, которые производят измерения с расстояния, равного высоте деревьев;

- высотомеры, которые производят измерения высот на любом расстоянии от дерева;

- высотомеры, с которыми не требуется измерение расстояния до дерева;

- высотомеры, с которыми не требуется измерение расстояния до дерева и не нужна рейка, приставляемая к дереву.

В настоящее время в лесном хозяйстве и лесоустройстве можно использовать современные приборы для измерения, которые удобнее, точнее и практичнее прошлых. Например, можно использовать электронные или лазерные высотомеры.

Лазерный высотомер – это высокотехнологичный прибор, который позволяет измерять высоту и длину деревьев.

При работе в лесном хозяйстве можно вычислить высоту дерева, ширину кроны, объем и общую площадь. Определение высоты дерева может проводиться с базисного расстояния.

Рассмотрим принцип работы лазерного высотомера. При включении клавиши управления включается режим высотомера. Определение высоты дерева может проводиться с любого базисного расстояния  $L$ . Для нахождения этого расстояния применяется встроенный дальномер и специальный транспондер, который устанавливается на измеряемом дереве. Место расположения транспондера  $L_3$  заблаговременно фиксируется в компьютерной памяти высотомера.

Базисное расстояние, на которое следует установить высотомер, зависит от предполагаемой высоты дерева. Высота деревьев нередко зависит от условий их произрастания – в городе одни и те же растения вырастают ниже, чем в лесах. Так как наше устройство будет установлено в лесу, предположим, что деревья будут расти до 20–25 метров (высокие деревья в лесах России). При данной прогнозируемой высоте дерева визирование выполняется с отметки, размещенной на расстоянии 25 м от дерева,  $L = 25$  м.

Работа лазерного высотомера состоит в том, что отправляемые устройством импульсы отражаются от цели. Затем встроенный процессор рассчитывает расстояние в зависимости от времени с момента посылы импульса до момента приема его отражения [2].

Измеряется расстояние до вершины дерева по диагонали  $L_2$  (гипотенуза) и по горизонтали, базисное расстояние  $L$  (первый катет). По теореме Пифагора прибор рассчитывает вертикаль  $L_1$  (второй катет):

$$L_1^2 = L_2^2 - L^2.$$

Так как высота от земли до транспондера уже известна, прибор складывает ее с рассчитанной и выводит высоту дерева ( $L_1 + L_3$ ).

Для изменения положения высотомера (вверх, вниз) используется механизм наклона, который изменяет положение прибора до тех пор, пока лазерный луч не достигнет вершины дерева.

Измерение высоты деревьев проводят в следующем порядке:

- 1) прибор включается нажатием кнопки управления;
- 2) измеряется базисное расстояние в метрах от высотомера до дерева электронным дальномером (с округлением до метра);
- 3) для фиксирования измеренного базиса и перехода к измерению один раз нажимается кнопка управления;
- 4) для измерения высоты один раз нажимается клавиша управления, и высотомер механизмом наклона направляют на верхушку дерева. На экране появится значение высоты дерева в метрах.

В настоящее время ассортимент электронных высотомеров, выпускающихся в различных странах мира, очень широкий. Описывать все их разнообразие нет смысла, но улучшить некоторые характеристики для удобства, точности и легкости его использования можно. Зная некоторые

приборы и общие принципы их работы, можно улучшить любой новый высотомер. В работе проведен анализ существующих измерителей высоты дерева и предложена концепция для конструирования нового устройства (высотомера) с параметрами, которые подробно описаны выше.

На достоверность результата измерения параметров дерева высотомерами влияют различные факторы. Они связаны с особенностями конструкции прибора, с погодными условиями и т. д. Для того, чтобы получить более достоверные показатели, нужно несколько раз измерить высоту и посчитать среднее арифметическое значение.

Значимой и энергозатратной промышленной целью является выделение участка леса, где будет проводиться рубка, и определение качества древесины на этом участке. Результативность выполнения этой задачи во многом зависит от используемых предприятием приборов. Немаловажным фактором при выборе устройств является их совместимость, эффективно будет приобрести приборы одной фирмы. Так, всю работу – измерение, хранение и расчет данных можно будет проводить в электронном виде. Это обеспечит повышение точности и оперативности работ.

#### *Список источников*

1. Багинский, В. Ф. Таксация леса : учебное пособие для студентов специальности «Лесное хозяйство», «Лесоинженерное дело», «Садово-парковое хозяйство» / В. Ф. Багинский. – Гомель : ГГУ им Ф. Скорины, 2012. – URL: <https://studfile.net/preview/7293353/page:16/> (дата обращения: 17.02.2023).

2. Кудряшов, А. Лазерный дальномер на охоте / А. Кудряшов, Н. Дергачев // Журнал «Калибр». – 2015. – URL: <http://9cordon.ru/index.php/stati/ob-ekipirovke/item/lazernyj-dalnomer-na-okhote> (дата обращения: 17.02.2023).

Научная статья  
УДК 681.5:630.0

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМА ДЕРЕВА В ЛЕСУ

Никита Владимирович Донцов<sup>1</sup>, Сергей Петрович Санников<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> nikita.doncov02@mail.ru

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются функции, концептуальные возможности и принцип действия автоматизированной системы измерения объема дерева в лесу. Основное внимание обращено именно на составляющие и цель изобретения прибора.

**Ключевые слова:** размер дерева, робот, сканер объемный

Scientific article

## THE SYSTEM OF AUTOMATED PROCESS OF MEASURING THE VOLUME OF A TREE IN THE FOREST

Nikita V. Dontsov<sup>1</sup>, Sergei P. Sannikov<sup>2</sup>,

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

<sup>1</sup> nikita.doncov02@mail.ru

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

**Abstract.** The article describes the functions, conceptual capabilities and the principle of operation of an automated system for measuring the volume of a tree in a forest. The main attention is paid to components and the purpose of the invention of device.

**Keywords:** tree size, robot, volumetric scanner

Лесная отрасль является самой неавтоматизированной по сравнению с химической, целлюлозной, бумажной, энергетической, нефтяной и пр. С одной стороны, это связано с особенностью лесного хозяйства, с другой, с отсутствием электропитания.

Одними из показателей таксационных работ в лесу являются объем древесины и ее возраст. Как правило, они выявляются на пробных площадях экспедицией, высаженной в лесу, которая собирает необходимые сведения. В последнее время электронная промышленность развивается такими

темпами и в своем арсенале имеет набор инструментов, приборов, и механизмов, которые можно использовать для таксационных работ в автоматизированном режиме.

Целью нашей работы является разработка системы сбора некоторых таксационных данных и создание измерителя объема древесины, который поможет избавиться от множества проблем, связанных с ручным измерением объема дерева, и облегчить данный процесс работникам леса. Для решения этой проблемы обозначены следующие задачи:

- анализ существующих способов и технологий таксационных работ;
- поиск путей решения;
- предложение автоматизации измерения объема дерева в лесу.

Нормативными документами по лесопользованию в Российской Федерации являются Лесной кодекс РФ [1], а также Лесоустроительная инструкция от 2008 г. [2], в рамках которых проводятся все работы в лесу, в том числе и оценка древостоев. Проблемы, связанные с таксационными процессами, освещены в множестве исследовательских научных работ и трудах. Мы попытаемся предложить решение одной из проблем с получением информации о состоянии леса, обмера древостоев.

Анализ предлагаемых и используемых методов и способов получения таксационных показателей показал, что одно из направлений мониторинга леса – это использование космических аппаратов (спутников), предложенных в работе И. М. Данилина «Высокие технологии XXI века для аэрокосмического мониторинга и таксации лесов» [3], где поставлены задачи исследований и рассмотрены перспективы использования предложенных технологий. Не только летательные аппараты космического базирования, но и другие летательные аппараты околоземного пилотирования способны предоставлять данные о лесе, как предложено в работе В. А. Усольцева [4], с использованием лазерного луча, отраженного от листьев и других частей дерева. Предлагаемый метод основан на спектральном анализе фитомассы дерева. Исследователями из Бурятии, Красноярска и Томска, предложен метод дистанционного зондирования при помощи радиолокационной станции (РЛС), как это показано в работе [5].

Наша разработка предполагает использование робота, который по определенному алгоритму перемещается от дерева к дереву и при помощи сканера получает информацию со штамба дерева, а затем производит вычисление объема древесины всего дерева, как это показано на рис. 1.

Само измерения состоит в том, что сканер (измерительное устройство) полностью снимает размеры со штамба дерева от комля до максимальной возможной высоты, которая ограничена кроной дерева. После чего все данные должны сохраниться на бортовом компьютере для дальнейших вычислений и передачи в базу данных.

Вычисления объема дерева основаны на определении площади нижней части ствола дерева, то есть штамба, и по сбежистости вычисляется вся

площадь дерева а затем – весь объем дерева. В моделировании предложено использовать форму дерева как равнобедренный треугольник со вписанной трапецией (штамб), у которых нижние основания совпадают, то есть являются общими (рис. 2).

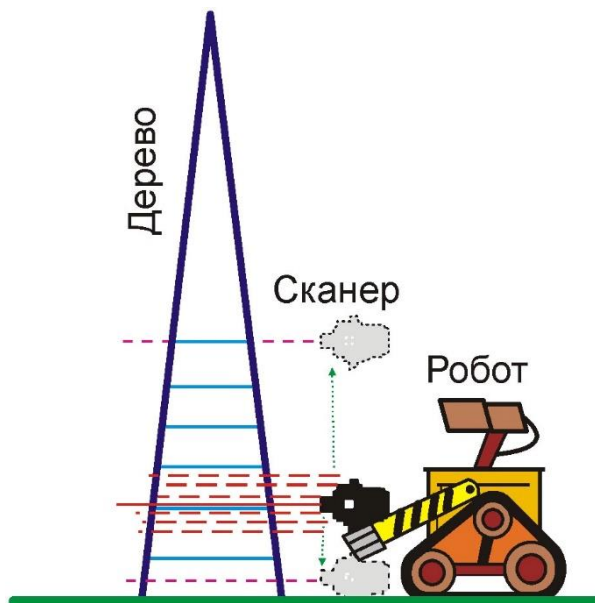


Рис. 1. Процесс сканирования дерева

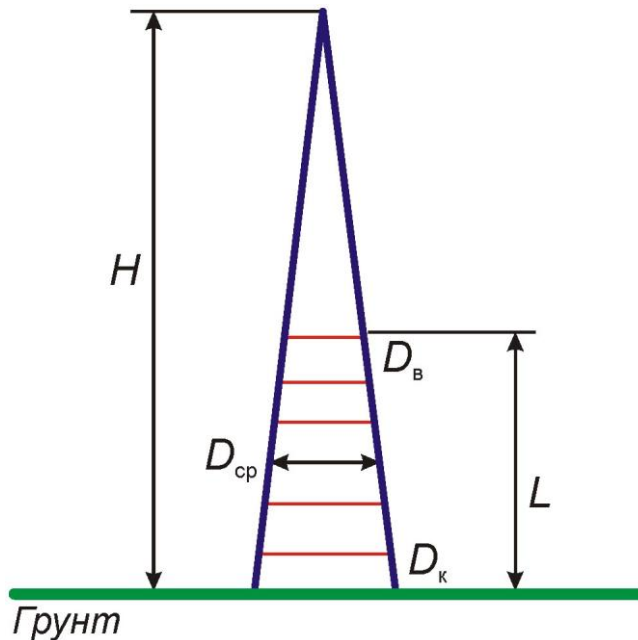


Рис. 2. Расчетная схема объема дерева:  
 $H$  – высота дерева;  $L$  – высота штамба (трапеции);  
 $D_k, D_v$  – диаметр комля и верхнего основания трапеции, соответственно;  
 $D_{cp}$  – средний диаметр трапеции (штамба)

В некоторых учебниках средний диаметр трапеции (штамба) связывают с расчетным объемом дерева, как в формуле

$$D_{\text{ср.}} = \frac{D_{\text{к}} - D_{\text{в}}}{L} \quad \text{или} \quad V_{\text{д}} = \frac{D_{\text{к}} - D_{\text{в}}}{L} 100. \quad (1)$$

Из формулы (1) следует, что  $D_{\text{ср}}$  отличается от  $V_{\text{д}}$  неким коэффициентом, который в данном случае равен 100. Эти коэффициенты найдены опытным путем многолетних обмеров стволов дерева.

То есть весь процесс измерения состоит в том, что робот подъезжает к дереву, использует сканер, в котором инфракрасные лучи сканируют ствол. Затем совершает цикл, описанный выше, и отправляется к следующему дереву.

Сам измеритель должен быть очень легок в эксплуатации и не вызывать никаких трудностей при транспортировке. Как и было сказано выше, использование робота должно сводиться к тому, чтобы доставить и включить, а дальше за работу принимается прибор. Так как работа будет проходить в лесистой местности, был поднят вопрос о передвижении и навигации робота в сложных условиях, в его состав должна входить система ориентирования в пространстве, задача которой – минимизация столкновений с препятствиями, возникающими на пути. В отличие от системы позиционирования, сканирующей пространство вокруг на несколько метров, датчики ориентирования способны выявить препятствие в пределах одного метра. Необходима высокая проходимость, которая позволит роботу перемещаться в труднопроходимых участках, для этого подойдут любые гусеницы. Робот должен быть оснащен сканером, который будет измерять ствол дерева в одной проекции.

В представленной работе описана разработка автоматизированной системы сбора таксационных показателей, создание измерителя объема древесины, который поможет избавиться от множества проблем, связанных с ручным измерением, и облегчить данный процесс работникам леса. Проведен анализ методов и разработок получения таксационных показателей и анализ существующих способов и технологий таксационных работ. Осуществлен поиск перспективных путей решения проблемы сбора данных, с использованием информационных технологий.

#### *Список источников*

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64299/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/) (дата обращения: 17.02.2023).

2. Лесоустроительная инструкция: [утверждена приказом МПР России от 06 февраля 2008 г. № 31 // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL:



[www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_77100/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77100/) (дата обращения: 17.02.2023).

3. Высокие технологии XXI века для аэрокосмического мониторинга и таксации лесов. Задачи исследований и перспективы использования. / И. М. Данилин, Е. М. Медведев, Н. И. АБЭ [и др.] // Лесная таксация и лесоустройство. – Вып. 1 (34). – 2005. – С. 28–38. – URL: [http://forest.akadem.ru/Articles/05/danilin\\_1.pdf](http://forest.akadem.ru/Articles/05/danilin_1.pdf) (дата обращения: 02.12.2022).

4. Аллометрические модели фитомассы деревьев лиственных пород Евразии и перспективы их использования при дистанционном зондировании лесов. / В. А. Усольцев, Ю. В. Норицина, Д. В. Норицин [и др.] // Эко-потенциал. – №1 (13). – 2016. – С. 7–19. – URL: <https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/5514/1/Usoltsev.pdf> (дата обращения: 02.12.2022).

5. Якубов, В. П., Сверхширокополосное зондирование лесного полога / В. П. Якубов, Е. Д. Тельпуховский // Журнал радиоэлектроники. – Томский государственный университет, 2002. – № 10. – URL: <http://jre.cplire.ru/alt/oct02/2/text.html> (дата обращения: 02.12.2022).

Научная статья  
УДК 621.22

## КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИВОДОВ

**Иван Игоревич Зуев<sup>1</sup>, Данил Дмитриевич Казанцев<sup>2</sup>, Сергей Николаевич Исаков<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> lilcvrsxd@gmail.com

<sup>2</sup> danil\_kazantsev\_2003@list.ru

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

**Аннотация.** Большое количество механизмов требуется приводить в движение в разных условиях и с различными характеристиками. Это возможно при использовании различных типов приводов. В данной статье рассмотрены классификации электро- и гидроприводов.

**Ключевые слова:** привод, классификация, электропривод, гидропривод

Scientific article

## CLASSIFICATION OF DRIVES

**Ivan I. Zuev<sup>1</sup>, Danil D. Kazantsev<sup>2</sup>, Sergey N. Isakov<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> lilcvrsxd@gmail.com

<sup>2</sup> danil\_kazantsev\_2003@list.ru

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

**Abstract.** A large number of mechanisms need to be set in motion under different conditions and with different characteristics. This is possible when using different types of drives. Classifications of electric and hydraulic drives are considered in this article.

**Keywords:** drive, classification, electric drive, hydraulic drive

В современном мире использование различных механизмов очень распространено: начиная от машин и станков, заканчивая роботами-пылесосами и дронами. Все эти устройства нужно приводить в движение, то есть все они имеют привод. Поскольку устройства разные, то и приводы должны быть разные. Это и определило цель данной работы – дать классификацию приводов.

Одна из классификаций механизированных силовых приводов по источнику энергии представлена на рис. 1 [1].

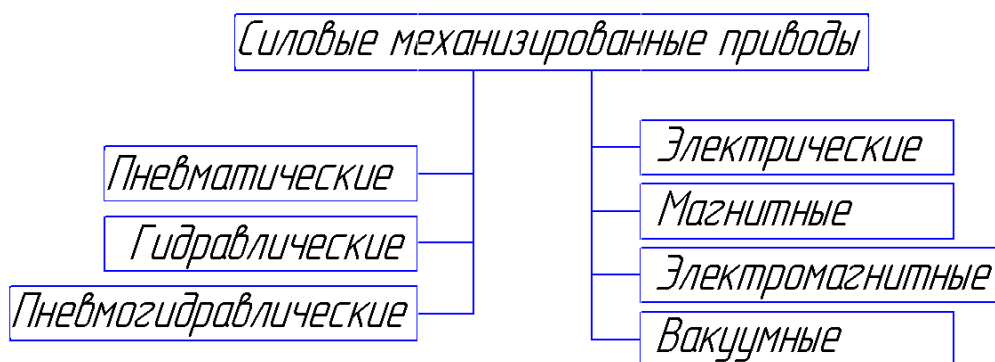


Рис. 1. Классификация механизированных силовых приводов

Наибольшее распространение получили электрические и гидродинамические приводы, рассмотрим их более подробно.

### Электроприводы

Большое распространение электроприводы получили благодаря своим преимуществам [2]:

- 1) наиболее эффективное преобразование электрической энергии в механическую;
- 2) электродвигатели могут быть различной мощности (от сотых долей ватта до десятков мегаватт) и скорости движения (долей оборота вала в минуту до нескольких сотен тысяч оборотов в минуту).
- 3) высокое КПД электропривода, надежность, простота и удобство обслуживания, отсутствие загрязнения окружающей среды;
- 4) возможность работы в разнообразных условиях: в воде, в агрессивных жидкостях и газах, при низких и высоких температурах и т. д.;
- 5) разнообразие конструктивного исполнения электродвигателей, позволяющее соединить приводы с различными органами рабочей машины;
- 6) возможность использования различных средств при реализации разнообразных и сложных видов движения исполнительных органов рабочих машин;
- 7) легкость автоматизации производственных и технологических процессов и другие.

### Классификация электроприводов

Классификация электроприводов по виду движения представлена на рис. 2.

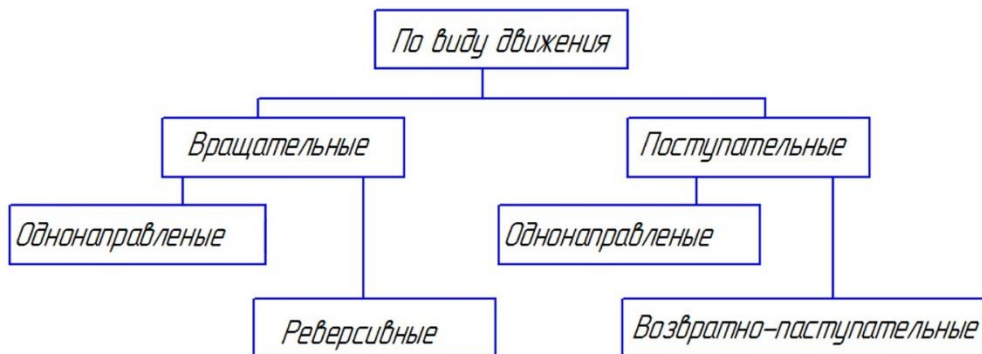


Рис. 2. Классификация электроприводов по виду движения

Классификация электроприводов по принципу регулирования скорости и положения исполнительного органа приведена на рис. 3. Следящий привод перемещает исполнительный механизм в соответствие с управляющим сигналом. Программно-управляемый привод работает по заданной программе. Для оптимальной работы адаптивный привод может автоматически изменять режим при изменении условий работы. Для регулирования положения исполнительного механизма применяется позиционный электропривод.

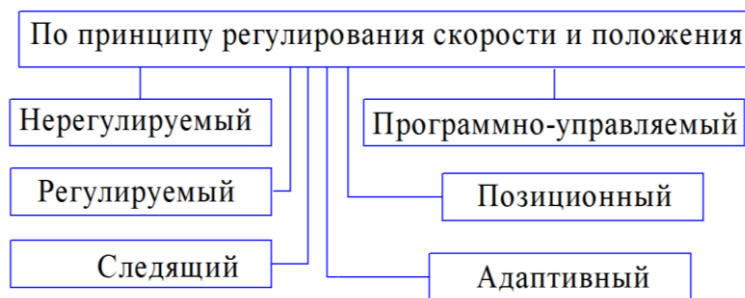


Рис. 3. Классификация по принципу регулирования скорости и положения

По роду механического передаточного устройства различают редукторный и безредукторный электроприводы, которые отличаются наличием промежуточных устройств между электродвигателем и исполнительным устройством.

По способу передачи механической энергии исполнительному органу электроприводы делятся на однодвигательные, многодвигательные и взаимосвязанные, индивидуальные и взаимосвязанные. Однодвигательный привод применялся, например на старых бумагоделательных машинах, которые приводились одним двигателем. А вращение различных секций с разными частотами вращения передавалось

с помощью вариаторов. Многодвигательный привод позволяет регулировать частоты вращения каждой приводной точки, например, по средствам частотного регулирования. Взаимосвязанный – это «запараллеливание» нескольких двигателей, при этом в установленном режиме работает один двигатель, остальные подключаются при повышенной нагрузке, например, при разгонах. Либо при пиковых технологических нагрузках.

### Гидравлические приводы

Все гидроприводы (ГП) можно разделить на динамические (гидродинамические) и объемные (гидростатические), далее идет разветвленная классификация, «верхушка» которой представлена на рис. 4 [3].

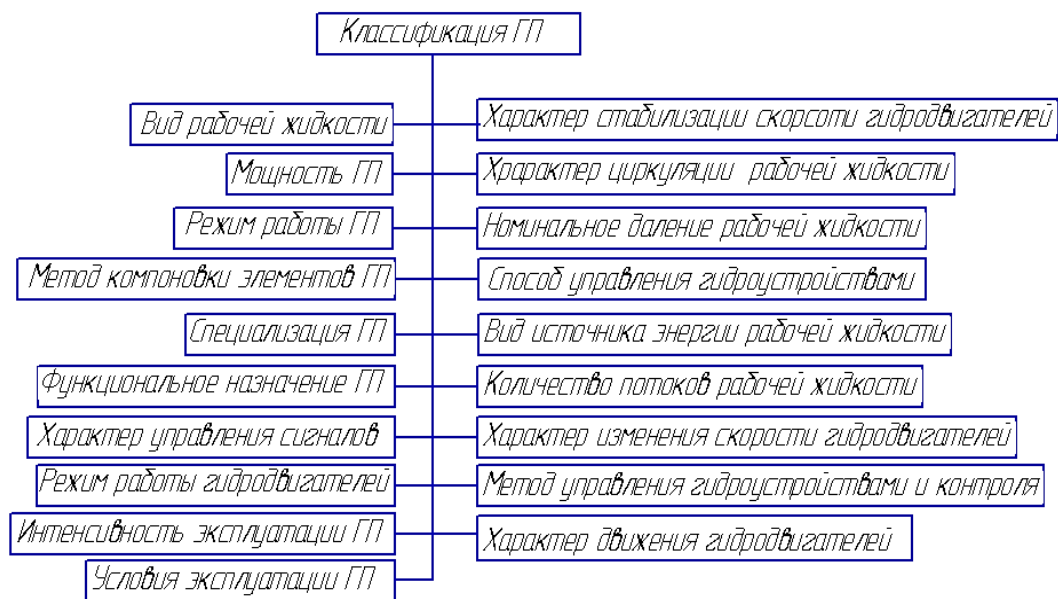


Рис. 4. Классификация гидроприводов

### Список источников

1. Понятие и классификация приводов. – URL: [https://libraryno.ru/4-8-1-ponyatie-i-klassifikaciya-privodov-xvostikov\\_tex\\_osnaska\\_2010/](https://libraryno.ru/4-8-1-ponyatie-i-klassifikaciya-privodov-xvostikov_tex_osnaska_2010/) (дата обращения: 20.11.2022).

2. Электропривод. Краткий курс лекций. Саратовский государственный аграрный университета имени Н. И. Вавилова. – URL: <https://www.sgau.ru/files/pages/24683/14691779663.pdf> (дата обращения: 24.11.2022).

3. Трушин, Н. Н. Разработка системы классификации объемных гидравлических приводов машин / Н. Н. Трушин // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2020. – № 3 (9). – С. 18–22. – EDN YMFKUU.

Научная статья  
УДК 53.03

## К ВОПРОСУ О ПОТЕНЦИАЛЕ СИЛ ДАВЛЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ В ПРОЦЕССЕ АДИАБАТИЧЕСКОГО СЖАТИЯ

Дмитрий Алексеевич Калашников<sup>1</sup>, Елизавета Александровна Радченко<sup>2</sup>, Нина Сергеевна Камалова<sup>3</sup>, Светлана Владимировна Внукова<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия

<sup>1</sup> dima345687@gmail.com

<sup>2</sup> elizaveta.radchenko2005@mail.ru

<sup>3</sup> rc@icmail.ru

<sup>4</sup> vnukovasv@vgtu.ru

**Аннотация.** В статье описывается проведение с помощью электронных таблиц сравнительного исследования величины потенциала сил давления в различных средах в процессе адиабатического сжатия. Процесс моделируется в рамках теории механики жидкости и газа с учетом сжимаемости исследуемых сред. В результате проведенных исследований установлено существенное влияние плотности и сложности состава среды на потенциал сил давления при одинаковых внешних условиях.

**Ключевые слова:** идеальная среда, потенциал сил, баротропные процессы, вычислительный эксперимент, сравнительный анализ

Scientific article

## ON THE QUESTION OF THE POTENTIAL OF PRESSURE FORCES IN VARIOUS MEDIA IN THE PROCESS OF ADIABATIC COMPRESSION

Dmitry A. Kalashnikov<sup>1</sup>, Elizaveta A. Radchenko<sup>2</sup>, Nina S. Kamalova<sup>3</sup>, Svetlana V. Vnukova<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia

<sup>1</sup> dima345687@gmail.com

<sup>2</sup> elizaveta.radchenko2005@mail.ru

<sup>3</sup> rc@icmail.ru

<sup>4</sup> vnukovasv@vgtu.ru

**Abstract.** The article describes a comparative study of the magnitude of the potential of the pressure forces in various media in the process of adiabatic compression with the use of spreadsheets. The process is modeled within the framework of the theory of fluid mechanics taking into account the compressibility of the media under study. As a result of the conducted studies a significant influence of the density and complexity of the composition of the medium on the potential of pressure forces under the same external conditions has been established.

**Keywords:** ideal environment, force potential, barotropic processes, computational experiment, comparative analysis

Компьютерное моделирование в последнее время становится часто используемым инструментом проектирования систем различного назначения: для прогнозирования пожаров [1] и прироста биомассы в таких сложных экосистемах, как лесные массивы [2], при поиске решения задач модернизации функциональных узлов аппаратуры [3], для исследования влияния внешних факторов на свойства биокомпозитов [4] и т. д. При этом в настоящий момент актуальной является проблема формирования обоснованных фундаментальных формульных соотношений для описания тех или иных процессов.

Целью данной работы является сравнительный анализ зависимости потенциала сил давления в процессе быстрого сжатия в различных средах при одинаковых внешних условиях (температуре). Базовые соотношения модели сформулированы в баротропном приближении, исследования касаются быстротекущих процессов (без теплообмена) в диапазоне изменения давления от одной до нескольких атмосфер.

При баротропном протекании процессов в сжимаемых средах плотность ( $\rho$ ) является функцией только давления ( $p$ ). К таким процессам относится адиабатический процесс (без теплообмена). В рассматриваемой задаче для быстротекущего процесса можно использовать адиабатическое приближение, поэтому для идеальной сжимаемой среды можно записать выражения

$$\rho = \rho_0 \left( \frac{p}{p_0} \right)^{1/\gamma}, \quad (1)$$

где  $p_0, \rho_0$  – давление и плотность среды в начальный момент исследования соответственно;

$\gamma$  – показатель адиабаты, являющийся характеристикой среды и определяемый отношением ее теплоемкости при постоянном давлении к теплоемкости при постоянном объеме.

Согласно соотношениям Эйлера фактор силы в среде, действующей в выбранном направлении  $x$ , определяется как

$$f_x = \frac{dp}{\rho dx}, \quad (2)$$

следовательно, элементарный потенциал действия силы давления в выбранном направлении

$$d\Pi = f_x dx. \quad (3)$$

Для любого баротропного равновесного процесса с учетом выражений (1) и (2) получим соотношение для моделирования потенциала действия сил давления в зависимости от величины последнего для различных сред:

$$\Pi_B(p) = \int_{p_0}^p \frac{dp}{\rho} = -\frac{\gamma}{\gamma-1} \frac{p_0}{\rho_0} \left( 1 - \left( \frac{p}{p_0} \right)^{\gamma-1/\gamma} \right). \quad (4)$$

Как видно из соотношения (4), основными характеристиками сред являются их плотность при температуре окружающей среды и показатель адиабаты, величины которых для вычислительного эксперимента определялись из справочной литературы и представлены в таблице.

#### Характеристики исследуемых сред [5]

Сжимаемая среда	Показатель адиабаты ( $\gamma$ )	Плотность ( $\rho_0$ ), кг/м <sup>3</sup> при 20 °С	Плотность ( $\rho_0$ ), кг/м <sup>3</sup> при 0 °С
Аргон	1,667	1,661	
Кислород	1,400	1,331	1,428
Воздух	1,400	1,205	1,293
Азот	1,400	1,165	–
Гелий	1,667	0,166	–
Водяной пар	1,333	0,804	–
Продукты сгорания	1,333	–	1,111

Результаты вычислительного эксперимента на основе соотношения (4) для различных сред (одноатомных – гелий и аргон; двухатомных – азот, кислород и воздух; многоатомных – водяной пар и продукты сгорания) представлены на рис. 1–3.

Анализ результатов вычислительного эксперимента выявил, что на функцию потенциала действия сил давления существенно влияет плотность среды. При этом влияние различий показателей адиабаты не так существенно. Например, плотность аргона при одинаковых внешних условиях и показателе адиабаты в десять раз превышает плотность гелия



(см. таблицу), при этом его потенциал действия сил давления существенно ниже (примерно в 10 раз), чем у гелия (рис. 1).

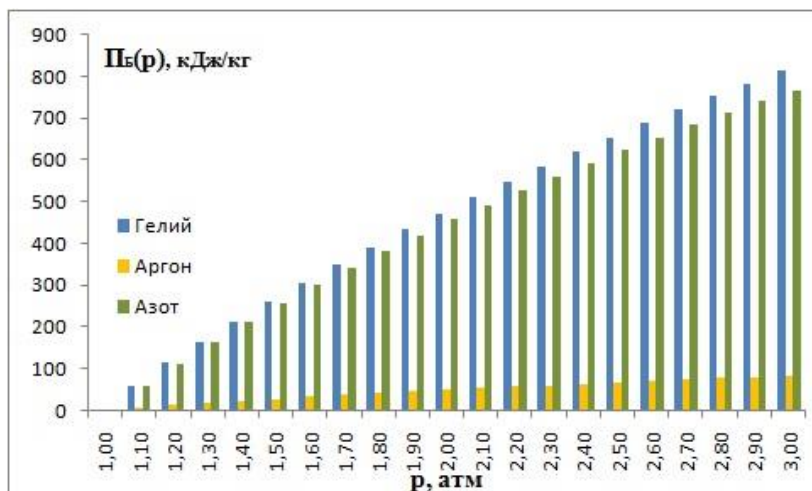


Рис. 1. Результаты вычислительного эксперимента для одноатомных газов (гелия, аргона) и азота

Величина потенциала сил давления воздуха, который является в основном смесью азота и кислорода, существенно меньше (примерно в 7 раз), чем у азота (см. рис. 1, рис. 2), но превышает  $P_B$  для кислорода в одинаковых условиях (давлении и температуре). Потенциал сил давления водяного пара примерно в 1,5 раза больше, чем у воздуха (разброс не превышает 2 %).

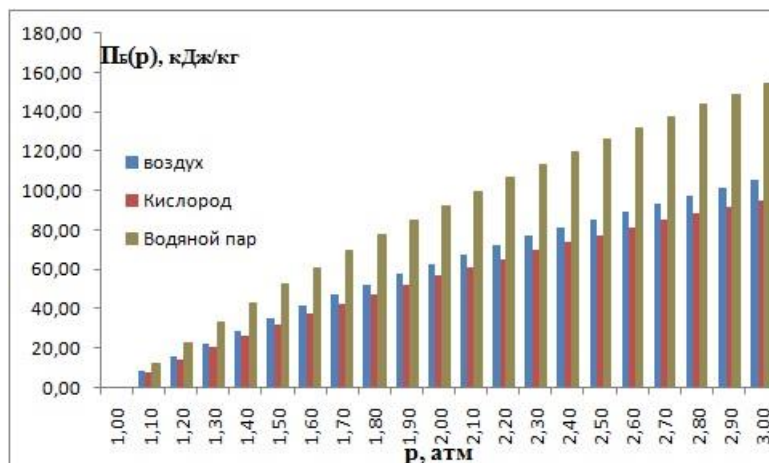


Рис. 2. Результаты вычислительного эксперимента для воздуха, кислорода и водяного пара

Из рис. 3 видно, что потенциал сил давления воздуха при температуре 0 °С меньше соответствующего параметра у продуктов сгорания примерно на 15 %, но эта величина плавно спадает с увеличением давления.



Рис. 3. Результаты вычислительного эксперимента для воздуха, кислорода и продуктов сгорания

Таким образом, вычислительный эксперимент с использованием общедоступной справочной литературы и базовых соотношений, полученных в рамках известных теоретических концепций, позволяет провести сравнительный анализ характеристик процессов в различных средах и выявить неочевидные на первый взгляд закономерности. Кроме того, на этапе проектирования стендовых испытаний компьютерное моделирование позволяет оценить степень влияния на исследуемую величину как внешних факторов, так и характеристик, определяющих собственные свойства исследуемых сред.

#### *Список источников*

1. Евсиков, Ф. Д. Применение формализованного моделирования сложных систем к прогнозированию пожаров / Ф. Д. Евсиков, Н. С. Камалова, В. И. Лисицын // Развитие идей Г. Ф. Морозова при переходе к устойчивому лесопользованию : материалы международной научно-технической юбилейной конференции (Воронеж, 20–21 апреля 2017 года). – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2017. – С. 27–30.

2. Усольцев, В. А. Аллометрические модели биомассы деревьев лесобразующих пород Урала / В. А. Усольцев, И. С. Цепордей, Д. В. Норицин // Леса России и хозяйство в них. – 2022. – № 1 (80). – С. 4–14.

3. Павлова, Е. С. Математическое моделирование технических объектов / Е. С. Павлова // Карельский научный журнал. – 2014. – № 4 (9). – С. 176–178.

4. Матвеев, Н. Н. Поляризационные явления в кристаллизующихся полимерах и биоконпозиционных материалах в неоднородном температурном поле : монография / Н. Н. Матвеев, Н. С. Камалова,

Н. Ю. Евсикова. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2022. – 311 с.

5. Механика жидкости и газа : лабораторный практикум / Н. С. Камалова, Н. Ю. Евсикова, В. И. Лисицын, В. В. Саушкин. – Воронеж, 2016. – 62 с.

Научная статья  
УДК 614.846.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НАСОСЕ НЦПН-40/100

**Александр Андреевич Книпенберг<sup>1</sup>, Сергей Николаевич Исаков<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> alexander\_knip@mail.ru

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

*Аннотация.* Для различных горючих веществ требуются различные тушащие составы, в том числе и пена. Раствор пенообразователя готовится (смешивается) в насосе. Для определения оптимальных условий и геометрических форм элементов насоса производится его гидродинамический расчет, результаты которого представлены в статье. Также смоделирован процесс смешивания пенного концентрата и воды.

*Ключевые слова:* насос, гидродинамический насос, смешивание

Scientific article

## STUDY OF HYDRODYNAMIC PROCESSES IN THE PUMP CFPN-40/100

**Alexander A. Knipenberg<sup>1</sup>, Sergey N. Isakov<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> alexander\_knip@mail.ru

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

*Abstract.* Different combustible substances require different extinguishing agents, including foam. The foam concentrate solution is prepared (mixed) in the pump. To determine the optimal conditions and geometric shapes of the pump elements, its hydrodynamic calculation is carried out, the results of which are presented in the article. The process of mixing foam concentrate and water is also modeled.

*Keywords:* pump, hydrodynamic pump, mixing

В пожарной технике широко используется насос НЦПН-40/100 (рис. 1). Характеристики насоса зашифрованы в названии: Н – насос; Ц – центробежный; П – пожарный; Н – нормального давления; Номинальная

подача 40 л/с; Номинальный напор 100 м; Этот насос с одноступенчатой, автоматической системой водозаполнения. Он служит не только для создания напора и обеспечения требуемой подачи, но и для создания раствора пенообразователя. Раствор создается путем смешивания пенного концентрата с водой в самом насосе с объемной концентрацией 4,8–7,2 %, то есть данный насос выполняет роль смесительного аппарата. Насос представляет из себя консольную конструкцию с односторонним подводом воды к крыльчатке. Пенный концентрат подается в подающий патрубок с соответствующей регулировкой.



Рис. 1. Насос НЦПН-40/100

Цель гидродинамического расчета – оценить процессы нагнетания жидкости и смешивания пенного концентрата с водой. После проведения анализа планируется предложение модернизации рабочих зон, понижающих производительность данного насоса, если таковы имеются.

### **Моделирование процесса смешивания**

Задано соотношение пенного концентрата к воде как 1:14,2. Физические параметры для воды взяты из библиотеки программы, а пенного концентрата – как для глицерина. На рис. 2 и 3 представлены поля концентраций (массовых долей) различных веществ.

Для анализа изменения концентраций выбраны две траектории – А и Б, (рис. 4).

График изменения концентрации глицерина в воде представлен на рис. 5.

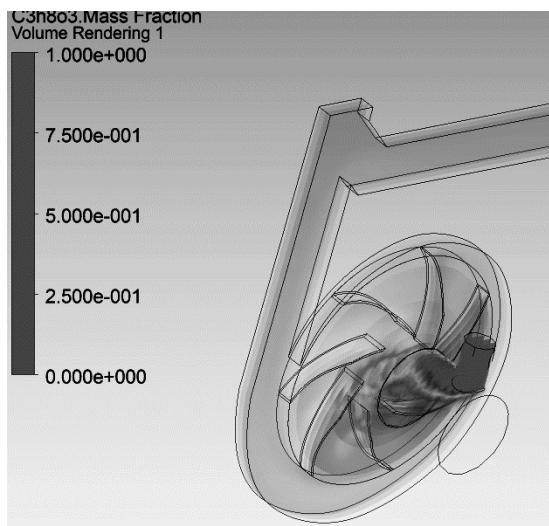


Рис. 2. Поля концентраций глицерина и воды

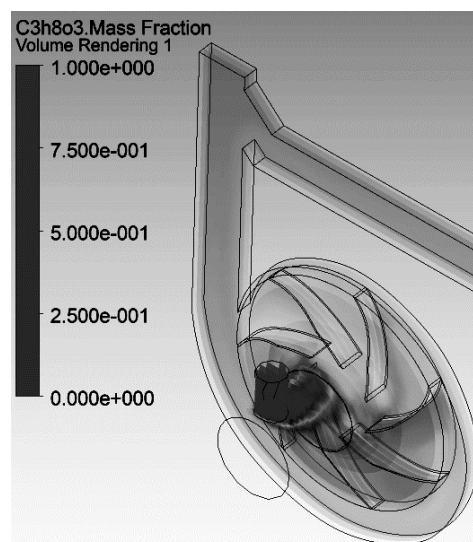


Рис. 3. Поля концентраций глицерина и воды

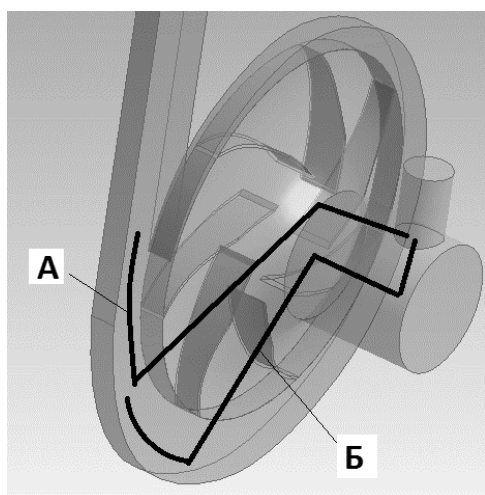


Рис. 4. Траектории измерения концентрации



Рис. 5. Изменением концентрации по траекториям

### Моделирование гидродинамических процессов

Для моделирования использовалась программа инженерных расчетов, в которой наглядно можно увидеть участки, нуждающиеся в модернизации. Для исследования выбрана модель внутреннего течения жидкости при работе насоса. На рис. 6 представлен выпускной коллектор (1) и впускной коллектор (2), улитка (3) и тупиковый выход из улитки (А), в котором и определено максимальное давление, вследствие очень крутого поворота движения жидкости (более 120 градусов), что сильно увеличивает гидравлическое сопротивление всей системы. Рекомендовано сгладить данный участок или развернуть его.

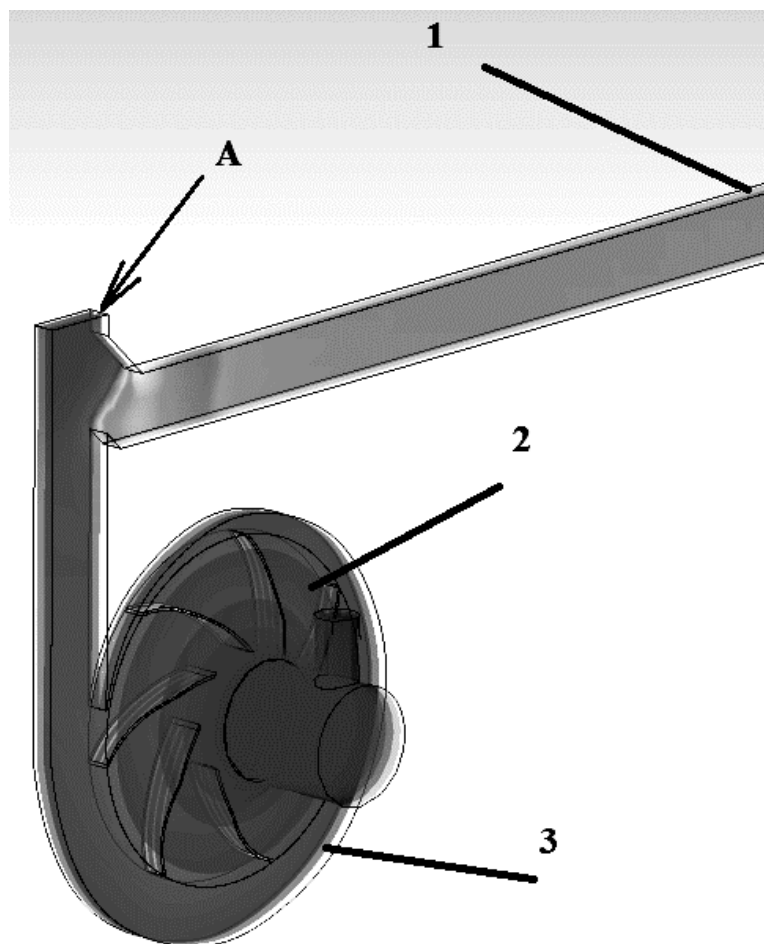


Рис. 6. Поле распределения давления в жидкости

В статье представлены результаты гидродинамического расчета, которые выявили проблемное место: на выходе из улитки вода поворачивает на угол более  $120^\circ$ , а прямолинейный участок на выходе способствует выравниванию концентрации «мыла» в воде.

Научная статья  
УДК 681.5/630.0

## **ЗОНДИРОВАНИЕ ЛЕСНОГО ПОЛОГА ПРИ ПОМОЩИ НАПРАВЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ**

**Вячеслав Евгеньевич Комаров<sup>1</sup>, Сергей Петрович Санников<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> googliking@gmail.com

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

***Аннотация.*** В статье рассмотрены вопросы исследования лесного полога. Предложено решение проблемы мониторинга состояния древостоя путем зондирования электромагнитной волной высокой частоты. Данное решение найдет применение в таксации и других лесохозяйственных работах.

***Ключевые слова:*** деревья, РЛС, электромагнитные волны, плотность

Scientific article

## **PROBING THE FOREST CANOPY USING A DIRECTED ELECTROMAGNETIC WAVE**

**Vyacheslav E. Komarov<sup>1</sup>, Sergei P. Sannikov<sup>2</sup>,**

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

<sup>1</sup> googliking@gmail.com

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

***Abstract.*** The article discusses the issues of forest canopy research. A solution to the problem of monitoring the state of the stand by probing with a high-frequency electromagnetic wave is proposed. This solution will find application in taxation and other Forestwork.

***Keywords:*** trees, radar, electromagnetic waves, density

Проблема состояния древостоев с их ростом, болезнями и промышленным использованием продуктов леса волнует специалистов лесного хозяйства, лесозаготовителей и пр. Встает вопрос, каким способом получить достоверную информацию о количестве древесины и ее качестве. Инструмент для исследования диктует индустрия: летательные аппараты, космические спутники, также не забывают и о наземных измерительных устройствах.



Анализ некоторых работ показал, что для исследования используют самые разнообразные подходы и методы. Так, например, Пэн Гуан или Чжэн и Гуаннан Лей предложили метод фенологического анализа полога леса с помощью околоземного зондирования [1]. Авторы предложили по полученным снимкам поверхности Земли раскрасить отдельные участки в различные цвета по характеру состояния лесов.

Исследователи во главе с В. А. Усольцевым предложили другой способ анализа состояния фитомассы у лиственных пород деревьев с использованием аллометрических моделей в оптическом диапазоне энергией лазера [2]. Им удалось разработать базу данных о фитомассе деревьев с 1337 определениями. Используя метод лазерной локации с летательного аппарата, построили визуальные модели сосны, ели и березы.

Исследователи В. П. Якубов, Е. Д. Тельпуховский из Томска совместно с Красноярским научным центром СО РАН еще в 2001–2002 гг. провели экспериментальные работы по использованию радиолокатора в диапазоне от 0,5 до 3,5 ГГц, затем в диапазоне от 1 до 12 ГГц [3]. В эксперименте были использованы радиолокационные станции (РАС) с различной электромагнитной модуляцией зондирующего сигнала. Лучшие результаты удалось получить при горизонтальной поляризации. Они предложили уникальный метод настройки (юстировки) радиолокатора при помощи углового отражателя с размером сторон 1 м (рис. 1) [3].



Рис. 1. Сверхширокополосный импульсный радиолокатор для зондирования лесного покрова и углового отражатель (справа)

Характерной особенностью зондирования являются подходы, которые рассматривают лесной полог как объект, состоящий из большого количества рассеивающих элементов (листья, сучья, ветви и побеги, стволы), каждый из которых требует для своего описания несколько параметров: геометрических (форма и размеры деревьев) и электрофизических (комплексная диэлектрическая проницаемость). В результате соотношения для решения обратных задач восстановления

характеристик леса становятся многопараметровыми, и возникают трудности для единственной интерпретации полученных выводов. Лесная среда представляет собой сложную неоднородную среду для распространения радиоволн, стандартные подходы к описанию которой не вполне приемлемы. Основные таксационные показатели, определяющие фитомассу дерева и включенные в сформировавшуюся базу данных, – это возраст, диаметр ствола, высота дерева, длина и диаметр кроны, а также густота деревьев [2].

Целью работы является разработка системы получения общей информации о состоянии древостоев и лесного полога при помощи электромагнитных волн. Задачей – разработка предложений, связанных с параметрами радиолокационной системы и подходов по обработке полученной информации.

Исходя из того, что лесной полог очень чувствителен к росту, состоянию здоровья растений и изменению погодных условий, предложить оптимальное решение разработки РЛС для достижения результата. Поэтому исследованием является получение изображений временных последовательностей в смешанных лесах с использованием метода дистанционного зондирования леса для отслеживания сезонных колебаний цветового индекса и выбора оптимального цветового индекса.

Представление лесного полога как неоднородной среды, характеризующейся эффективной диэлектрической проницаемостью, дает точное решение поставленной задачи дистанционного зондирования и возможность определения средней высоты древостоя, но, с другой стороны, представляет определенные трудности для практического использования.

Для зондирования выбрана металлическая вышка около 40 м, антенны с диаметром 1,7 м и сверхширокополосные излучатели с диапазоном частот 1–35 ГГц (рис. 2). Установим горизонтальную поляризацию волн. Для зондирования был выбран однородный лиственный лес 40-летнего возраста с усредненной высотой 15 м. Подстилающий слой состоит из опавших листьев.

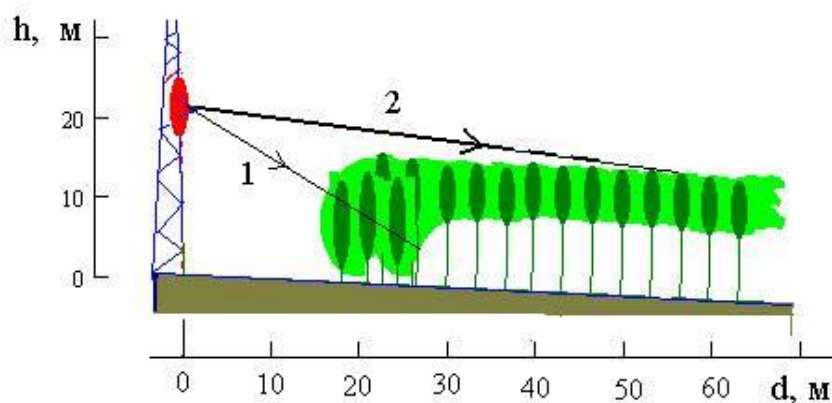


Рис. 2. Схема зондирования лесного полога

Выбранное расположение приемопередающих антенн создавало полную имитацию аэрокосмической схемы зондирования.

Зондирование выполняется путем излучения радиоволн, проходящих через лесной полог, которые возвращаются после столкновения с отражателями, и на приемнике выводятся полученные данные.

Вывод: данное автоматизированное изобретение позволяет облегчить работу при измерении средней высоты деревьев и восстановлении лесотаксационных параметров лесного полога.

#### *Список источников*

1. Analysis of canopy phenology in man-made forests using near-earth remote sensing, / P. Guan, Yi. Zheng G. Lei Guan [et al.] // Plant Methods. – 2021. – P. 1–15. – URL: <https://plantmethods.biomedcentral.com/articles/10.1186> (дата обращения: 22.02.2023).

2. Аллометрические модели фитомассы древесины лиственных пород Евразии и перспективы их использования при дистанционном зондировании лесов / В. А. Усольцев, Ю. В. Норицина, Д. В. Норицин [и др.] // Эко-потенциал. – №1 (13). – 2016. – С. 7–19. – URL: <https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/5514/1/Usoltsev.pdf> (дата обращения: 22.02.2023).

3. Сверхширокополосное зондирование лесного полога / В. П. Якубов, Е. Д. Тельпуховский, Г. М. Цепелев [и др.] // Журнал радиоэлектроники. – Томский государственный университет, 2002. – № 10. – URL: <http://jre.cplire.ru/alt/oct02/2/text.html> (дата обращения: 22.02.2020).

Научная статья  
УДК 629.113

## МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЯ С УСТАНОВКОЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО МОСТА

Максим Евгеньевич Краснов<sup>1</sup>, Сергей Николаевич Исаков<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> vlick98@mail.ru

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

**Аннотация.** В данной статье описано проектирование третьей оси на стандартный Нива Пикап. Для этого потребовалось произвести тяговый расчет трансмиссии и динамический расчет подвески.

**Ключевые слова:** подвеска, пружина, динамика автомобиля

Scientific article

## MODERNIZATION OF AUTOMOBILE WITH THE INSTALLATION OF AN ADDITIONAL BRIDGE

Maxim E. Krasnov<sup>1</sup>, Sergey N. Isakov<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> vlick98@mail.ru

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

**Abstract.** This article describes the designing the third axis on a standard Niva pickup truck. To do this it was necessary to make a traction calculation of the transmission and a dynamic calculation of the suspension.

**Keywords:** suspension, spring, automobile dynamics

Современное российское автомобилестроение массово не выпускает трехосные легковые машины. Выпускаются грузовые машины повышенной проходимости, но не всегда их экономически целесообразно покупать или арендовать. Поэтому возникла идея спроектировать трехосный автомобиль на основе двухосного пикапа Нивы (рис. 1).

При проектировании потребовалось выполнить тяговый расчет модернизированной машины, спроектировать трансмиссию до третьего моста и его подвеску.

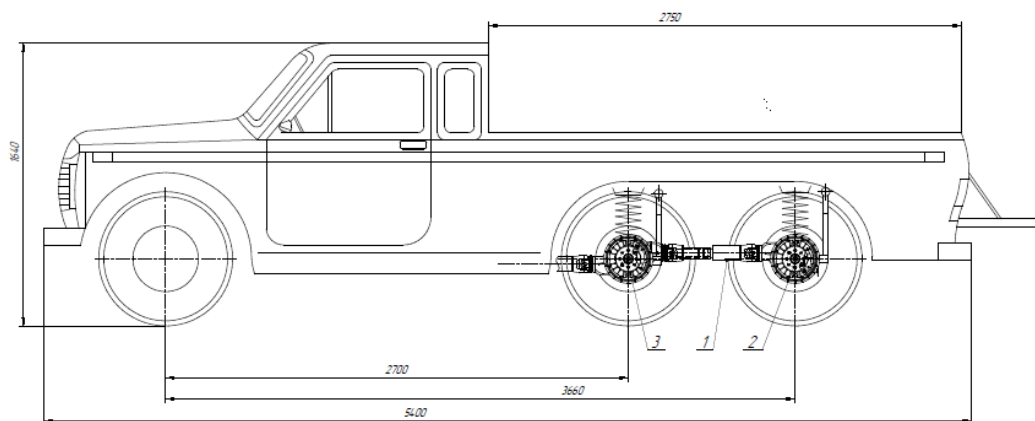


Рис. 1. Эскиз трехосной машины

Тяговый расчет показал, что мощность увеличится с 61 до 66, 42 кВт при тех же скоростных характеристиках. Чтобы не увеличивать мощность двигателя и нагрузку на коробку переменных передач, муфту сцепления и так далее, было принято решение повысить передаточное отношение главной пары, чтобы компенсировать повышение крутящего момента. При этом максимальная скорость уменьшится до 126 км/ч, но уменьшение скорости не критично, так как машина рассчитана на бездорожье.

Доработка трансмиссии заключалась в установке проходного второго моста (рис. 2) и соединении его с третьим мостом карданной передачей.

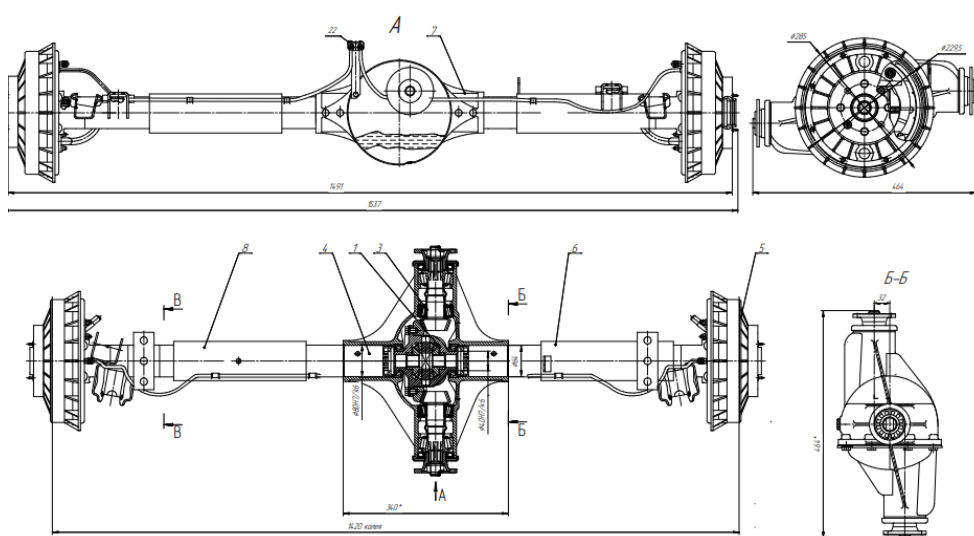


Рис. 2. Проходной второй мост

Расчет подвески производился на требуемую грузоподъемность и жесткость. После аналитического расчета были построены две модели: машины пустой и с полной нагрузкой (рис. 3). Массы двигателя и груза в кузове смоделированы дополнительными объемами.

Далее произведен модальный анализ этих моделей. Ниже представлены три первые частоты колебаний (рис. 4–6): две продольного качания (1,08 и 2,8 Гц) и одна поперечного (3,06 Гц).

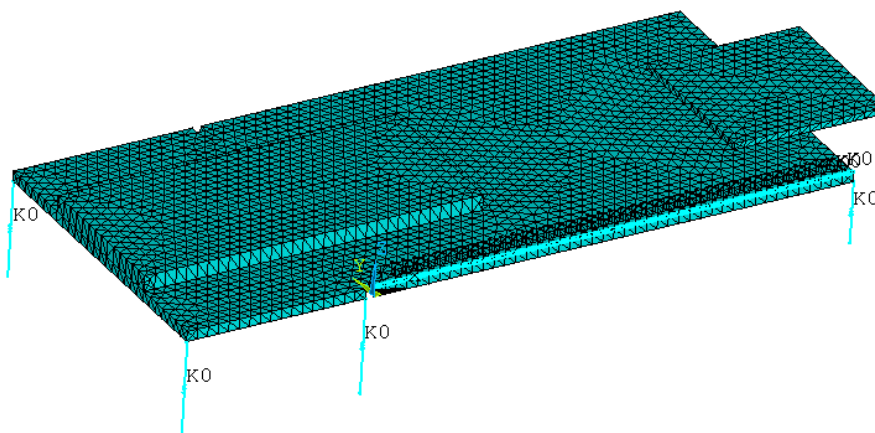


Рис. 3. Конечно-элементная модель машины 6×6 с полной загрузкой

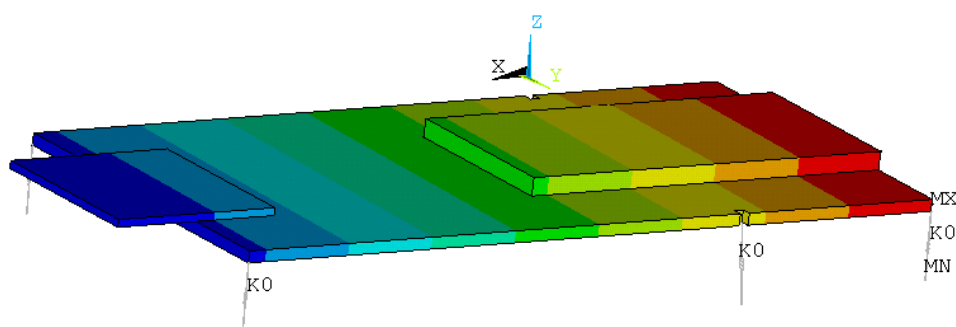


Рис. 4. Первая качательная собственная частота в продольном направлении (1,08 Гц)

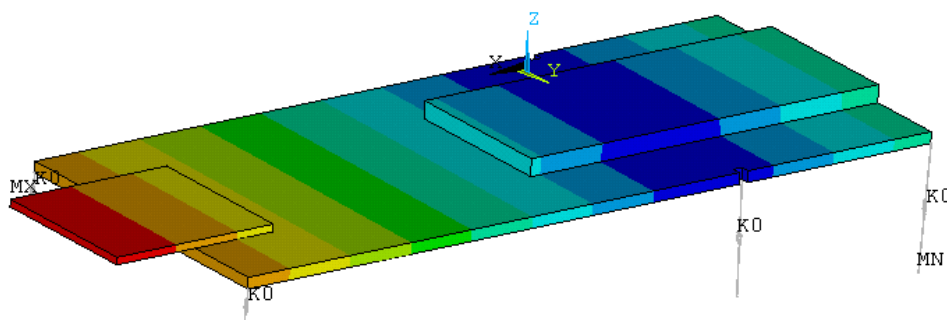


Рис. 5. Вторая качательная собственная частота в продольном направлении (2,8 Гц)

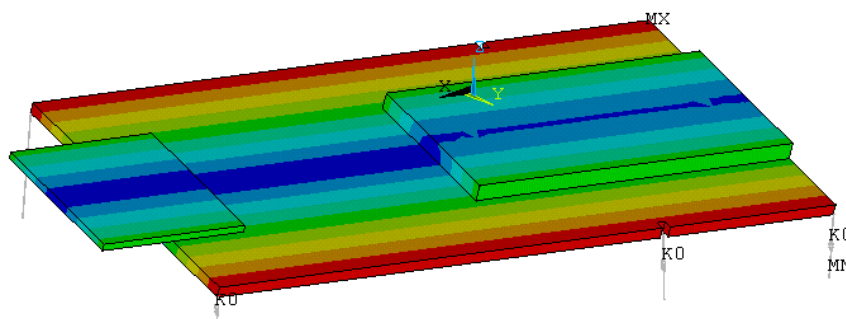


Рис. 6. Третья качательная собственная частота в продольном направлении (3,06 Гц)

Моделирование подтвердили аналитические расчеты по грузоподъемности и динамике машины на шести колесах.

Научная статья  
УДК 674.093

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРИВОДА ГИДРОСТАНЦИИ УСТРОЙСТВА ПОШТУЧНОЙ ВЫДАЧИ ПИЛОВОЧНИКА КСП-10

Алексей Павлович Кузнецов<sup>1</sup>, Сергей Николаевич Исаков<sup>2</sup>

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

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

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

**Аннотация.** В статье рассмотрено проектирование гидропривода и разработка привода насосов и с моделированием напряженно-деформированного состояния.

**Ключевые слова:** гидропривод, муфта, прочностной расчет

Scientific article

## MODERNIZATION OF THE DRIVE OF THE HYDROELECTRIC POWER STATION OF THE UNIT-BY-PIECE ISSUANCE OF THE SAWMILL KSP-10

Alexey P. Kuznetsov<sup>1</sup>, Sergey N. Isakov<sup>2</sup>

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

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

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

**Abstract.** The article considers the design of hydraulic drive with development of pump drive and modeling of stress-strain state.

**Keywords:** hydraulic drive, coupling, strength calculation

Свердловская область окружена такими лесными регионами РФ, как Пермская, Челябинская, Курганская, Тюменская области, а также Ханты-Мансийским автономным округом, большая ее часть покрыта лесами, и поэтому еще в СССР, более 85 лет назад, было создано предприятие, которое мы сейчас знаем как ЗАО «Лесмаш». Это предприятие с полным циклом производства. В настоящее время завод выпускает лесоперерабатывающее оборудование, автоматизированные сортировочные транспортеры, раскряжевочные линии, комплексы по раскряжке и сортировке пиловочника и фанерного сырья, оборудование для нефтегазовой промышленности, гидро- и пневмоцилиндры. На рис. 1 и 2

представлены фотография и 3D-модель устройства поштучной выдачи пиловочника.

Части устройства приводятся в движение гидромоторами и гидроцилиндрами, которые соединены с гидростанцией. Гидростанция состоит из маслобака, электродвигателя с насосами и теплообменником, фильтров и гидроблока. Изначально привод гидронасосов осуществлялся от одного электродвигателя и через венцовую шестерню приводил сразу три гидронасоса.



Рис. 1. Фотография устройства поштучной выдачи пиловочника

В данной конструкции слабым местом был привод гидронасосов, поэтому было принято решение проектировать гидростанцию с отдельным приводом каждого гидропривода.

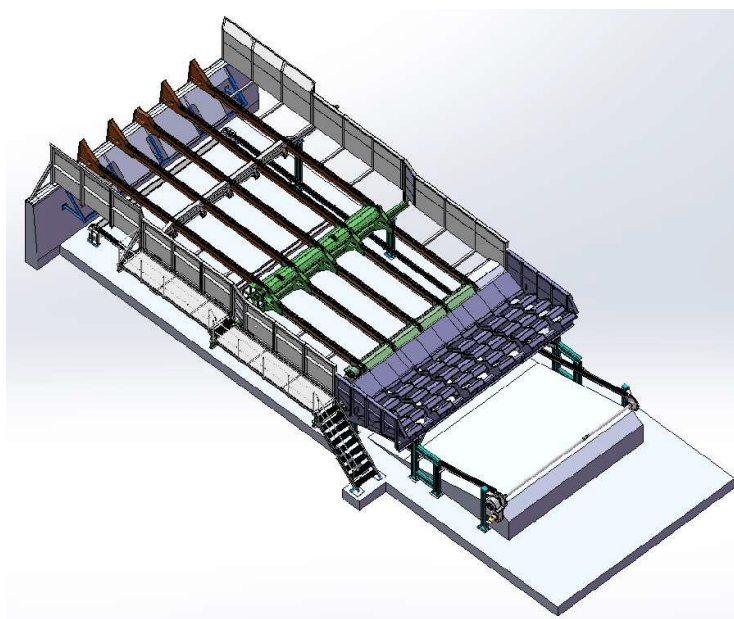


Рис. 2. 3D-модель поштучной выдачи пиловочника



При проектировании гидростанции производились технологические и конструктивные расчеты узлов. Конструктивные расчеты включали в себя прочностные и жесткостные расчеты, расчеты на выносливость и потерю устойчивости маслобака и элементов привода. Для примера представлен расчет шлицевого эвольвентного зацепления муфты между электродвигателем и насосом. Данное соединение позволяет передавать значительные крутящие моменты и компенсировать возможную несоосность. Классический расчет включает в себя расчет прочности шлицов, а также определение контактных напряжений на поверхности зуба.

Расчет проводился в программе инженерных расчетов, ключевые этапы: создание твердотельной модели деталей муфты, создание сборки муфты, назначение граничных условий, нанесение конечно-элементной сетки и расчет его в статике.

Объемное твердотельное моделирование позволяет не только упростить, ускорить, автоматизировать работу конструкторов, но и визуализировать этапы расчетов и моделирования нагрузок, контактных напряжений, напряжений в материалах и т. д, а значит, получить объемные картины распределения напряжения в материале и в контактах, деформации и другие результаты расчета.

На рис. 3 представлена твердотельная модель муфты с указанием граничных условий. На выходном валу (ближний к читателю) заданы закрепления, ограничившие ее по всем степеням свободы. На входной вал (дальний от читателя) задан вращающий момент 1000 Нм. Момент передается от ведущего вала полумуфте через шпонку и далее через шлицевую муфту на ведомый вал. Все соединяемые поверхности различных деталей заданы как «контакт».

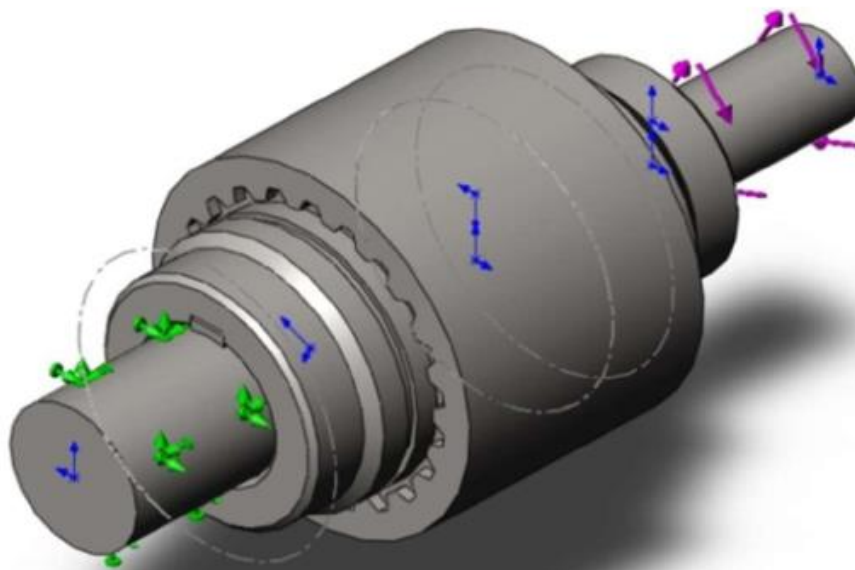


Рис. 3. Твердотельная модель муфты

Для упрощения расчетов муфта принята без дефектов и без несоосностей, материал всех деталей – Сталь 40Х (ее характеристики представлены ниже)\*:

Временное сопротивление, МПа .....	1300
Предел текучести, МПа .....	1100
Допустимое напряжение смятия, МПа .....	670

Результаты расчетов в виде полей напряжений по Мизесу представлены на рис. 4 и 5.



Рис. 4. Поля распределения напряжений в материале муфты

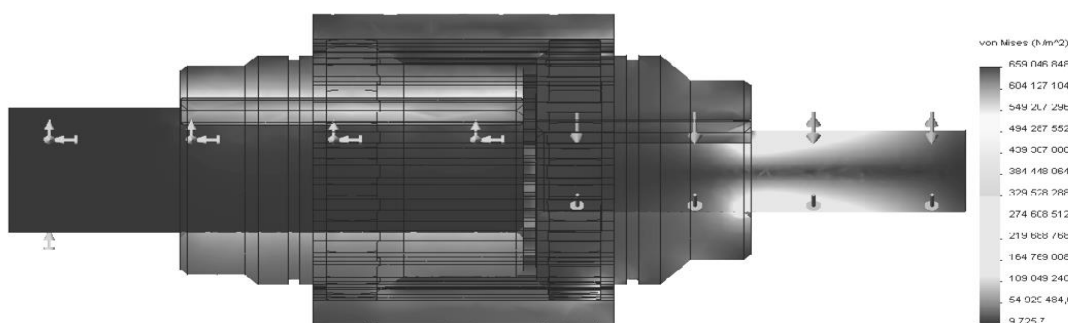


Рис. 5. Фрагмент поля распределения напряжений в муфте

Расчет показал правильность выбора материала и геометрии конструкции, так как напряжения в конструкции не превысили предельные значения.

\* Ануриев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 томах. Том 1 / В. И. Ануриев. – Москва : Машиностроения, 2001. – ISBN 5-217-02963-3.

Научная статья  
УДК 621.87

## ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ТЕЛЕЖЕЧНОЙ ЛЕБЕДКИ БАШЕННОГО КРАНА

**Алена Валерьевна Кушицкая<sup>1</sup>, Сергей Николаевич Исаков<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> valerevna907@mail.ru

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

*Аннотация.* Разрабатывается диагностический паспорт лебедки перемещения грузовой тележки башенного крана. Представлена примерная структура и его фрагмент с частотами, на которых могут проявляться дефекты.

*Ключевые слова:* башенный кран, диагностика, диагностический паспорт

Scientific article

## DIAGNOSTIC PASSPORT OF THE TROLLEY WINCH OF THE TOWER CRANE

**Alyona V. Kushitskaya<sup>1</sup>, Sergey N. Isakov<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> valerevna907@mail.ru

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

*Abstract.* A diagnostic passport of a winch for moving a cargo truck of a tower crane is being developed. An approximate structure and its fragment with frequencies at which defects may manifest are presented.

*Keywords:* tower crane, diagnostics, diagnostic passport

В современном городе большая плотность застройки, что возможно только при многоэтажном строительстве, которое нельзя осуществить без башенных кранов. Самые распространенные схемы кранов представлены на рис. 1 [1]. Кран состоит из башни (1), стрелы (2), лебедочного узла с противовесами (6), ходовой (8) и грузовой (9) тележек и др.

Кран – сложный технический объект повышенной опасности, эффективность работы которого связана со множеством факторов,

например с надежностью, минимальными простоями (в том числе и в ремонтах), безаварийностью и т. д. Перечисленные факторы сложно обеспечить без диагностики. Но как таковой диагностики не проводится: в процессе работы не измеряются вибрация, шум, температура редукторов, подшипников, электродвигателей и т. д. Не контролируют люфты и биения.

Осмотры, конечно, производятся ежемесячно крановщиком, но без специального инструмента. Также крановщик следит за работоспособностью оборудования и систем крана. О неполадках он информирует эксплуатационную службу для организации и проведения ремонтов. Но не всякую неполадку можно исправить на высоте. Пример из практики: отказ тележечной лебедки привел к недельному простоя крана. Пока ее сняли и спустили вниз, пока отвезли в ремонт, пока отремонтировали и поставили лебедку обратно – кран бездействовал 7 суток.

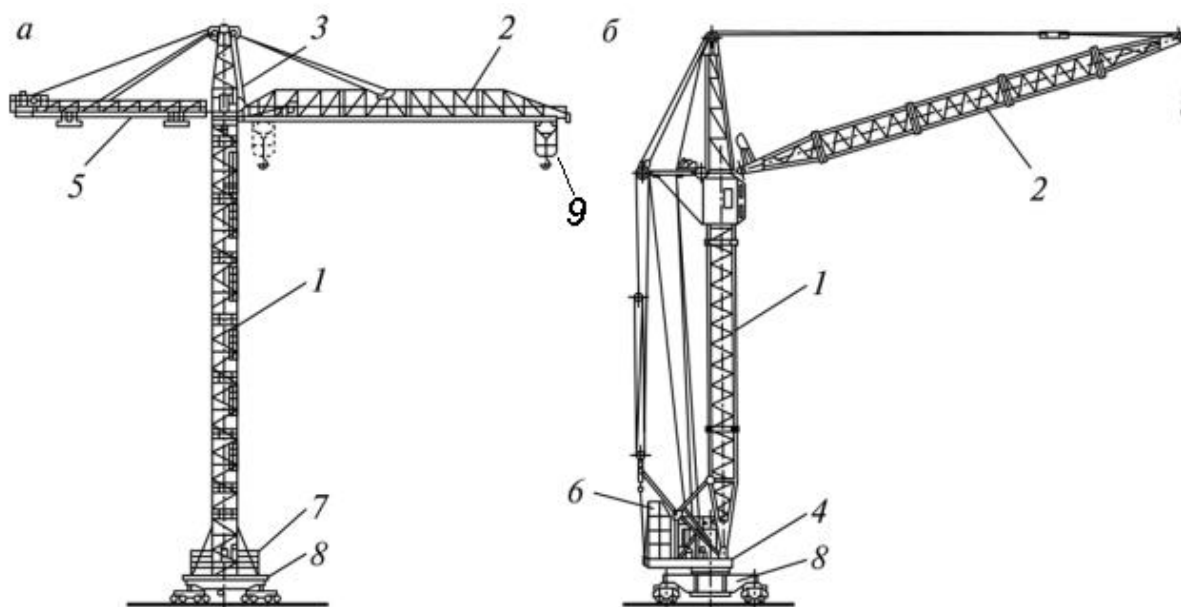


Рис. 1. Схемы башенных кранов:

- a* – с поворотным оголовком; *б* – с поворотной башней;  
 1 – башня; 2 – стрела; 3 – поворотный оголовок; 4 – поворотная платформа;  
 5 – противовесная платформа; 6 – противовес; 7 – балласт; 8 – ходовая тележка;  
 9 – грузовая тележка

Более детальный осмотр и дефектовка производятся при демонтаже и монтаже крана, когда он располагается на земле. В разобранном состоянии также производится проверка силовых элементов на наличие усталостных трещин сварных швов, деформации элементов и др. Учитывая то, что кран на одном месте может работать 1,5–2 года, но в некоторых случаях до 5 лет.

В данной работе предлагается создать диагностический паспорт (ДП) башенного крана. Цель ДП – повышение эффективности работы оборудования путем предотвращения аварий, совершенствования

диагностики, нормирования параметров вибрации и эксплуатационных параметров, определения динамических характеристик, прогнозирования параметров, анализ отказов и др. [2].

Предлагается, что диагностический паспорт будет содержать следующие разделы [3].

1. Общие требования – описание и основные параметры оборудования (марка и исполнение, завод-изготовитель, серийные номера, дата изготовления и ввода в эксплуатацию, место установки, размеры и др.).

2. Основные технические и диагностические данные и характеристики; кинематическая схема электропривода – технические характеристики (подача или скорость перемещения, номинальная мощность, пределы регулирования частоты вращения, моменты и потребляемая мощность и т. д.). Диагностические данные включают в себя графики зависимостей потребляемой мощности и режима работы или времени работы, графики зависимости активной мощности и крутящего момента, данные измерений работы автоматики и др.

По данным графикам возможно отслеживать не только токовые характеристики в различных режимах, но и временные, отклонение их от нормы будет свидетельствовать о технической неисправности или о нарушении в работе автоматики.

3. Кинематическая схема привода или оборудования – представляется кинематическая схема электропривода с указанием типоразмеров установленных подшипников, количеством зубьев и модуля шестерен. Отдельно приводятся частотные составляющие кинематической схемы: частоты вращения колец подшипников и тел качения, сепараторов, все зубцовые и оборотные частоты.

4. Эталонные значения токовой (мощностной) нагрузки – эти значения снимаются со стенда имитирующего работу оборудования при различных режимах работы (контрольных точек). Например, время работы при холостом ходе и под нагрузкой (в секундах), пусковой и рабочий токи (в амперах) и др.

5. Эталонные спектры токового (мощностного) сигнала – представляется бездефектный спектр работы оборудования с указанием контрольных (реперных) точек, характеризующих его работу с указанием источника и параметра вибрации. Например, частота вращения вала, частота вращения сепаратора быстроходного вала, зубцовая частота приводной шестерни и др. Отклонение от эталонного спектра (либо изменение амплитуды и/или появление новых частот) будет свидетельствовать о зарождении или наличии дефекта.

6. Диагностические параметры электропривода – описаны возможные дефекты и неисправности оборудования с указанием диагностических признаков, на которых эти дефекты проявляются. Например, частоты на

которых проявляется тот или иной дефект, повышенная температура подшипника, пульсация перекачиваемой жидкости и др.

Далее представлен фрагмент диагностического паспорта тележечной лебедки с указанием частот, на которых проявляются основные дефекты подшипников, зубчатых передач и муфт (рис. 2).

Предлагается следующий алгоритм работы: оператор –диагност раз в неделю проводит замеры параметров диагностических признаков. Диагностические признаки: вибрация, шум, температура, биение, люфт, мощность привода, тягово-скоростные характеристики и т. д. В данной работе выбрана вибрация, как наиболее информативный параметр.

Далее вибрация идентифицируется и определяется причина (источник) колебаний, а так же сравниваются с допустимыми параметрами. Дается заключение о работоспособности узла, дефектах и неисправностей узла. При наличии статистических данных (замеров) возможно прогнозирование ресурса.

### Диагностика зубчатых передач планетарного редуктора №1 и №2

№ п/п	Вид дефекта	Частоты составляющих вибрации	Примечание	Частоты, Гц	
				№1	№2
1	Бой ведущего вала	$kf_{\text{вп}}$	$kf_{z1} \pm (f_{\text{впс}} - f_{\text{впс}})$ нет роста ВЧ	25	895
				40	1770
				75	2955
				100	3520
2	Бой ведомого вала	$kf_{\text{вп2}}$	$kf_{z2} \pm f_{\text{вп2}}$ нет роста ВЧ	4	384
				8	768
				12	1152
				16	1524
3	Дефект ведущей шестерни	$knf_{\text{вп1}} - f_{\text{вп2}}$ , $k > 2$	$kf_{z1} \pm k_1 (f_{\text{впс}} - f_{\text{впс}})$ , $k_1 > 1$ $kf_{z2} \pm k_2 (f_{\text{впс}} - f_{\text{впс}})$ , $k_2 > 1$	252	2700
				336	3600
				420	4500
				504	5400
4	Дефект сателлита	$2kf_{\text{впс}}, k > 2$	$kf_{z1} \pm k_1 f_{\text{впс}}$ , $k_1 > 1$ $kf_{z2} \pm k_2 f_{\text{впс}}$ , $k_2 > 1$	24	2637
				36	3956
				48	5274
				60	6593
5	Дефект короны	$knf_{\text{вп2}}$ , $k > 2$	$kf_{z1} \pm k_1 f_{\text{впс}}$ , $k_1 > 1$ нет роста ВЧ	48	2637
				60	3956
				80	5274
				96	6593
6	Дефекты зубчатых зацеплений	$kf_{z1}$ , $kf_{z2}$	Нет роста ВЧ, $kf_{\text{вп1}}$ , $kf_{\text{вп2}}$	875	380
				1750	760
				2625	1140
				3500	1520
7	Износ наружного кольца	$f_n$	Рост ВЧ	147	235
				294	470
8	Раковины на наружном кольце	$kf_n$	Рост ВЧ	147	235
				294	470
9	Износ внутреннего кольца	$kf_{\text{вп1}}$	Рост ВЧ	25	0,5
				50	1

Рис. 2. Фрагмент диагностического паспорта тележечной лебедки

#### Список источников

1. Схема башенного крана. – URL: [https://m.studref.com/527607/tehnika/kranu\\_stroitelno\\_montazhnyh\\_rabot](https://m.studref.com/527607/tehnika/kranu_stroitelno_montazhnyh_rabot) (дата обращения: 04.07.2022).

2. Дунаев, А. А. Диагностическая паспортизация технологического оборудования = The diagnostic passporting of the technological equipment / А. А. Дунаев, С. Н. Исаев, Н. В. Куцубина // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды III международного евразийского симпозиума ; [под научной ред. В. Г. Новоселова]. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2008. – С. 185–189.

3. Веселова, И. Н. Диагностический паспорт как инструмент управления жизненным циклом оборудования / И. Н. Веселова, В. Г. Бекетов // Глобальная ядерная безопасность. – 2014. – № 4 (13). – С. 53–61. – EDN TFLZOZ.

Научная статья  
УДК 539.538

## ТРИБОЛОГИЧЕСКИЙ СТЕНД

**Ирина Валерьевна Ошуркова<sup>1</sup>, Сергей Николаевич Исаков<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> amens55789@gmail.com

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

**Аннотация.** Для использования новых материалов необходимо знать его свойства, в том числе трибологические и адгезионные. Для этих целей спроектирован стенд, в основе которого лежит трибологическая модель «цилиндр – цилиндр», также можно измерять моменты на одном образце.

**Ключевые слова:** трибологический стенд, покрытие валов, исследование трения

Scientific article

## TRIBOLOGICAL STAND

**Irina V. Oshurkova<sup>1</sup>, Sergey N. Isakov<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> amens55789@gmail.com

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

**Abstract.** To use new materials it is necessary to know its properties including tribological and adhesive properties. For these purposes a stand has been designed which is based on the tribological model “cylinder – cylinder”, it is also possible to measure moments on the same sample.

**Keywords:** tribological stand, shaft coating, friction study

Современный мир потребляет огромное количество продукции целлюлозно-бумажных производств, в том числе различных бумаг и картонов, которые изготавливаются на машинах со множеством валов с различными покрытиями. Чаще всего это резина или полиуретан. Назначения покрытия могут быть различные: коррозионная защита, придание определенной формы или свойств поверхности, например коэффициентов трения, распределения давления, площадки контакта, водоотводящие желобки и т. д.



Прогресс не стоит на месте, и постоянно создаются новые материалы. Для использования их в технике требуется знать свойства, например величину сцепления покрытия с металлом рубашки вала – адгезию, трибологические, жесткостные и прочностные характеристики и др. Особенность в том, что их нужно определять в условиях, максимально близких к эксплуатационным. Например, если исследуем покрытия прессовых валов, то используемый образец должен иметь кольцеобразную форму и взаимодействовать с круглым вращающимся образцом. Поэтому была выбрана трибологическая модель «цилиндр – цилиндр» [1], которая представлена на рис. 1. В этой модели два контактирующих цилиндра вращаются в противоположные стороны с определенным усилием прижатия друг к другу. В реальных условиях может быть, что приводной вал только один, который выполняет протягивание материала (протягивает бумагу, сукно, сетку и т. д.). То есть покрытие испытывает не только радиальные напряжения от прижима второго цилиндра, но и тангенциальные из-за сжатия и передачи вращения.

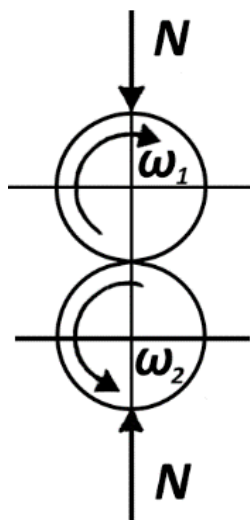


Рис. 1. Трибологическая схема «цилиндр – цилиндр»

Для изучения трибологических свойств и ресурсных испытаний был спроектирован стенд, эскиз которого представлен на рис. 2.

Стенд обладает следующими характеристиками:

- 1) возможность регулирования силы прижима образцов путем навешивания грузов на кронштейн (10), он же обеспечивает постоянный прижим образцов, компенсируя их износ;
- 2) возможность исследовать образцы (8) и (9) разных диаметров (интервал диаметров от 50 до 100 мм), так как верхняя опора является подвижной в горизонтальном направлении;
- 3) возможность изменять скорости вращения образцов, вплоть до полного стопорения верхнего образца. Устанавливая шестерни (4) разных диаметров, возможно добиться разного передаточного отношения и тем

самым разным отношением скоростей, а также с помощью штифта полностью остановить вал;

4) благодаря одной подвижной опоре (7) и карданной передаче оси образцов при разных диаметрах остаются параллельными;

5) силу трения или момент можно определить с помощью датчика (6);

6) частоту вращения предполагается изменять с помощью частотного регулирования.

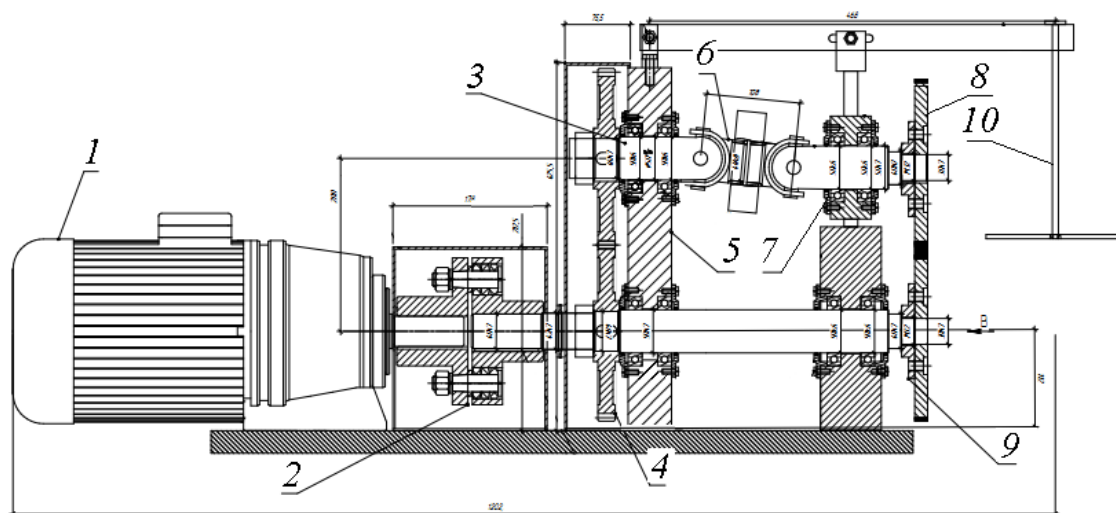


Рис. 2. Эскиз трибологического стенда:

- 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – привод верхнего образца; 4 – зубчатая передача;  
5 – неподвижная опора; 6 – датчик крутящего момента; 7 – подвижная опора;  
8 и 9 – исследуемые образцы; 10 – кронштейн, для подвешивания грузов

Данный стенд позволит исследовать образцы в широком диапазоне скоростей и различных типоразмеров диапазоном от 50 до 100 мм. При использовании данного стенда возможно исследование износа, который может регистрироваться различными методами.

#### Список источников

1. Санников, А. А. Лабораторные работы по трибологии и триботехнике : методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направлений 15.03.02, 23.03.02, 190109 / А. А. Санников, С. Н. Исаков. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. – 46 с.

2. Средства диагностирования ходовой части автомобилей. – URL: <http://motorzlib.ru/books/item/f00/s00/z0000017/st010.shtml> (дата обращения: 07.12.2021).

Научная статья  
УДК 532.542

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИБРАЦИИ ТРУБОПРОВОДА

Евгений Владиславович Полуяхтов<sup>1</sup>, Денис Олегович Тоймурзин<sup>2</sup>,  
Сергей Николаевич Исаков<sup>3</sup>

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

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

<sup>2</sup> world.russia.ekb.qq@mail.ru

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

**Аннотация.** В статье представлено сравнение методик расчета собственных частот колебаний трубопроводов. Расчет жесткостно-частотных характеристик требуется для определения околорезонансных частот.

**Ключевые слова:** трубопровод, собственная частота колебаний

Scientific article

## MATHEMATICAL MODELING OF PIPELINE VIBRATION

Evgeny V. Poluyakhtov<sup>1</sup>, Denis O. Toymurzin<sup>2</sup>, Sergey N. Isakov<sup>3</sup>

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

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

<sup>2</sup> world.russia.ekb.qq@mail.ru

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

**Abstract.** The article presents comparisons of methods for calculating natural frequencies of pipeline vibrations. Calculation of the stiffness-frequency characteristics is required to determine the near-resonant frequencies.

**Keywords:** pipeline, natural oscillation frequency

Современные технологические комплексы имеют развитую трубопроводную систему, в которой у труб различные диаметры с поворотами во всех направлениях (рис. 1). Опоры трубопроводов не все «жесткие», а сам трубопровод имеет температурные компенсаторы.

Как правило, трубопроводы испытывают динамические внешние нагрузки от нагнетающего или технологического оборудования. В некоторых случаях трубопроводы сами являются источниками вибраций, например при пульсации перекачиваемой жидкости или гидравлических ударах. Из-за этого при уходе от резонансов требуется знать собственные частоты колебаний трубопроводов и его участков.



Рис. 1. Промышленные трубопроводы

Рассмотрим аналитический способ определения консольного участка трубопровода.

Система уравнений малых колебаний в матричном виде:

$$M \cdot \ddot{x} + K \cdot x = 0. \quad (1)$$

Решение будем определять в виде:

$$x = x_0 \cdot \cos(\omega_{0i} \cdot t). \quad (2)$$

Подстановка этого решения в систему уравнений:

$$K - \omega_{0i}^2 \cdot M = 0, \quad (3)$$

где  $\omega_{0i} = 2 \cdot \pi \cdot f_i$  –  $i$ -а круговая частота собственных колебаний;

[K] – матрица жесткости;

[M] – матрица масс системы.

Матрица жесткости для консольного участка трубопровода представлена ниже:

$$K := \begin{bmatrix} 12 \cdot E \cdot \frac{J}{l^3} & 6 \cdot E \cdot \frac{J}{l^2} & -12 \cdot E \cdot \frac{J}{l^3} & 6 \cdot E \cdot \frac{J}{l^2} \\ 6 \cdot E \cdot \frac{J}{l^2} & 4 \cdot E \cdot \frac{J}{l} & -\left(6 \cdot E \cdot \frac{J}{l^2}\right) & 2 \cdot E \cdot \frac{J}{l} \\ -12 \cdot E \cdot \frac{J}{l^3} & -\left(6 \cdot E \cdot \frac{J}{l^2}\right) & 12 \cdot E \cdot \frac{J}{l^3} & -\left(6 \cdot E \cdot \frac{J}{l^2}\right) \\ 6 \cdot E \cdot \frac{J}{l^2} & 2 \cdot E \cdot \frac{J}{l} & -\left(6 \cdot E \cdot \frac{J}{l^2}\right) & 4 \cdot E \cdot \frac{J}{l} \end{bmatrix}$$

Матрица масс для стального трубопровода диаметром 219 мм и стенкой 8 мм:

$$M = \begin{pmatrix} 83.2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 83.2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 83.2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 83.2 \end{pmatrix}$$

Рассчитав первую собственную частоту получим, что  $f_1 = 52,4 \text{ Гц}$ .

Для подтверждения этого рассчитаем собственные частоты по методике СА 03-003-07 «Расчет на прочность и вибрацию стальных технологических трубопроводов».

Первая собственная частота вычисляется по формуле

$$f_1 = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{K_1^2}{L^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J}{m}}, \quad (4)$$

где  $K_1 = 1,88$  – корень частотного уравнения;

$L = 2m$  – длина трубопровода;

$J = 0,00003 \text{ м}^4$  – момент инерции поперечного сечения трубы;

$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$  – модуль упругости материала;

$m = 41,6 \text{ кг/м}$  – погонная масса трубопровода.

Рассчитав первую собственную частоту по вышеприведенной методике, получим  $f_1 = 53,4 \text{ Гц}$ .

Эта же задача рассчитана в программе инженерных расчетов, основанной на методе конечных элементов. Результаты расчета приведены на рис. 2. Расчетная первая собственная частота  $f_1 = 51,6 \text{Гц}$ .

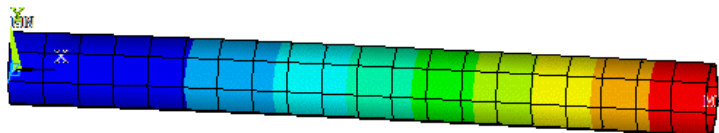


Рис. 2. Картина перемещений при первой собственной частоте  $f_1 = 51,6 \text{Гц}$

Результаты расчета первой собственной частоты представлены в таблице ниже.

#### Сравнение расчетных первых собственных частот

Расчетный способ	Первая собственная частота, Гц	Соотношение, %
По аналитической методике	52,4	100
По методике СА 03-003-07	53,4	98
В программе инженерных расчетов	51,6	102

Научная статья  
УДК 681.5/630.0

## **К ДОКТРИНЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ О ВОЗНИКНОВЕНИИ ЛЕСНОГО ПОЖАРА В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ РЕЖИМЕ**

**Артем Сергеевич Рычков<sup>1</sup>, Диана Евгеньевна Веренцова<sup>2</sup>, Валерий Викторович Шипилов<sup>3</sup>, Сергей Петрович Санников<sup>4</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> asrychkov02@gmail.com

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

<sup>3</sup> valera\_vvh@mail.ru

<sup>4</sup> ssp-2@mail.ru

**Аннотация.** В статье исследована проблема разработки автоматизированных технических средств, отдельных устройств и датчиков для сбора данных о состоянии лесного фонда. Авторами рассмотрены существующие технологии мониторинга древостоя и предложена методика проектирования устройств сбора данных. Представлено описание и требования по разработке этого устройства.

**Ключевые слова:** пожар леса, влажность, сбор данных, информационные технологии, управление лесами

Scientific article

## **TO DOCTRINE OF THE DESIGNING TRANSACTER FOR WARNING ABOUT ARISING THE WILDFIRE IN AUTOMATED MODE**

**Artem S. Rychkov<sup>1</sup>, Diana E. Verentsova<sup>2</sup>, Valery V. Shipilov<sup>3</sup>, Sergey P. Sannikov<sup>4</sup>**

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

<sup>1</sup> asrychkov02@gmail.com

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

<sup>3</sup> valera\_vvh@mail.ru

<sup>4</sup> ssp-2@mail.ru

**Abstract.** In article explored problem on development automated technical facilities, separate device and sensor for data acceptance about condition of the timber fund. The Authors are considered existing technologies of the monitoring

of the tree stand and offer the methods of the designing transacted. Description and requirements on development this device are presented.

**Keywords:** the fire wood, moisture, data acceptance, information technologies, management wood

Управление лесами, является сложным, многофункциональным процессом, который зависит от видов лесов, от региона и пр. Процесс требует множество затрат человеческих (физических), временных и материальных. Поэтому прежними методами управлять лесами невозможно, а новые требуют научных и проектных исследований, проработки.

Как известно из теории, для эффективного управления лесами необходимы оперативная, своевременная информация и обратная связь, которые отсутствуют (запаздывают) при проведении работ в лесу, при воздействии на древостой (заготовка, рубка и пр.). Эта проблема рассмотрена и предложены пути решения в работе [1].

Своевременно полученная информация и наличие обратной связи позволяет автоматизировать процессы управления лесами на основе информационных технологий. Для этого нужны методы (способы), технические средства, которые позволят получать полную (частичную) информацию о состоянии древостоев, например такие, как в работе [2].

При анализе существующих решений многообещающим выглядит индивидуальный подход к наблюдению за деревом или группой деревьев на изолированном участке леса. Рассматривали методы, подходы и использование инструментария. На наш взгляд для обнаружения отдельных очагов пожаров можно использовать методы с применением *RFID* технологии (*RFID*: англ. *Radio Frequency IDentification*, радиочастотная идентификация). Эта технология основана на стандарте с протоколом обмена данными *ZigBee* или *Thread*. Преимущество данной системы в том, что она автономна, обладает определенной эффективностью и работает без участия человека. Система способна обнаруживать появление лесного пожара или незаконную рубку деревьев в автоматизированном режиме. Следует отметить, что система работает в режиме реального времени. Информация о ситуации в лесу оперативно передается по назначению, например в службу охраны леса. Для передачи и приема информации используются уже существующие каналы связи. Там, где отсутствует доступ к существующим каналам связи, на базе *RFID*-устройств возможно разработать локальную сеть с последующей трансляцией данных через Интернет или другие средства связи общего применения [3, с. 357].

Исследовав внутреннюю структуру, убедились, что данная система мониторинга должна содержать в себе две подсистемы: для контроля состояния лесной среды; учета прироста древостоя (фитомассы) на основе



таксационных характеристик. Применима подсистема пассивного типа, например, учета за перемещением лесоматериалов, и активная – с датчиками, для которых требуется источник электропитания. Примером активных систем являются те, которые используют функции слежения за возникновением лесных пожаров, незаконных рубок, и пр. Активные подсистемы используют автономные источники электропитания, способные поддерживать работу системы сроком до 20 лет по данным производителей источников электропитания [4].

Целью настоящей работы является разработка методики проектирования устройств сбора данных с датчиками мониторинга лесного фонда.

Для решения поставленной цели наилучшим способом является сбор данных в лесу по беспроводной технологии.

Поставлены следующие задачи:

1) провести обзор существующих стандартов и методов построения (проектирования) беспроводных сетей;

2) разработать методику проектирования систем и устройств сбора данных при мониторинге леса;

3) спроектировать прототип устройства (эскизный проект) сбора данных о состоянии лесного фонда.

Проведен экспертный анализ характеристик стандартов и технологий беспроводных устройств передачи данных. Результаты показали, что не все системы подходят для решения проблемы предупреждения лесных пожаров. В исследовании выбран метод бальной оценки по четырем показателям (табл. 1). Этот метод представлен в работах [5, 6]. Результаты исследования для восьми существующих стандартов беспроводной передачи данных приведены в табл. 2.

*Таблица 1*

Результат анализа стандартов беспроводных технологий по техническим характеристикам

Скорость передачи данных		Оценка, баллы
Обозначение	Скорость, Гбит/с	
IrDA	1 Гбит/с	8
Wi-Fi (режим наименьшей мощности по IEEE 802.11b)	6 Мбит/с	7
NFC	424 Кбит/с	6
Bluetooth LE	305 Кбит/с	5
Nike+	272 Кбит/с	4
ZigBee	100 Кбит/с	3
RF4CE	100 Кбит/с	2

Окончание табл. 1

ANT +	20 Кбит/с	1
Время ожидания		
Обозначение	Время, мс	
ANT	0	8
NFC	опрос каждую секунду	4
Nike+	1	8
Wi-Fi	1,5	7
Bluetooth LE	2,5	6
ZigBee	20	5
IrDA	25	2
RF4CE	–	3
Дальность действия		
Обозначение	Радиус действия, м	
Bluetooth LE	280	8
Wi-Fi	150	7
ZigBee	100	6
RF4CE (на базе ZigBee)	100	5
ANT(+)	30	4
IrDA	10	3
Nike+	10	2
NFC	0,05	1
Пиковое энергопотребление		
Обозначение	Пиковый ток потребления, мА	
ZigBee	6	8
IrDA	10,2	7
Nike+	12,3	6
Bluetooth LE	12,5	5
ANT	17 (в т.ч. элемент типа CR2032)	4
RF4CE	40	3
NFC	50	2
Wi-Fi	116 (при 1,8 В)	1

Таблица 2

Ранжирование беспроводных технологий по основным параметрам

Обозначение	Общая оценка, баллы
ZigBee	8
IrDA	7
Nike+	6
Bluetooth LE	5
ANT	4
RF4CE	3
NFC	2
Wi-Fi	1

Несмотря на то, что по параметрам «Скорость передачи данных» и «Время ожидания» технология *ZigBee* уступает некоторым конкурентам и исходя из оценок остальных технических характеристик технологий связи можно сделать вывод, что для мониторинга леса наиболее подходящей является технология *ZigBee*, так как быстроедействие в следящей системе мониторинга не является принципиально важным.

#### *Список источников*

1. Тюлькин, Д. А. Разработка синергетической системы сбора данных о мониторинге леса / Д. А. Тюлькин, С. П. Санников // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XV Всероссийской науч.-техн. конф. студентов и аспирантов и конкурса по программе «УМНИК». – Екатеринбург : УГЛТУ, 2019. – С. 155–159.

2. Беспроводные системы мониторинга // Pandia.ru, Энциклопедия знаний : [сайт]. – URL: <http://www.pandia.ru/text/77/190/27465.php> (дата обращения: 01.03.2023).

3. Лисиенко, В. Г. Синергетические основы функционирования RFID-систем на примере мониторинга природных массивов / В. Г. Лисиенко, С. П. Санников // Международная конференция «Радиоэлектронные устройства и системы для инфокоммуникационных технологий» : доклады. Серия: научные конференции, посвященные Дню Радио. В.: LXVIII. – 2013. – С. 356–359.

4. Батарейки, которые не разряжаются 20 лет // ВотЭто – интересно : [сайт]. – URL: <http://voteto.ru/batarejki-kotorye-razryzhayutsya-20-let.html> (дата обращения: 01.03.2023).

5. Беспроводные технологии с низким энергопотреблением // Время электроники : [сайт]. – URL: <https://russianelectronics.ru/besprovodnyye-tehnologii-s-nizkim-energopotrebleniem> (дата обращения: 01.03.2023).

6. Побединский, А. А. Обоснование параметров системы радиочастотного мониторинга лесного фонда : дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01 / Побединский Андрей Анатольевич. – Екатеринбург, 2018. – 212 с.

Научная статья  
УДК 630.52:587/588

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В РАЗРАБОТКЕ УСТРОЙСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРЕННИХ СОСТОЯНИЙ ДЕРЕВА

Илья Рамзилович Салыхов<sup>1</sup>, Сергей Петрович Санников<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Уральский Государственный Лесотехнический Университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> transformer157@mail.ru

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы проблем измерения высоты растущего дерева. Проведен анализ существующих возможностей применения ультразвуковой волны (УЗВ). Предложен способ по скорости распространения УЗВ получать информацию о состоянии растущего дерева: возрасте, спелости, высоте ствола дерева и пр.

**Ключевые слова:** ультразвук, измерение высоты дерева, скорость распространения акустической волны, магнитострикционный преобразователь

Scientific article

## THE USE OF MAGNETOSTRICTIVE TRANSDUCERS IN THE DEVELOPMENT OF MEASURING DEVICES FOR INTERNAL STATES OF A TREE

Ilya R. Salakhov<sup>1</sup>, Sergey P. Sannikov<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> transformer157@mail.ru

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

**Abstract.** The problems of measuring the height of a growing tree are considered. The analysis of the existing possibilities for the use of ultrasonic waves (ultrasound) is made. A method is proposed to obtain information on the state of a growing tree by the speed of propagation of ultrasound: age, ripeness, height of the tree trunk, etc.

**Keywords:** ultrasound, tree height measurement, acoustic wave propagation velocity, magnetostrictive transducer

Использование ультразвука для обследования повреждений в различных материалах, в том числе и древесине, используется давно. Все материалы, опубликованные на эту тему, можно свести к одной гипотезе, а именно ослабление ультразвуковой волны древесиной. Исследователи в основном выбрали во всех случаях одну и ту же схему, а именно: волна преодолевает измерительный участок ствола дерева в одной горизонтальной плоскости. Примером может служить работа И. Фролова и И. Григорьева, схема показана на рис. 1 [1].

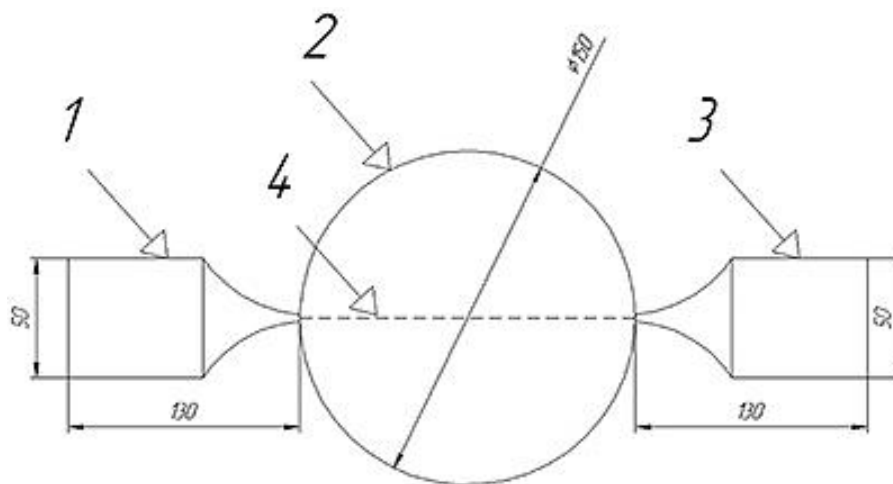


Рис. 1. Схема расположения УЗ приборов относительно ствола дерева:  
 1 – излучатель; 2 – исследуемая древесина; 3 – приемник;  
 4 – линия прохождения ультразвука (УЗ)

Излучатель и приемник с определенным шагом перемещают вдоль ствола дерева или хлыста. В этой схеме ультразвуковая волна проходит поперек волокон, преодолевая слои с разной плотностью, поэтому скорость ультразвука особенно изменяется в слоях с рыхлой структурой, как показано на рис. 2 [1].

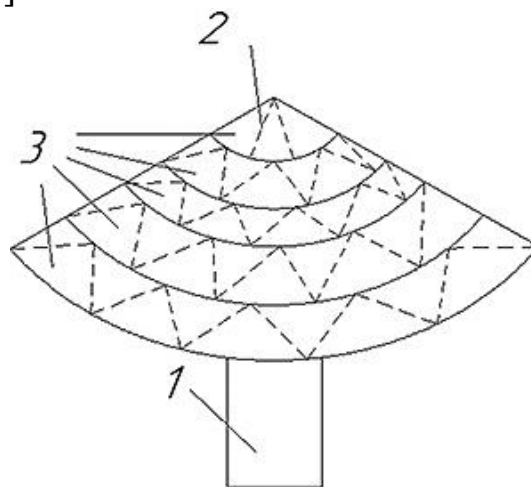


Рис. 2. Схема распространения ультразвуковой волны по слоям дерева:  
 1 – УЗ излучатель (приемник); 2 – направление акустической волны;  
 3 – слои ствола дерева

Подобным образом подошел В. А. Закамский в своих исследованиях по выявлению гнили в стволе дерева при помощи ультразвука [2]. Автор предложил формулу распространения ультразвука через модуль упругости  $E$  и плотность  $\rho$  материала слоя :

$$C = \sqrt{E/\rho},$$

где  $C$  – скорость ультразвука.

Цель работы состоит в разработке концепции измерительного устройства для измерения состояния древесины, выявления в ней гнили с помощью ультразвука в лесу. Из цели вытекают следующие задачи. Первая задача состоит в том, что устройство должно обеспечить полную картину диагностики ствола дерева, используя резонансные свойства, а вторая заключается в том, что для достижения поставленной цели необходим мощный источник УЗВ-колебаний, поэтому третья задача вытекает из первых двух – разработать магнестрикционный излучатель.

Исходя из анализа существующих источников УЗ-колебаний, отбросили пьезоэлектрические конструкции. Пьезоэлектрики не обеспечат достаточную мощность и амплитуду колебаний (это проверено предварительными расчетами). Гидравлические УЗ излучатели обладают достаточной мощностью, но при этом теряется мобильность из-за веса и потребности компрессора или гидронасоса. Остановились на магнестрикционной конструкции.

Магнестрикционные конструкции УЗ излучателей обладают возможностью управлять электрической энергией современными средствами. Источником электрической энергии служит аккумулятор и конденсатор большой емкости (ионистор). Структурная схема ультразвукового излучателя показана на рис. 3.



Рис. 3. Структурная схема ультразвукового излучателя

Генератор создает электромагнитную энергию в катушке электромагнита достаточную, чтобы ферромагнитный стержень начал совершать автоколебания. Обладая массой и площадью, стержень способен передать механическую энергию в ствол дерева через концентратор, который на рис. 3 условно не показан.

Конструкция магнитострикционного преобразователя должна иметь удерживающие пружинистые элементы. Модель конструкции разрабатываемого УЗ излучателя показана на рис. 4.

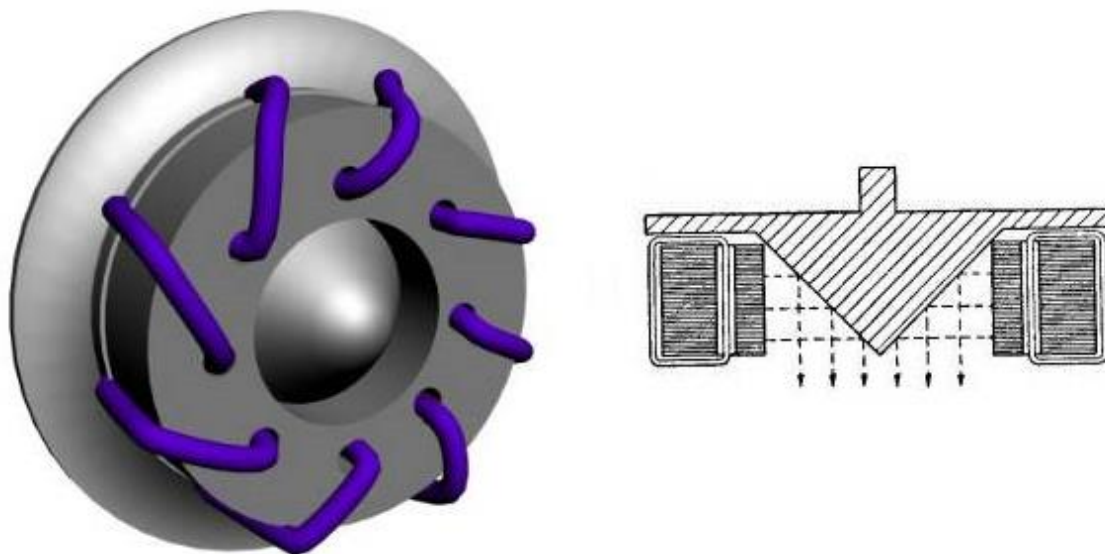


Рис. 4. Модель конструкции УЗ излучателя

Конус, который одновременно является основанием конструкции из ферромагнитного материала. На кончике конуса концентрируются УЗ колебания, которые передаются в исследуемый объект (ствол дерева). Катушка электромагнита выполнена таким образом, чтобы магнитное поле не выходило за внешние габариты сердечника, а сосредотачивалось внутри кольца. Для обеспечения работы устройства необходимо УЗ-волны направить вдоль волокон в стволе дерева. При этом можно получить спектр данных.

Устройство должно обладать следующими техническими параметрами:

Интерфейс – аналоговое напряжение;

Измеряемая длина – 50...7620 мм;

Точность воспроизведения –  $\pm 10^{-6}$ ;

Рабочее напряжение – 10...30 В;

Рабочая температура среды – 40...85 °С;

В этой работе мы разработали концепцию устройства для измерения состояния на гниль дерева с помощью ультразвука. Решили наши задачи, надеясь, в дальнейшем будущем облегчить работу предприятий.

*Список источников*

1. Фролов, И. Определение сердцевинной гнили в круглых лесоматериалах / И. Фролов, И. Григорьев // ЛесПромИнформ. – 2017. – №7 (129). – URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=4832> (дата обращения: 30.11.2022).
2. Закамский, В. А. Ультразвуковая диагностика стволов деревьев на наличие гнилей // Лесной журнал. – 2006. – № 6. – С. 21–25. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ultrazvukovaya-diagnostika-stvolov-dereviev-na-nalichie-gniley/viewer> (дата обращения: 30.11.2022).



Научная статья  
УДК 676.017

## ТЕМПЕРАТУРНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СМАЗКИ ПОДШИПНИКОВ СУШИЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ

Валерий Павлович Сиваков<sup>1</sup>, Ксения Сергеевна Исаева<sup>2</sup>

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

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

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

**Аннотация.** Выполнены экспериментальные исследования температуры системы циркуляционной смазки подшипников. Определены допустимые уровни температур оборудования системы смазки и предложены рекомендации для ее усовершенствования.

**Ключевые слова:** температура, диагностирование, смазка, ротаметр, подшипники

Scientific article

## TEMPERATURE DIAGNOSTICS OF THE CIRCULATING LUBRICATION OF BEARINGS DRYING CYLINDERS

Valery P. Sivakov<sup>1</sup>, Kseniya S. Isaeva<sup>2</sup>

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

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

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

**Abstract.** Experimental studies of the temperature of the bearing circulating lubrication system have been carried out. The temperature levels of the lubrication system equipment are determined and recommendations for its improvement are proposed.

**Keywords:** temperature, diagnostics, lubrication, rotameter, bearings

Системы циркуляционной смазки в бумагоделательных машинах (БМ) широко применяют для охлаждения, снижения потерь на трение и вывода продуктов износа из подшипников сушильных цилиндров (СЦ) и сетководущих валов сушильных частей (СЧ) [1]. СЧ оборудованы теплоизоляционным колпаком с повышенной температурой воздуха (65...75 °С). В данной работе выполнены измерения и анализ температуры

для основного оборудования системы циркуляционной смазки и основных участков маслопровода.

Цель работы состоит в выявлении характерных неполадок системы подвода масла к подшипникам. Температурное диагностирование выполнено по методике, изложенной в [2].

Для контроля температуры оборудования системы циркуляционной смазки применен пирометр *TemPro* с диапазоном от минус 50 до + 380 °С. Измерения температур выполнены в рабочем режиме оборудования. Луч пирометра направляли под прямым углом с расстояния в 0,8...1,1 м. Схема станции системы циркуляционной смазки подшипников СЧ представлена на рис. 1.

Бак 1 системы смазки служит резервуаром масла. Он имеет трубопровод 2 возвратной циркуляции масла от коллектора-сборника, два трубопровода 3 отбора масла насосами 4. В верхней части бака под трубопроводом 2 установлена коробчатая фильтр-сетка 3 грубой очистки масла. Масляные насосы 4 служат для подачи масла к подшипниковым опорам СЦ и валов СЧ. Масло из насоса 4 поступает в напорный фильтр 5, где происходит тонкая очистка при давлении 0,2 МПа. Очищенное масло после фильтра поступает в водяной противоточный теплообменник 6, в котором масло охлаждают до 40...45 °С.

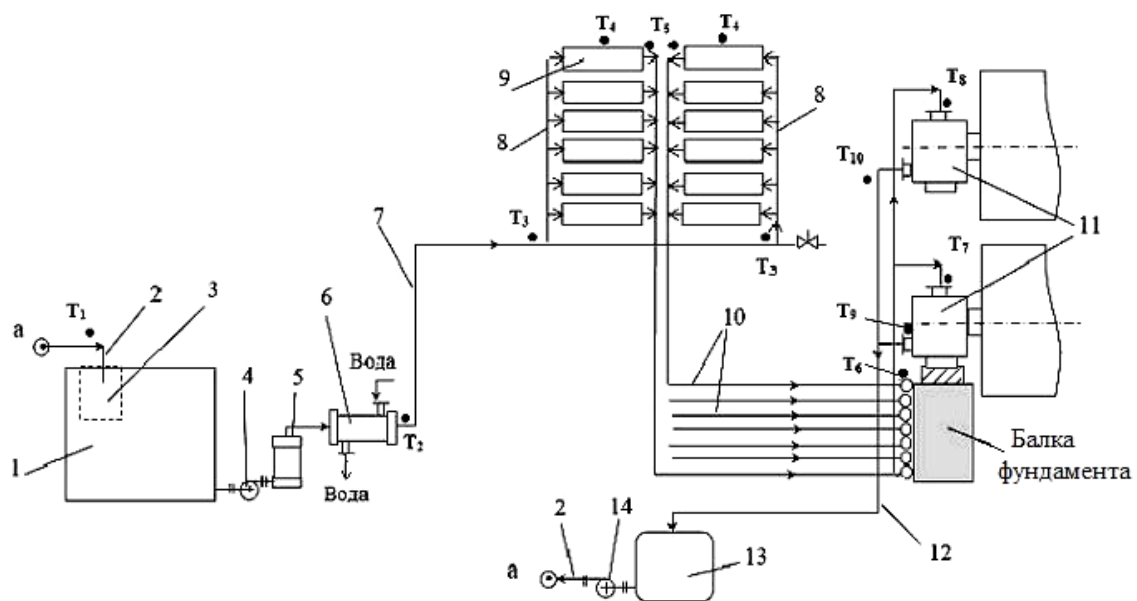


Рис. 1. Схема станции системы циркуляционной смазки подшипников СЧ:  
 $T_1, T_2, \dots, T_{10}$  – точки измерения температуры; 1 – бак; 2 – трубопровод возвратной циркуляции масла; 3 – фильтр-сетка; 4 – насос масла; 5 – фильтр; 6 – теплообменник; 7 – трубопровод подачи масла к коллектору; 8 – коллектор ротаметров; 9 – блок ротаметров; 10 – распределительные трубки; 11 – подшипниковые опоры СЦ; 12 – трубопровод подачи масла в коллектор-сборник; 13 – коллектор-сборник; 14 – насос возвратной циркуляции

От теплообменника 6 по трубопроводу 7 масло перекачивают к двум коллекторам ротаметров 8. В каждом коллекторе ротаметров общий поток масла распределяют между блоками ротаметров. Ротаметры имеют индивидуальную регулировку расхода масла. От каждого ротаметра заданный расход масла по распределительным трубкам 10 поступает в корпуса подшипниковых опор 11. Из нижней части корпуса подшипника масло самотеком отводят по трубопроводу 12 в коллектор-сборник 13. Из коллектора-сборника масло насосом 14 по трубопроводу возвратной циркуляции 2 перекачивают в бак 1 станции.

Система циркуляционной смазки имеет разветвленную пространственную конструкцию. Основное технологическое оборудование системы циркуляционной смазки компактно расположено в четырех точках. Бак, масляные насосы и оборудование очистки и охлаждения расположены ниже нулевой отметки за стеной зала БМ с приводной стороны.

Коллекторы ротаметров для приводной и лицевой сторон СЧ расположены в зале БМ. Коллекторы ротаметров имеют воздушное охлаждение для снижения нагрева от температуры атмосферы зала. Коллектор-сборник 13 и масляный насос 14 установлены в прямке зала БМ. Распределительные трубки 10 и трубопроводы 13 смонтированы на продольных балках фундамента и станинах СЧ, расположенных в зоне теплоизоляционного колпака. Трубки 10 и трубопроводы 13 подвержены нагреву от атмосферы в теплоизоляционном колпаке и от поверхности станин, к которым они присоединены.

Температура распределительных трубок и масла возрастает с 49 до 65 °С, а на участках у корпусов подшипниковых опор СЦ нижнего и верхнего рядов температура возрастает до 67...75 °С. Возрастание температур на участках трубопроводов систем смазки подшипников происходит из-за нагрева от атмосферы в СЧ. Масло, подаваемое в корпуса подшипников, обычно охлаждают в теплообменнике до 40...45 °С. Блоки ротаметров удалены от корпусов подшипников на 6...18 м. На участке распределительных трубок от ротаметров  $T_5$  до выхода масла из корпусов подшипников  $T_9$ ,  $T_{10}$  температура масла возрастает на 19...24 °С. Следовательно, регулирование расхода масла, направляемого от ротаметров в подшипники, происходит со значительными отклонениями от температур на выходе масла из подшипниковых опор. Регулирование расхода масла в подшипниковом узле неэффективно.

Расход масла, подаваемого в подшипники сушильных цилиндров, определяем по формуле [3]

$$Q = (0,15 \dots 0,2)d, \text{ л/мин}, \quad (1)$$

где  $d$  – внутренний диаметр подшипника, см.

Расход масла, подаваемого в подшипниковые узлы СЦ и сетководущих валов, приведен в таблице.

Регулирование расхода масла, подаваемого в подшипники производится ротаметрами в соответствии с указанным в таблице расходом.

Расход масла, подаваемого в подшипниковые узлы

Оборудование	№ подшипника	Внутренний диаметр подшипника, мм	Расход масла, л/мин	Количество работающих подшипников
Сушильный цилиндр	H13536	180	2,7...3,6	72
Сукноведущий вал, диаметр 400 мм	22218K.C3	85	1,27...1,7	32
Сукноведущий вал, диаметр 256 мм	22313K.C3	60	0,9...1,2	76

Связь между показаниями расхода масла на ротаметре и температурой масла на выходе из подшипника не разработана из-за отсутствия температурного диагноза на предприятии. Монтаж распределительных трубопроводов подачи масла к подшипникам на фундаментной балке и опорных конструкциях станин СЧ приводит к нагреву масла до 64...66 °С перед вводом в корпус подшипников, что снижает эффективность охлаждения подшипников.

Переход при модернизации от схемы подвода масла к подшипниковым узлам (рис. 2, а) к схеме (рис. 2, б) сокращает длину труб подачи масла, расположенных внутри теплоизоляционного колпака в 3–5 раз. При компоновке по рис. 2, б масло меньше нагревается перед подачей в подшипники и обладает более низкой вязкостью, что повышает качество смазки и охлаждения подшипниковых узлов.

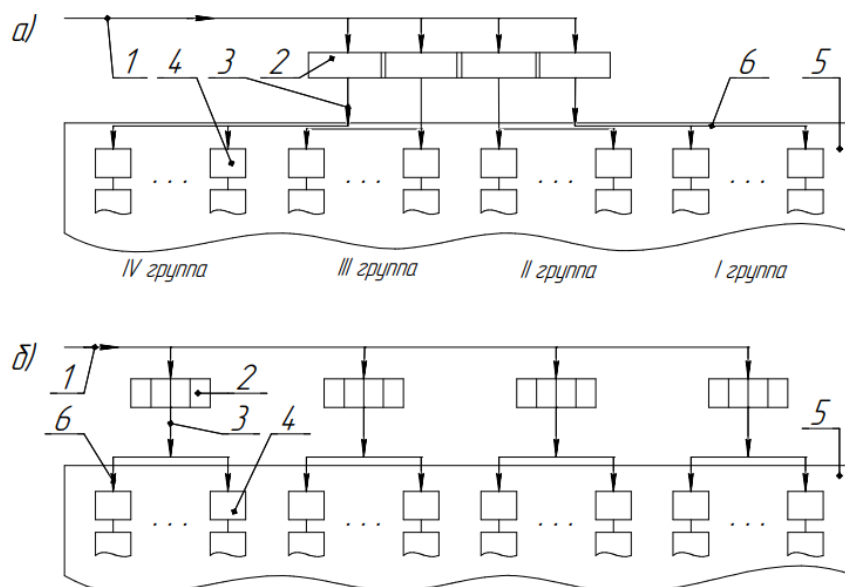


Рис. 2. Схемы компоновок подвода масла к подшипниковым узлам СЧ:  
 а – до модернизации, б – после модернизации; 1 – трубопровод подачи масла к ротаметрам; 2 – ротаметры; 3, б – трубы подачи масла к подшипникам, расположенным снаружи и внутри изоляционного колпака соответственно; 4 – подшипниковые опоры СЧ; 5 – теплоизоляционный колпак,

Эффективное регулирование расхода масла при значительной 19...24 °С разности его температур в ротаметрах и подшипниках можно организовать с применением температурного диагностирования системы циркуляционной смазки подшипников.

Для снижения температуры масла перед вводом в подшипники (без выноса системы трубопроводов из-под теплоизоляционного колпака сушильной части) можно установить коробчатый корпус на трубопровод подачи масла, смонтированный на фундаментной балке, и обеспечить нагнетательную вентиляцию полости этого корпуса.

#### *Список источников*

1. Куров, В. С. Машины для производства бумаги / В. С. Куров, Н. Н. Кокушин. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 646 с.
2. Сиваков, В. П. Экспериментальное и теоретическое исследование тепловых потерь в сушильных цилиндрах / В. П. Сиваков, А. В. Вураско, Н. В. Куцубина // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2021. – № 2 (380). – С. 169–179.
3. Schaeffler KG. – Ноябрь, 2009. – 640 с.
4. Радинская, К. П. Определение тепловых потерь в сушильных цилиндрах при температурном диагностировании / К. П. Радинская, В. П. Сиваков, Н. В. Куцубина // Перспективы развития техники и технологий в целлюлозно-бумажной и лесоперерабатывающей промышленности : материалы VII Всероссийской отраслевой научно-практической конференции (Пермь, 22–23 апреля 2019 года). – Екатеринбург, 2019. – С. 75–78.

Научная статья  
УДК 681.5/630.0

## КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ВЛАЖНОСТИ ДЕРЕВА В ЛЕСУ

Анастасия Владимировна Соленцова<sup>1</sup>, Сергей Петрович Санников<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> anastasiyasolencova@gmail.com

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы разработки измерительного устройства влажности дерева в лесу. Представлено описание и требования по разработке этого устройства.

**Ключевые слова:** влажность дерева, влагомер древесины, требования, разработка, измеритель.

Scientific article

## THE CONCEPT OF DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR MEASURING OF WOOD MOISTURE OF A TREE

Anastasia V. Solentsova<sup>1</sup>, Sergei P. Sannikov<sup>2</sup>,

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

<sup>2</sup> anastasiyasolencova@gmail.com

<sup>1</sup> ssp-2@mail.ru

**Abstract.** The article deals with the development of a wood moisture measuring device. A description of this device is provided.

**Keywords:** moisture tree, moisture-meter wood, requirements, development, device.

Влажность древесины играет важную роль в процессе роста дерева, его созревания, в зависимости от вегетационного периода. В основном это связано с интенсивностью сокодвижения в отдельных частях дерева.

По влажности древесины в лесу можно судить о физическом состоянии ствола дерева: пороки, болезни, повреждения и пр. Влажность меняется сезонно и от возраста. Первые результаты приведены еще в 19 веке, например немецким исследователем Робертом Гартигом (1839–1901) сезонное изменение влажности дуба [1]. Он показал основные зависимости

качеств дубовой древесины. Этот подход можно применить и на другие породы деревьев и места их произрастания, например на сосну, ель, кедр, лиственницу, березу и пр., которые произрастают на Урале. Необходимы методы и средства получения оперативных данных о влажности древесины с места ее произрастания.

Древесина имеет несколько видов влажности: связанную (в набухших микрофибриллах) и свободную (в трахеидах сосудов) влагу. Содержание влаги в древесине оказывает влияние на ее физические свойства. Так, от перенасыщения микрофибрилл связанной влагой у дерева возрастает хрупкость и наоборот, с уменьшением влаги увеличивается жесткость. Известно, что свободная влага свободно выводится, например высушиванием, а связанная – остается в клетках стенок сосудов.

Определение влажности можно проводить разными методами. Метод взвешивания дает отличные результаты, но для оперативного измерения влажности у растущего дерева в лесу затруднителен, так как требует выпиливания из дерева образцов для лабораторного исследования. Он вкачает начальное взвешивание, высушивание и конечное взвешивание, а затем вычисление.

Из физических свойств древесины, которые описал И. Т. Глебов, видно, что древесина обладает некоторыми электрическими свойствами, а именно: электрической проводимостью, диэлектрической проницаемостью и др. [2]. Эти свойства используются для разработки устройств и приборов измерения влажности древесины. В наше время приборы для измерения влажности широко известны на этих принципах (влагомеры).

Влагомер – прибор, измеряющий абсолютное содержание влаги в процентном отношении ко всей массе древесины. Влагомеры используются во многих отраслях и технологических процессах, при проведении проверки качества сырья и материалов во время входного контроля сырья и готовой продукции на предприятиях. Влагомеры для растущих деревьев в лесу не выпускается промышленностью, поэтому необходима разработка такого устройства.

Цель работы – разработка концепции стационарного измерительного устройства влажности дерева в лесу.

Задачи работы:

- 1) провести анализ существующих измерителей влажности древесины;
- 2) разработать устройство для измерения влажности деревьев;
- 3) придумать наиболее точный и простой способ определения влажности деревьев.

Базовый принцип работы для большинства измерителей влажности древесины одинаковый: они измеряют удельное сопротивление древесины при прохождении электрического тока. Однако удобство измерений и точность показаний напрямую зависят от характеристик и конструктивных особенностей самого измерителя влажности древесины.

Выделяют несколько основных видов устройств: контактные и бесконтактные.

Контактные игольчатые (кондуктометрические) измерители. В них использован контактный метод, поэтому они предусматривают элемент, который нужно ввести в дерево. Устройство генерирует электрический импульс определенной длительности высокого напряжения. Он проходит через образец, устройство переводит (высчитывает) электрический ток в единицы влажности. Удельное сопротивление древесины от влажности представлено в таблице [2].

Удельное электрическое сопротивление при 20 °С, Ом·см  
относительно волокон (вдоль; поперек)

Порода	Влажность, %			
	0		7	20
	поперек	вдоль	поперек	поперек
Сосна	$2,3 \cdot 10^{15}$	$1,8 \cdot 10^{15}$	$5 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^8$
Ель	$7,6 \cdot 10^{16}$	$3,8 \cdot 10^{16}$	$1 \cdot 10^{12}$	$3 \cdot 10^8$
Береза	$5,1 \cdot 10^{16}$	$2,3 \cdot 10^{16}$	$9 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^8$
Ольха	$1,0 \cdot 10^{17}$	$9,6 \cdot 10^{15}$	$9 \cdot 10^{11}$	$6 \cdot 10^8$

Из таблицы видно, что удельное электрическое сопротивление поперек волокон намного выше, чем вдоль них. Для сосны – в 1,3 единицы, для ели и березы – в 2 раза, для ольхи – в 10 раз. Разброс огромный, это связано со сложной физической структурой (строением) древесины. Поэтому разрабатываемое устройство должно обладать набором алгоритмов вычисления для различных пород, возрастов деревьев и диапазона влажности. Расчет проводить по широко известной формуле

$$\rho = \frac{RS}{l},$$

где  $R$  – сопротивление участка цепи, Ом;

$S$  – площадь поперечного сечения электродов (иголок), м<sup>2</sup>;

$l$  – длина проводника, м.

В основе работы бесконтактных измерителей влажности лежит метод, основанный на поглощении или рассеивании какой-либо внешней энергии. Встроенный в измеритель излучатель радиочастот сканирует дерево на расстоянии, поэтому не наносит повреждений измеряемому объекту. На точности измерений это не отражается. Чтобы получить информацию о влажности древесины или другом материале, достаточно включить



прибор, приложить контактную поверхность к объекту и отвести влагомер на указанное в инструкции расстояние.

Этот метод основан на изменении величины мощности радиочастот от ее влажности. При изменении влажности древесины при смене времени года меняется и диэлектрическая проницаемость древесины. Результаты исследования представлены на рис. 1.

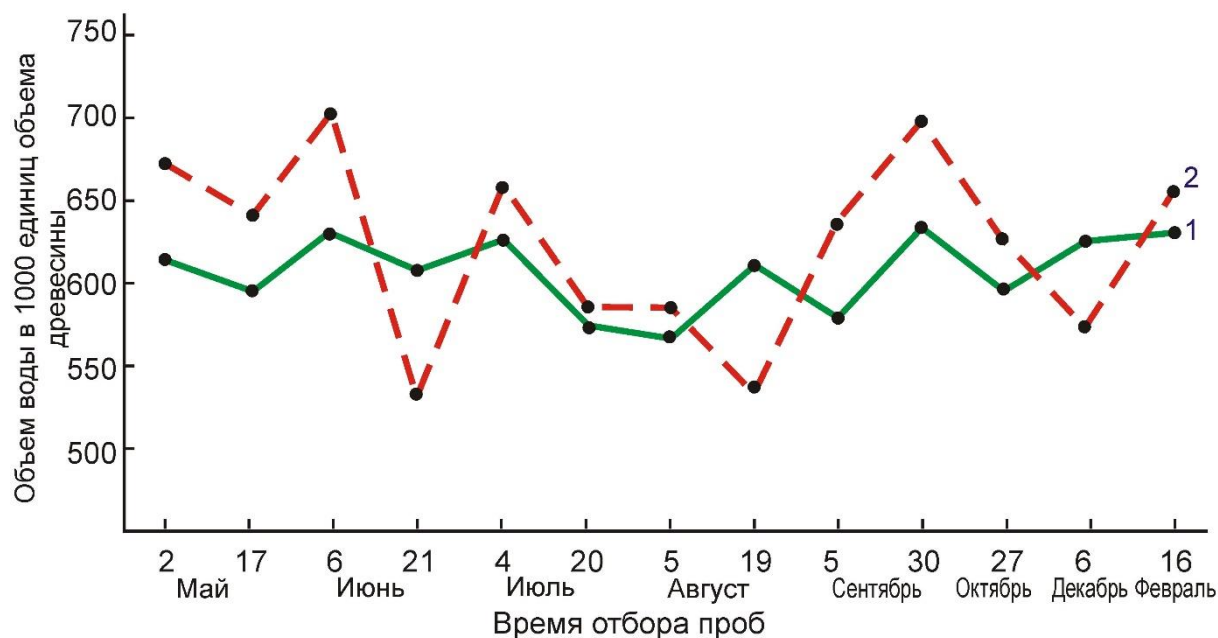


Рис. 1. Изменение влажности древесины дуба в течение года (по данным Р. Гартига): 1 – заболонь; 2 – ядро

Из рис. 1 видно, что влажность древесины заболони (кривая 1) изменяется в течение года незначительно, а кривая 2 (ядро) за это время имеет значительные перепады. Влажность древесины ядра весной и осенью увеличивается, а летом уменьшается.

Разрабатываемое устройство для измерения влажности должно обладать автономностью на длительный период работы. Желательно, чтобы этот период был ограничен сроком работы 49–50 лет, это совпадет с арендным законодательным актом. Измеритель влажности должен быть стационарным, иметь возможность дистанционного сбора данных.

Исходя из представленных данных, лучше всего использовать датчик контактного типа (игольчатый), закрепленный на дереве при помощи кронштейна или штанги, установленной рядом с деревом. В этом случае можно мониторить влажность древесины не только долгие годы, но и в любой желаемый период в течение года.

Для определения уровня влажности исследуемого объекта на корпусе инструмента имеются специальные щупы или иголки, как показано на рис. 2.

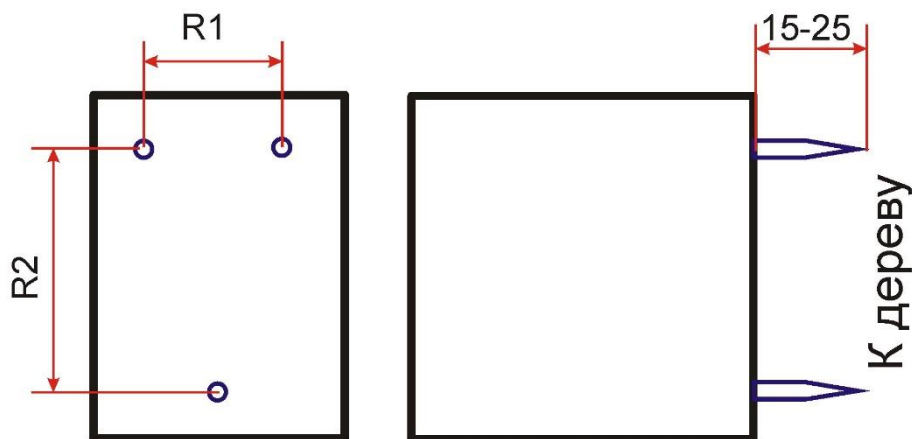


Рис. 2. Эскизная схема расположения щупов (игл) на измерительном устройстве влажности для измерения удельного сопротивления древесины:  
*R1* – поперек волокон; *R2* – вдоль волокон

На конце игольчатых щупов образуется импульс, величина которого свидетельствует о количественном содержании влаги в древесине.

Схема прибора включает: высокомогущный импульсный источник питания, три заостренные электроды из нержавеющей материала, проводящего электрический ток, величина которого в цепи измеряется контроллером. Иглы-электроды (щупы) имеют размер от 15 до 25 мм, изготавливаются из твердого металла, в нерабочем положении закрыты защитной крышкой. Расстояние между электродами определяют разработчики приборов.

Устанавливать влагомер нужно возле дерева на металлический стержень, который закреплен в землю. На каком расстоянии его закрепить должны определить разработчики так, чтобы иглы могли измерить импульс.

Три заостренные иглы позволяют нам измерить влажность дерева как вдоль, так и поперек. Благодаря этому мы получаем более точные значения.

Влагомеры предназначены для почти мгновенного определения влажности материала. Принцип работы приборов основан на измерении удельного электрического сопротивления дерева. Этот параметр меняется в зависимости от количества воды в структуре материала, на что и реагирует устройство. Измерители рассчитывают степень влажности с погрешностью от 0,5 до 4 % по нескольким параметрам.

1. Локальные замеры. В одном стволе на разных участках уровень насыщения влагой отличается. Чтобы снизить неточность, замеры осуществляют в нескольких местах заготовки.

2. Разная плотность у пород. Лиственные и хвойные деревья имеют разные характеристики, например по плотности. Учесть эту особенность могут многие влагомеры, в программное обеспечение которых включена функция идентификации породы.

В данной работе мы рассмотрели виды бесконтактных и контактных влагомеров, изучили принцип их работы, особенности и технические параметры, наглядно изучили прибор.

Существует множество разновидностей влагомеров, они делятся на 2 типа.

1. Игольчатые влагомеры самые дешевые, отличаются простотой и компактностью, позволяют оперативно производить измерения. Этот тип измерителей имеет значительную погрешность при влажности образца, превышающей 30 %. При проведении измерений нарушается целостность поверхности.

2. Бесконтактные влагомеры более дорогие, оснащены генератором электромагнитного поля и процессором, потребляют больше энергии. На точность измерения влияет шероховатость поверхности, на неровных поверхностях прибор дает значительные ошибки.

При выборе влагомера нужно отталкиваться от решаемых задач.

#### *Список источников*

1. Гартиг, Р. Исследование хода роста, запаса дубовых насаждений Спессарта и качеств дубовой древесины / Р. Гартиг ; пер. с нем. [и предисл.] ад.-проф. Бураго. – Варшава : Тип. К. Ковалевского, 1897. – 114 с.

2. Глебов, И. Т. Физика древесины : учебное пособие / И. Т. Глебов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – 80 с.

Научная статья  
УДК 676.2.056

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СУШИЛЬНОМ ЦИЛИНДРЕ

Геннадий Романович Старцев<sup>1</sup>, Сергей Николаевич Исаков<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> gena.startsev.00@mail.ru

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

**Аннотация.** Для увеличения энергоэффективности предлагается использование термопланок. Представлен расчет затрачиваемой мощности, а также смоделированы гидродинамические процессы во вращающемся цилиндре.

**Ключевые слова:** теплопередача, сушильный цилиндр, термопланка, конденсат

Scientific article

## INVESTIGATION OF HYDRODYNAMIC PROCESSES IN A DRYING CYLINDER

Gennady R. Startsev<sup>1</sup>, Sergey N. Isakov<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> gena.startsev.00@mail.ru

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

**Abstract.** To increase energy efficiency the use of thermoplanes is proposed. The calculation of the consumed power is presented as well as the hydrodynamic processes in a rotating cylinder are modeled.

**Keywords:** heat transfer, drying cylinder, thermoplane, condensate

Бумага изготавливается на бумагоделательной машине и в процессе изготовления проходит несколько стадий обработки: обезвоживание, прессование и сушка. Наиболее энергозатратная часть бумагоделательной машины и эффективность ее работы очень сильно сказывается на рентабельности. Поэтому была поставлена задача увеличить эффективность.

Основной элемент сушильной части – сушильный цилиндр, чертеж которого представлен на рис. 1. Цилиндр состоит из рубашки (1) и крышек (2). Они установлены в подшипниковых опорах (3) и приводятся во вращение приводной шестерней (4). Внутри цилиндра подается пар под давлением через пароконденсатную систему (5), она же отводит конденсат. Для осмотра цилиндра внутри предусмотрен люк (6). Число цилиндров может быть более 50.

Пар, отдавая тепло рубашке, конденсируется и выпадает, образуя слой воды. По регламенту объем конденсата не превышает 160 литров. Если обороты небольшие (менее 2 об/с), то жидкость находится в нижней части и постоянно перемешивается.

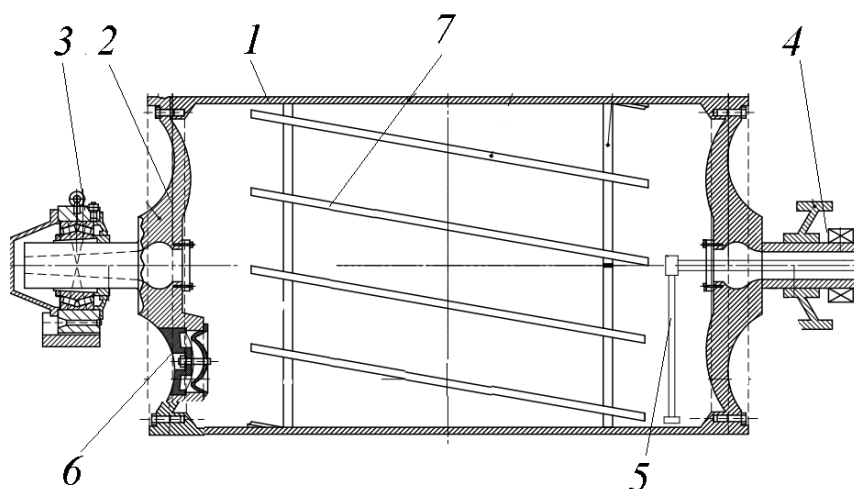


Рис. 1. Схема сушильного цилиндра:

1 – рубашка цилиндра; 2 – крышки; 3 – подшипниковые опоры;  
4 – приводная шестерня; 5 – пароконденсатная система; 6 – люк; 7 – термопланки

У производителей есть даже термин «конденсат в режиме лужи». При этом режиме наблюдается повышенное энергопотребление, так как энергия тратится на постоянное перемешивание конденсата в цилиндре. При увеличении частоты вращения (более 2,5 об/с) конденсат растекается по периметру цилиндра, образуя «конденсатное кольцо». При построении графика мощности от оборотов мы видим этот переход на участке А (рис. 2).

При образовании водного кольца пар не имеет прямого контакта, то есть образуется слой воды и является дополнительным тепловым сопротивлением. Расчетная толщина слоя водного кольца 20 мм. Для уменьшения влияния конденсатного кольца предлагается использовать термопланки (рис. 1, поз. 7).

Положительный эффект от термопланок заключается в том, что они выступают над слоем конденсата и являются проводником тепла. Для большей эффективности термопланка имеет ребро для увеличения площади

нагрева от пара. Контактная поверхность с цилиндром – выпуклая по кривизне цилиндра, чтобы увеличить площадь контакта и теплопроводность. Также есть термопанки, наклонные по винтовой линии: для сгона конденсата к сифону. Для увеличения теплопроводности и облегчения конструкции предлагается сделать термопанки из алюминиевого сплава.

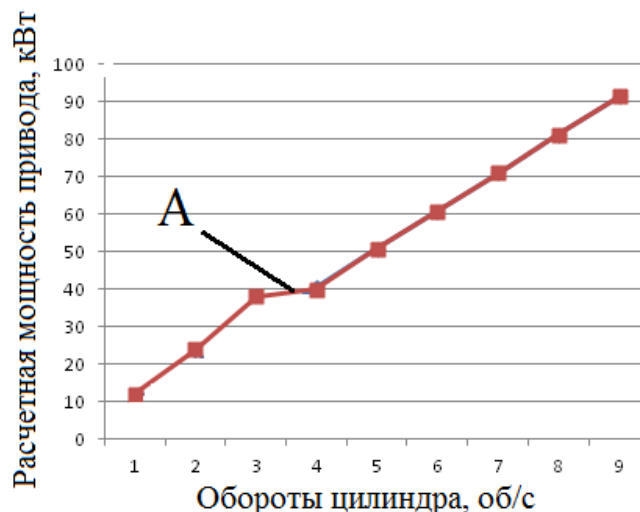


Рис. 2. Расчетная мощность на различных скоростях вращения

В работе также моделировалось поведение конденсата при различных скоростях вращения. На рис. 3 представлены положения конденсата при различных скоростях вращения. На скорости 3 об./с. конденсатная лужа «размазывается» по периметру цилиндра.

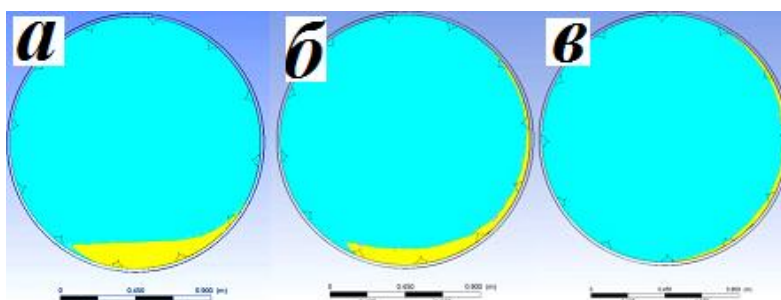


Рис. 3. Положение конденсата в цилиндре при различных скоростях вращения:  
*а* – 1 об/с; *б* – 2 об/с; *в* – 3 об/с

При защите ВКР членами комиссии было высказано два замечания.

1. Конденсат будет сгоняться на одну сторону, и приводной подшипник будет перегружен.

2. Алюминиевый сплав служить будет недолго в этой среде и с существующей водоподготовкой. Рекомендовано было использование нержавеющей стали.

Данные замечания будут прорабатываться в дальнейшей работе.

Научная статья  
УДК 629.113

## КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ВИБРОДИАГНОСТИЧЕСКОГО СТЕНДА ДЛЯ ПОДВЕСКИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

**Илья Александрович Тимофеев<sup>1</sup>, Сергей Николаевич Исаков<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> 79530523221@yandex.ru

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

*Аннотация.* В статье рассмотрено проектирование вибрационного стенда для диагностики подвески легкового автомобиля с моделированием его работы.

*Ключевые слова:* стенд, диагностика, подвеска автомобиля

Scientific article

## COMPUTER MODEL OF VIBRO-DIAGNOSTIC STAND FOR CAR SUSPENSION

**Ilya A. Timofeev<sup>1</sup>, Sergey N. Isakov<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> 79530523221@yandex.ru

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

*Abstract.* The article considers the design of a vibration stand for diagnostics of the suspension of a passenger car with simulation of its operation.

*Keywords:* stand, diagnostics, car suspension

Безопасность и комфорт в автомобиле зависит от множества факторов, один из которых – техническое состояние подвески автомобиля. Для примера, на рис. 1 представлена подвеска автомобиля марки Лада Гранта [1]. Подвеска состоит из элементов с различным назначением: удержание колеса в определенной плоскости, обеспечение заданной жесткости в определенных направлениях, демпфирование колебаний и т. д. Диагностика автомобильной подвески позволяет выявить не только ярко выраженные дефекты, но и зарождающиеся. Самый простой способ диагностирования – визуальный. При осмотре обращается внимание на люфты и биения, подтеки, выдавливание втулок, разрывы кожухов и другое.

Но это не всегда информативно, а иногда и невозможно, так как современные конструкции компактные или (и) закрытые, узлы совмещенные и объединенные друг с другом.

Суть диагностики заключается в том, что определяются диагностические признаки: частота собственных колебаний кузова и его амплитуда, наличие ударных импульсов, а также форма колебаний и их затухание и др. Заводы изготовители автомобилей предоставляют характеристики бездефектной подвески автомобиля (форму колебания, частоту или период, амплитуды, коэффициент демпфирования и т. д.).

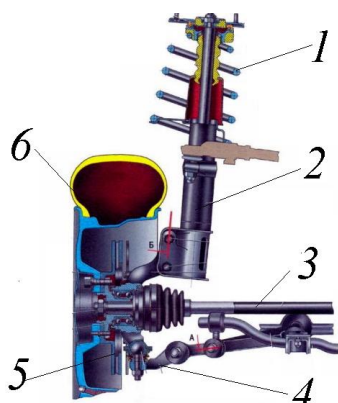


Рис. 1. Подвеска автомобиля «Лада Гранта»:

- 1 – пружина; 2 – амортизационная стойка; 3 – приводной вал; 4 – нижний рычаг подвески (поперечный); 5 - вентилируемый тормозной диск со ступицей;  
6 – камера с колесным диском

Самый информативный способ диагностирования подвески – вибрационный стенд, на котором устанавливается автомобиль. Вибрационные площадки под его колесами вибрируют и раскачивают автомобиль с переменной частотой и амплитудой, измеряется вибрация отклик на вибрационное воздействие. Принципиальная схема стенда фирмы «Боге» представлена на рис. 2 [1].

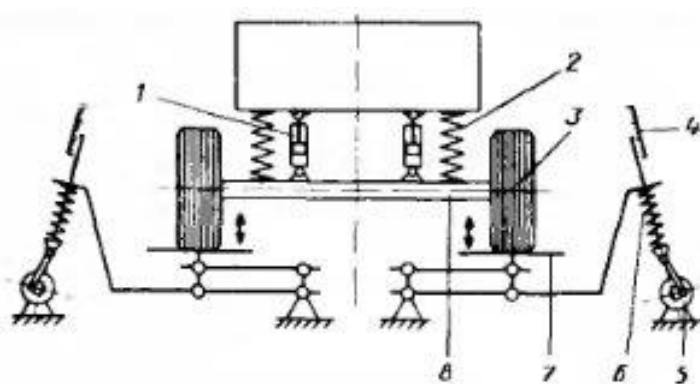


Рис. 2. Схема стенда вибрационной диагностики (ф. «Боге»):

- 1 – амортизатор; 2 – пружина подвески; 3 – колесо; 4 – измерительное устройство;  
5 – привод, 6 – упругий элемент вибрационного стенда; 7 – вибрационная площадка диагностического стенда; 8 – ось автомобиля



В дипломном проекте смоделирована работа вибрационного стенда с установленным на нем автомобилем. Компьютерная модель представлена на рис. 3.

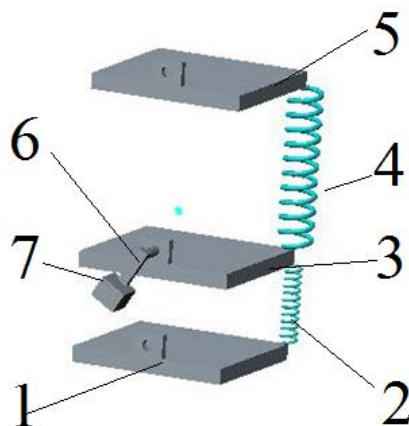


Рис. 3. Модель вибрационного стенда:

1 – фундамент вибростенда; 2 – упругий элемент вибростенда; 3 – вибрационная площадка с колесом автомобиля; 4 – упругий элемент автомобиля с параметрами демпфирования; 5 – масса автомобиля, приходящаяся на каждое колесо; 6 – привод вибрационного стенда; 7 – эксцентрик вибратора

Моделирование работы производилось в программе инженерных расчетов. Вибратору задавалась переменная (равноускоренная) частота вращения. И при этом замерялась вибрация (перемещение) вибрационной площадки. График перемещения представлен на рис. 4, а и 4, б. Для наглядности моделирование производилось при различных коэффициентах демпфирования, тем самым был показан отклик с исправным амортизатором и неисправным. При неработающем амортизаторе изменилась амплитуда в целом и форма графика в высокочастотной области.

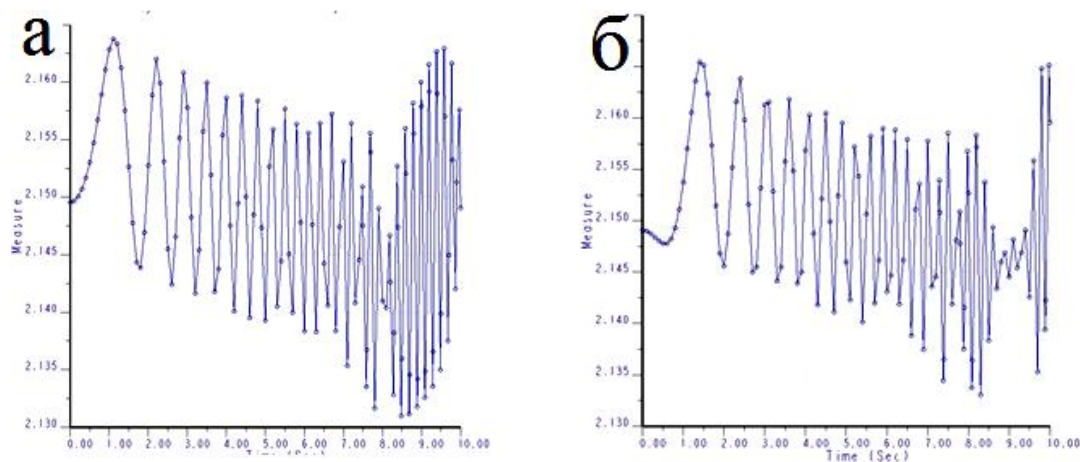


Рис. 4. Графики перемещения вибрационной площадки при различном демпфировании подвески автомобиля

После проведения замеров временная зависимость колебания вибрационной площадки и другие параметры вибрации сравниваются с характеристиками бездефектной подвески конкретного автомобиля. На этом анализе данных делается заключение о техническом состоянии как подвески в целом, так и ее элементах [2].

#### *Список источников*

1. Подвеска Lada Granta FL: Подробная схема, описание, достоинства и недостатки. – URL: <https://ladaevolution.ru/podveska-lada-granta-fl-podrobnaja-shema-opisanie-dostoinstva-i-nedostatki/> (дата обращения: 11.07.2022).
2. Исследования исправности амортизаторов. – URL: <https://carspec.info/issledovaniya-ispravnosti-amortizatorov> (дата обращения: 07.12.2021).
3. Средства диагностирования ходовой части автомобилей. – URL: <http://motorzlib.ru/books/item/f00/s00/z0000017/st010.shtml> (дата обращения: 07.12.2021).

Научная статья  
УДК 630.52:587/588

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ СТВОЛА ДЕРЕВА ПОСРЕДСТВОМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН

Илья Иванович Трофимов<sup>1</sup>, Сергей Петрович Санников<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> ilyatrof1110@gmail.com

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрена проблема автоматизации измерения высоты растущего дерева для лесной промышленности РФ. В статье приведено исследование концепции измерения высоты растущего дерева на основе ультразвуковых волн.

**Ключевые слова:** измерение высоты растущего дерева, автоматизация измерения высоты дерева, измерение высоты дерева, измерение высоты с помощью ультразвука

Scientific article

## AUTOMATION OF THE MEASUREMENT OF THE HEIGHT OF A TREE TRUNK BY USING ULTRASONIC WAVES

Ilya I. Trofimov<sup>1</sup>, Sergey P. Sannikov<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> ilyatrof1110@gmail.com

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

**Abstract.** The problem of automation of measuring the height of a growing tree for the timber industry of the Russian Federation is considered. The article presents a study of the concept of measuring the height of a growing tree based on ultrasonic waves.

**Keywords:** growing tree height measurement, tree height measurement automation, tree height measurement, height measurement with ultrasound

В современном лесозаготовительном и лесовосстановительном производствах появляется необходимость в быстром и точном измерении параметров растущего дерева [1]. Особенно такого параметра, как высота дерева. Осложняется измерение высоты моральным и техническим устареванием технологий и приборов, используемых в данном процессе.

Предлагаемая концепция основана на распространении ультразвука вдоль волокон, а, следовательно, и вдоль всего ствола дерева. Измерение на основе данного принципа включает следующие вопросы:

- 1) расчет распространения ультразвука в древесном волокне;
- 2) выбор места установки ультразвукового излучателя;
- 3) получение данных и их преобразование в необходимую нам информацию.

Результатом измерения могут служить два параметра: время прохождения ультразвуковой волны до вершины дерева и обратно и ослабление амплитуды полученной волны [2].

Концепция, рассмотренная в данной статье, использует способ измерения и анализа времени прохождения ультразвуковой волны, поскольку измерение данного параметра упрощает вычисление высоты, а также облегчает реализацию измерительного прибора. Факторы, влияющие на распространение волны: температура, влажность дерева и плотность.

Поскольку эти параметры взаимосвязаны, корректировку можно производить по влажности или температуре. Плотность можно принять за табличный показатель. Дополнительный параметр, который необходимо будет учесть во время расчета, – это возраст дерева, так как он может влиять на скорость ультразвука.

Так, для деревьев в возрасте 12–20 лет скорость ультразвука составила 2251 м/с, для деревьев в возрасте 100–150 м/с отмечалась наименьшая скорость ультразвука 500 м/с [3].

Скорость распространения ультразвука в материале определяется известным выражением

$$v = \frac{2H}{t},$$

где  $H$  – высота дерева, м;

$t$  – время распространения ультразвука в дереве, с.

В силу неидеальной структуры ствола дерева возникают фазовая и групповая скорости распространения ультразвуковой волны за счет множественного рассеивания энергии на разделах участков с разной плотностью древесины. Скорость распространения фиксированной фазы колебания описывается выражением

$$\varphi = \omega \left( t - \frac{x}{v} \right) = \text{const},$$

при  $\varphi = 0$ :

$$\omega \left( dt - \frac{dx}{v} \right) = 0,$$

отсюда следует, что фазовая скорость равна

$$v = \frac{dx}{dt},$$

где  $\varphi$  – угол фазы, то есть угол смещения между исходным и принимаемым сигналами;

$x$  – расстояние между измерениями;

$t$  – время;

$\omega$  – угловая скорость (частота).

При выборе места установки ультразвукового излучателя необходимо учитывать особенности распространения ультразвука в древесном волокне. Варианты установки излучателя показаны на рис. 1.

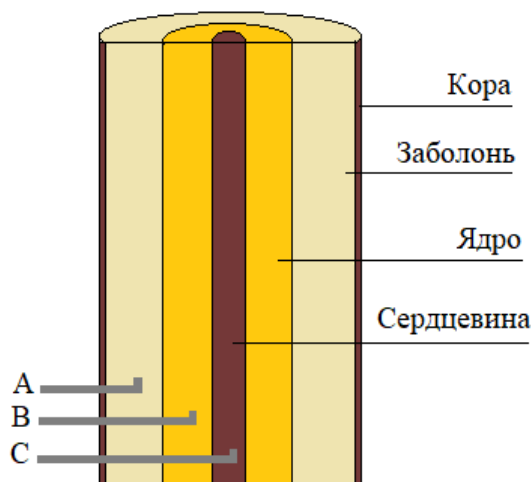


Рис. 1. Варианты установки излучателя (А, В, С)

Излучатель можно установить в сердцевинной (С), ядровой (В) и заболоневой (А) областях дерева.

Самая высокая скорость распространения ультразвуковой волны в плотной и влажной заболони, что обеспечивается достаточным содержанием влаги и сформировавшимися плотными волокнами.

В ядровой части скорость ультразвука значительно снижается ввиду малой плотности данного участка. Использование данного участка потребует большей мощности измерительного устройства.

Сердцевина дерева не так насыщена влагой, но преимуществом использования данного слоя является то, что он меняется не так стремительно, как слои заболони и ядра. Использование данного участка будет оправданным при диаметре ствола более 60 мм.

Слой камбия не пригоден для использования ввиду малой толщины участка, однако данный слой отлично подойдет как отражатель для ультразвуковой волны.

Установка излучателя потребует отверстия в стволе. Устанавливать излучатель лучше всего в пеньковой части, чтобы он не создавал помех при спиливании. Необходимо также принять во внимание тот факт, что скорость распространения ультразвуковых волн различается в разных направлениях дерева [4]. Так, наиболее оптимальным местом для установки излучателя будет северо-западная сторона ствола дерева.

Принцип установки устройства и его функционирования показан на рис. 2.

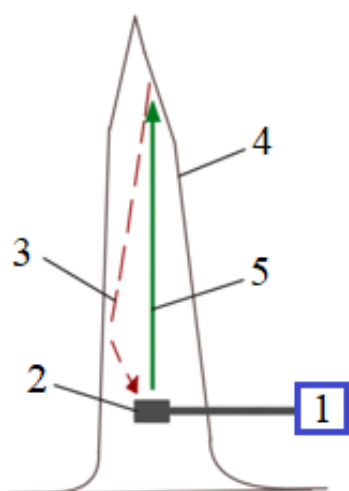


Рис. 2. Схема распространения ультразвука в дереве:

1 – первичный измерительный преобразователь; 2 – ультразвуковой излучатель; 3 – принимаемая волна; 4 – дерево; 5 – излучаемая звуковая волна

Получив отраженную волну, приемщик ультразвукового сигнала передаст сигнал в вычислитель (микроконтроллер). Там результаты измерения будут обработаны и использованы в вычислении высоты дерева.

Структурная схема устройства для измерения высоты дерева посредством ультразвука представлена на рис. 3.

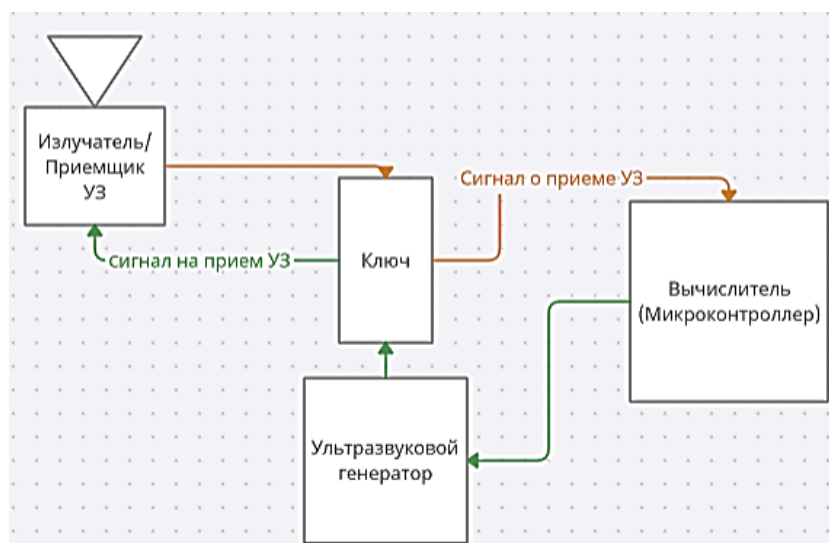


Рис. 3. Структурная схема устройства для измерения высоты дерева УЗ-Ультразвук

В работе предложен автоматизированный способ измерения высоты ствола дерева посредством ультразвуковых волн. Разработана структурная схема для конструирования измерительного устройства.

*Список источников*

1. Побединский, В. В. Система информационного обеспечения базы данных лесоуправления / В. В. Побединский, А. В. Мехренцев, С. П. Санников // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики : материалы XI Международной научно-технической конференции. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2017. – С. 77–81.

2. Кучин, Д. В. Измерение высоты растущего дерева / Д. В. Кучин, С. П. Санников // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XIV Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов и конкурса по программе «Умник». – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – С. 163–166.

3. Мельничук, И. А. Диагностика внутреннего состояния деревьев *Tilia cordata* Mill. с использованием комплекса аппаратуры акустической ультразвуковой томографии «Арботом®» / И. А. Мельничук, М. Й. С. Йассин, О. А. Черданцева // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2012. – № S5. – С. 25–32. – EDN RCACAN.

4. Ефимов, А. А. Изменение скорости ультразвука по радиусу ствола / А. А. Ефимов // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 8. – С. 23–26. – EDN KWKL BZ.

Научная статья  
УДК 691.27

## ОБЗОР ПАТЕНТОВ «АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫЙ ЛИСТ»

Елизавета Сергеевна Федосеева<sup>1</sup>, Сергей Николаевич Исаков<sup>2</sup>

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

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

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

**Аннотация.** Один из способов определения направления развития – это патентный анализ. В статье представлен пример создания матрицы «Цель средства» и ее анализ.

**Ключевые слова:** «Цель-средства», асбестоцементный лист

Scientific article

## REVIEW OF PATENTS “ASBESTOS CEMENT SHEET”

Elizaveta S. Fedoseeva<sup>1</sup>, Sergey N. Isakov<sup>2</sup>

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

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

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

**Abstract.** The one of the ways of determination the direction of development is “patent analysis”. The article presents an example of creating a matrix “The purpose of the means” and its analysis.

**Keywords:** “Goal-means”, asbestos-cement sheet

Асбоцементные изделия получили широкое распространение как в строительной области, так и производственной, можно разбить их на несколько видов: кровельные, стеновые, трубы и доски, а также электроизолирующие. Одно из основных свойств – это негорючесть и низкая теплопроводность. И с каждым годом создаются новые материалы или их области использования. Но как предугадать, куда пойдет развитие данного направления? Для этого есть несколько способов прогнозирования, один из которых – патентный анализ, основанный на матрице «Цель-средства» (таблица).



Название столбцов – это «Цель» изобретения:

А – Увеличение морозостойкости, прочность сцепления поверхности, сокращение времени глазуrowани.

Б – Исключение выделения газа при нанесении (более равномерное нанесение).

В – Большая адгезия и повышенные защитные свойства.

Г – Увеличение пожаробезопасности, снижение трудоемкости и стоимости монтажа.

Д – Грибкостойкость.

Е – Улучшенные эксплуатационные показатели.

Название строк – «Средства», с помощью, которых поставленные цели достигаются:

I – Плазменное нанесение покрытия.

II – Предварительно нагрев листа перед нанесением.

III – Многослойная структура с разными свойствами.

IV – Увеличение длины волокна асбеста.

В самой таблице представлен источник, на основании которого определены цели и средства.

#### Цель-средства

Цель/средства	А	Б	В	Г	Д	Е
I	[1]					
II		[2]				
III			[3]	[4]	[6]	[7], [8], [9], [10]
IV				[5]		

Анализ матрицы показал, что дальнейшее развитие Асбестоцементных материалов пойдет в направлении многослойности для улучшения эксплуатационных показателей. Объем данной статьи не позволяет провести более-менее весомые исследования и представляет больше методический материал.

#### Список источников

1. Патент № 2444500 С1 Российская Федерация, МПК С04В 41/70. Способ глазуrowания асбестоцементных кровельных листов : № 2010126037/03 : заявл. 25.06.2010 : опубл. 10.03.2012 / В. С. Бессмертный, А. В. Симачев, Г. Г. Бессмертная [и др.]. – EDN РХНСZQ.

2. Патент № 2281814 С1 Российская Федерация, МПК В05D 7/04. Способ получения защитно-декоративного покрытия на асбестоцементных листах : № 2005100225/12 : заявл. 11.01.2005 : опубл. 20.08.2006 / А. Г. Мартынов. – EDN МИТJJR.

3. Патент на полезную модель № 45425 U1 Российская Федерация, МПК E04C 2/04, E04C 2/26. Асбестоцементный лист с защитно-декоративным покрытием : № 2005100944/22 : заявл. 17.01.2005 : опубл. 10.05.2005 / А. Г. Мартынов. – EDN GVXKOI.

4. Патент на полезную модель № 89564 U1 Российская Федерация, МПК E04D 3/32, E04C 2/04, B32B 13/00. Прессованное асбестоцементное изделие с усиленными прочностными свойствами (варианты) : № 2009127259/22 : заявл. 15.07.2009 : опубл. 10.12.2009 / А. Н. Бессонов, Л. В. Душанина. – EDN VBAZYK.

5. Патент № 2232564 C1 Российская Федерация, МПК C04B 40/00. Способ производства асбестоцементной плиты под фасад : № 2002135886/03 : заявл. 31.12.2002 : опубл. 10.07.2004 / С. Д. Малоедов, Я. В. Яланский ; заявитель ООО «Комбинат "Волна"». – EDN TOMPS.

6. Везенцев, А. И. Грибостойкость асбестоцементных изделий / А. И. Везенцев, Л. Ю. Огрель, Л. Н. Наумова // Строительные материалы. – 2007. – № 5. – С. 74–80. – EDN HZZIRR.

7. Патент № 2346897 C1 Российская Федерация, МПК C03C 8/02. Фритта эмали для высокотемпературной отделки асбестоцементных изделий : № 2007121597/03 : заявл. 08.06.2007 : опубл. 20.02.2009 / Ю. А. Щепочкина. – EDN LATOER.

8. Патент на полезную модель № 100109 U1 Российская Федерация, МПК E04C 2/26. Изделие асбестоцементное : № 2009145134/03 : заявл. 04.12.2009 : опубл. 10.12.2010 / Н. Н. Дудыко, Г. В. Бочков, Л. А. Сиваченко ; заявитель Производственное республиканское унитарное предприятие «Кричевцементношифер», Унитарное частное производственное предприятие КБ «Промышленные технологии и комплексы». – EDN ZWAMMP.

9. Патент № 2468160 C2 Российская Федерация, МПК E04C 2/00. Асбестоцементное изделие : № 2009139327/03 : заявл. 27.10.2009 : опубл. 27.11.2012 / Н. Н. Дудыко, Г. В. Бочков, Л. А. Сиваченко ; заявитель Открытое акционерное общество «Кричевцементношифер» (ОАО «Кричевцементношифер»), Унитарное частное производственное предприятие КБ «Промышленные технологии и комплексы». – EDN AWFGST.

10. Патент № 2473398 C2 Российская Федерация, МПК B05D 1/22. Способ получения защитно-декоративных покрытий на асбестоцементных изделиях : № 2009139329/05 : заявл. 27.10.2009 : опубл. 27.01.2013 / Н. Н. Дудыко, Г. В. Бочков, Л. А. Сиваченко ; заявитель Открытое акционерное общество «Кричевцементношифер», Унитарное частное производственное предприятие КБ «Промышленные технологии и комплексы». – EDN ONAOGW.

Научная статья  
УДК 630\*5(004.94)

## ПРЕДМЕТ ТРУДА В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Анастасия Юрьевна Чевардина<sup>1</sup>, Владимир Викторович Побединский<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> anis401@ya.ru

<sup>2</sup> pobed@e1.ru

**Аннотация.** В данной статье рассматривается размерно-качественная характеристика древесного хлыста, включающая следующие параметры: толщина, длина, сбег, гниль, кривизна, сучки.

**Ключевые слова:** лесоматериал, пороки дерева, размерные параметры, качественные параметры

Scientific article

## THE SUBJECT OF LABOR IN FOREST TECHNOLOGIES

Anastasiya Yu. Chevardina<sup>1</sup>, Vladimir V. Pobedinskiy<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Ural state forest engineering, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> anis401@ya.ru

<sup>2</sup> pobed@e1.ru

**Abstract.** This article discusses the dimensional and qualitative characteristics of a wood whip including the parameters of thickness, length, run, rot, curvature, knots.

**Keywords:** timber, wood defects, dimensional parameters, quality parameters

Лесопромышленные технологии разнообразны по своим методам, технологиям и продуктам производства, однако всех их объединяет одно – лесоматериал. Весь лесопромышленный комплекс зависит от сырьевой базы, то есть от предмета труда. Но в научной литературе предпочтение в основном отдано изучению производственных процессов, оптимизации расходов сырья [1, 2], развитию технологии [3], но не изучению самого предмета труда средствами компьютерного моделирования. В подавляющем большинстве случаев сырье рассматривается, как объект производства.

При обработке древесный хлыст делят на отрезки разной длины, называемые сортиментами. Длина сортиментов обуславливается следующим рядом причин: наличием пороков, расположением их по хлысту, сортиментным планом, наличием перерабатывающих производств и действующими стандартами.

Круглые лесоматериалы характеризуют в соответствии с их породным составом и сортностью. Автор исследования В. В. Чамеев считает, что параметры сортиментов имеют размерно-качественные закономерности. К размерным параметрам сырья он относит следующие:

- толщина,
- длина,
- сбеги.

К основным качественным параметрам, влияющим на сортность:

- гниль,
- кривизна,
- сучки.

Приведенные выше параметры сырья являются случайными величинами и обладают широким диапазоном значений.

Доминирующим показателем для описания сортообразующих пороков древесины является толщина круглых лесоматериалов. Данный параметр зависит в свою очередь от среднего объема хлыста, породы дерева, сортиментной структуры и других природно-климатических и производственных особенностей.

Толщина круглых лесоматериалов, как случайная величина, характеризуется средним значением диаметра ствола и описывается вероятностным законом. Средние значения толщин сырья, поступающего в цеха, носят непостоянный характер. Коэффициент вариации значений среднего диаметра 8–11 %.

Следующий немаловажный параметр круглого лесоматериала – это сбеги. Значения сбега оказывают большое влияние на конечную продукцию. Отмечено, что сбеговая зона у тонких бревен больше, а у толстых – меньше. Так, при длине бревен 6 м и толщине 15 см зона сбега составляет 24,2 % объема бревен, при толщине 25 см той же самой длины – 19,4, и при толщине 40 см – 16,7 % [4].

Основными климатическими факторами, влияющими на показатели длины древостоя, принято считать следующие климатические параметры: плодородность почвы, наличие лесных пожаров в регионе, продолжительность сезона роста. Ученые из американского экологического общества в ходе исследования пришли к выводу, что максимальная высота дерева сильно коррелирует с относительной влагообеспеченностью, скоростью фотосинтеза, обеспеченностью питательными веществами и диаметром ксилемы. Также в зависимости от морфологических особенностей разных пород деревьев по-разному проходит процесс

распределения полезных веществ. Так, некоторые кряжистые деревья с развитой корневой системой в первую очередь питают и увеличивают ее массу, другие ориентированы на скорейший рост ствола или фитомассы [5].

Рассмотрим качественные параметры, определяющие сортность сырья. Бревна с гнилью в комлевой части имеют статистическую связь с толщиной гнили на комлевом торце. Для бревен из вершинной или срединной части хлыстов распределение гнили определить затруднительно, поэтому применяют равномерный закон.

Доля бревен с сучками уменьшается с увеличением среднего диаметра ствола. Насыщенность бревен сучками зависит от породы дерева. Число сучков на 1 м длины описывают логарифмически нормальным распределением. Анализ показал, что среднее количество сучьев у сосны – 4,34 шт./м, у березы и осины колеблется в диапазоне 1,8–2,15 шт./м.

Существенная часть круглых лесоматериалов имеет кривизну. Выделяют простую кривизну, где по длине ствола встречается один изгиб, и сложную, где по длине ствола наблюдается более одного изгиба [6].

Исследуя основные размерные и качественные параметры сортиментов, можно сделать вывод, что величины являются случайными. Диаметр сортиментов описывается вероятностным законом, в зависимости от среднего диаметра. Длину и сбег можно описать нормальным распределением. Параметры сортообразующих пороков зависят от природно-климатических и производственных условий. В этом случае поток лесоматериалов и некоторые его параметры могут быть описаны статистически.

#### *Список источников*

1. Моделирование процесса сушки пиломатериалов / А. Г. Гороховский, В. В. Побединский, Е. Е. Шишкина, Е. В. Побединский // Изв. вузов. Лесн. журн. – 2020. – № 1. – С. 154–166. – DOI 10.37482/0536-1036-2020-1-154-166.
2. Сеницын, Н. Н. Математическое моделирование процесса сушки древесной коры / Н. Н. Сеницын, Н. В. Телин // Изв. вузов. Лесн. журн. – 2020. – № 6. – С. 159–171. – DOI 10.37482/0536-1036-2020-6-159-171.
3. Посметьев, В. И. Компьютерное моделирование рекуперативного тягово-сцепного устройства лесовозного автомобиля с прицепом / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, В. В. Посметьев // Лесн. журн. – 2019. – № 4. – С. 108–123. (Изв. высш. учеб. заведений). – DOI 10.17238/issn0536-1036.2019.4.108.
4. Размерно-качественная характеристика сортиментов: Учебное пособие / В. В. Чамеев, В. В. Обвинцев, Б. Е. Меньшиков, Е. В. Гаева. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2002. – 102 с. (Сер.: Основы проектирования лесопромышленных производств. Системный подход).

5. Determinants of maximum tree height in *Eucalyptus* species along a rainfall gradient in Victoria, Australia / T. J. Givnish, S. C. Wong, H. Stuart-Williams [et al.] // Ecology. – 2014. – № 95. – P. 2991–3007.

6. ГОСТ 2140–81. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. – Москва : Стандартиформ.

Научная статья  
УДК 630.52/681.5

## ЗАМЫСЕЛ РАЗРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ДЕРЕВА

**Иван Александрович Шпагин<sup>1</sup>, Сергей Петрович Санников<sup>2</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> VBCLG5@yandex.ru

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

**Аннотация.** В работе рассмотрена проблема разработки измерителя влажности дерева во время роста. Разработана схема и описание. Представлены требования по разработке этого устройства.

**Ключевые слова:** влажность дерева, влагомер древесины, требования, разработка, измеритель

Scientific article

## THE IDEA OF DEVELOPING A WOOD MOISTURE METER OF A TREE

**Ivan A. Shpagin<sup>1</sup>, Sergey P. Sannikov<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> VBCLG5@yandex.ru

<sup>2</sup> ssp-2@mail.ru

**Abstract.** The paper considers the problem of developing a moisture meter of a tree during growth. A scheme and description have been developed. The requirements for the development of this device are presented.

**Keywords:** wood moisture, wood moisture meter, requirements, development, meter

Влажность древесины играет важную роль во время роста дерева для созревания волокон, трахеид, которые являются основой структурного материала растения. По этой причине необходимо вовремя получать информацию о множестве параметров состояния дерева, в том числе и о влажности. Целью работы является разработка влагомера древесины. Поставленная задача: анализ существующих влагомеров с определением способа измерения влажности на основе физического метода.

На основе анализа работы существующих влагомеров пришли к выводу, что действие разрабатываемого влагомера должно быть основано на принципе изменения удельной электрической проводимости (или сопротивления) древесины в зависимости от ее влажности, температуры, плотности и направления волокон.

Чувствительным элементом влагомера являются специальные иглы-электроды, которые нужно ввести в контакт с исследуемой древесиной, то есть в ствол дерева (рис. 1). Тем самым, контактная часть, минуя толщину коры, соприкасается с основными слоями ствола дерева.

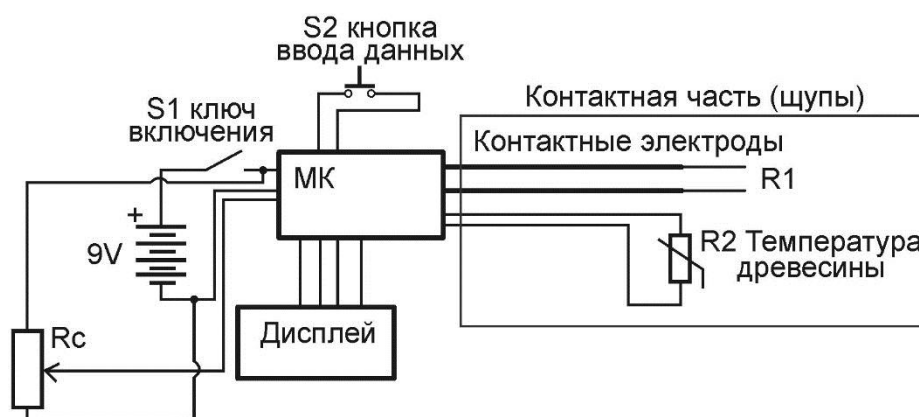


Рис. 1. Структурная схема влагомера

Влагомер состоит из микропроцессора МК с дисплеем, потенциометра  $R_c$ , при помощи которого выбирают породу дерева, кнопок управления (S1 и S2), источника электропитания 9V и контактной части, состоящей из игл-электродов, термометра R2.

Электропроводность зависит от влажности древесины. Чем больше влажность, тем меньше сопротивление в материале. Переменная влажности, или удельное объемное сопротивление (проводимость), выражена в Гом и представлена на рис. 2. В качестве иллюстрации порядка величины сопротивления в табл. 1 приведены некоторые данные.

Таблица 1

Сравнительные данные о сопротивлении древесины в зависимости от влажности

Порода	Удельное объемное сопротивление (Ом · см) поперек волокон при влажности древесины (%)		
	0	22	100
Кедр	$1,62 \cdot 10^{10}$	$2,7 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^5$
Лиственница	$1,36 \cdot 10^{10}$	$6,6 \cdot 10^6$	$2,0 \cdot 10^5$



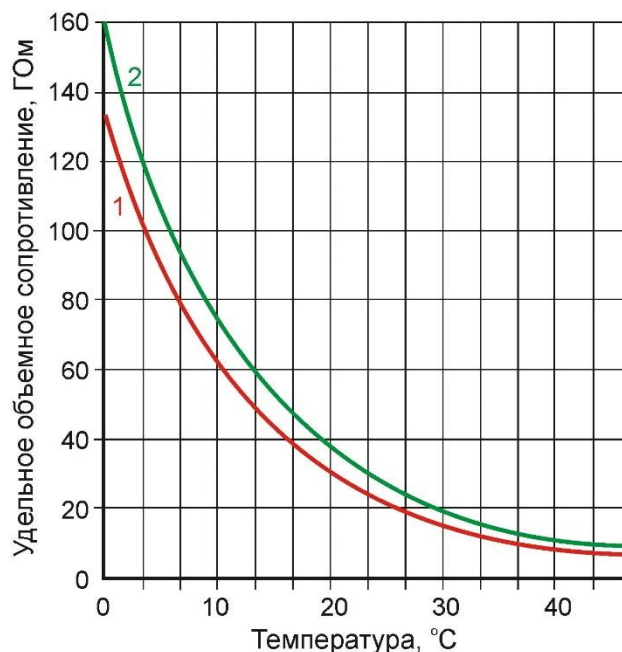


Рис. 2. Зависимость сопротивления древесины от температуры:  
1 – лиственница; 2 – кедр

Для характеристики электропроводности наибольшее значение имеет температура материала. Корректировка показаний влажности древесины выражена в виде коэффициента температуры  $K_t$  и приведена к нулевой температуре абсолютно сухой древесины соответствующей породы (см. формулу (1)). Для примера представлен график изменения сопротивления средней древесины в зависимости от температуры (см. рис. 2).

Разрабатываемый влагомер должен изначально вычислять проводимость древесины поперек волокон. Поэтому измерения необходимо проводить в нескольких точках и результаты заносить в соответствующий столбик табл. 2. Обработку данных производить по известным методам в статистической математике.

Для примера представлена таблица с различными показаниями измерений в зависимости от расположения щупов.

Таблица 2

Результаты измерений влажности древесины

Порода и направление	Влажность, %	Удельное объемное сопротивление, Ом · см	Удельное поверхностное сопротивление, Ом
Береза, вдоль волокон	8,2	$4,2 \cdot 10^{10}$	$4,0 \cdot 10^{11}$
Береза, поперек волокон	8,0	$8,6 \cdot 10^{11}$	$2,8 \cdot 10^{12}$

Плотность также является основополагающим коэффициентом в определении влажности, так как каждая порода дерева обладает

собственной плотностью. Для расчета влажности древесины необходимо учесть ее плотность, использовать как коэффициент  $K_p$ . В табл. 3 представлены значения сопротивления древесины в сухом виде для каждой породы, ранжированные по плотности.

Таблица 3

Удельное объемное сопротивление древесины  
в абсолютно сухом состоянии

Порода	Удельное объемное сопротивление, Ом · см	
	поперек волокон	вдоль волокон
Береза	$5,1 \cdot 10^{16}$	$2,3 \cdot 10^{16}$
Сосна	$2,3 \cdot 10^{15}$	$1,8 \cdot 10^{15}$
Ель	$7,6 \cdot 10^{16}$	$3,8 \cdot 10^{16}$
Ольха	$1,0 \cdot 10^{17}$	$9,6 \cdot 10^{15}$
Липа	$1,5 \cdot 10^{16}$	$6,4 \cdot 10^{15}$
Осина	$1,7 \cdot 10^{16}$	$8,0 \cdot 10^{15}$

Принцип действия влагомера, схема которого показана на рис. 1 представлен ниже.

Питается влагомер от батареи напряжением 9V типа «крона», с включением переключателя S1 питание подается на микроконтроллер (МК) и на потенциометр (Rc). Величина тока, выходящая с потенциометра, приходит на аналоговый порт микроконтроллера МК. Микроконтроллер, основываясь на значениях сопротивления, записанных в память, выбирает соответствующий коэффициент плотности  $K_p$ , тем самым учитывается порода дерева. Так, для сосны – 0–10 кОм, ели – 10–20 кОм, ясеня – 20–30 кОм, и т. д. Для удобства восприятия на лицевой панели влагомера вокруг потенциометра изображены деления для выбора породы дерева (рис. 2).

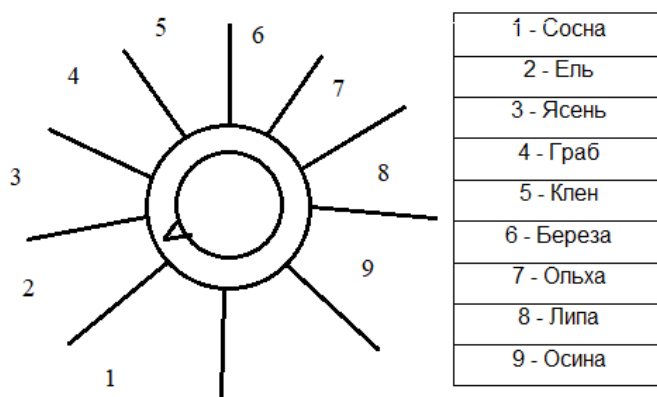


Рис. 2. Графическое изображение передней панели влагомера

При вводе щупов в древесину необходимо нажать на кнопку S2 для подачи команды в микроконтроллер и сбора данных с датчика R2. Датчик температуры (термистор) подключен к аналоговому порту микроконтроллера, который в соответствии с алгоритмом управления влагомера преобразует величину тока в коэффициент температуры Kt. Также на один щуп подается ток, результирующему напряжению с другого щупа микроконтроллер вычисляет значение сопротивления, используя формулу закона Ома  $V = IR$ . Сопоставляя данные всех датчиков, а именно: сопротивление щупов-электродов, термометра R2 со значением потенциометра Rc, микроконтроллер по формуле вычисляет точную влажность, содержащуюся в дереве. Переводит результат в проценты влажности и выводит данные на дисплей. Все полученные данные записываются в память микроконтроллера.

Алгоритм вычисления, заложенный в микроконтроллер МК, вычисляет влажность древесины в зависимости от ее сопротивления, плотности, температуры, направления волокон по формуле

$$Wq = (R1 \cdot Kp \cdot Kt), \quad (1)$$

где Wq – влажность древесины;

R1 – сопротивление материала;

Kp – коэффициент плотности;

Kt – коэффициент температуры.

Общий вид предлагаемого влагомера представлен на рис. 3.

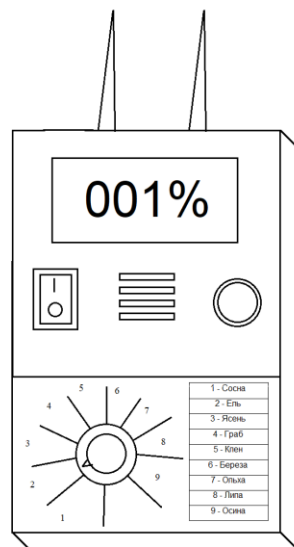


Рис. 3. Общий вид влагомера

В результате работы проведен анализ существующих измерителей влажности древесины, исследованы методы физического представления влажности с возможностью реализации в разрабатываемом влагомере. Способ преобразования проводимости в значения влажности сочли наиболее подходящим для данной схемы.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

Научная статья

УДК 656.09

### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ЦЕЛЕВЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Ольга Николаевна Байц<sup>1</sup>, Сергей Александрович Чудинов<sup>2</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> savchenkovaolga16@mail.ru

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

**Аннотация.** Представленная в статье методика оценки транспортной инфраструктуры позволяет вместо сравнения значений каждого целевого показателя по периодам пересчитать его в безразмерное числовое значение, а затем переработать безразмерные числовые значения всех целевых показателей для получения общего коэффициента на конкретную дату.

**Ключевые слова:** транспортная инфраструктура, целевые показатели, оценка

**Благодарности:** работа выполнена по материалам, предоставленным ООО «Уральский дорожный научно-исследовательский центр».

Scientific article

### ASSESSMENT OF THE STATE OF THE TRANSPORT INFRA-STRUCTURE OF THE SVERDLOVSK REGION BY TARGET INDICA-TORS

Olga N. Bayts<sup>1</sup>, Sergey A. Chudinov<sup>2</sup>

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

Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> savchenkovaolga16@mail.ru

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

**Abstract.** The methodology of transport infrastructure assessment presented in the article allows, instead of comparing the values of each target indicator by periods, to recalculate it into a dimensionless numerical value, and then rework the dimensionless numerical values of all targets to obtain a common coefficient for a specific date.

**Keywords:** transport infrastructure, targets, assessment

**Acknowledgments:** the work was carried out based on materials provided by Ural Road Research Center LLC.

Ключевыми показателями эффективности на современном этапе развития экономики считают числовые показатели деятельности, которые позволяют количественно определить степень достижения поставленных целей. В дорожно-транспортном хозяйстве Российской Федерации для оценки эффективности проектов используют целевые показатели.

Целевой показатель – это математическая величина, характеризующая деятельность хозяйствующих субъектов по реализации мер, направленных на эффективное использование имеющихся финансовых и материальных ресурсов.

Целевой принцип управления предполагает, что каждое действие по реализации того или иного проекта должно соотноситься с ожидаемыми целевыми результатами реализации проекта и, следовательно, программой в целом. Отсюда следует, что для каждой из целей должны быть установлены показатели или индикаторы, по значению которых можно судить об успешности и уровне достижения данной цели.

Оценка состояния транспортной инфраструктуры по целевым показателям, различным по размерности и функциональному назначению, относится к многокритериальным задачам. Для ее решения необходимо подобрать (определить, разработать) обобщенный показатель.

Одним из таких показателей является обобщенный коэффициент желательности, который вычисляется с применением обобщенной функции желательности Е. К. Харрингтона [1].

Предлагаемая методика оценки транспортной инфраструктуры, ее состояния на конкретную дату и развития на определенный период по целевым показателям позволяет вместо сравнения значений каждого целевого показателя по периодам пересчитать его в безразмерное числовое значение, а затем переработать безразмерные числовые значения всех целевых показателей для получения общего коэффициента на конкретную дату.

По этим коэффициентам сравнивают (оценивают) состояние транспортной инфраструктуры по периодам. Это облегчает процесс сравнения, делая его наглядней.

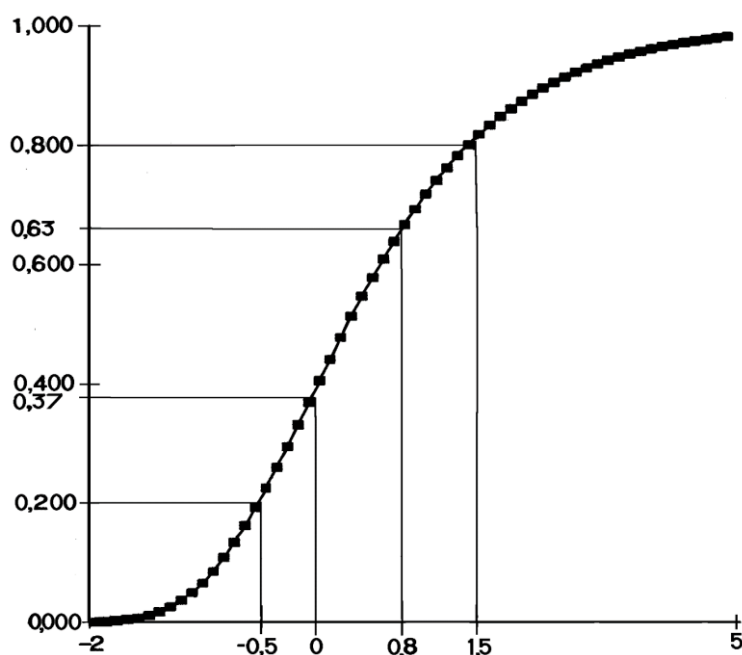
Используется следующий математический аппарат. За основу взята логистическая функция Е. К. Харрингтона – «кривая желательности» по формуле

$$d = \exp[-\exp(-Y)], \quad (1)$$

где  $d$  – ось  $d$  – шкала желательности;

$Y$  – ось  $Y$  – шкала частных показателей.

Это функция с двумя участками насыщения ( $d \rightarrow 0$  и  $d \rightarrow 1$ ) и линейным участком (от  $d = 0,2$  до  $d = 0,63$ ). Промежуток эффективных значений  $Y$  – от  $-2$  до  $+5$  (рисунок).



Обобщенная функция желательности Харрингтона

Шкала желательности  $d$  делится в диапазоне от 0 до 1 на пять поддиапазонов: 0–0,20 – очень плохо; 0,20–0,37 – плохо; 0,37–0,63 – удовлетворительно; 0,63–0,80 – хорошо; 0,80–1,0 – очень хорошо.

На шкалу частных показателей  $Y$  на промежуток ее эффективных значений (от  $-2$  до  $+5$ ) наносят пересчитанные безразмерные числовые значения целевых показателей по периодам, затем расчетным или графическим способом (путем) получают отметки на шкале желательности.

Полученное значение  $d(i)$  для  $i$ -го целевого показателя используется для расчета обобщенного коэффициента желательности  $D$  по формуле

$$D = \sqrt[n]{d_1 d_2 \dots d_n}, \quad (2)$$

где  $D$  – обобщенный коэффициент желательности;

$n$  – количество целевых показателей для рассматриваемого периода.

Число целевых показателей  $n$  для разных периодов может быть неодинаково, либо могут отсутствовать числовые значения по ним. Корень в  $n$ -й степени нивелирует эти отклонения.

Для расчета и установления числовых значений существующих и перспективных (горизонт планирования – 5 лет) целевых показателей были использованы следующие материалы.

1. Методические рекомендации по разработке документов транспортного планирования субъектов Российской Федерации, утвержденные протоколом заседания рабочей группы проектного комитета по национальному проекту «Безопасные и качественные автомобильные дороги» [2].

2. Стратегия развития транспортного комплекса Свердловской области на период до 2035 года (утверждена постановлением Правительства Свердловской области от 29.04.2021 № 248-ПП) [3].

Принимая во внимание указанное, в нашем случае  $n = 7$  с учетом расширения показателя по табл. 1.

Таблица 1

Целевые показатели транспортной инфраструктуры  
Свердловской области

№ п/п	Показатель	2022
1	Уровень безопасности дорожного движения:	
1.1	количество мест концентрации ДТП, ед.	37,00
1.2	количество человек, погибших в ДТП, на 100 тыс. человек, чел.	7,73
1.3	количество человек, погибших в ДТП, на 10 тыс. человек, чел.	2,45
2	Уровень обслуживания дорожного движения, %	82,00
3	Доля автомобильных дорог, работающих в режиме перегрузки, %	10,00
4	Средняя скорость движения транспортных средств, км/ч	57,00
5	Средняя задержка транспортных средств, с	68,00

В табл. 2 представлены произведенные вычисления. Целевые показатели 2022 г. приняты на шкале частных показателей  $Y$  за 0, что соответствует значению 0,48 на шкале желательности  $d$ , а целевые показатели года Future в будущем приняты по шкале частных показателей  $Y$  за +5, что соответствует значению 1 по шкале желательности  $d$  – максимальному значению. В году Future все целевые показатели достигнут оптимального идеального значения. Год Future искусственно введен для наглядности сравнения.

Полученные данные могут быть использованы для дальнейшей аналитической работы, а также для корректировки целевых показателей по горизонтам планирования.

Таблица 2

Вычисление коэффициентов желательности

№ п/п	Показатель	2022	Future	2022	Future	2022	Future
1	Уровень безопасности дорожного движения	Значения целевых показателей		Значения без единиц измерения		d	
1.1	количество мест концентрации ДТП, ед.	37,00	0	0,70	5,00	0,61	0,99
1.2	количество человек, погибших в ДТП, на 100 тыс. человек, чел.	7,73	0	0,37	5,00	0,50	0,99
1.3	количество человек, погибших в ДТП, на 10 тыс. человек, чел.	2,45	0	0,41	5,00	0,51	0,99
2	Уровень обслуживания дорожного движения, %	82,00	100,00	0,50	5,00	0,55	0,99
3	Доля автомобильных дорог, работающих в режиме перегрузки, %	10,00	0	0,00	5,00	0,37	0,99
4	Средняя скорость движения транспортных средств, км/ч	57,00	100,00	0,11	5,00	0,41	0,99
5	Средняя задержка транспортных средств, с	68,00	0	0,14	5,00	0,42	0,99
Количество показателей, n						7	7
Произведение показателей						0,01	0,93
Обобщенный коэффициент желательности по Харрингтону D						0,48	0,99
Качественная оценка по Харрингтону						Удовл.	Очень хорошо



*Список источников*

1. Пичкалев, А. В. Обобщенная функция желательности Харрингтона для сравнительного анализа технических средств / А. В. Пичкалев // Исследования наукограда. – 2012. – № 1. – С. 25–28.

2. Методические рекомендации по разработке документов транспортного планирования субъектов Российской Федерации, утверждены протоколом заседания рабочей группы проектного комитета по национальному проекту «Безопасные и качественные автомобильные дороги» от 12.08.2019 № ИА-63 // Официальный интернет-портал правовой информации : [сайт]. – URL: <http://pravo.dov.ru> (дата обращения: 07.09.2022).

3. Об утверждении стратегия развития транспортного комплекса Свердловской области на период до 2035 года от 29.04.2021 № 248-ПП // Официальный интернет-портал правовой информации Свердловской области : [сайт]. – URL: <http://pravo.dov.ru> (дата обращения: 07.09.2022).

Научная статья  
УДК 69.059.22:69.059.4

## ДЕФЕКТЫ, ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ КАК СЛЕДСТВИЕ ОШИБОК НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МОСТОВОГО СООРУЖЕНИЯ

Илья Сергеевич Борисенко<sup>1</sup>, Анастасия Алексеевна Мальцева<sup>2</sup>,  
Дмитрий Валентинович Демидов<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> borisenkoilya16@gmail.com

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

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

**Аннотация.** В статье рассмотрены причинно-следственные отношения между ошибками, возникающими на этапах жизненного цикла мостового сооружения, и проявляющимися дефектами, деформациями и разрушениями.

**Ключевые слова:** дефект, деформация, жизненный цикл сооружения, мостовое сооружение, разрушение

Scientific article

## DEFECTS, DEFORMATION AND DESTRUCTION AS A CONSEQUENCE OF ERRORS AT THE STAGES OF THE LIFE CYCLE OF A BRIDGE STRUCTURE

Ilya S. Borisenko<sup>1</sup>, Anastasia A. Maltseva<sup>2</sup>,  
Dmitry V. Demidov<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> borisenkoilya16@gmail.com

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

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

**Abstract.** The article considers the cause-and-effect relationships between errors that occur at the stages of the life cycle of a bridge structure, and manifested defects, deformations and destruction.

**Keywords:** defect, deformation, building life cycle, bridge building, destruction

Мостовое сооружение как объект транспортной инфраструктуры должно обеспечивать **функциональные свойства** (свойства, характеризующие основное назначение объекта) – безопасное и комфортное движение автомобилей, пропуск крупногабаритных и (или) тяжеловесных транспортных средств в контролируемом режиме, судов и (или) проход пешеходов в течение установленного срока службы.

Однако значительное число автодорожных мостовых сооружений находится в аварийном и предельном состоянии, поэтому приведение сооружений к нормативному техническому состоянию является приоритетной задачей России.

В течение срока службы мостовых сооружений проявляются дефекты, деформации и разрушения, которые приводят к изменению физических свойств конструкции (например, к потере жесткости), поэтому своевременное обнаружение признаков ухудшения технического состояния мостовых сооружений дает возможность заблаговременно предупредить проявление таких дефектов, деформаций и разрушений, которые потребуют значительных капитальных вложений при ремонте или реконструкции, либо показывает нецелесообразность таких затрат при предельном либо аварийном состоянии.

Дорожная деятельность применительно к мостовым сооружениям организована значительным числом участников, поэтому дефекты, деформации и разрушения могут являться результатом ошибок, допущенных на конкретном этапе **жизненного цикла сооружения**.

Этапы жизненного цикла сооружения, как правило, расположены в такой последовательности: инженерные изыскания → проектирование → строительство → эксплуатация (в том числе текущие ремонты) → капитальный ремонт → реконструкция → снос объекта капитального строительства.

Статьей 7 Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [1] предусмотрены **требования механической безопасности**: «Строительные конструкции и основание ... сооружения должны обладать такой прочностью и устойчивостью, чтобы в процессе строительства и эксплуатации не возникало угрозы причинения вреда жизни или здоровью людей, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений в результате:

- 1) разрушения отдельных несущих строительных конструкций или их частей;
- 2) разрушения всего ... сооружения или их части;
- 3) деформации недопустимой величины строительных конструкций, основания ... сооружения и геологических массивов прилегающей территории;
- 4) повреждения части ... сооружения, сетей инженерно-технического обеспечения или систем инженерно-технического обеспечения в результате

деформации, перемещений либо потери устойчивости несущих строительных конструкций, в том числе отклонений от вертикальности».

Другими словами, действие ошибки, совершенной на первых этапах, будет распространяться далее на последующих этапах жизненного цикла сооружения. Кроме того, результат нескольких ошибок синтезирует проявление значительных дефектов, деформаций и разрушений.

Целесообразно уточнить понимание указанных выше терминов.

Под **дефектом** (лат. *defectus*) понимается «каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям» (п. 38 ГОСТ 15467–79 [2]).

**Деформация** (лат. *deformatio*) – изменение формы упругого тела, вызываемое действующими на него внешними силами, если для тела устранена возможность перемещений, свойственных абсолютно твердому телу [3]. При этом деформацию называют упругой, если она исчезает после удаления воздействия, и пластической, если она полностью не исчезает.

**Разрушение** – макроскопическое нарушение сплошности материала в результате тех или иных воздействий на него. Различают начальное разрушение (образование и развитие пор, трещин и других нарушений сплошности, рис. 1) и полное разрушение (разделение тела на две (или более) части, рис. 2) [4].

При этом следует различать виды разрушений:

– *механические* как следствие воздействия рабочих органов строительных машин, рабочего инструмента и наездов транспортных средств;

– *химические* как следствие агрессивного воздействия воды (карбонизация) и солей (коррозия);

– *биологические* как следствие роста растительных организмов или действия животных организмов (например, поражение гнилью или грибом деревянных конструкций).

Дефекты, деформации и разрушения могут возникнуть в результате ошибок, допущенных при проведении **изысканий** (экономических, инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-гидрологических), что приводит к несоответствиям расчетных нагрузок и воздействий фактическим нагрузкам и воздействиям.

Дефекты, деформации и разрушения могут возникнуть в результате ошибок, допущенных при **проектировании** сооружения, вызванных несовершенством методик расчетов, в том числе ошибками в программных продуктах, что приводит к ошибкам при проведении расчетов.

Дефекты, деформации и разрушения могут возникнуть в результате ошибок, допущенных при проведении **государственной экспертизы проектной документации**, где своевременно могут быть не выявлены несоответствия требованиям нормативных документов, а также положениям в той или иной технической области знаний.



Рис. 1. Вертикальные трещины на опоре автодорожного моста



Рис. 2. Разрушение железобетона телескопического лотка

Дефекты, деформации и разрушения могут возникнуть в результате ошибок, допущенных при **строительстве** сооружения, вызванных нарушением технологии производства работ, отсутствием требуемого качества материалов, изделий и конструкций.

Отсутствие либо недостаточные авторский надзор (со стороны проектной организации) и строительный контроль (со стороны подрядной организации), а также технический надзор и контроль (со стороны заказчика) могут привести к серьезным несоответствиям, особенно для проведенных работ, оформленных как скрытые. При этом, кроме ошибок, характерных для указанного этапа, строительное сооружение будет несовершенным из-за ошибок, допущенных при проведении проектно-изыскательских работ.

Дефекты, деформации и разрушения могут возникнуть в результате ошибок, допущенных при эксплуатации сооружения, вызванных несоответствием системы планирования и выполнения дорожно-ремонтных работ (рис. 3). Кроме того, в ряде случаев несоответствие расчетных нагрузок и воздействий фактическим нагрузкам и воздействиям в совокупности с дефектами строительства приводит к таким дефектам, деформациям, которые невозможно исправить проведением ремонта сооружения.



Рис. 3. Нарушение правил содержания деформационного шва моста

Своевременное проведение мониторинга технического состояния сооружения может наглядно показать ошибки проектирования и строительства, исправить которые можно будет только назначением капитального ремонта, усилением либо исключительно при реконструкции сооружения.

#### *Список источников*

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (дата обращения: 07.09.2022).
2. ГОСТ 15467–79. Межгосударственный стандарт. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – Введен 1979.07.01. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 21 с.
3. Техническая энциклопедия / под ред. Л. К. Мартенса. – Т. 6. – Москва : Советская энциклопедия, 1929. – 922 с.
4. Политехнический словарь / под ред. академика А. Ю. Ишлинского. – Москва : Советская энциклопедия, 1980. – 656 с.

Научная статья  
УДК 693

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ПО МЕТОДИКЕ SUPERPAVE

**Анастасия Олеговна Верхоляк<sup>1</sup>, Сергей Александрович Чудинов<sup>2</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> verkholyak00@mail.ru

<sup>2</sup> serg-chudinov@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрена методика объемного проектирования Superpave. Приведены основные дефекты дорожного покрытия, которые можно исправить с помощью данной технологии. Проанализированы характерные особенности и недостатки Superpave. Указаны основные нормативные документы, а также актуальность и реализация данной методики в России.

**Ключевые слова:** структура Superpave, объемное проектирование, асфальтобетонная смесь

Scientific article

## TECHNOLOGY FOR DESIGNING ASPHALT CONCRETE MIX ACCORDING TO SUPERPAVE METHOD

**Anastasia O. Verkholyak<sup>1</sup>, Sergey A. Chudinov<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> verkholyak00@mail.ru

<sup>2</sup> serg-chudinov@yandex.ru

**Abstract.** The article discusses the Superpave 3D design methodology. The main defects of the road surface, which can be solved using this technology, are given. The characteristic features and disadvantages of Superpave were analyzed. The main regulatory documents are indicated, as well as the relevance and implementation of this method in Russia.

**Keywords:** Superpave structure, volume design, asphalt concrete mixture

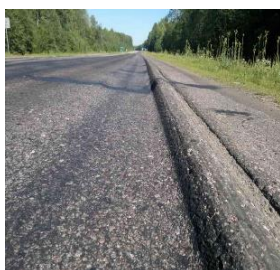
В методах проектирования асфальтобетонных смесей происходят ежегодные усовершенствования, на замену старым способам приходят

новые, более инновационные. Так, с 2017 г. в России стала применяться американская технология Supergrave, преимущество которой в том, что асфальтобетонное покрытие обладает самыми высокими эксплуатационными показателями.

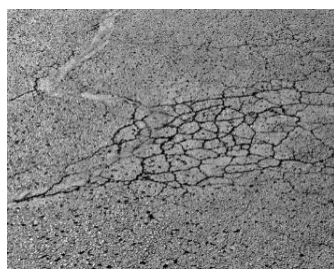
Эксплуатационные показатели в системе Supergrave зависят от климатических условий и транспортных нагрузок на конкретном участке строительства. Достижение этих показателей происходит за счет наиболее подходящего битумного вяжущего и минеральных материалов.

Дефекты дорожного покрытия, которые способна решить методика Supergrave (рисунок):

- 1) колееобразование;
- 2) усталостное трещинообразование;
- 3) низкотемпературное трещинообразование.



1



2



3

Дефекты дорожного покрытия:

- 1 – колееобразование; 2 – усталостное трещинообразование;  
3 – низкотемпературное трещинообразование

При проектировании основных этапов Supergrave необходимо руководствоваться следующими основными нормативными документами:

– ПНСТ 114–2016. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Требования для метода объемного проектирования по методологии Supergrave [1];

– ГОСТ Р 58400.1–2019. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Технические условия с учетом температурного диапазона эксплуатации [2];

– ПНСТ 115–2016. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Требования для метода объемного проектирования по методологии Supergrave [3].

Объемное проектирование по методике Supergrave первоначально состояло из трех уровней, однако второй и третий не получили дальнейшего развития, поэтому в настоящий момент структура данной технологии выглядит следующим образом.

1. Подбор вяжущего компонента. На данном этапе назначают марку битумного вяжущего при помощи специального оборудования, опираясь на район местности, интенсивность перспективных динамических нагрузок



при использовании дороги, а также вязкость, модули деформации и упругости. Приборы для анализа вяжущих: квадратные сита, реометр, роликовый компактор, вискозиметр, гиратор-компактор, аппарат для старения битумов [4].

Для определения марки битума была разработана шкала PG Grade, с помощью которой можно проанализировать показатели двух температур.

2. Подбор каменного материала. На данном этапе происходит изготовление не менее трех комбинаций зернового состава.

Оборудование для подбора зернового состава:

- комплект сит с квадратными ячейками, используемый для определения номинального размера фракций щебня;
- вискозиметр Брукфильда, используемый для оптимальных температур приготовления и уплотнения смеси;
- гиратор – для уплотнения асфальтобетонных образцов;
- вакуумный пикнометр – для максимальной плотности смеси;
- испытательная машина – для испытания на водостойкость;
- роликовый компактор и колеометр – для определения устойчивости к колееобразованию путем прокатывания нагруженного колеса.

3. Объемное проектирование асфальтобетонных смесей. Заключительная стадия – поиск идеальной комбинации и определение процентного содержания битума, каменного материала, минерального порошка. Для каждого из вариантов рассчитывают предварительную рабочую формулу смеси.

Формируется несколько образцов с различной степенью уплотнения, механические свойства которых проверяются с использованием пресса вращательного уплотнения. После проведения испытаний на гираторе из нескольких пробных составов выбирается один, наиболее соответствующий необходимым характеристикам.

По окончании этапа проектирования состава смеси ее проверяют на водостойкость, морозостойкость и наличие вредных примесей (комки глины, частицы дерева, угля).

На основе анализа полученных данных делается вывод об оптимальном составе асфальтобетонной смеси. При необходимости проектировщиком в разработанную формулу вносятся коррективы и проводится повторное исследование образцов.

Ценностью точного подбора содержания битума и параметров гранул щебня является получение высокощебенистых каркасных смесей, более стойких к колееобразованию и истираемости. Готовое полотно будет идеально пригодно к эксплуатации на конкретном участке автодороги с учетом транспортной нагрузки и существующих климатических условий в данном регионе.

Методика Supergrave дает возможность увеличить срок службы дорожного полотна на 12 лет, так как дорожные одежды,

запроектированные по данной технологии, получают более стойкими к абразивному износу, остаточной деформации и механическим повреждениям. Единственный минус Superpave – это высокая стоимость асфальтобетона (7–9 тыс. руб. за тонну).

В 2021 г. технологию Superpave применили в Амурской области на участке региональной трассы Благовещенск – Гомелевка, также трасса федерального значения Таврида в Крыму была первой дорогой, построенной с применением Superpave.

В Свердловской области впервые дорожная лаборатория НИИ Ладор использовала в 2022 г. технологию Superpave при изготовлении асфальтобетонной смеси. Экспериментальным участком стал Арамилский тракт. Участок дороги составлял 11,8 км, 3 км из которого ремонтировались по инновационной методике Superpave. Для экспериментального участка выбран битум, который не теряет своих свойств от –34 до +64 °С. Он не дает температурных трещин и не растекается [5].

Методика проектирования Superpave активно внедряется на российских дорогах. Ежегодно продолжают проводиться исследовательские работы для улучшения данной технологии. Экономический подбор сочетания дорожных материалов является основным показателем для создания долговечного и прочного дорожного покрытия.

#### *Список источников:*

1. ПНСТ 114–2016. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Требования для метода объемного проектирования по методологии Superpave. – URL: <http://docs.cntd/document/1200134466> (дата обращения: 20.11.2022).

2. ГОСТ Р 58400.1–2019. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Технические условия с учетом температурного диапазона эксплуатации. – URL: <http://docs.cntd/document/1200166036> (дата обращения: 20.11.2022).

3. ПНСТ 115–2016. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Требования для метода объемного проектирования по методологии Superpave. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200134467> (дата обращения: 20.11.2022).

4. Суперпейв (Superpave-технология) – объемный метод проектирования асфальтобетонного покрытия // Строительная лаборатория ИДК. – URL: <https://idk24.ru/articles/superpave/> (дата обращения: 20.11.2022).

5. Впервые в Свердловской области в дорожном ремонте используют технологию «Суперпейв» // Дорожные новости. Репортажи. Аналитика. – URL: [https://dorinfo.ru/star\\_detail](https://dorinfo.ru/star_detail) (дата обращения: 24.11.2022).

Научная статья  
УДК 625.739.3

## К ВОПРОСУ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Анастасия Владимировна Вопилова<sup>1</sup>, Сергей Александрович Чудинов<sup>2</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> nastyavopilova@gmail.com

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

**Аннотация.** Техничко-экономические изыскания позволяют определить существующую и рассчитать перспективную интенсивность движения транспорта. Данная информация является необходимой для разработки обоснованных проектных решений при проектировании автомобильных дорог и инженерных сооружений.

**Ключевые слова:** технико-экономические изыскания, проектирование, автомобильная дорога, пересечение, транспорт

Scientific article

## TO THE QUESTION OF CARRYING OUT TECHNICAL AND ECONOMIC SURVEYS IN THE DESIGN OF ROADS

Anastasia V. Vopilova<sup>1</sup>, Sergey A. Chudinov<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> nastyavopilova@gmail.com

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

**Abstract.** Technical and economic surveys make it possible to determine the existing and calculate the prospective traffic intensity. This information is necessary for the development of reasonable design solutions in the design of highways and engineering structures

**Keywords:** technical and economic surveys, design, highway, intersection, transport

Главными показателями при выборе типа пересечения при проектировании является существующая и перспективная интенсивность

дорожного движения. Интенсивность определяется в результате проведения технико-экономических изысканий путем метода учета транспорта.

Пересечения бывают в одном уровне и в разных уровнях. К пересечениям в одном уровне относятся четырехсторонние, Т-образные, Х-образные, Y-образные пересечения; к разным уровням – клеверообразные, кольцевые, крестообразные, сложные пересечения с полупрямыми и прямыми левоповоротными съездами, примыкания. Исходя из их многообразия, выбор обусловлен пропускной способностью, т. е. интенсивностью, а также безопасностью движения транспорта [1].

Визуальный метод регистрации существующей интенсивности подразумевает просмотр на компьютере видео, снятых на камеру, установленную в месте проведения изысканий. Также можно воспользоваться стационарными видеокамерами с городских улиц. Если камера размещается самостоятельно, то она должна быть установлена за пределами проезжей части, иметь максимально возможный обзор, но не загораживать видимость водителям.

При обработке данных, полученных с камер, осуществляется подсчет транспортных средств в единицу времени и определяются состав и интенсивность транспортного потока на автомобильной дороге. Вычисление проводится по каждому направлению отдельно по изображениям на ранее установленных камерах.

Существующая интенсивность движения определяется по ГОСТ 32965–2014. Проводится подсчет транспортных средств, после сводятся результаты в таблицу, а все транспортные средства приводятся в легковые при помощи коэффициентов, после рассчитывается общее число легковых автомобилей по всем направлениям [2].

При проектировании примыканий на автомобильных дорогах технико-экономические изыскания играют особую роль, ведь в данном случае определяется не только категория дороги, но и тип пересечения. Так, если интенсивность движения транспорта через сечение дороги превышает 8 тыс. автомобилей в сутки, то в этом месте требуется проектировать транспортную развязку в разных уровнях.

Необходимо знать не только существующую интенсивность, но и перспективную. Если развязка на момент проектирования удовлетворяет требованиям пропускной способности, то нет гарантии, что через несколько лет ее не придется реконструировать, а это невыгодно с экономической точки зрения. Поэтому вычисляют перспективную интенсивность на перспективный период. Определяют ее по формуле

$$N_t = N_0(1 + q)^{t-1}, \quad (1)$$

где  $N_0$  – интенсивность движения в последний год учета, прив. авт./сут;

$t$  – расчетный период;

$q$  – процент прироста интенсивности движения.

Для проведения исследований по регистрации интенсивности была выбрана дорога подъезд к п. Кольцово от км 185+540 а/д «Урал» подъезд к г. Екатеринбургу на км 0+465 (справа), на которой требовалось запроектировать примыкание (рис. 1).



Рис. 1. Подъезд к п. Кольцово от км 185+540 а/д «Урал» подъезд к г. Екатеринбургу на км 0+465

Интенсивность определяли в соответствии с методикой ГОСТ 32965–2014, в результате чего получили существующую интенсивность, равную 9549 автомобилей в сутки. Исходя из полученных данных, был сделан вывод, что проектное решение по пересечению в данном месте в одном уровне (рис. 2) подойдет только на краткосрочную, ближайшую перспективу. И с учетом дальнейшего роста интенсивности движения транспорта указанное пересечение автомобильных дорог в одном уровне не справится с транспортным потоком, что вызовет задержки движения, пробки, дорожно-транспортные происшествия.

На основании данных, полученных в ходе полевых и камеральных работ, было предложено пересечение в разных уровнях типа вытянутое распределительное кольцо (рис. 3). Данный тип транспортной развязки согласно своей пропускной способности может обеспечить расчетную интенсивность движения транспорта не только на текущий период, но и на долгосрочную перспективу.

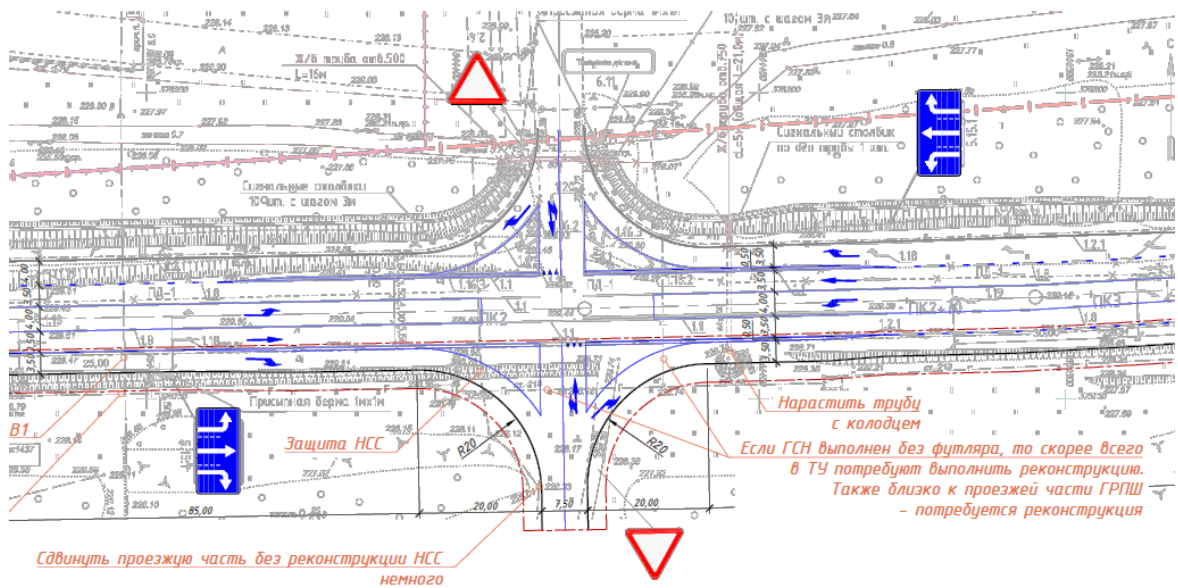


Рис. 2. Пересечение в одном уровне с канализованным движением

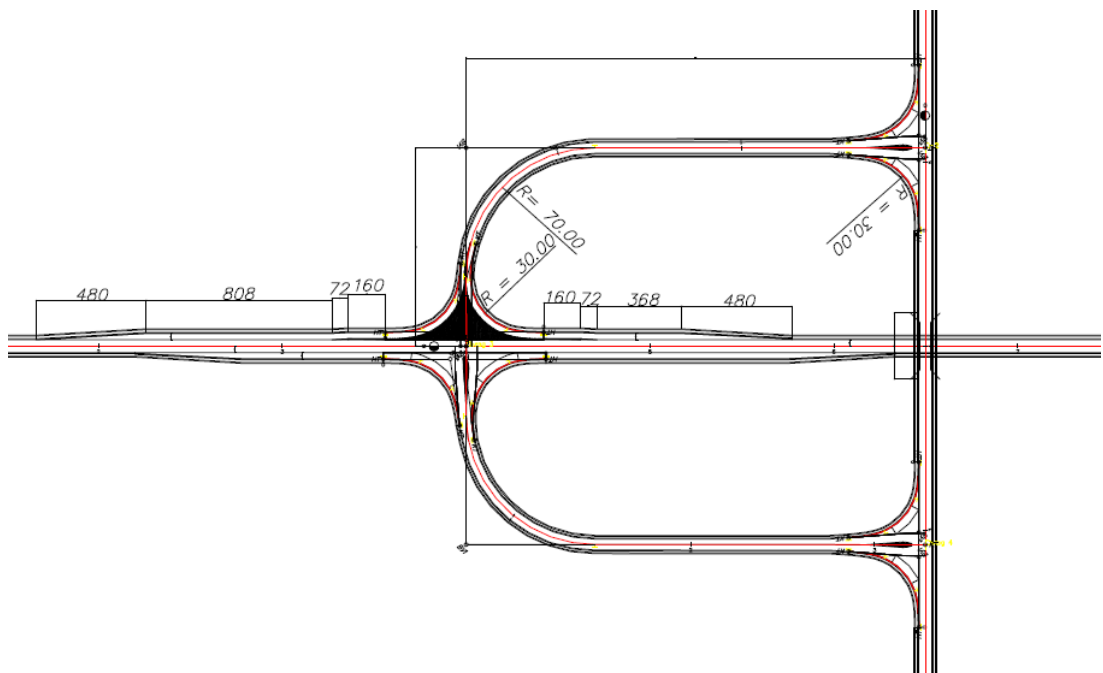


Рис. 3. Транспортная развязка в разных уровнях по типу вытянутого распределительного кольца

Проектирование и строительство пересечений автомобильных дорог не только трудоемкий процесс, но и очень затратный. Неправильно выбранная развязка может привести не только к ухудшению ситуации на дороге, но и к дополнительным затратам в будущем, поэтому немаловажную роль играют технико-экономические изыскания, позволяющие обоснованно назначить основные проектные решения.

*Список источников*

1. Чудинов, С. А. Проектирование транспортных развязок / С. А. Чудинов, А. Ю. Шаров ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. – 80 с.
2. Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог : монография / Д. Г. Неволин, В. Н. Дмитриев, Е. В. Кошкарлов [и др.] ; под ред. Д. Г. Неволина, В. Н. Дмитриева. – Екатеринбург : УрГУПС, 2015. – 291 с.

Научная статья  
УДК 624.21

## ДОБАВКИ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПРОЧНОСТИ, МОРОЗОСТОЙКОСТИ И ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Дмитрий Сергеевич Гавриленко<sup>1</sup>, Нина Андреевна Гриневич<sup>2</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> h.dima.777@inbox.ru

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

**Аннотация.** В статье рассмотрены добавки для повышения морозостойкости, прочности и водонепроницаемости бетона.

**Ключевые слова:** добавки, бетон, морозостойкость, прочность, пластификаторы

Scientific article

## ADDITIVES TO MAINTAIN THE STRENGTH, FROST RESISTANCE AND WATER RESISTANCE OF THE CONCRETE MIX

Dmitry S. Gavrilenko<sup>1</sup>, Nina A. Grinevich<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> h.dima.777@inbox.ru

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

**Abstract.** The article discusses additives to increase the frost resistance, strength and water resistance of concrete.

**Keywords:** additives, concrete, frost resistance, strength, plasticizers

Цементобетонные покрытия отличаются более стабильными транспортно-эксплуатационными показателями и высокой долговечностью. В настоящее время в Российской Федерации эксплуатируется около 10 тыс. км дорог с бетонными покрытиями.

Выбор марки и класса бетона в первую очередь зависит от проектной документации, которая прописывает необходимые параметры бетона по прочности, морозостойкости и водонепроницаемости для будущей конструкции. Все это закладывается на этапе проектирования на основании СНиП и ГОСТов [1].



Параметры бетонных покрытий и изделий нужно разделять на две стадии: бетонная смесь и бетон. Бетонная смесь – это жидкая субстанция, которая транспортируется до объекта и заливается в опалубку, а бетон – это уже затвердевший материал, который обладает определенными прочностными свойствами. Параметрами бетонной смеси являются подвижность, ее техническое состояние, водоотделение, расслоение смеси.

Для полной защиты бетонной смеси от внешних факторов требуется обычно большое количество разных материалов. В современном мире, для того чтобы превратить обычный (классический) раствор в более совершенный материал, разработали специальные добавки для бетонной смеси. Это позволяет в разы сократить затраты на закупку гидроизоляционных материалов, утеплителя и других сохраняющих эксплуатационные свойства материалов.

Добавки классифицируют на две основные категории. К первой категории относятся химические добавки, а ко второй – тонкомолотые.

Химические добавки являются модификаторами и присадками. В случае, когда основные компоненты смеси не могут обеспечить нужные характеристики, необходимы химические добавки для конкретного бетона. Основная часть бетона в России производится с применением химических добавок.

Тонкомолотые добавки помогают уменьшить количество цемента в растворе, при этом увеличивается плотность и морозостойкость бетона. В малом количестве берут на себя те же свойства, что и гидроизоляция, позволяя набрать необходимую прочность. Такие добавки снижают стоимость бетона в среднем на 15 %.

Определяющим фактором качества бетона является соотношение воды и цемента. Для химической реакции при образовании бетона необходимо в 4 раза больше цемента, чем воды ( $В/Ц = 0,25$ ). На практике бетон содержит приблизительно удвоенное количество воды ( $В/Ц = 0,50$ ). Дополнительная часть воды нужна для того, чтобы обеспечить необходимую удобоукладываемость бетона. Вся излишняя (не принимающая участия в реакции гидратации цемента) вода при испарении образует поры, что уменьшает прочность и водонепроницаемость бетона. Повысить прочность и водонепроницаемость бетона можно путем добавления пластификатора [2].

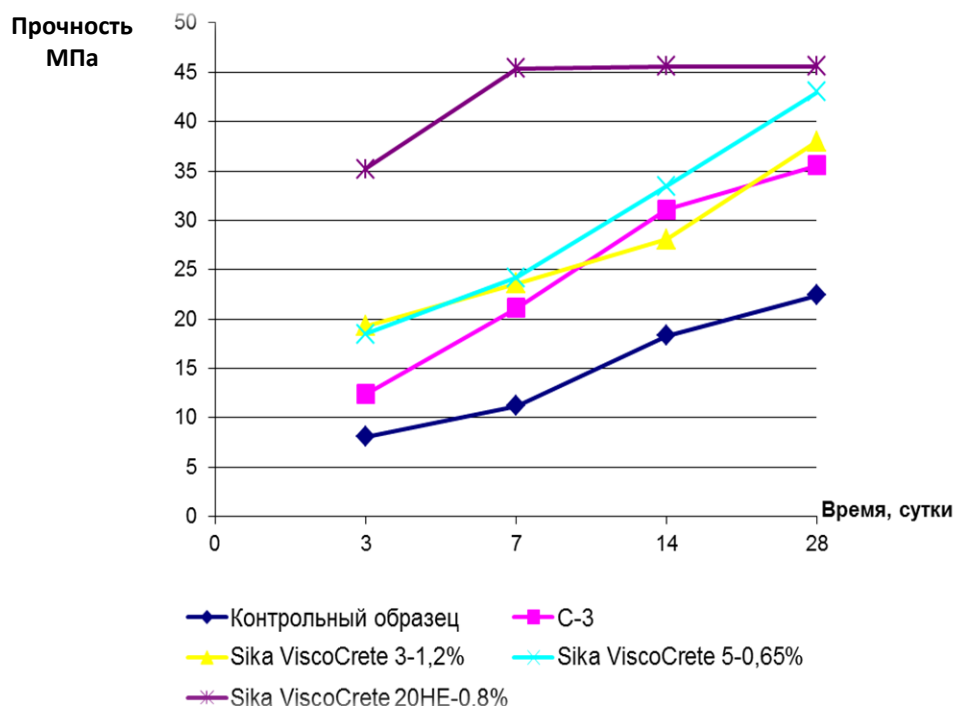
Пластификатор – добавка, снижающая водопотребность. Позволяет снизить содержание воды затворения данной бетонной смеси без изменения консистенции или повысить удобоукладываемость смеси без изменения содержания воды.

Суперпластификатор позволяет значительно снизить содержание воды затворения данной бетонной смеси без изменения консистенции, или существенно повысить удобоукладываемость без изменения содержания воды, или получить оба эффекта.

Добавки серии *Sika* обладают широким спектром возможностей и относительно невысокой стоимостью, позволяют производителям бетона повысить экономическую эффективность производства и выпускать продукцию стабильно высокого качества.

Основные характеристики добавок серии *Sika* следующие: значительно снижают количество воды затворения (до 30 %); сохраняют подвижность бетонной смеси; повышают прочность, водонепроницаемость и морозостойкость бетона; повышают долговечность бетона, снижают усадку. Расход жидкой добавки составляет 0,6–1,0 % от массы цемента.

Изучено влияние добавок серии *Sika* на прочность бетона при сжатии [3]. Результаты представлены на рисунке.



Зависимость набора прочности бетона с различными добавками класса *Sika* от времени

Показано положительное влияние добавок *Sika* на набор прочности бетона. Наилучший результат показала добавка *Sika ViscoCrete 20HE* в количестве 0,8 % от массы цемента. Уже на 7-е сутки твердения была достигнута максимальная прочность бетона 45 МПа.

Только грамотный подбор компонентов в смеси создает в бетоне плотную структуру цементного камня, которая обеспечивает необходимую прочность, морозостойкость и водонепроницаемость материала.

#### Список источников

- ГОСТ 7473–94. Смеси бетонные. Технические условия. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001709> (дата обращения: 12.10.2022).
- ГОСТ 30459–2008. Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200078684> (дата обращения: 12.10.2022).
- ГОСТ 10180–2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200100908> (дата обращения: 12.10.2022).

Научная статья  
УДК 625.122

## РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Татьяна Сергеевна Елкина<sup>1</sup>, Марина Викторовна Савсюк<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> elkina.mosgor@yandex.ru

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

**Аннотация.** При строительстве и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры на слабых грунтах существует вероятность проблемы преобразования их физико-механических свойств. Данная ситуация является перспективой для применения инновационных методов укрепления грунтов.

**Ключевые слова:** земляное полотно, насыпь, слабое основание, устойчивость, осадка

Scientific article

## CALCULATION OF THE STABILITY OF THE ROADBED AND SLOPES

Tatiana S. Elkina<sup>1</sup>, Marina V. Savsyuk<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> elkina.mosgor@yandex.ru

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

**Abstract.** During the construction and operation of a transport infrastructure facility on weak soils, there is a possibility of a problem of converting their physical and mechanical properties in order to reduce deformability and increase load-bearing capacity. This situation is a prospect for the application of innovative methods of soil strengthening. Acting on the soil, with the help of various constructive and technological measures, they increase the bearing properties of the bases. Currently, the scope of application of the methods is limited by the type of soils.

**Keywords:** roadbed, embankment, weak foundation, stability, sediment

С целью повышения несущей способности и уменьшения деформаций грунтовых оснований разработано множество способов их укрепления. Так,

к физическим способам можно отнести укрепление массива грунта при помощи воздействия физических полей.

Также применяются механические способы, к которым относят размещение в толщу грунта армирующих элементов, обладающих высокой прочностью на растяжение.

Для улучшения свойств грунтов применимы химические методы с помощью нагнетания в толщу грунтов специализированных растворов.

Расчеты устойчивости основания насыпей могут быть основаны на использовании методов, обеспечивающих возможность анализировать напряженное состояние основания с учетом прочности грунта на сдвиг, с определением степени развития в основании областей пластических деформаций.

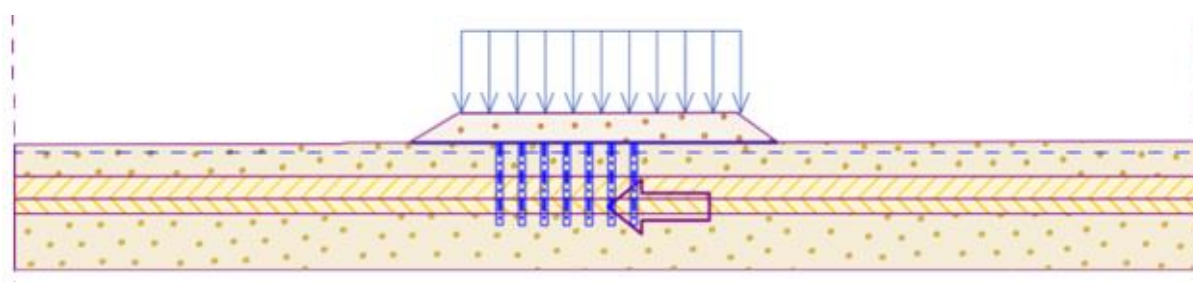
Обоснование конструкции основания земляного полотна автомобильной дороги выполняется на основе расчетов общей устойчивости откоса при заданных нагрузках и воздействиях\*.

Расчет устойчивости откосов насыпи земляного полотна автомобильной дороги выполнен на примере ул. Маршала Жукова, г. Пермь, на участке ПК 10+00 – ПК 12+20 с использованием программы GEO5, позволяющей осуществить поиск наиболее опасной поверхности скольжения и оптимизировать решение.

В расчете приняты следующие материалы и характеристики: песчаный грунт,  $\varphi_1 = 280$ ;  $C_1 = 2$  кПа;  $\gamma_1 = 18$  кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma_{ws} = 10$  кН/м<sup>3</sup>, коэффициент уплотнения 0,98. Учтены нагрузка от собственного веса насыпи и равномерно распределенная динамическая нагрузка интенсивностью 45 кПа, эквивалентная нагрузке от транспорта.

Расчеты выполнены для худших условий: слабого основания (торф), максимальной высоты насыпи на рассматриваемом участке.

Для определения устойчивости взяты исходные данные скв. 12 по ул. Маршала Жукова (14,35 м справа от оси на ПК10+58) с усилением основания щебеночными сваями и гибким ростверком (рисунок).



Скважина 12

Выполненные расчеты устойчивости показали, что при устройстве насыпи без укрепления основания возможна вероятность обрушения откоса

\* Далматов, Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты / Б. И. Далматов. – Санкт-Петербург : Стройиздат, 1988. – 416 с.

и выпора грунта. В целях предотвращения разрушения откосов был произведен расчет с учетом мероприятий, направленных на стабилизацию основания земляного полотна и снижение осадки, т. е. при разработке расчетной схемы учитывалось устройство щебеночных свай и гибкого ростверка. Расчеты устойчивости, выполненные в соответствии с расчетной схемой, показали, что при реализации мероприятий, обеспечивающих стабилизацию деформаций земляного полотна, они также оказывают положительное влияние на устойчивость насыпи.

Нормативный коэффициент запаса устойчивости для автомобильной дороги в соответствии с нормативными документами был принят равным 1,35, расчетный коэффициент запаса устойчивости без дополнительных стабилизирующих мероприятий для скважины 12 составил 1,13, что не удовлетворяет нормативным требованиям.

Расчетный коэффициент запаса устойчивости при применении стабилизирующих мероприятий (устройстве щебеночных свай и гибкого ростверка под проезжей частью и укладкой тканого полотна (гибкого ростверка) под остальной частью земляного полотна) составил 1,59, что позволяет говорить об обеспечении устойчивости проектируемого земляного полотна при условии реализации.

Кроме того, выполненные расчеты осадки и времени консолидации грунтов (за принятый строительный период 250 сут) показали, что 90 % консолидации под проезжей частью не достигнуто, при этом интенсивность осадки превышает 2 см/год, что не удовлетворяет нормативным требованиям. Соответственно, под проезжей частью рассматриваемого объекта требуется проведение мероприятий по стабилизации.

Под тротуарами за строительный период достигнуто 80 % консолидации, что соответствует нормативным требованиям. Следовательно, под тротуарами не требуется проведение стабилизирующих мероприятий.

Научная статья  
УДК 693.3

## К ВОПРОСУ ОБ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С РАЗЛИЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Александр Владимирович Квитко<sup>1</sup>, Илья Горностаев<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>1</sup> kvitko.67.67@mail.ru

<sup>2</sup> Gornostay1337@gmail.com

*Аннотация.* В данной статье представлен сравнительный анализ дорог с цементобетонным и асфальтобетонным покрытиями. Проанализированы особенности и недостатки цементобетонных дорожных покрытий в сравнении с асфальтобетонными. Отмечены экономические и экологические преимущества дорог с цементобетонными покрытиями. Представлены примеры реализации строительства бетонных дорог в странах ближнего и дальнего зарубежья.

*Ключевые слова:* цементобетонные покрытия, асфальтобетонные покрытия, дорожные работы, долговечность, эксплуатация

Scientific article

## TO THE QUESTION OF THE OPERATION OF HIGHWAYS WITH OPEN PAVEMENTS

Aleksandr V. Kvitko<sup>1</sup>, Ilya Gornostayev<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia

<sup>1</sup> kvitko.67.67@mail.ru

<sup>2</sup> Gornostay1337@gmail.com

*Abstract.* The article presents a comparative analysis of roads with cement concrete and asphalt concrete pavement. The features and disadvantages of cement-concrete road surfaces are analyzed before asphalt-concrete ones. The economic and environmental advantages of roads with cement concrete pavements are noted. The examples of the implementation of the construction of roads from concrete roads in the countries of near and far abroad are presented.

*Keywords:* cement-concrete pavements, asphalt-concrete pavements, road works, durability, operation

Статья посвящена эксплуатационным свойствам и качеству цементобетонного покрытия, а также сравнительному анализу по основным признакам с асфальтобетонным покрытием.

Согласно СП 78.13330.2012 [1]:

*Цементобетонное дорожное покрытие* – это капитальное покрытие, монолитное, сооружаемое из цементобетонных (или полимербетонных) смесей, уплотняемых на месте работ.

*Асфальтобетонное дорожное покрытие* – это покрытие капитального типа, построенное и уплотненное из плотных асфальтобетонных (горячих или холодных) смесей.

За минувшие два десятилетия автомобильный парк России имеет положительный рост. В настоящее время в связи с изменением состава движения и повышением грузоподъемности автомобильного транспорта до 12–13 т на ось срок службы существующих дорожных одежд автомобильных дорог мгновенно сократился. Он составляет для покрытия из асфальтобетона – до 5–6 лет, а для покрытия из цементобетона – до 25–30 лет [2–5].

Дорожные компании встретились с особенностями, объединенными с низкой эксплуатационной надежностью дорожных одежд из асфальтобетона: образованием колеи, интенсивным развитием выбоин, возникновением сетки трещин на дорожных покрытиях. В большей степени к решению этих задач подходит цементобетонное покрытие.

В России в силу ряда причин сформировалась неблагоприятная ситуация со сдерживанием нормативных сроков службы дорожных одежд. Подлинный межремонтный срок службы асфальтобетонных дорог даже федеральной дорожной сети – 5–7 лет, и в последнее время присутствует тенденция к его снижению.

По данным МАДИ, на магистральных автомобильных дорогах преобладают нежесткие дорожные одежды с асфальтобетонными покрытиями (97 %) и исключительно 3 % дорог с улучшенными покрытиями являются цементобетонными. При этом в мире доля дорог из бетона составляет от 13 до 60 %.

Одним из главных плюсов автодорог, произведенных из бетона, являются их надежность и долговечность. Если длительность срока службы асфальтобетонных дорог всего порядка 10–12 лет при условии ежегодного ремонта, то бетонные дороги выдерживают 40–50 лет эксплуатации. Это совпадает с экономической отдачей постройки бетонных дорог при сроках их службы не менее 50 лет [6, 7]. Межремонтные сроки при эксплуатации бетонных дорог намного больше, следовательно, и содержание дорог будет экономически более выгодным.

Однако к минусам возможно отнести, что сам ремонт подобных дорог более сложный с технической точки зрения и более затратный, а, как следствие, это негативно сказывается также и на содержании автомобильных дорог.

В условиях экстремальных погодных условий (проливные дожди, морозы, жара, перепады температур) бетонные дороги показывают себя с лучшей стороны. При повышенных температурах покрытие не размягчается и не образует колеи. Также бетонное дорожное покрытие выдерживает высокие нагрузки, от воздействия эксплуатационных нагрузок практически не деформируется, что безоговорочно сказывается на экономии топлива автомобилей и способствует более благоприятному решению вопросов экологии, наиболее остро стоящих в настоящее время. Не менее важное преимущество заключается в том, что при производстве бетона отсутствуют углеводороды, а значит, имеет место сбережение невозполняемых природных ресурсов.

В России потребность массовой постройки бетонных дорог обсуждалась неоднократно, однако до сих пор дороги строятся из асфальтобетона. Изначально причина подобного предпочтения содержалась в том, что цементная индустрия была сформирована хуже, чем нефтяная, а битум, обязательный для изготовления асфальта, причислялся к отходам нефтяной индустрии и был в России свободно доступен, отлично изучен и широко применялся. Теперь расхождение цены сооружения бетонных и асфальтовых дорог существенно сокращается за счет использования новых технологий и материалов, и для перехода на применение бетона необходимо разработать новую проектную документацию, внести определенные изменения в технологию расчета стоимости, проработать механизмы внедрения.

Также остро встает вопрос соблюдения схемы строительства. Однако для бетонной дороги «ямочный» ремонт значительно дороже и качество покрытия завязано на применяемых материалах и следовании технологии. На международной научно-практической конференции, состоявшейся в Москве 30 сентября 2021 г., «Строительство качественных и безопасных дорог с применением цементобетона и минеральных вяжущих» обсуждался вопрос сооружения цементобетонных дорог как будущего путевой карты России. Все выступающие отметили высочайшую развитость технологий для строительства бетонных дорог, а также, что не менее важно, укрепление и стабилизацию основания, что является особо важным вопросом при строительстве автодорог высших категорий [8].

В условиях российского климата дорожные работы с применением асфальтобетона ограничены теплым сезоном. При строительстве бетонных дорог таких проблем нет: он не плавится, его легко замесить, а использование современных добавок позволяет проводить бетонные работы даже при отрицательных температурах.

Вопрос увеличения финансовой эффективности от использования цементобетона при постройке дорог постоянно находится на повестке дня ученых многих стран.

Присутствуют потенциальные возможности повышения долговечности цементобетонных покрытий при сочетании портландцемента и техногенных отходов. В США в 2002 г. для строительства рулежных



дорожек аэропорта в штате Техас использовали цемент (50 %) в сочетании с молотым гранулированным шлаком (25 %) и золой уноса (25 %). Бетон испытан в 2008 г., и утверждается, что срок службы цементобетонного покрытия составит не менее 120 лет.

Применение самовосстанавливающихся медленноотвердеющих дорожных бетонов в основаниях дает возможность значительно повысить темпы строительства и долговечность современных цементобетонных дорог. Автомобильная дорога I категории Астана – Щучинск, участок 07–57 км, построенная в 2007 г. с цементобетонным покрытием на основании из самовосстанавливающегося золобетона, уже в течение 12 лет эксплуатируется в идеальном состоянии.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение цементобетона при строительстве автомобильных дорог в Российской Федерации имеет обширные перспективы.

#### *Список источников*

1. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095529> (дата обращения: 17.10.2022).
2. Расчет и конструирование дорожных одежд / А. В. Кочетков, Н. В. Кокодеева, П. Б. Рапопорт [и др.] // Автомобильные дороги. – 2011. – № 12. – С. 86–94.
3. Паткина, И. А. К вопросу о новых методах оценки работоспособности цементобетона для дорожных и мостовых сооружений / И. А. Паткина, Т. А. Пошехонова, П. Н. Рогачев // Дороги и мосты. – 2011. – № 26/2. – С. 295–310.
4. Ушаков, В. В. Ремонт цементобетонных покрытий автомобильных дорог: обзорная информация / Информационный центр автомобильных дорог. – Москва, 2002.
5. Носов, В. П. Причины образования уступов на цементобетонных покрытиях автомобильных дорог / В. П. Носов, А. А. Фотиади // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2008. – № 3.
6. Асматулаев, Б. А. Теория и практик инновационных технологий в дорожном строительстве Казахстана : материалы Международной 66-й научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «СИБАДИ» / Б. А. Асматулаев, Р. Б. Асматулаев, В. Н. Шестаков. – Омск, 2012.
7. Радовский, Б. С. Концепция вечных дорожных одежд / Б. С. Радовский // Дорожная техника. – 2011. – № 4. – С. 132.
8. Строительство качественных и безопасных дорог с применением цементобетона и минеральных вяжущих : материалы I Международной научно-практической конференции. – Москва, 2021.

Научная статья

УДК 543.068.8:543.68:69.059.22

## ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРУШЕНИЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Иван Анатольевич Кононов<sup>1</sup>, Георгий Константинович Колногоров<sup>2</sup>,  
Дмитрий Валентинович Демидов<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> mol0doyivasha@gmail.com

<sup>2</sup> gkk66@mail.ru

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

**Аннотация.** В статье представлены химические основы разрушения бетонных и железобетонных конструкций мостовых сооружений агрессивным воздействием воды (карбонизация) и солей (коррозия).

**Ключевые слова:** бетон, железобетон, карбонизация, коррозия, мостовое сооружение

Scientific article

## CHEMICAL BASES OF DESTRUCTION OF CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE STRUCTURES OF BRIDGES

**Ivan A. Kononov<sup>1</sup>, Georgy K. Kolnogorov<sup>2</sup>, Dmitry V. Demidov<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> mol0doyivasha@gmail.com

<sup>2</sup> gkk66@mail.ru

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

**Abstract.** The article presents the chemical bases of the destruction of concrete and reinforced concrete structures of bridge structures by the aggressive action of water (carbonization) and salts (corrosion).

**Keywords:** concrete, reinforced concrete, carbonization, corrosion, bridge building

Статьей 7 Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» предусмотрены требования механической безопасности: «Строительные конструкции ... должны обладать такой прочностью

и устойчивостью, чтобы в процессе строительства и эксплуатации не возникало угрозы причинения вреда жизни или здоровью людей, имуществу ... в результате: 1) разрушения отдельных несущих строительных конструкций или их частей; 2) разрушения всего ... сооружения или их части ...» [1].

Разрушение – макроскопическое нарушение сплошности материала в результате тех или иных воздействий на него (рис. 1). Различают начальное разрушение с образованием и развитием пор и трещин, а также полное разрушение с разделением тела на две (или более) части [2].

При этом применительно к бетонным и железобетонным конструкциям мостовых сооружений химические разрушения являются следствием агрессивного воздействия воды (карбонизация) и солей (коррозия).



Рис. 1. Примеры разрушений бетонных и железобетонных конструкций автомобильного моста: трещины на промежуточных опорах (а); разрушение консольных тротуарных блоков (б); разрушение бетона лестничных сходов (в)

*Агрессивное действие воды.* Бетон – материал, имеющий капиллярно-пористую структуру, поэтому отлично впитывает воду.

Проникая в конструкции снизу, грунтовая вода, мигрируя по капиллярам, увлажняет их, провоцируя процессы замораживания-оттаивания (температурные расширения-сжатия) и последующую деструкцию материала. Кроме того, грунтовая вода содержит примеси растворимых солей: хлоридов, сульфатов и гидрокарбонатов щелочных и щелочноземельных металлов. Кристаллизуясь и гидратируясь в порах, соли многократно увеличиваются в объеме, что приводит к разрушению бетона и железобетона.

Действие грунтовой воды характерно для лестничных сходов, телескопических лотков, гасителей, плит конусов.

Воздействие воды в виде атмосферных осадков, помимо механических разрушений вследствие замораживания, имеет еще и химические последствия, поскольку дождевая вода – это раствор. Дождевые потоки захватывают из атмосферы большое количество газообразных производственных выбросов, таких как оксиды углерода, серы, азота и фосфора, аммиак, хлор и хлористый водород. Газы, растворяясь частично в воде, превращают дождь в кислотный раствор, разрушающе действующий на бетон, мрамор, известняк и другие материалы. При этом увеличивается количество пор, капилляров и микротрещин, являющихся все новыми очагами агрессии, и степень разрушения материала существенно возрастает.

Поэтому повышенные требования к водонепроницаемости бетона предъявляются не только для обеспечения герметичности, но и для повышения долговечности бетонных и железобетонных изделий.

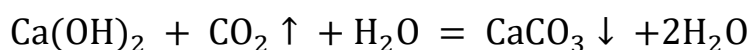
Водонепроницаемость бетона зависит от организации водоотвода и эффективности работы гидроизоляции строительного сооружения.

*Карбонизация бетона.* Карбонизацией называется взаимодействие различных фаз жизни цементного камня с углекислым газом  $\text{CO}_2$ . Будучи пористым, бетон хорошо впитывает углекислый газ, кислород и влагу, присутствующие в атмосфере. Образующиеся при этом карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$  и другие продукты реакции приводят к изменению структуры самого цементного камня и уменьшению показателя pH раствора в порах бетона [3, 4].

Способность бетона впитывать воду оказывает пагубное воздействие на арматуру. Находящиеся в атмосфере земли кислотообразующие газы (двуокись углерода  $\text{CO}_2$  и двуокись серы  $\text{SO}_2$ ) стремятся в присутствии влаги нейтрализовать эту высокощелочную среду. Тем самым ослабляется ее защитное действие на сталь, и при воздействии влаги воздуха и кислорода находящаяся в бетоне сталь начинает интенсивно корродировать.

Химический процесс карбонизации состоит из целого ряда промежуточных этапов, поэтому рассмотрим этапы карбонизации (таблица).

Процесс карбонизации в общем виде:

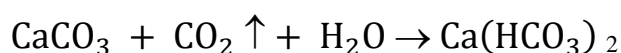


Этапы карбонизации бетона

Наименование этапа	Описание	Примечание
1. Диффузия CO <sub>2</sub> ↑ через капиллярные поры бетона	Происходит проникновение молекул CO <sub>2</sub> ↑ (размер молекул 0,23 нм) через капиллярные поры бетона (размер пор более 10 нм). Одновременно происходит растворение кристаллического кальция Ca(OH) <sub>2</sub> в поровой жидкости и его диссоциация с разделением на ионы: $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^{2-}$	Пористость бетона зависит от минералогического состава исходной породы применяемого щебня. Поэтому для тяжелого бетона должен применяться щебень, полученный из плотных горных пород
2. Реакция и растворение CO <sub>2</sub> ↑ в щелочной поровой жидкости	При взаимодействии CO <sub>2</sub> ↑ с водой, содержащейся в поровой структуре бетона, образуется угольная кислота, которая диссоциирует на ионы: $\text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$	
3. Нейтрализация Ca(OH) <sub>2</sub> угольной кислотой H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$\text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ Получаемый в результате реакции карбонат кальция CaCO <sub>3</sub> ↓ выпадает в осадок, т. е. почти нерастворим	

Водородный показатель поровой жидкости pH = 12,6 для первоначального вещества Ca(OH)<sub>2</sub> снижается до pH < 9 для CaCO<sub>3</sub>↓ за счет разбавления получающейся в результате реакции водой. При этом нарушается защитное действие на сталь, а воздействие поровой жидкости и кислорода приводит к коррозии арматурной стали в бетоне. Образующиеся продукты коррозии стали приводят к растрескиванию бетона вокруг арматуры.

Основной фактор растворения карбонатных пород, включающих карбонат кальция CaCO<sub>3</sub>, – наличие в природной воде углекислого газа:



Происходит образование кислой соли – гидрокарбоната кальция.

Качественный анализ бетона (экспресс-метод) с использованием индикатора фенолфталеина (1 %-ный раствор фенолфталеина в 70 %-м спирте) предназначен для определения измерения pH-показателя: цвет в среде с pH > 9 изменяется от бесцветного до фиолетового (рис. 2).



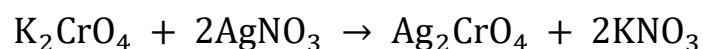
Рис. 2. Качественный анализ бетона на карбонизацию (индикатор–фенолфталеин)

*Агрессивное действие солей (хлоридов).* Хлористые соли ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ) могут попасть вглубь бетона за счет использования компонентов бетонной смеси (песка, камня, воды, ускорителей твердения и пластификаторов и т. д.) или за счет проникания солей хлора из воды и тумана. Кроме того, в зимнее время автомобильные дороги посыпают солями для растапливания наледей, поэтому хлориды заносятся протекторами шин автомобилей на ездовое полотно мостов.

При повышении концентрации хлорид-ионов в порах бетона, окружающего стержни арматурной стали, до предельного значения происходит проникновение хлорид-ионов в пленку арматуры. Соединяясь с ионами железа, хлорид-ионы образуют композицию (зеленая ржавчина), которая, в свою очередь, соединяясь с веществами, содержащими кислород, приводит к образованию гидроксидов (бурая ржавчина), освобождению большого количества хлорид-ионов и формированию железа в зоне анода с валентностью два и более. Установлено, что с увеличением механических напряжений скорость проникновения ионов хлора повышается.

Таким образом, хлористые соли играют роль катализаторов коррозии арматурных сталей и не входят в состав продуктов коррозии.

Качественный анализ бетона на обнаружение хлорид-ионов проводится по следующей реакции [5]:



В результате реакции происходит образование  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  красного цвета. При наличии в структуре бетона ионов хлора  $\text{Cl}^-$  окрашивания не происходит.

#### *Список источников*

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (дата обращения: 06.10.2022).
2. Политехнический словарь / под ред. академика А. Ю. Ишлинского. – Москва : Советская энциклопедия, 1980. – 656 с.
3. Химический энциклопедический словарь / под ред. И. Л. Кнунянц. – Москва : Советская энциклопедия, 1983. – 792 с.
4. Войлоков, И. А. Карбонизация бетона / И. А. Войлоков // Бетоны и сухие смеси. – 2007. – № 18/Б. – С. 5 – 7.
5. Бетгер, Вильгельм Карл. Основы качественного анализа / Вильгельм Карл Бетгер ; пер. с нем. А. Х. Борка ; с дополн. автора для русского издания ; под ред. акад. В. С. Гулевича и проф. А. В. Раковского. – 3-е изд., стер. – Москва ; Ленинград : Гос. хим.-технол. изд-во, 1932. – 611 с.

Научная статья  
УДК 351. 811.111.5

## СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Даниил Дмитриевич Ленков<sup>1</sup>, Сергей Александрович Чудинов<sup>2</sup>

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

Екатеринбург, Россия

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

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

*Аннотация.* В наше время тема развития альтернативных способов получения энергии весьма актуальна. Энергетические ресурсы довольно дороги и существенно влияют на экономику многих государств. Все это побуждает искать современные способы добычи энергии. В данной статье рассмотрен комплект оборудования автономного освещения для автомобильной дороги с солнечной батареей и ветрогенератором в качестве источников энергии.

*Ключевые слова:* автомобильные дороги, энергосбережение, энергоэффективность, безопасность

Scientific article

## AUTONOMOUS STREET LIGHTING SYSTEMS FOR HIGHWAYS

Daniil D. Lenkov<sup>1</sup>, Sergey A. Chudinov<sup>2</sup>

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

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

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

*Abstract.* Nowadays, the topic of the development of alternative ways of obtaining energy is very relevant. Energy resources are quite expensive and significantly affect the economy of many states. All this prompts to look for modern methods of energy extraction. This article discusses a set of autonomous lighting equipment for a road with a solar battery and wind generator as energy sources.

*Keywords:* highways, energy conservation, energy efficiency, safety

В современном мире во многих странах большое внимание уделяется возобновляемым источникам энергии (далее – ВИЭ), исследуется возможность использования энергии солнца, ветра, рек, приливов и др. ВИЭ

в природе считаются естественным состоянием, почему и не создают экологических проблем, а за счет возобновляемости являются неисчерпаемыми.

Применение источников электрической энергии на основе ВИЭ – это возможность создать систему, не зависящую от сети централизованного энергоснабжения. Но одной из проблем является непостоянство выработки необходимого количества энергии. В связи с этим для большего эффекта установки снабжают не только солнечными панелями, но и ветрогенераторами, что позволяет использовать сразу два независимых источника: солнце и ветер. Таким образом решается проблема непостоянства, а с учетом использования накопителя обеспечивается работа освещения в темное время суток. Пример осветительного прибора на основе ВИЭ изображен на рис. 1.

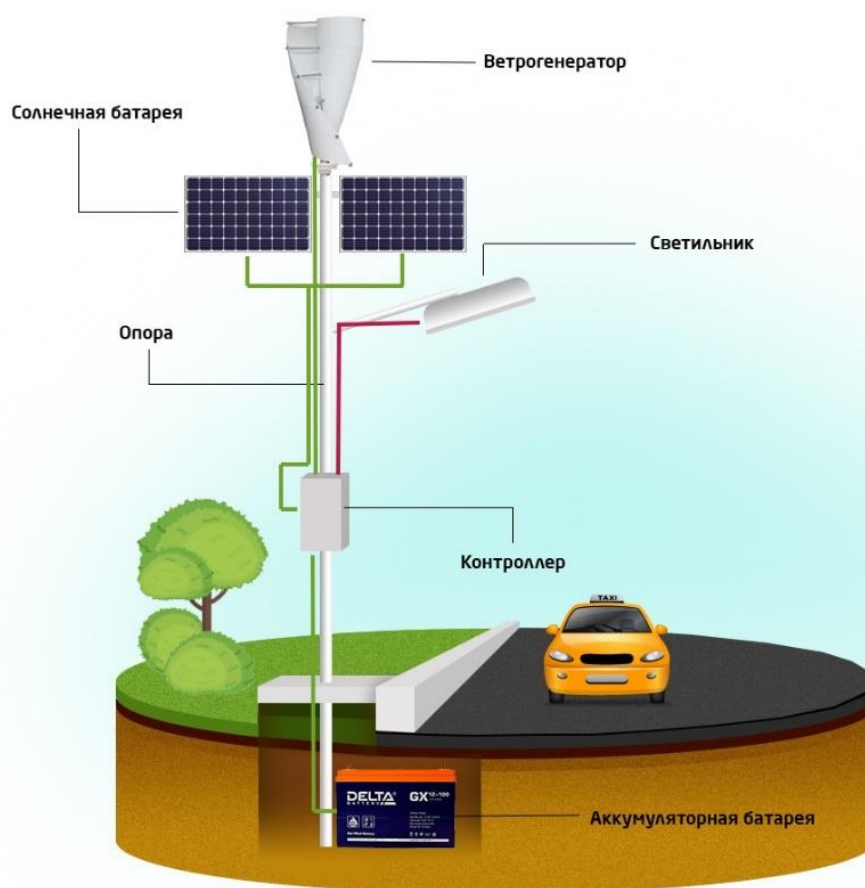


Рис. 1. Схема уличного освещения на солнечной батарее и ветрогенераторе

По предварительным исследованиям ветрогенераторы редко применяются в населенных пунктах в отличие от солнечных панелей. Запасы ветряной энергии в России огромны, но для ее получения необходима равнинная местность вдали от населенных пунктов, где, в свою очередь, будет максимальная отдача и инфразвуковой шум не будет влиять на здоровье людей.



В упрощенном виде идея автономной установки заключается в следующем [1]:

- при избытке энергии она запасается в аккумуляторных батареях;
- при нехватке энергии, полученной первичным источником, энергия от аккумуляторов направляется потребителю, перекрывая дефицит.

В отличие от ряда европейских стран плотность солнечного излучения в средней полосе России гораздо выше. В связи с большой площадью России существуют ограничения в возможности подвода электричества к отдаленным объектам, в связи с этим интерес к автономным электростанциям все время растет. Благодаря тому, что солнечные элементы производятся в России, идет постоянное снижение стоимости на данное оборудование, что ведет к большому спросу. Непрерывное снижение стоимости оборудования, экологичность и низкие расходы делают автономные солнечные электростанции наиболее подходящими для отдельных объектов на территории России.

Устройство уличного освещения регламентируется СН 541–82 «Инструкцией по проектированию наружного освещения городов, поселков городского типа и сельских населенных пунктов». В свою очередь, освещение должно соответствовать пяти критериям, таким как видимость, безопасность, эстетика, экономика и общественная функция.

Важность достаточного освещения дорог можно доказать по статистике на 2016 г. Порядка 34 % ДТП произошло из-за плохого освещения. При проектировании освещения следует уделять должное внимание равномерному распределению осветительных приборов, чтобы достичь постоянного освещения на всем протяжении выбранного участка (рис. 2).

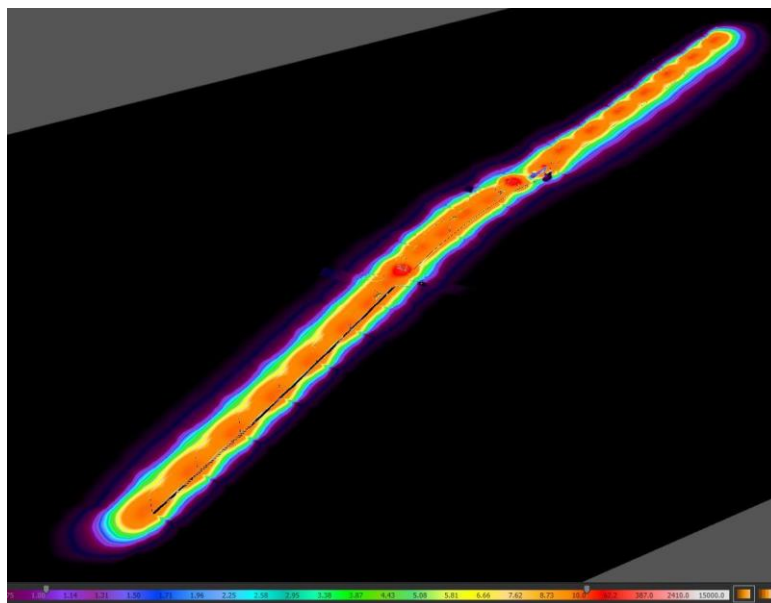


Рис. 2. Проект освещенности автомобильной дороги

При хорошем освещении, помимо повышения безопасности на проезжей части, стоит напомнить о преимуществах автономного оборудования. Автономное освещение является выгодным для городского бюджета из-за минимального энергопотребления при использовании светодиодных светильников, которые светят довольно ярко. Автоматическое включение и выключение повысит безопасность, и, в свою очередь, разработки данного оборудования позаботятся об экологии города. Устойчивость к температурным колебаниям продлит срок службы освещения как в теплое, так и в холодное время года.

В современном мире каждый человек способен собрать свой независимый источник энергии на основе солнечных батарей, затраты на которые будут перекрыты возможностью использования бесплатной электроэнергии [2].

#### *Список источников*

1. СН 541–82. Инструкция по проектированию наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов. – Москва : Транспорт, 1982. – 23 с.
2. Сардаров, А. С. Архитектура транспортных сооружений : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» / А. С. Сардаров. – Минск : БНТУ, 2013. – 20 с.

Научная статья  
УДК 625.75

## ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОКРЫТИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ЗА СЧЕТ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНЫХ СЛОЕВ

Алексей Васильевич Лепинских<sup>1</sup>, Марина Викторовна Савсюк<sup>2</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> wormiks.su@mail.ru

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

**Аннотация.** Повышение износостойкости покрытия автомобильной дороги путем устройства защитных (гидроизоляционных) слоев для увеличения срока службы конструкции дорожной одежды.

**Ключевые слова:** дорожная одежда, износ, защитный слой

Scientific article

## INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF THE COATING ROAD BY THE DEVICE PROTECTIVE LAYERS

Alexey V. Lepinskikh<sup>1</sup>, Marina V. Savsiuk<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> wormiks.su@mail.ru

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

**Abstract.** Improving the wear resistance of the road surface by installing protective (waterproofing) layers to increase the service life of the pavement structure.

**Keywords:** road pavement, abrasion, barrier layer

При сухом и влажном износе верхних слоев дорожных одежд автомобильных дорог в результате воздействия погодно-климатических факторов и проходящих транспортных средств на покрытии образуются микротрещины. В микротрещинах, как и в порах дорожной одежды, при увлажнении верхнего слоя начинает циркулировать вода, продолжая развитие износа покрытия.

По данным экспериментальных исследований по определению величины износа дорожного покрытия с помощью реперов, закладываемых

в дорожную одежду, и износостойкость, установлено, что величина износа также зависит и от состава транспортного потока\*.

На основе данных износа покрытия и характеристики транспортного потока получены зависимости состава транспортного потока и изменений в полотне, приводящих к износу (рис. 1).

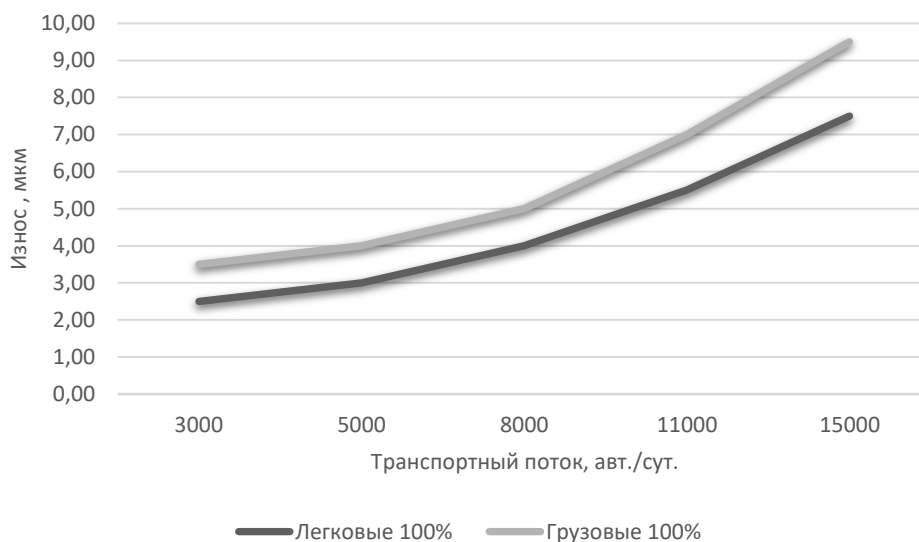


Рис. 1. Зависимость величины износа дорожного покрытия от состава транспортного потока

Большой износ, например с образованием колеи, проявляется на участках с более высокой пористостью покрытия, где вода задерживается дольше.

В связи с тем, что сила износа определяется состоянием дорожного покрытия, воздействие на него зависит не только от внутреннего давления в пневматике, но и от мер по снижению его водопоглощения. Одной из таких мер является нанесение на асфальтобетон защитной пропитки.

Защитная пропитка – это микробитумополимерная смесь, обладающая гидрофобными свойствами, препятствующая образованию разрушающих давлений в порах верхнего слоя покрытия асфальтобетона.

На рынке представлен разнообразный ассортимент пропиток асфальтобетона (ПАБ), рассмотрим некоторые (рис. 2).

ПАБ «Санад» (рис. 2, а) – микробитумополимерная многокомпонентная смесь, инновационный продукт, предназначенный для профилактической защиты асфальтобетонного покрытия и продления межремонтных сроков на автодорогах общего пользования на 2–3 года.

\* Телегин, М. Я. Работоспособность и межремонтные сроки службы нежестких дорожных одежд / М. Я. Телегин, М. Б. Корсунский, М. С. Зельманович ; Гос. Всесоюз. дор. науч.-исслед. ин-т СоюздорНИИ. – Москва : Автотрансиздат, 1956. – 165 с.

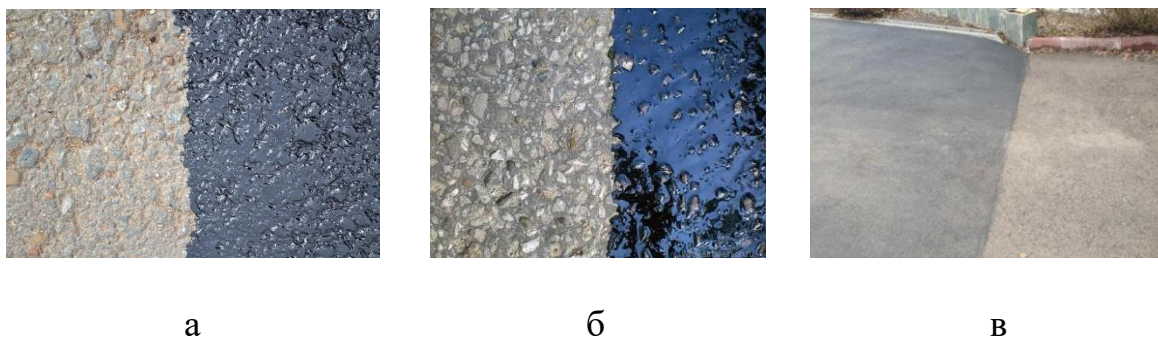


Рис. 2 . Асфальтобетонные пропитки:  
*а* – ПАБ «Санад»;  
*б* – ПАБ «Пропитка асфальтобетонная»;  
*в* – «Пропитка специальная ПС-1»

ПАБ «Пропитка асфальтобетонная» (рис. 2, *б*) – микробитумополимерная однокомпонентная композиция, инновационный продукт для профилактической защиты и «омоложения» асфальтобетонного покрытия, продления межремонтных сроков на 2–3 года. Основным разрушителем асфальтобетонного покрытия является вода. Под воздействием естественных факторов битум в составе асфальтобетона теряет пластичные свойства, стареет, либо в недоуплотненном асфальтобетоне в образовавшиеся поры и микротрещины проникает вода, в осенне-весенний период при переходе через 0 °С происходит шелушение, выкрашивание асфальтобетона, ПАБ «Пропитка асфальтобетонная» блокирует эти процессы.

«Пропитка специальная ПС-1» (рис. 2, *в*) при строительстве новых дорог проникает в верхний пористый слой асфальтобетона, герметизирует его. Пропитка обладает низкой вязкостью, что позволяет ей впитываться в поверхность покрытия на глубину 1–3 см. Испытания показали, что созданный гидроизоляционный слой успешно защищает новое асфальтобетонное покрытие в течение 3–4 лет, а появляющиеся разрушения дорожного покрытия останавливаются в верхнем слое еще на этапе их возникновения.

Повышение износостойкости покрытия автомобильной дороги достигается за счет устройства защитного (гидроизоляционного) слоя. Технология устройства защитного слоя отличается от существующих использованием специальных пропиток, которые, в свою очередь, повышают эксплуатационные характеристики верхних слоев асфальтобетона, тем самым увеличивая межремонтные сроки эксплуатации автомобильных дорог.

Научная статья  
УДК 625.87

## К ВОПРОСУ ВЫБОРА ПОЛИМЕРА ИЗ ПЕРЕРАБОТАННЫХ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО

Дмитрий Михайлович Маринских<sup>1</sup>, Сергей Александрович Чудинов<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> dimkamar694@yandex.ru

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

**Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос выбора полимера из переработанных пластиковых отходов для модификации битумного вяжущего. Проведен анализ применимости трех полимеров, которые являются лидерами по переработке в России. Сделаны предварительные выводы об их возможной применимости. Также выделены основные параметры, на которые необходимо обратить внимание при дальнейших лабораторных исследованиях.

**Ключевые слова:** переработка пластика, пластиковые отходы, полимерасфальтобетонная смесь, полимерно-битумное вяжущее, полимерная добавка

Scientific article

## TO QUESTION SELECTION OF POLYMER FROM RECYCLED PLASTIC WASTE FOR MODIFICATION OF BITUMEN BINDER

Dmitry M. Marinskih<sup>1</sup>, Sergey A. Chudinov

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

<sup>1</sup> dimkamar694@yandex.ru

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

**Abstract.** The article considers the issue of choosing a polymer from recycled plastic waste for modifying a bituminous binder. An analysis of the applicability of three polymers, which are leaders in processing in Russia, was carried out. Preliminary conclusions about their possible applicability are made. The main parameters that need to be paid attention to in further laboratory studies are also highlighted.

**Keywords:** plastic processing, plastic waste, polymer-asphalt concrete mixture, polymer-bitumen binder, polymer additive

Сфера сбора и переработки пластиковых отходов в России постепенно развивается и имеет большой потенциал для решения проблемы их повторного использования. Для ускорения темпов развития данной сферы необходимо создать условия, при которых применение переработанного сырья будет экономически целесообразно и эффективно для конечного продукта. Для создания подобных условий необходимо искать новые пути применения вторичного сырья в ведущих направлениях экономики страны, одним из которых является строительство автомобильных дорог. Одним из главных путей применения переработанных пластиковых отходов в дорожном строительстве является использование их в качестве добавки для модификации битумных вяжущих в составе асфальтобетонных смесей. Асфальтобетонные смеси – один из основных материалов, который используют при строительстве автомобильных дорог, поэтому применение вторичного сырья в их составе предполагает многотоннажную утилизацию пластиковых отходов. Также при правильном применении можно добиться значительного увеличения физико-механических показателей асфальтобетона, что говорит о большом потенциале для развития данной технологии [1].

Лидерами по переработке в России являются такие полимеры, как полиэтилен, полипропилен, полиэтилентерефталат. Все эти пластики различны по свойствам, поэтому возникает необходимость проведения анализа по их применимости в качестве модификатора битумного вяжущего.

Существует множество исследований по использованию вторичного сырья из вышеуказанных полимеров в составе асфальтобетонных смесей, в которых исследователи делают выводы о повышении физико-механических свойств асфальтобетона [2–8]. На основании существующих исследований и свойств полимеров будет проведен анализ применимости их для модификации битумного вяжущего.

При анализе применимости пластиковых отходов для модификации битумного вяжущего необходимо обратить внимание на такие свойства, как температура плавления, температура размягчения, температура хрупкости, температура самовоспламенения, стойкость к солям и нефтепродуктам.

Температура приготовления асфальтобетонной смеси в среднем составляет 150–160 °С, поэтому необходимо, чтобы используемый полимер имел температуру плавления ниже или равную 160 °С – это важно для равномерного распределения частиц полимера в составе асфальтобетонной смеси.

Температура размягчения и температура хрупкости являются одними из основных физико-механических показателей битумного вяжущего, которые определяют применимость той или иной марки битумного

вяжущего в определенных климатических условиях. В зависимости от марки битума его температура хрупкости варьируется от  $-20$  до  $-6$  °С, а температура размягчения находится в диапазоне от  $33$  до  $51$  °С. Важно, чтобы указанные свойства полимеров были приближены или превосходили свойства модифицируемых битумов для сохранения или увеличения температурного диапазона их применения.

Для обеспечения безопасного производства полимерно-битумного вяжущего и приготовления полимерасфальтобетонной смеси температура самовоспламенения полимера должна быть не менее  $300$  °С.

Химическая стойкость полимеров в составе асфальтобетонных покрытий должна обеспечивать необходимые транспортно-эксплуатационные показатели под воздействием веществ, появляющихся при эксплуатации автомобильных дорог, – солей и нефтепродуктов.

Указанные показатели для полиэтилена, полипропилена и полиэтилентерефталата приведены в таблице.

Показатели полимеров

Полимеры	Температура плавления, °С	Температура хрупкости, °С	Температура размягчения, °С	Температура самовоспламенения, °С
Полиэтилен	102–137	–70	60	400
Полипропилен	130–160	–15	100	350
Полиэтилентерефталат	250–260	–60	60	400

Все полимеры, указанные в таблице, обладают высокой стойкостью к солям и нефтепродуктам, поэтому из данных таблицы можно сделать предварительный вывод, что из трех полимеров по своим свойствам не подходит только полиэтилентерефталат, потому что его температура плавления больше температуры приготовления асфальтобетонной смеси. Но даже при такой высокой температуре плавления полиэтилентерефталата существуют исследования, в которых на основании лабораторных испытаний делаются выводы об эффективности его применения в составе асфальтобетонных смесей [6–9].

Также некоторые исследования отмечают, что иногда происходит расслоение битумного вяжущего и полимерной добавки при остывании [9]. Для того чтобы избежать подобных ситуаций, необходимо хранить и транспортировать полимерно-битумное вяжущее с соблюдением нормативных температур, а именно не менее  $130$  °С. Также есть вариант приготовления полимерасфальтобетонной смеси с добавлением полимера непосредственно при ее перемешивании, что исключает долгое хранение и транспортировку [10].



На основании вышесказанного можно выделить основные параметры, на которые необходимо обратить внимание при проведении лабораторных испытаний по подбору наиболее эффективных полимеров из переработанных пластиковых отходов для модификации битумного вяжущего:

1) способность полимера диспергироваться в составе полимерно-битумного вяжущего и сохранять свои свойства при хранении и транспортировке;

2) возможность сохранять свои показатели в условиях эксплуатации покрытия автомобильной дороги;

3) соответствие нормам по безопасности производства полимерно-битумных вяжущих и полимерасфальтобетонных смесей;

4) включение полимерной добавки не должно негативно влиять на физико-механические показатели асфальтобетона.

Указанные параметры помогут определить применимость полимеров для модификации битумного вяжущего при дальнейших исследованиях по подбору эффективных составов добавки и при разработке сбалансированной и эффективной полимерной композиции, которая поможет не только решить проблему вторичного применения пластиковых отходов, но и улучшить физико-механические и эксплуатационные показатели покрытия с применением этой добавки.

#### *Список источников*

1. Чудинов, С. А. К вопросу применения пластиковых отходов в технологиях дорожного строительства / С. А. Чудинов, Д. М. Маринских // Современные машины, оборудование и IT-решения лесопромышленного комплекса: теория и практика : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, 2021. – С. 153–156.

2. White, G. Laboratory comparison of wet-mixing and dry-mixing of recycled waste plastic for binder and asphalt modification / G. White, F. Hall // 100th Transportation Research Board Annual Meeting : a virtual event. – (Washington, District of Columbia, USA. 5–29 January). – 2021.

3. MacRebur Products, MacRebur, Lockerbie. – Scotland, United Kingdom. – URL: [www.macrebur.com/pdfs/product/MacReburProductSheet\\_v1.pdf](http://www.macrebur.com/pdfs/product/MacReburProductSheet_v1.pdf) (дата обращения: 25.01.2022).

4. White, G. Evaluating recycled waste plastic modification and extension of bituminous binder for asphalt // Eighteenth Annual International Conference on Pavement Engineering, Asphalt Technology and Infrastructure (Liverpool, England, United Kingdom, 27–28 February 2019).

5. Using recycled plastic as hot mix asphalt modifiers / H. Mahfouz, I. Tolba, M. El Sayed // *Resilient Infrastructure* (London, England, United Kingdom, 1–4 June 2016).

6. Sojobi, A. O. Recycling of polyethylene terephthalate (PET) plastic bottle wastes in bituminous asphaltic concrete / A. O. Sojobi, S. E. Nwobodo, J. A. Aladegboye // *Cogent Engineering*. – 2016. – № 3. – P. 1–28.

7. Ziari H. Laboratory evaluation of the effect of waste plastic bottle (PET) on rutting performance of hot mix asphalt mixtures / H. Ziari, A. G. Kaliji R. Babagoli // *Petroleum Science and Technology*. – 2016. – Vol. 34, №. 9. – P. 819–823.

8. Plastic waste utilization as asphalt binder modifier in asphalt concrete pavement / H. Naghawi, R. Al-Ajarmeh, R. Allouzi [et al.] // *International Journal of Civil and Environmental Engineering*. – 2018. – Vol. 12, № 5. – P. 566–571.

9. Коваленко, П. В. Исследование свойств битумно-полимерных композиций / П. В. Коваленко // *Вестник Полоцкого государственного университета*. – Беларусь, 2008. – С. 128–133.

10. Маринских, Д. М. Обоснование выбора метода смешивания переработанных пластиковых отходов для модификации асфальтобетона / Д. М. Маринских // *Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых : материалы VI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. – Омск : Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2022. – С. 323–326.

Научная статья  
УДК 62-1/-9

## ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Ольга Александровна Михаль<sup>1</sup>, Сергей Иванович Булдаков<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> mikhail.olga@bk.ru

<sup>2</sup> professorbuldakov@gmail.com

**Аннотация.** Процесс строительства автомобильной дороги состоит из множества этапов, и одним из трудоемких является подготовка дорожной полосы.

**Ключевые слова:** расчистка дороги, строительство, харвестер, форвардер, мульчер

Scientific article

## FEATURES OF ROAD LANE PREPARATION IN MODERN CONDITIONS

Olga A. Mikhail<sup>1</sup>, Sergey I. Buldakov<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> mikhail.olga@bk.ru

<sup>2</sup> professorbuldakov@gmail.com

**Abstract.** The process of constructing a highway consists of many stages and one of the most time-consuming is the preparation of the road strip.

**Keywords:** road clearing, construction, harvester, forwarder, mulcher

Одним из основных этапов подготовки дорожной полосы является очистка территории от леса и кустарника под будущее строительство дороги [1].

Так как древесина – это ценный материал, то работе по очистке дорожной полосы от леса следует уделять большое внимание. Данный вид работ необходимо проводить с хорошим качеством и с минимальными затратами. Наилучшее время для расчистки дорожной полосы – это зима. В зимний период облегчается проезд автомобилей по грунтовым дорогам.

Работы должны выполняться с использованием современных технологий, которые позволяют сохранять природную среду, рационально

использовать природные ресурсы, обеспечивать безопасные условия труда, защиту здоровья персонала.

В процессе расчистки дорожной полосы используются машины для сортиментной заготовки, такие как харвестеры и форвардеры (рис. 1).



Рис. 1. Харвестер и форвардер

Харвестер выполняет за один технологический проход валку деревьев, обрезку сучьев и раскряжевку, оставляя на лесосеке сортименты заготовленной древесины необходимой длины. Форвардер «подбирает» эти сортименты, формируя на грузовой платформе воз, транспортирует его на лесопогрузочный пункт и укладывает в штабеля лесоматериалы. Затем сортименты автотранспортом доставляют к месту последующей переработки.

Схема работы харвестера:

- оператор пригоняет машину на участок заготовки;
- в параметрах компьютера задается сортимент заготавливаемой древесины;
- машина подгоняется к дереву;
- цепная пила спиливает ствол, после чего манипулятор кладет дерево на грунт;
- устройство протягивает ствол, параллельно ножи срезают ветви и сучья;
- достигнув заданной длины, пила делает срез;
- получившийся сортимент манипулятор складывает в штабель для погрузки на форвардер.

Чтобы транспортировать поваленные стволы деревьев форвардером, выполняют следующие шаги:

- загрузка форвардера;

- транспортировка сортиментов;
- выгрузка [2].

Существующие технологии заготовки леса постоянно развиваются, стремясь улучшить качество работ. Например, с 2019 г. на форвардеры и харвестеры устанавливается программа TimberMatic Maps (рис. 2). Она входит в базовое оснащение сортиментной лесозаготовительной техники. Данная программа в комплексе с программой TimberManager может работать с телефона или планшета.



Рис. 2. Использование TimberMatic Maps

Данные работы харвестера и точное местоположение готовых к вывозке пачек на основе GPS-данных автоматически передаются с харвестера в приложение TimberMatic Maps для использования оператором форвардера. Оператор форвардера выбирает нужный сортимент и строит оптимальный маршрут перемещения машины. На карте отображается точный объем. Так как работы обычно ведутся в зимний период, то при наличии снежного покрытия программа TimberMatic Maps позволяет найти бревна, не прошупывая сугробы. Поэтому ни один сортимент не будет оставлен на дорожной полосе.

В 2013 г. разработали интеллектуальную систему ИВС-управления для форвардеров. И в 2017 г. такую же систему разработали для харвестеров. ИВС – интеллектуальная система управления, которая отслеживает положение каждого цилиндра манипулятора, превращая траекторию стрелы в одно непрерывное эффективное движение.

Когда оператор направляет головку комбайна в нужное направление, система автоматически оптимизирует движение стрелы. Стрела проста в использовании и точна на всех участках. Система использует удлинитель

на различных этапах работы, снижая нагрузку на стрелу и значительно облегчая работу. Простое управление стрелой ускоряет работу. Улучшается работа оператора, так как ему не нужно контролировать каждый элемент манипулятора и он может сконцентрироваться на положении харвестерной головки. Система уменьшает усталость работника, что позволяет повысить производительность на протяжении всей смены [3].

Кроме харвестеров и форвардеров, применяют мульчеры и ротоваторы. Данные виды машин предназначены для удаления древесно-кустарниковой растительности. Принцип работы заключается в измельчении порубочных остатков и кустарников.

Основное предназначение мульчера – это измельчение древесно-кустарниковой растительности на корню (рис. 3). Ротор крутится со скоростью около 1000 об/мин и срезает мелкие деревья и растительность. В основном мульчер работает на поверхности и незначительно заглубляется в землю.



Рис. 3. Измельчение мульчером

Ротоваторы измельчают наземную и корневую часть кустарников (рис. 4). Ротор почвенной фрезы вращается со скоростью около 350 об/мин, на нем установлены резцы округлой формы для уменьшения сопротивления грунта.

Рассматривается вариант сбора и реализации полученной мульчи, которая сегодня востребована аграрным сектором и организациями зеленостроя, например в декоративных целях при облагораживании дворовых и парковых территорий. В этом случае есть возможность получения дополнительной прибыли [4].



Рис. 4. Ротоватор

Благодаря автоматизации процесса при подготовительных работах можно сократить сроки и качественно произвести расчистку дорожной полосы, что позволит увеличить время на строительство дороги и ее обустройство. Предложенная система расчистки дорожной полосы улучшит качество будущей дороги.

#### *Список источников*

1. Булдаков, С. И. Последовательность выполнения проекта по строительству автомобильных дорог : учебное пособие / С. И. Булдаков. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2017. – 177 с.
2. Волкова, Е. В. Современные машины для валки и трелевки деревьев / Е. В. Волкова, К. В. Плюта // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2014. – № 5 (10).
3. Система интеллектуального управления манипулятором. – URL: <https://www.deere.ru/ru/лесозаготовительная-техника/система-ibc/> (дата обращения: 09.11.2022).
4. Вавилов, А. В. Эффективное рабочее оборудование для расчистки полосы отвода дорог от древесной растительности и производства мульчи / А. В. Вавилов, Е. А. Лабанов // Труды БГТУ. Серия 1 : Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2019. – № 2 (222). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnoe-rabochee-oborudovanie-dlya-raschistki-polosy-otvoda-dorog-ot-drevesnoy-rastitelnosti-i-proizvodstva-mulchi> (дата обращения: 20.11.2022).

Научная статья  
УДК 666.972.16, 691.32

## УЛУЧШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ БАЗАЛЬТОФИБРОБЕТОНА

**Равиль Фаязович Мусин<sup>1</sup>, Игорь Николаевич Кручинин<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> musinravit06@gmail.ru

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

**Аннотация.** Основной целью представленной статьи является исследование вопроса улучшения физико-механических и эксплуатационных свойств базальтофибробетона. Автором применяются теоретические методы исследования, а также используются результаты зарубежных и отечественных научных исследований. Преимущественная часть работы посвящена именно вопросам улучшения качеств и свойств базальтофибробетона.

**Ключевые слова:** базальтофибробетон, физико-механические свойства, бетон, эксплуатационные свойства, материал

Scientific article

## IMPROVEMENT OF PHYSICAL, MECHANICAL AND OPERATIONAL PROPERTIES OF BASALT FIBER CONCRETE

**Ravil F. Musin<sup>1</sup>, Igor N. Kruchinin<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> musinravit06@gmail.ru

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

**Abstract.** The main purpose of the presented article is to study the issue of improving the physical, mechanical and operational properties of basalt fiber concrete. The author applies theoretical research methods, and uses the results of foreign and domestic scientific research. The predominant part of the work is devoted specifically to improving the qualities and properties of basalt fiber concrete.

**Keywords:** Basalt fiber concrete, physical and mechanical properties, concrete, operational properties, material



Базальтовые волокна, или фибры, короткие и упрочненные являются составляющими всего объема композитного материала под названием базальтофибробетон. Данная разновидность бетона имеет множество преимуществ в эксплуатационном аспекте, а именно: устойчивость к растрескиваниям, прочность при ударах, высокая эластичность (прочность при растяжениях и изгибах). Применяется для создания монолитных и сборных плит, сооружения мостов, укрепления тоннелей, гидротехнических сооружений, при возведении цоколей зданий из железобетонных конструкций. И основной целью в аспекте развития применения базальтофибробетона становится улучшение и повышение эксплуатационных, механических и физических свойств материала. По словам С. Ф. Канаева, «данный материал интересует как специалистов, так и просто энтузиастов дисперсного армирования, так как все новое – это хорошо забытое старое...» [1].

При использовании волокна с определенными свойствами (стабильными) можно достичь повышения тех самых физических, механических и эксплуатационных свойств базальтофибробетона. К основным таким свойствам волокна относятся устойчивость к коррозии, частицы среднего размера, однородность. При дисперсионном армировании бетона особой эффективностью обладает использование нескрученной нити базальтовых волокон (или непрерывного базальтового ровинга). Как указывал С. А. Перепечко, «бетон, содержащий волокна, имеет более высокие морозостойкие характеристики, и можно считать, что по долговечности он не уступает бетону с воздухововлекающими добавками» [2].

Важен и способ дисперсного армирования фибробетона с применением волокна из базальта. Так, в процессе расплавления сырья внутри технологического электромагнитного реактора используется центробежно-дутьевой аспект. При этом очень важно, чтобы в процессе взаимодействия тонкого штапельного волокна, базальтовых нескрученных нитей и базальтового волокна последнее имело стабильность и однородность в своих характеристиках.

Кроме этого, для того чтобы базальтовые волокна в фибробетоне были устойчивы к коррозии, необходимо введение добавок органического и минерального состава. К таким можно отнести добавку МБ-10-01, в составе которой органическая составляющая обогащена суперпластификатором, а минеральная – золой-уносом и микрокремнеземом [3].

Именно данные материалы обладают наибольшей активностью при взаимодействии цемента, насыщенного водой, и самого волокна из базальта, что улучшает характеристики фибробетона. Улучшение физических, механических и эксплуатационных свойств базальтофибробетона сопровождается аспектом целостности волокна из базальта, что неразрывно связано с процессом связывания извести.

Для того чтобы технически грамотно подобрать состав базальтофибробетона, важно учесть некоторые параметры. А именно необходимо вычислить кратность нанодисперсного кремнезема относительно нитей из базальта в составе этого бетона, применяя оптимальный способ расположения составов во всем цементном материале [4].

Проведенные ранее исследования определили наиболее эффективные содержания материалов в составе цемента: базальтовые нити – 4 %, кремнезем (микроволоконистый и нанодисперсный) – 0,5 % от массы всей смеси [5]. Данные соотношения были выявлены при условиях перемешивания составов в энергонапряженном аппарате в течение 30 сут, при этом происходило смешивание одновременно с введением фибры из базальта в состав, что отражено на рис. 1, 2.

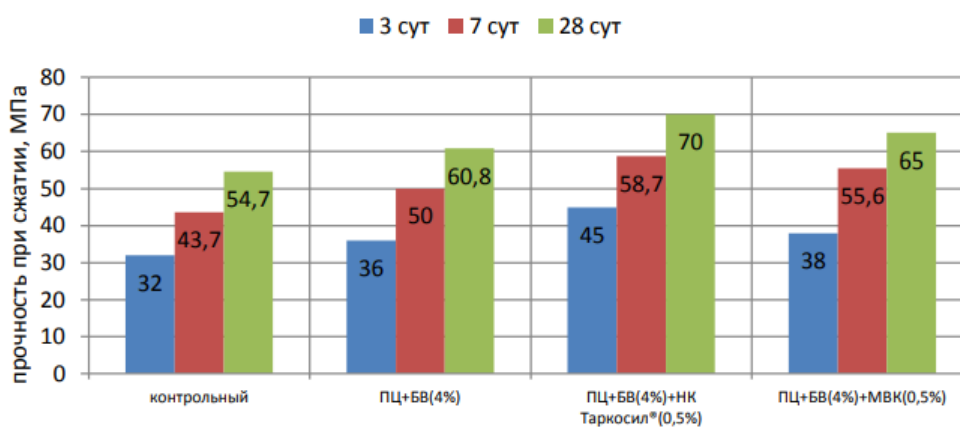


Рис. 1. Показатели прочности базальтофиброцементных композиций при сжатии

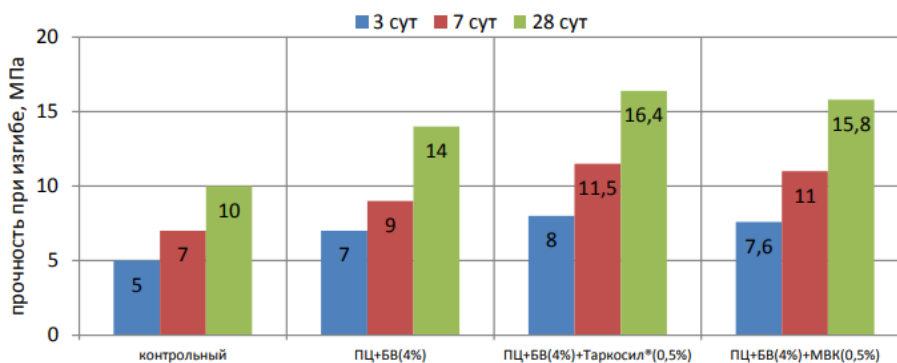


Рис. 2. Показатели прочности базальтофиброцементных композиций при изгибе

По результатам данных диаграмм можно сделать несколько заключений. Так, улучшение прочности композиций происходит благодаря введению в состав волокна из базальта: на сжатие – на 13 %, на изгиб – на 40 %. Кроме этого, наибольшие показатели увеличения прочности состава (на сжатие – на 35 % и на изгиб – на 65 %) наблюдаются при использовании нанодисперсного кремнезема в базальтофибробетоне.

Положительно сказывается на улучшении характеристик базальтофибробетона именно нанодисперсный кремнезем в составе, который повышает устойчивость бетона к коррозии благодаря связыванию извести. Такие бетоны обладают повышенными эксплуатационными свойствами [6].

Таким образом, в данной статье был исследован аспект улучшения и повышения эксплуатационных, механических и физических свойств базальтофибробетона. В результате проделанной работы можно сделать вывод: получение особопрочного базальтофибробетона с повышенными эксплуатационными свойствами требует применения неоднородного базальтового волокна, выведенного центробежно-дутьевым способом, нанодисперсного кремнезема в составе бетона.

#### *Список источников*

1. Коротких, Д. Н. Механика трещиностойкости высокотехнологичных бетонов : монография / Д. Н. Коротких, Е. М. Чернышов ; под общ. ред. акад. РААСН Е. М. Чернышова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 208 с.
2. Воронцов, В. М. Строительные материалы нового поколения : учебник / В. М. Воронцов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 128 с.
3. Прочность, трещиностойкость и долговечность конструкционного бетона при температурных и влажностных воздействиях : монография / С. Н. Леонович, Ю. В. Зайцев, В. В. Доркин, Д. А. Литвиновский. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 258 с.
4. Ряховская, А. Н. Роль государственных программ в развитии моногородов : монография / под ред. проф. А. Н. Ряховской. – Москва : Магистр : ИНФРА-М, 2022. – 272 с.
5. Swamy, R. N. Fibre Reinforced Cement and Concrete. – London : Fourth RILEM International Symposium. – 2019.
6. Широкий, Г. Т. Строительные материалы и изделия : учебное пособие / Г. Т. Широкий, М. Г. Бортницкая, А. И. Сидорова. – Минск : РИПО, 2022. – 403 с.

Научная статья  
УДК 624.21.03

## ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ НА КРЫМСКОМ МОСТУ

Эдуард Юрьевич Омельченко<sup>1</sup>, Галина Александровна Тарасова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Колледж железнодорожного транспорта Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> Eduard.omelchenko.2003@mail.ru

<sup>2</sup> 89126667222@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассматриваются этапы строительства и восстановительные работы на Керченском мосту.

*Ключевые слова:* мост, строительство, восстановление, переправа, пролетное строение

Scientific article

## RESTORATION WORKS ON THE KRYMSKY BRIDGE

Eduard Yu. Omelchenko<sup>1</sup>, Galina A. Tarasova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> College of Railway Transport, Ural State University of Communications, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> Eduard.omelchenko.2003@mail.ru

<sup>2</sup> 89126667222@mail.ru

*Abstract.* The article discusses the stages of construction and restoration work on the Kerch bridge.

*Keywords:* bridge, construction, restoration, crossing, superstructure

Строительство железнодорожных мостов и развитие мостостроения связаны с расширением сети железнодорожных дорог в России. Еще в начале XX века проектировщики из экономических соображений задумали строить совмещенные мосты, предназначенные для одновременного движения разных видов транспорта (автомобильного и железнодорожного). Конструкция таких мостов может быть в одном уровне (пролетные строения для железнодорожного и автомобильного движения располагаются в одном уровне на общих опорах) и в разных

(двухъярусные) в целях уменьшения затрат на строительство эстакад и путепроводов. Первый мост такого типа был построен через реку Днепр.

Строительство моста через Керченский пролив было запланировано еще в начале XX века, но реализовать эту идею стало возможно только в 1944 г., когда был построен мост, соединявший косу Чушка с Керченским полуостровом. Строительство заняло всего семь месяцев, но к сожалению, после открытия мост простоял всего три месяца, так как ледоход разрушил опоры и мост пришлось разобрать. Особенности климата и месторасположения, рельеф дна и прочие факторы были учтены при строительстве нового моста после того, как Крым вошел в состав Российской Федерации, и потребность в перевозках через Керченский пролив стала особенно острой. В проектировании моста участвовал институт Гипростроймост (Санкт-Петербург). Изначально эксперты рассматривали больше семидесяти вариантов транспортных переходов. При выборе северного маршрута строительства протяженность моста была бы меньше, но паром через Керченский пролив пришлось бы закрыть на время строительства, чего допустить было нельзя.

Строительство продолжалось с февраля 2016 г. до декабря 2019 г., ему предшествовали масштабные геодезические и кадастровые работы. Были проведены археологические раскопки, в том числе озаботились и сохранением редкой флоры и фауны: растения пересаживались, а животные переселялись. Работы начинались со строительства технологических мостов, предназначенных для обеспечения подхода рабочих, техники и строительных материалов к площадке по всему фронту работ.

Само строительство проходило в несколько этапов. На первом этапе были предусмотрены установка фундаментов и строительство опор моста. Автомобильный мост имеет 288 колонн, а для возведения фундамента потребовалось забить более 2500 свай (слабое основание – супеси, суглинки и глины мощностью более 50 м). Железнодорожный мост имеет 307 опор и более 3000 свай. На втором этапе проводились сборка и монтаж пролетных строений. Пролеты (балки) на разных участках имеют длину от 54 до 57 м. Самый длинный пролет (арка) установлен над судоходным каналом и имеет длину 227 м. Высота арки – 45 м. Высота пролета над уровнем воды составляет 35 м. Ширина пространства для прохода судов – 185 м [1]. По завершении строительства был создан сложный инженерный объект – самый большой совмещенный мостовой переход в Европе – протяженностью 19 км, состоящий из автодорожного моста с четырехполосной скоростной дорогой с пропускной способностью 40 тыс. автомобилей в сутки и железнодорожного моста, на котором уложен бесстыковой двухпутный путь II категории.

Керченский мост отличается особой сейсмоустойчивостью. Такое условие было заложено еще в период его проектирования с учетом

неудачного опыта первого строительства. Так что диверсия 8 октября хоть и приостановила на время движение по мосту, но не смогла навредить мосту слишком сильно и уж тем более разрушить его. Оперативные действия помогли быстро взять ситуацию под контроль и начать восстановительные работы в самые краткие сроки [2]. Восстановительные работы на Керченском мосту после теракта 8 октября 2022 г. имели три варианта восстановления.

Первый – с помощью плавсредств. Пролеты собираются на земле и загружаются на опоры, которые опираются на плавучую систему понтонов. Затем буксир доводит их в место разрыва – получается так, что конструкция пролета на опорах выше линии моста. После этого понтоны подтапливают и с помощью направляющих средств пролет устанавливают на место. Именно так устанавливалась основная арка в судоходном пролете. Арки над фарватером закреплены на кронштейнах специальными блоками, способными выдержать землетрясение силой 9 баллов.

Второй вариант восстановления – с помощью надвижки. Пролеты собираются из более мелких деталей, доставляемых на место монтажа. Затем с помощью домкратов толкают конструкцию по специально проложенным дорожкам – накаточным путям.

Третий вариант – так называемый «пионерный». Временные металлические опорные трубы ниже пролета моста погружаются в воду у места разрыва. Поверх них краном ставится пролетный блок, обычно 12 м в длину. Блок закрепляется болтами и сваркой. Кран подъезжает и ставит впереди следующую опору. Это действие повторяется до момента соединения, затем временную трубу срезают водолазы.

Пролетное строение Крымского моста составляет 54,21 на 64,20 м. В поперечном сечении он состоит из двух двутавровых балок, соединенных между собой поперечными балками и системой вертикальных и горизонтальных связей. Обрушившиеся пролеты Керченского моста во время восстановительных работ будут разрезаны на части и подняты. После восстановления движения скоростной режим и нагрузка на мост будут ограничены, а провести капитальный ремонт и реконструкцию разрушенных элементов транспортной и инженерной инфраструктуры моста в акватории Керченского пролива запланировано до 1 июля будущего года [3].

На сегодняшний день Крымский мост является самым длинным из всех построенных в России совмещенных мостов.

*Список источников*

1. Гречухин, В. А. Строительство мостов : учебное пособие / В. А. Гречухин. – Минск : БНТУ, 2017. – 96 с.
2. Крымский мост открыли для движения автомобилей и автобусов // РИА Новости. – Текст : электронный : [сайт]. – 2022. – 19 нояб. – URL: <https://www.ria.ru/amp/20221119/most-1832758428.html> (дата обращения: 22.11.2022).
3. Щербатая, Я. Новый пролет Крымского моста установили за 12 часов / Я. Щербатая // Вести.ru : [сайт]. – 2022. – 8 нояб. – URL: <https://www.vesti.ru/article /3032064> (дата обращения: 22.11.2022).

Научная статья  
УДК 625.7

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Вячеслав Владимирович Пономарев<sup>1</sup>, Марина Викторовна Савсюк<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> pvv12022001@bk.ru

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

**Аннотация.** Представлены современные методы учета интенсивности движения транспортных средств на автомобильных дорогах в Уральском федеральном округе.

**Ключевые слова:** интенсивность движения, транспортные средства, автомобильная дорога

Scientific article

## MODERN METHODS FOR ACCOUNTING THE INTENSITY TRANSPORT TRAFFIC ON ROADS

Vyacheslav V. Ponomarev<sup>1</sup>, Marina V. Savsiuk<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> pvv12022001@bk.ru

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

**Abstract.** Modern methods of accounting for the traffic intensity of vehicles on highways in the Ural Federal District are presented.

**Keywords:** traffic intensity, transport, road

Учет интенсивности движения позволяет установить количество различных типов транспортных средств, проходящих по автомобильной дороге в единицу времени.

Он необходим для получения и накопления информации об общем количестве автомобильного транспорта и составе транспортного потока, проходящих по разрешенным направлениям движения дороги.

Учет интенсивности движения транспортных средств проводится визуальными и автоматизированными методами.



Визуальный метод учета подразумевает визуальное наблюдение и фиксирование вручную или на электронных носителях количества транспортных средств, проходящих по автомобильной дороге.

При автоматизированном методе учета выполняется определение интенсивности движения с применением различного оборудования, позволяющего автоматически фиксировать данные о проходящих транспортных средствах.

В состав оборудования для определения интенсивности движения входят следующие технические средства:

- детекторы транспортных средств;
- регистрирующее устройство;
- накопители информации;
- оборудование передачи данных;
- специализированное программное обеспечение\*.

Для обнаружения транспортных средств и определения характеристик движения используют детекторы, которые должны соответствовать техническим требованиям:

- распознавать типы транспортных средств в скоростном диапазоне от 0 до 160 км/ч;
- при работе выдерживать температуры от минус 50 °С до плюс 50 °С;
- вести учет интенсивности по каждой полосе дороги;
- при отключении основного питания оборудование должно переключаться на резервное питание (к примеру, встроенный аккумулятор) для продолжения учета интенсивности движения;
- учет интенсивности должен обеспечиваться в темное время суток и при плохих погодных условиях;
- оборудование должно находиться с боковой стороны или над проезжей частью, не ограничивая видимость водителям и не создавая помех дорожному движению.

Магнитно-индуктивные детекторы относят к наиболее простым, надежным и дешевым средствам учета: их устанавливают в дорожном покрытии, они отлично подходят для долгосрочного наблюдения. Существенным недостатком таких детекторов является то, что при установке или при техническом обслуживании необходимо вскрывать дорожное покрытие и ограничивать движение транспортных средств по данному участку дороги.

---

\* ГОСТ 32965–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока. – Введен 2016.09.08. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 26 с.

К следующей группе необходимо отнести радиолокационные, ультразвуковые и инфракрасные (активные) детекторы, которые основаны на эффекте Доплера. Конструкции детекторов схожи и состоят из излучателя и приемника в зависимости от принципа работы (высокочастотного, ультразвукового и инфракрасного излучений). Основной минус представленных детекторов – это чувствительность к погодным-климатическим условиям, особенно при работе в снег и дождь.

Наиболее оптимальными для условий работы в Уральском федеральном округе являются видеодетекторы. Видеодетектор – это техническое средство, предназначенное для обнаружения транспортных средств и определения характеристик их движения на дорожной сети.

Видеодетектор устанавливается на дорожные несущие конструкции или здания на высоту от 8 до 25 м (рисунок). При более высокой установке ракурс позволяет собирать данные с максимального количества полос движения. Конструкция приборов вне зависимости от производителя устойчива к неблагоприятным погодным условиям: снегу, дождю, ограниченной видимости (до 50 м).



Способы установки видеодетектора

Исходя из вышесказанного, одним из наиболее актуальных (предпочтительных) методов учета интенсивности движения транспортных средств на автомобильных дорогах является автоматизированный метод с использованием видеодетекторов, который может применяться для решения задач по техническому учету, паспортизации и диагностике автомобильных дорог.

Научная статья  
УДК 625.85

## ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА, УСТРОЙСТВА И ПРЕИМУЩЕСТВА ДРЕНИРУЮЩИХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

Владислав Олегович Порин<sup>1</sup>, Сергей Александрович Чудинов<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> vporin2018@mail.ru

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

**Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос производства дренирующего асфальтобетона. Рассмотрены особенности устройства асфальтобетонных покрытий из дренирующих асфальтобетонных смесей. Проведен анализ преимуществ и недостатков применения данных материалов на основе их свойств.

**Ключевые слова:** автомобильные дороги, дренирующий асфальтобетон, асфальтобетонное покрытие

Scientific article

## FEATURES OF PRODUCTION, DEVICES AND ADVANTAGES OF DRAINING ASPHALT CONCRETE

Vladislav O. Porin<sup>1</sup>, Sergey A. Chudinov<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> vporin2018@mail.ru

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

**Abstract.** The article considers the issue of the production of draining asphalt concrete. The features of the device of asphalt concrete coatings from draining asphalt concrete mixtures are considered. The advantages and disadvantages of using these materials based on its properties are analyzed.

**Keywords:** highways, draining asphalt concrete, asphalt concrete pavement

Дренирующий асфальтобетон – это искусственный материал из минерального материала и битума, отличающийся от обычного повышенной пористостью. Пористость достигается особыми характеристиками гранулометрического состава асфальтобетонной смеси [1].

Особенностью технологии применения дренирующего асфальтобетона является то, что вода не скапливается на поверхности покрытия, а дренирует по порам материала и отводится к обочинам автомобильной дороги.

Данный материал начал разрабатываться в 1940-х годах в США и получил практическое распространение в 1970-х годах [2], когда вступила в силу специальная программа по борьбе с заносами и зимней скользкостью. Целью разработки являлось получение такого состава асфальтобетонной смеси, при котором слой покрытия будет способен пропускать через собственные поры воду и исключать возникновение водной пленки на поверхности, значительно снижающей коэффициент сцепления с колесом автомобиля и создающей эффект аквапланирования. Указанный эффект опасен в первую очередь тем, что автомобиль теряет управляемость и общую курсовую устойчивость из-за наличия водяной прослойки между колесом и поверхностью дороги. Идею разработки такой смеси в дальнейшем переняли у США ряд передовых, наиболее развитых европейских стран и Япония.

Технологии, разработанные в разных странах, незначительно, но все же отличаются друг от друга. Так, в Германии обязательным является применение стабилизирующих добавок.

Абсолютно во всех странах предъявляются очень жесткие требования к минеральным заполнителям, так как это основа всей технологии дренирующих асфальтобетонов.

В настоящее время в России действует стандарт государственной компании «Автодор», устанавливающий технические условия на приготовление дренирующих асфальтобетонных смесей и асфальтобетона, введенный в действие в 2016 г. [3]. Нормативный документ разделяет асфальтобетоны на виды по фракциям применяемого каменного материала, а также на типы по остаточной пористости: для первого типа – 12–16 %, для второго – 16–24 %. Вяжущее должно составлять от 3,5 до 5,0 % смеси.

Для приготовления указанной асфальтобетонной смеси применяют щебень по ГОСТ 8267–93 [4] фракций 5–10, 10–15, 15–20 мм, марки по дробимости не ниже М1200, а также щебень по ГОСТ 32703–2014 [5] фракций 4–8, 8,0–11,2, 11,2–16,0 мм, марки по дробимости не ниже М1000. Применяемый в смеси песок должен быть крупным, либо средней крупности из отсева дробления, либо дробленным.

В качестве вяжущего применяется полимерно-битумное вяжущее ПБВ-60 для второй и третьей дорожно-климатических зон и ПБВ-40 для четвертой и пятой зон. Стабилизатором в составе смеси служит целлюлозное волокно не менее 0,35 % по массе.

Температура отгрузки асфальтобетонной смеси составляет 150–165 °С, укладки – более 140 °С. Для укладки такой смеси минимальная требуемая температура воздуха составляет 10 °С. Проведение работ в дождь запрещено.

Дренирующий асфальтобетон указанного СТО устраивается только в качестве верхнего слоя покрытия. В качестве нижнего слоя покрытия должен быть предусмотрен плотный асфальтобетон, не пропускающий воду в нижележащие слои основания. Вода через поры благодаря поперечным уклонам отводится к обочине, устраиваемой из щебня и дренажной прослойки. Возможно применение водоотводных железобетонных лотков с боковым сбором воды либо классических лотков, устраиваемых в уровень нижнего слоя покрытия. Наилучшее решение определяется проектной организацией с учетом местных условий и всех действующих нормативных регламентов.

В примечаниях указанного технического регламента оговаривается требование о запрете на разворот и резкое торможение на участке устроенного асфальтобетонного покрытия в течение минимум 3 сут. В связи с этим проектной организации следует рассмотреть возможность обеспечения полного перекрытия движения по участку строительства на указанный срок.

Существует ряд других ограничений по устройству покрытий из таких асфальтобетонных смесей [6].

При постановке вопроса о целесообразности применения дренирующего асфальтобетона необходимо оценить влияние воды на конструкцию дорожной одежды. В тоннелях отсутствует скопление воды на покрытии, поэтому применение дренирующего асфальтобетона в тоннелях нецелесообразно.

Другое ограничение заключается в применении технологии на мостовых переходах, путепроводах, эстакадах и виадуках. На таких инженерных сооружениях промерзание происходит снизу, и при первых заморозках вода, оставшаяся в порах покрытия, застынет, что чревато появлениями местных разрушений.

Третье ограничение связано с продольными уклонами. Не следует устраивать покрытие из дренирующего асфальтобетона на участках автомобильной дороги с продольным уклоном более 40 % включительно, иначе вода не сможет просачиваться через поры в обочины (в поперечном сечении). Это в корне нарушает всю суть технологии.

Но наибольшее отрицательное влияние оказывает использование пескосоляных смесей в качестве противогололедных материалов, применяемых в рамках зимнего содержания автомобильной дороги [7]. Указанные материалы заполняют поры покрытия, и оно теряет свою основную технологическую функцию.

И все же в России данная технология популярна далеко не так, как в зарубежных странах. В качестве примера применения технологии можно привести участок автомобильной дороги М-4 «Дон» длиной 2300 м. На приведенном участке трассы в рамках реконструкции 2012 г. в одном направлении устроили верхний слой покрытия из дренирующего асфальтобетона, в другом – из щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА-15.

По результатам оценки работы покрытия в дождливую погоду произвели сравнительный анализ покрытия из двух материалов, который показал, что дренирующий асфальтобетон успешно пропускает воду в поры, а щебеночно-мастичный подвержен вероятности возникновения водной «пленки» на своей поверхности.

В течение всего срока эксплуатации эксплуатирующие организации отмечают хорошее общее состояние покрытия, отсутствие образования колеи по полосам наката, отсутствие снижения дренирующей способности, а также обеспечение требуемого коэффициента сцепления с колесом автомобиля.

Несмотря на наличие недостатков данной технологии, она все же интересна и может найти применение при определенных условиях. В первую очередь для дальнейшего развития необходимы расширение базы знаний об условиях содержания дорог с дренирующим покрытием в разных уголках страны на опытных участках, подобных описанному ранее, а также совершенствование нормативных регламентов.

#### *Список источников*

1. Anusha, T. M. Experimental investigation of Open Graded mixes using Reclaimed Asphalt Pavement / T. M. Anusha, H. S. Jagadeesh, S. Sunil // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. – № 561. – India, 2019.
2. Barrett, M. E. Effects of a Permeable Friction Course on Highway Runoff // Journal of Materials in Civil Engineering, ASCE. – 2008– Vol. 134, № 5, P. 646–652,.
3. СТО АВТОДОР 2.15–2016. Стандарт Государственной компании «Автодор». Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон дренирующие. Технические условия. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456038476> (дата обращения: 16.11.2022).
4. ГОСТ 8267–93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. – Москва : Госстрой России, 1994. – 13 с.
5. ГОСТ 32703–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические требования. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 15 с.
6. ASTM D 7064, Standard Practice for Open-Graded Friction Course (OGFC) Mix Design 1. – 2016.– Vol. 08. – Reapproved 2013. P. 1–7.
7. Чудинов, С. А. Повышение качества транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог в зимний период / С. А. Чудинов // Логистические системы в глобальной экономике : материалы X Международной научно-практической конференции (30–31 марта 2020 г., Красноярск). – Красноярск : СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2020. – Ч. 1. – С. 329–333.

Научная статья  
УДК 656.07

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ В ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ

**Анастасия Алексеевна Порицкая<sup>1</sup>, Сергей Александрович Чудинов<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> anastasiyaporitskaya2000@gmail.com

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

**Аннотация.** Первостепенной задачей транспортной системы в городских агломерациях является достижение эффективного функционирования транспортно-дорожного комплекса, а также обеспечение безопасности на дорогах. Постепенное внедрение и совершенствование интеллектуальных транспортных систем в городских агломерациях призвано помочь реализовать данную задачу.

**Ключевые слова:** внедрение, совершенствование, интеллектуальные транспортные системы

Scientific article

## INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS IN URBAN AGGLOMERATIONS

**Anastasia A. Poritskaya<sup>1</sup>, Sergey A. Chudinov<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> anastasiyaporitskaya2000@gmail.com

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

**Abstract.** The primary task of the transportation system in urban agglomerations is to achieve the effective functioning of the transport and road complex, as well as ensuring safety on the roads. Staged integration and improvement of intelligent transportation systems in urban agglomerations is designed to help to implement this task.

**Keywords:** integration, improvement, intelligent transportation systems

Интеллектуальная транспортная система (ИТС) – это система, использующая инновационные разработки в моделировании транспортных систем и регулировании транспортных потоков.

Ее назначение состоит в автоматизированном поиске и принятии к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортной системой региона, конкретным транспортным средством или группой транспортных средств с целью обеспечения:

- мобильности населения;
- улучшения показателей использования дорожной сети;
- повышения безопасности и эффективности транспортной системы;
- комфортных условий для пассажиров и водителей транспортных средств.

Основными целями создания ИТС в городских агломерациях являются:

- поддержание максимальной пропускной способности автомобильных дорог общего пользования и улично-дорожной сети городов;

- обеспечение максимальной разрешенной скорости движения автотранспорта по автомобильным дорогам;

- обеспечение соответствующего уровня безопасности движения по автомобильным дорогам, сокращение мест концентрации дорожно-транспортных происшествий (аварийно-опасных участков);

- обеспечение максимального использования общественного транспорта;

- создание условий для комфортного движения по автомобильным дорогам как на личном транспорте, так и на общественном;

- улучшение экологической ситуации в регионе, достигаемое посредством снижения негативного влияния, оказываемого автомобильным транспортом;

- развитие хозяйствующих субъектов, предоставляющих услуги в области дорожно-транспортного комплекса, путем осуществления действий, направленных на повышение спроса на их услуги при развитии и эксплуатации ИТС;

- повышение уровня инвестиционной привлекательности региона [1].

Принципиальное преимущество ИТС состоит в том, что она формирует единую систему в отличие от отдельных автономно работающих сервисов. Создание и совершенствование ИТС базируется на модернизации и реинтеграции уже существующих дорожно-транспортных систем в целях обеспечения более плавного перехода к единой развитой системе. На базовом уровне формируется единая открытая архитектура системы, где действуют единые протоколы обмена данных, типовые документы, стандартизованные параметры для осуществления контроля и управления.

ИТС состоит из ряда подсистем, каждая из которых отвечает за определенные и отведенные именно ей функции. Комплексные подсистемы отвечают за выполнение общих функций, которые, в свою очередь, позволяют достичь комплексных целей в сфере оказания транспортных услуг. Каждая комплексная подсистема обладает центром обработки данных и состоит из одной или нескольких инструментальных подсистем, которые выступают в роли исполнительных элементов.



Комплексные подсистемы ИТС:

- 1) подсистема директивного управления транспортными потоками (ДУТП);
- 2) подсистема косвенного управления транспортными потоками (КУТП);
- 3) автоматизированная система управления маршрутизированным транспортом;
- 4) подсистема контроля соблюдения ПДД и контроля транспорта;
- 5) подсистема управления состоянием дорог;
- 6) подсистема пользовательских сервисов.

Инструментальные подсистемы ИТС komponуются в соответствии с нормативно-правовыми актами, но состав подсистем может изменяться в зависимости от реализуемых ими функций.

Комплексные и инструментальные подсистемы в составе интеграционной платформы вместе образуют физическую архитектуру ИТС (рисунок).



Базовая физическая архитектура ИТС

В комплексных подсистемах чаще всего выделяют следующие инструментальные подсистемы:

- метеомониторинга;
- мониторинга состояния дороги и дорожной инфраструктуры;
- пополосного управления;
- диспетчерского управления ТС служб содержания дорог;
- светофорного управления;
- видеонаблюдения, детектирования ДТП и ЧС;
- мониторинга параметров транспортного потока;
- весогабаритного контроля транспортных средств;
- информирования УДД с помощью динамических информационных табло (ДИТ) и знаков переменной информации (ЗПИ);
- регистрации нарушений ПДД;
- детектирования опасных грузов;
- мониторинга экологических параметров.

Единая цифровая платформа транспортной системы (ЕЦПТС) – это модульная ИТС-платформа цифровизации дорожно-транспортного комплекса для регионов Российской Федерации. Каждый модуль платформы отвечает за отдельные функциональные задачи, а в совокупности они осуществляют взаимодействие с внешними информационными и технологическими системами.

Цель создания ЕЦПТС – объединить и унифицировать все существующие и новые элементы ИТС, обеспечить требуемую пропускную способность для больших потоков информации, предоставить безопасный доступ к данным для всех заинтересованных лиц, а также плавно интегрироваться в существующую цифровую экосистему городской агломерации.

ЕЦПТС предназначена для центров организации дорожного движения городской агломерации. Платформа позволяет при принятии управленческих решений в дорожно-транспортном комплексе учитывать наибольшее количество источников данных [2].

ЕЦПТС включает в себя обязательные и опциональные модули (таблица).

#### Модули и системы ЕЦПТС

№ п/п	Модули и системы ЕЦПТС	Приоритетность
1	Модуль координированного управления движением	Обязательная
2	Модуль выдачи транспортных разрешений	Опционально
3	Модуль конфигурации сценарных планов управления движением	Обязательная
4	Модуль консолидации (администрирования) транспортных правонарушений	Обязательная
5	Модуль диспетчерского управления ИТС для ЧС и ВС	Обязательная
6	Модуль контроля эффективности ИТС	Обязательная
7	Модуль управления дорожными работами	Обязательная
8	Модуль централизованного информирования участников движения	Обязательная
9	Модуль управления движением общественного транспорта	Обязательная
10	Модуль внутренних и внешних сервисов	Опционально
11	Модуль конфигурации парковочного пространства	Опционально
12	Модуль конфигурации сети V2X	Опционально
13	Модуль транспортного прогнозирования и моделирования	Обязательная
14	Модуль «Цифровой двойник»	Опционально
15	Геоинформационная система сбора, хранения, анализа и графической визуализации данных	Опционально
16	Система обеспечения информационной безопасности	Обязательная

Основной задачей ЕЦПТС является координация и контроль работы всех комплексных и (или) инструментальных подсистем ИТС.

Посредством поэтапного и последовательного развития ИТС удастся добиться значительного повышения эффективности работы транспортных систем в городских агломерациях.

В результате внедрения автоматизированной системы управления дорожным движением наблюдается:

- увеличение пропускной способности на 15–35 %;
- снижение количества аварий на перекрестках до 25–30 %;
- снижение расхода топлива и вредных выбросов на 15–20 %;
- сокращение времени в пути до 50 %.

Автоматизированная система фото- и видеофиксации нарушений ПДД обеспечивает:

- неотвратимость наказания при нарушении ПДД;
- пополнение бюджета субъекта РФ за счет применения санкций к нарушителю.

Автоматизированная система парковочного пространства помогает осуществлять:

- бесперебойное функционирование паркингов любого формата;
- контроль по обеспечению оплаты услуг платных парковок.

Реализация проекта «умных остановок» позволяет:

- повысить качество оказания услуг общественного транспорта;
- пополнить бюджет субъектов РФ за счет продажи рекламы;
- обеспечить безопасность граждан, находящихся на остановках.

Система управления городским транспортом и оплатой проезда позволяет:

- разработать эффективную маршрутную сеть на основе достоверных данных о пассажиропотоках на маршрутах;
- создать условия для объективного контроля качества обслуживания льготных пассажиров и сокращения наличного денежного оборота.

Путем активного использования автоматизированной системы весового и габаритного контроля ТС достигается:

- обеспечение сохранности автомобильных дорог;
- повышение транспортной безопасности;
- пополнение бюджета за счет автоматического выявления и фиксации нарушений установленных норм.

#### *Список источников*

1. Справочник лучших практик проведения работ по совершенствованию дорожных условий и устранению мест концентрации ДТП на дорожной сети городских агломераций в рамках реализации ПКРТИ. – Москва : ФАУ «РОСДОРНИИ», 2018. – 84 с.

2. ОДМ 218.4.004–2009. Руководство по устранению и профилактике возникновения участков концентрации ДТП при эксплуатации автомобильных дорог : утверждено распоряжением Росавтодора от 21.07.2009 г. № 260-р. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200074828> (дата обращения: 17.10.2022).

Научная статья  
УДК 625.7.8

## ЗАЩИТНЫЕ СЛОИ И СЛОИ ИЗНОСА ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

**Александр Григорьевич Сатов<sup>1</sup>, Нина Андреевна Гриневич<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> alexander7satov@gmail.com

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

**Аннотация.** В процессе эксплуатации автомобильных дорог под воздействием различных факторов происходит интенсивное старение и изменение вяжущих в верхних слоях асфальтобетонного покрытия. В статье рассмотрены технологии устройства защитных слоев и слоев износа, требования при устройстве, методы испытаний.

**Ключевые слова:** защитные слои, износ, дорожная одежда

Scientific article

## PROTECTIVE LAYERS AND WEAR LAYERS OF ROAD CLOTHING

**Alexander G. Satov<sup>1</sup>, Nina A. Grinevich<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> alexander7satov@gmail.com.

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

**Abstract.** During the operation of highways under the influence of various factors, there is an intensive aging and a change in the binders in the upper layers of asphalt concrete pavement. The article discusses the technologies of the device of protective layers and wear layers requirements for the device, test methods.

**Keywords:** protective layers, wear layers, road clothing

В мировой практике дорожного строительства применяют технологии устройства защитных слоев и слоев износа, понижающих негативное воздействие наружных факторов. Вовремя проведенные предупреждающие мероприятия снизят экономические затраты при эксплуатации дорожных покрытий. Более подробно остановимся на нескольких слоях дорожной одежды.

*Защитный слой (дорожной одежды).* Толщина слоя составляет от 0,5 до 3,0 см, защищает верхний слой дорожной одежды от прямого воздействия колес автомобиля и климатических факторов.

*Слой износа.* Верхний слой дорожного покрытия, принимающий воздействие колес автомобиля (рис. 1).

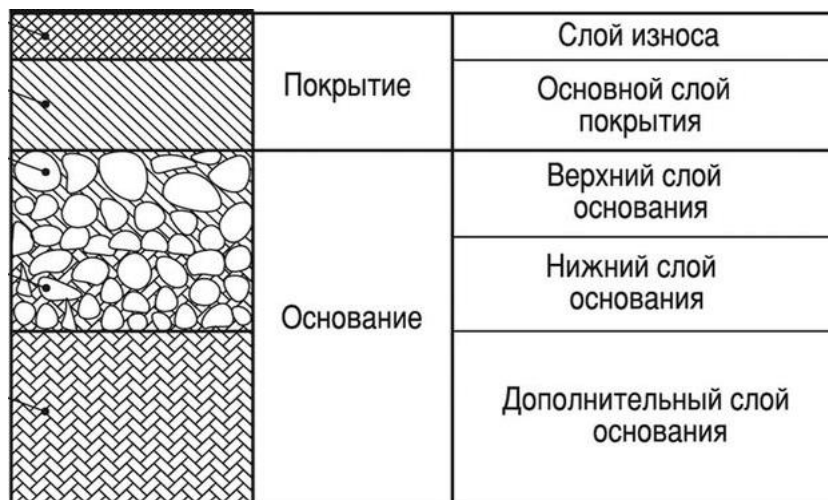


Рис. 1. Структура дорожного покрытия

Существует несколько типов технологии устройства слоев [1].

Защитные слои укладывают по холодной и горячей технологиям:

Холодная технология:

- шероховатая поверхностная обработка с использованием эмульсии;
- защитный слой из литых эмульсионно-минеральных смесей медленного формирования;
- слой из литой эмульсионной смеси быстрого формирования;
- КПО.

Горячая технология:

- защитный слой из горячей БМО смеси с мембраной;
- шероховатая поверхностная обработка с использованием битумного вяжущего и щебня, обработанного битумом.

Слои износа устраивают по горячей технологии:

- слой из БМО-смеси;
- слой из горячей асфальтобетонной смеси для верхнего слоя покрытия;
- слой из ЦМА-смеси.

Технологию устройства выбирают на основе экономической целесообразности с учетом обеспечения безопасности движения, периодичности работ [2]. Устраивать данные слои износа можно только после технико-экономического обоснования с учетом требуемой безопасности движения, нагрузки транспорта.

Рассмотрим устройство слоев износа из литых эмульсионно-минеральных смесей по технологии «Сларри-Сил». Данная технология заключается в укладке на дорожное покрытие тонкого слоя холодных литых эмульсионно-минеральных смесей (ЛЭМС). Данные смеси применяются для устройства слоев износа дорожного покрытия из минеральных смесей с добавлением полимера (латекса). В результате нанесения таких слоев замедляется старение асфальтобетона, восстанавливается функциональность дорожного покрытия.

Устройство ЛЭМС выглядит следующим образом. В укладчик загружаются компоненты смеси: щебеночно-песчаная смесь определенного зернового состава, медленнораспадающаяся катионная эмульсия, вода, добавки, цемент. На ходовой части укладчика установлены смеситель и короб. Материалы поступают в смеситель, далее жидкая смесь перемещается в короб, где происходит ее распределение на дороге во время движения машины. Толщина слоя составляет 1,0–1,5 см. Отличительная черта «Сларри-Сил» состоит в том, что на поверхность дороги укладывается тонкий слой литого асфальтобетона.

На рис. 2 показана технология устройства слоя «Сларри-Сил», на рис. 3 представлено изображение укладчика «Сларри-Сил».



Рис. 2. Устройство защитного слоя «Сларри-Сил»

Необходимо соблюдение технологии: выдерживание гранулометрического состава каменного материала, показателя рН битумной эмульсии, дозировка воды и добавок, регулирующих скорость схватывания смеси.

Технологии устройства верхних слоев повышают износостойкость, водостойчивость и морозостойкость покрытий автомобильных дорог. При этом продлевается период эксплуатации покрытия и повышается безопасность дороги.



Рис. 3. Внешний вид машины «Сларри-сил»

### *Список источников*

1. ГОСТ Р 58422.1–2021. Дороги автомобильные общего пользования. Защитные слои и слои износа дорожных одежд, технические требования. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200178022> (дата обращения: 10.11.2022).

2. ГОСТ Р 59120–2021. Дороги автомобильные общего пользования. Дорожная одежда. Общие требования. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200178829> (дата обращения: 10.11.2022).

Научная статья  
УДК 625.85

## СОВРЕМЕННЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ БАЖЕНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Даниил Владимирович Сперанский<sup>1</sup>, Нина Андреевна Гриневич<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> greatto69@gmail.com

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

**Аннотация.** С древних времен каменные материалы использовались в строительстве различных зданий и сооружений. Они отличаются своей прочностью, жаростойкостью и долговечностью. Сейчас же каменные материалы широко используются в дорожном строительстве, и, помимо улучшения состава битумов и минеральных компонентов, многие дорожно-строительные организации часто становятся заинтересованы в использовании современных каменных материалов, которые могут предложить российские производители.

**Ключевые слова:** автомобильные дороги, современные каменные материалы, производство

Scientific article

## MODERN STONE MATERIALS OF THE BAZHENOV DEPOSIT FOR ROAD CONSTRUCTION

Daniil V. Speransky<sup>1</sup>, Nina A. Grinevich<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> greatto69@gmail.com

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

**Abstract.** Since ancient times, stone materials have been used in the construction of various buildings and structures. They are distinguished by their strength, heat resistance and durability. Now, stone materials are widely used in road construction, and in addition to improving the composition of bitumen and mineral components, many road construction organizations are often interested in using modern stone materials, that Russian manufacturers can offer.

**Keywords:** roads, modern stone materials, production



Одним из главных на сегодняшний день производителей и поставщиков современных нерудных строительных материалов является ПАО «Ураласбест», занимающееся разработкой Баженовского месторождения.

Баженовское месторождение считается крупнейшим и богатейшим в мире по запасам, уникальным по длине и прочности асбестового волокна, без вредных для здоровья человека примесей волокон рибекита и тремолита. Также встречается множество минералов и прочих нерудных строительных материалов [1].

Оно находится в 60 км к северо-востоку от г. Екатеринбурга и было открыто в 1885 г. топографом А. П. Ладыженским. Разработка месторождения началась 20 июня 1889 г. (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид Баженовского месторождения

Сырьевой базой строительных материалов Баженовского месторождения являются интрузивные породы.

Сегодня Баженовское месторождение разрабатывают открытым методом. После добычи все материалы прямо на карьере проходят сортировку с помощью дробильно-сортировочных установок, после чего отгружаются на 15 фронтах (5 бункеров и 10 площадок открытого типа).

Благодаря данным решениям «Ураласбест» отгружает до 600 вагонов в сутки. Всего же в год предприятие производит и отправляет 8 млн т щебня и щебеночно-песчаных смесей различных фракций.

Достоинствами продукции «Ураласбест» в сравнении с другими предприятиями в сфере производства нерудных строительных материалов являются:

- высокая адгезия к битуму, которая достигает 100 %. Это обеспечивает улучшенную прочность дорожного полотна;

– высокие показатели по дробимости. Марка дробимости щебня на Баженовском месторождении – 1400, что означает один из самых низких показателей по потерям массы при испытании (менее 10 %), а также высокую прочность самого щебня (рис. 2);

– низкая истираемость. Марка истираемости щебня с месторождения определена И1, что означает высокую сопротивляемость механическим нагрузкам [2];

– сопротивление истираемости по показателю микро-Деваль – МД-1;

– высокая морозостойкость породы – F-300 и выше. Данный показатель особенно важен для регионов с суровым климатом или с очень холодными циклами;

– отсутствие глины в породе. Это означает, что материал не нуждается в дополнительной очистке и не имеет в своем составе ненужных примесей.

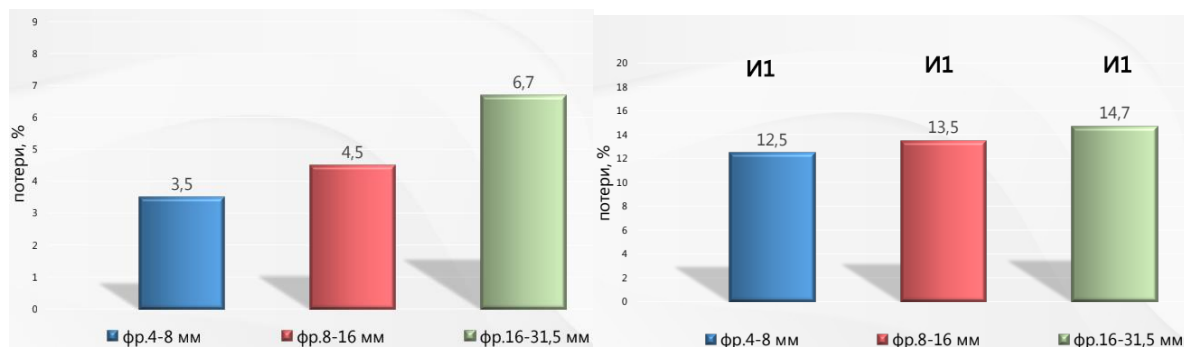


Рис. 2. Показатели дробимости и истираемости щебня Баженовского месторождения различных фракций в процентах

Такие показатели также достигаются за счет современной техники, используемой на месторождении. Дробильно-сортировочные установки во многом обеспечивают высокое качество продукции и большие объемы производства (рис. 3, 4).



Рис. 3. Техника, используемая на Баженовском месторождении (большегрузные самосвалы, дробильно-сортировочная установка)

Также на Баженовском месторождении отлично развита и логистическая отрасль. Благодаря большому автопарку и технической базе продукция производства может быть незамедлительно отправлена практически в любую точку земного шара.



Рис. 4. Автомобильная отгрузка щебня со склада «РАДУГА»

Щебень на предприятии имеет широкую разбивку по фракциям: от фракции 4–8 мм до 60–150 мм, согласно ГОСТ 8267–93 (рис. 5).



Рис. 5. Щебень из плотных горных пород по ГОСТ 8267–93 с Баженовского месторождения

За счет своих характеристик, высокотехнологичного производства, а также широкого ассортимента качественной продукции щебень с Баженовского месторождения широко распространен не только на территории Российской Федерации, но и далеко за ее пределами. А партнерами «Ураласбест» являются Росстрой, Свердловский областной Союз промышленников и предпринимателей, Ассоциация производителей и потребителей природных строительных материалов «Карьеры Евразии», Хризотиловая ассоциация, профсоюз строителей России и многие другие.

*Список источников*

1. ГОСТ 32703–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические требования. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200114285> (дата обращения: 15.11.2022).

2. ПНСТ 510–2020. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы минеральные. Метод определения устойчивости щебня к истиранию шипованными шинами. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/572719368> (дата обращения: 15.11.2022).

Научная статья  
УДК 630.233

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ЗЕМЛЯНОМ ПОЛОТНЕ И ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЕ

Александр Вадимович Таран<sup>1</sup>, Алексей Юрьевич Шаров<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> t4ran.alexander@yandex.ru

<sup>2</sup> Shaiu1972@mail.ru

*Аннотация.* В XXI в. применение инновационных геосинтетических материалов растет с каждым годом. Такие материалы используются в каждом регионе нашей необъятной страны при проведении реконструкции автомобильных дорог и искусственных сооружений, а также берегоукреплений. Причиной тому служит повышение срока службы таких сооружений более чем в 1,5 раза, по оценкам специалистов. В этой статье рассматривается понятие геосинтетических материалов и их использование в дорожно-строительной практике.

*Ключевые слова:* геосинтетические материалы, использование, реконструкция

Scientific article

## THE USE OF GEOSYNTHETIC MATERIALS IN ROADBED AND ROAD CLOTHES

Alexander V. Taran<sup>1</sup>, Alexey Yu. Sharov<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> t4ran.alexander@yandex.ru

<sup>2</sup> Shaiu1972@mail.ru

*Abstract.* In the 21st century, the use of innovative geosynthetic materials is growing every year. Such materials are used in every region of our vast country during the reconstruction of highways and artificial structures, as well as coastal fortifications. The reason for this is an increase in the service life of such structures by more than 1.5 times, according to experts. This article examines the concept of geosynthetic materials and their use in road construction practice.

*Keywords:* geosynthetic materials, use, reconstruction

Развитие сети автомобильных дорог тесно связано с развитием нашего государства. Но с учетом кардинально различающихся климатических условий и большого числа грузовых автомобилей срок службы дорожного покрытия оказывается постоянно меньше ожидаемого. Решить этот вопрос могут геосинтетические материалы, позволяющие с меньшими экономическими затратами улучшить физико-механические свойства дорог. Также им может быть найдено применение не только на дорогах общего пользования, но и на лесовозных автомобильных дорогах, где не последнюю роль играет дешевизна строительства и надежность магистралей.

Геосинтетические материалы состоят из искусственно созданных полимеров, чаще всего представленных в форме сот или полотна, которые применяются при возведении слоев земляного полотна и дорожной одежды для улучшения конструктивных характеристик [1]. Геосинтетики в перспективе уменьшают траты на реконструкцию дорог путем увеличения их срока службы. С учетом того, что доставка более привычных армирующих материалов к месту работ экономически более затратна, а в некоторых труднодоступных местах почти невозможна, легкие и при этом прочные полимеры также позволяют решить и этот вопрос.

В подавляющем большинстве случаев геосинтетика для дорожного строительства поставляется в виде рулонов или плит. Они подразделяются на различные виды исходя из назначения и придаваемых свойств конструкции. К основным видам относят: геотекстиль, геосетки, георешетки и геомембраны [1].

Геотекстиль применяется для разграничения слоев, состоящих из материалов различных фракций, с целью не допустить их смешивания и последующей деформации дорожного покрытия [2]. Также, обладая дренажной функцией, определенные его виды могут служить в качестве гидроизоляции. Стоимость материала компенсируется тем, что он может применяться несколько раз, ведь его примерный срок службы около 50 лет.

Геотекстиль может быть тканым, нетканым и вязаным. Тканый геотекстиль изготавливается путем перпендикулярного переплетения двух или более нитей. Жесткость такого материала из-за его структуры увеличивается при деформации. Нетканый геотекстиль создан из нитей, расположенных случайным способом, которые связаны химической пропиткой, иглопробивным способом или термообработкой. В данном случае особая структура материала обеспечивает высокую водонепроницаемость, что позволяет защитить земляное полотно от размыва. Вязаный геотекстиль подобен тканому, но расстояние между нитями больше. Таким образом, его структура напоминает мелкие ячейки. Из-за этого он обладает меньшими прочностными характеристиками, чем тканый геотекстиль, и его используют в качестве дренажного материала.

Геосетки созданы для армирования дорожной одежды [2]. Они препятствуют возникновению трещин, колеи и ям. Также их можно использовать при постройке грунтовых дорог, предотвращая их осыпание. В целом геосетки напоминают тканые геотекстилы, но с ячейками больших размеров.

Георешетки применяются при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Производятся из материалов высокой прочности – полипропилена и полиэтилена. Благодаря сотовой структуре в георешетки засыпается щебень или грунт, поэтому предотвращается их сдвиг в горизонтальной плоскости. Растягиваясь, таким образом, они создают прочный и устойчивый каркас. Превосходно подходят для возведения насыпей на мягких и рыхлых неоднородных грунтах.

Также георешетки используются для обеспечения сохранности откосов и склонов (рис. 1). Внешне материал выглядит как ячеистая конструкция, представленная в шахматном порядке. Транспортируется она в сложенном виде, занимая в несколько раз меньше места, чем в разложенном.

Преимущества использования георешетки:

- стойкость к грунтовым водам и неподверженность ультрафиолетовому излучению;
- удобство транспортировки к месту проведения строительных работ;
- простой процесс монтажа конструкции;
- увеличение эксплуатационного срока дорожного покрытия в местах наиболее интенсивного движения.



Рис. 1. Применение георешетки при возведении откосов насыпи

Геомембрана – это очередной геосинтетический материал, который применяется в строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог [2]. Основное сырье, из которого он состоит, это полиэтилен высокой плотности. В сложенном виде является рулоном, а в разложенном – ровным полотном (рис. 2).

Основных функций у геомембран всего две:

- они гидроизолируют нижние слои дорожной одежды, при этом поднимая всю влагу наверх;
- дополнительно армируют дорожную одежду.

Плюсы применения геомембран:

- снижение объема использования сыпучих строительных материалов за счет того, что они не смешиваются между соседними слоями;
- полное исключение заиливания слоев, которые подстилают дорожное покрытие;
- защита слоев дорожной одежды от размывания грунтовыми водами;
- в зимний период снижение давления на дорогу при промерзании грунта.



Рис. 2. Геомембрана в разложенном виде

Для достижения наилучших характеристик земляного полотна и дорожной одежды и обеспечения большего эксплуатационного срока можно применять одновременно несколько видов геосинтетических материалов (рис. 3).

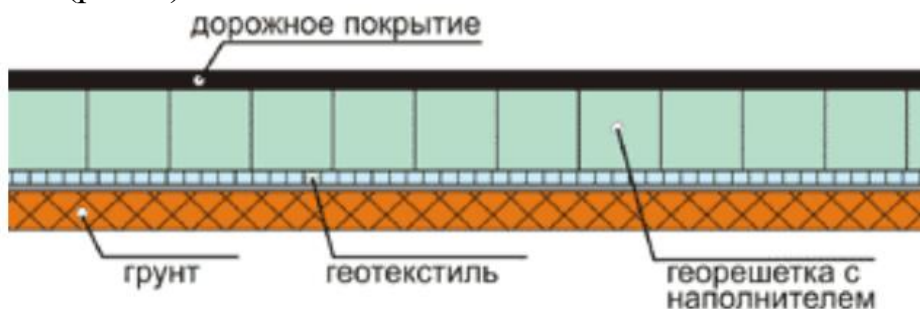


Рис. 3. Схема устройства дорожного полотна с использованием геотекстиля и георешетки



Исходя из изложенной в данной статье информации, можно сделать вывод, что развитие геосинтетических материалов привнесло в строительство автомобильных дорог много новых технологий. Улучшились физико-механические свойства земляного полотна и дорожной одежды, а также снизились объемы использования природных ресурсов. В будущем это позволит прокладывать качественные дороги в труднодоступных регионах нашей страны и при этом появится возможность осваивать новые лесосырьевые базы для добычи лесоматериалов там, где это раньше не представлялось возможным из-за большой удаленности от сетей автомобильных дорог.

#### *Список источников*

1. ГОСТ Р 55028–2012. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 октября 2012 г. № 557-ст. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200096150> (дата обращения: 09.11.2022).
2. ГОСТ Р 56419–2015. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для разделения слоев дорожной одежды из минеральных материалов. Технические требования : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 мая 2015 г. № 518-ст. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200121351> (дата обращения: 09.11.2022).

Научная статья  
УДК 625.85/86

## ВЛИЯНИЕ ШИПОВАННЫХ ШИН НА ДОРОЖНОЕ ПОКРЫТИЕ

Антон Васильевич Усенко<sup>1</sup>, Нина Андреевна Гриневич<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> toni\_usenko01@mail.ru

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

**Аннотация.** Износ дорожного покрытия при использовании шипованной резины актуален каждый год. При использовании шипованной резины увеличивается износ асфальтобетонного покрытия, вследствие чего дорожное покрытие нуждается в ремонте. Шипы стирают покрытие, при этом образуется колея или ямы и выбоины. В статье приведена статистика эксплуатации шипованных шин в разных странах, а также России. Также приведены небольшие исследования по износу покрытия и краткая информация влияния шипов на верхний слой дорожной одежды.

**Ключевые слова:** влияние шипов на покрытие, износ дорожного покрытия

Scientific article

## THE EFFECT OF STUDED TIRES ON THE ROAD SURFACE

Anton V. Usenko<sup>1</sup>, Nina A. Grinevich<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> toni\_usenko01@mail.ru

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

**Abstract.** Depreciation of the road surface when using studded tires is relevant every year. When using studded tires, the wear of the asphalt concrete pavement increases, as a result of which the road surface needs to be repaired. Automobile spikes erase the coating, while forming a rut or pits and potholes. The article provides statistics on the operation of studded tires in different countries, as well as in Russia. There are also studies on the wear of the coating and brief information on the effect of spikes on the upper layer of road clothing.

**Keywords:** the effect of spikes on the pavement, the wear of the pavement

Влияние шипованных шин на асфальт имеет серьезные последствия. В большинстве своем на многое влияет климат и способы укладки, а также структура дорожной одежды. Шипы могут изнашивать верхний слой дороги на 20–30 %. Также стирание верхнего дорожного слоя шипами влияет на уменьшение срока службы дорожного покрытия (рис. 1). Лабораторные исследования подтвердили, что при использовании шипованной резины увеличивается износ асфальта [1].

При использовании шипованной резины возникает колейность покрытия. Известно, что колея опасна и проезжать по такой дороге нужно предельно аккуратно.



Рис. 1. Стирание верхнего слоя от шипованных шин

Шипованная резина – одна из причин износа полотна. Как говорилось выше, является причиной возникновения колеи. Если провести замер образованной колеи на дороге в Екатеринбурге, то в случае пяти месяцев беснежной зимы колея может достигать от 2,5 до 4,0 мм. Наглядно это может быть заметно по износу полимерной разметки и по образованию шершавой колеи в отличие от гладкого асфальта, где не ездят машины.

В случае сложного рельефа и образования ледяной корки обязательно использовать шипованную резину, также можно эксплуатировать фракционную резину (рис. 2).

В скандинавских странах, таких как Норвегия или Швеция, доля шипованной резины, по последним данным, достигает 16 % в городах. Исследователи подчеркивают по статистике увеличение потока движения при снижении процента использования шипованной резины. С этим связано увеличение срока службы и эксплуатации верхнего слоя автомобильной дороги. В России же процент использования шипованной резины варьируется около 80 %.



Рис. 2. Зимние шипованные шины (а), фракционированные шины (б)

В процессе эксплуатации, как было сказано ранее, на поверхности покрытия происходит образование колеи (рис. 3). На каждой полосе движения могут образоваться одна или две колеи: внешняя, расположенная в полосе наката справа по направлению движения, и внутренняя, расположенная слева в полосе наката по направлению движения [2].

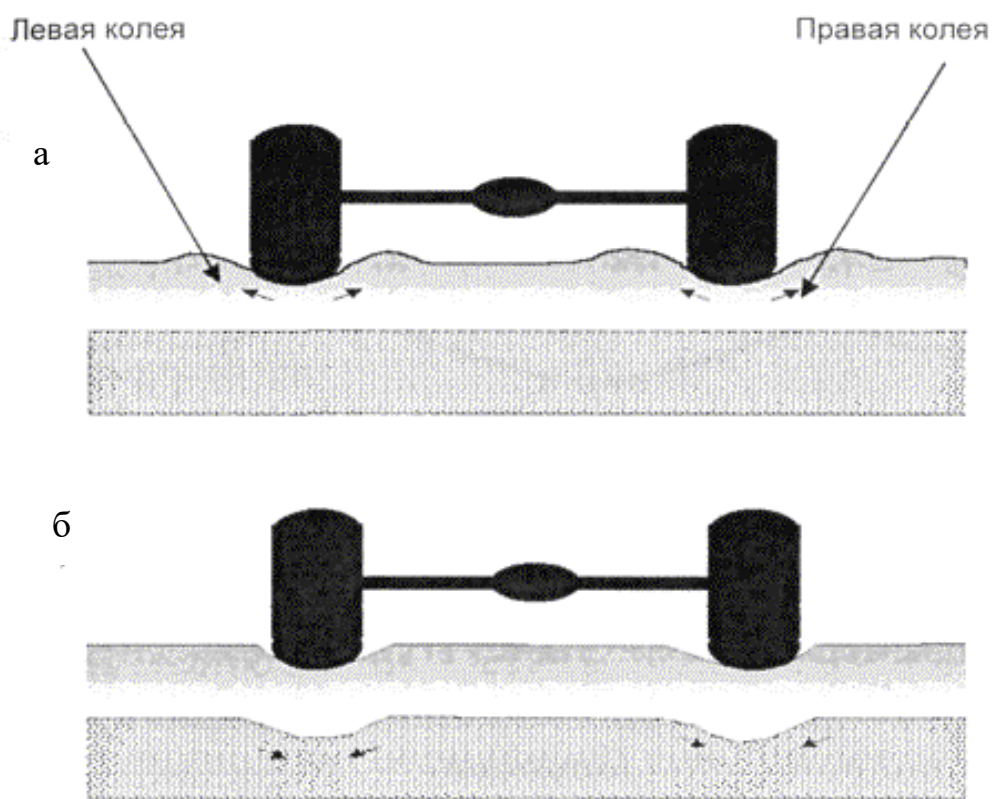


Рис. 3. Основные схемы образования колеи в покрытии:  
а – поверхностная колея; б – глубинная колея

Колея – это деформирование поперечного профиля проезжей части с образованием углублений и гребней вдоль полос наката вследствие неравномерного износа и накопления пластических деформаций в слоях дорожной одежды и земляного полотна.

Такая деформация, как колея, образуется при возникновении следующих факторов:

- внешние факторы – влияние нагрузки, природные условия, а также температура воздуха и солнечное излучение, состояние увлажненного земляного полотна;

- внутренние факторы – физико-механические характеристики дорожной конструкции: сдвигоустойчивость, структурное состояние, прочность и степень уплотнения дорожной одежды и земляного полотна, тип грунта и его свойства (рис. 4).

Основными факторами, влияющими на стойкость покрытия к износу от шипованной резины, являются состав асфальтобетонной смеси, свойства крупного заполнителя и качество органического вяжущего.

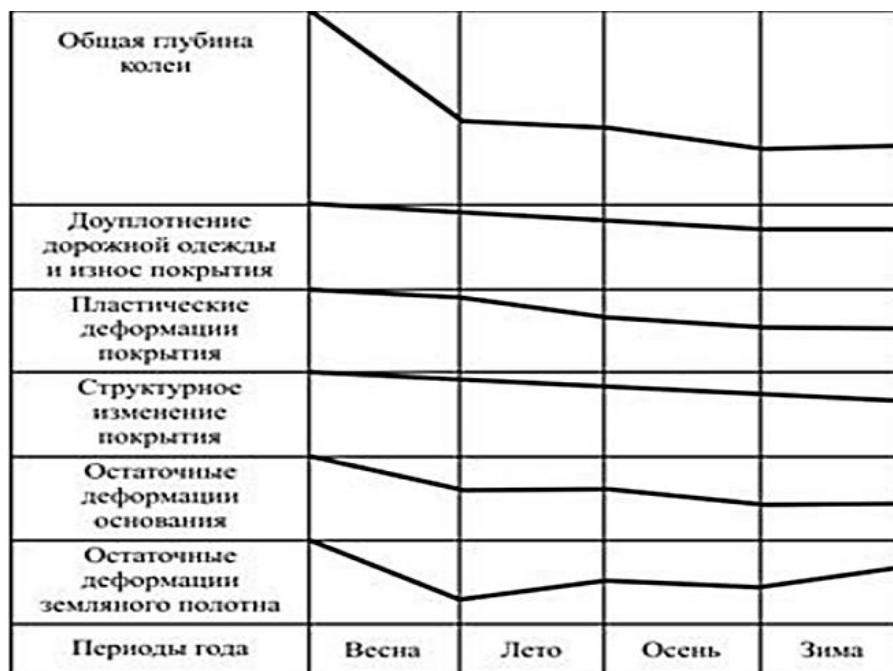


Рис. 4. Факторы, вызывающие появление колеи

*Состав асфальтобетонной смеси.* Показано, что ЩМА имеет большую износостойкость, чем плотные асфальтобетонные смеси [3]. Кроме самого асфальтобетона и его компонентов, на износ влияют температура и влажность покрытия. Причем влажность влияет сильнее, чем низкая температура. Покрытие, совмещенное с противогололедным реагентом, дольше сохраняется влажным, чем необработанное.

*Свойства крупного заполнителя.* Минерально-сырьевая база производства асфальтобетонных смесей должна быть обеспечена прочными каменными материалами.

*Качество органического вяжущего.* Применение модификаторов асфальтобетонных смесей улучшает показатели истираемости и обеспечивает хорошую адгезию с органическим вяжущим.

В статье рассмотрены причины возникновения дефектов дорожного покрытия, таких как колея, ямы, выбоины, приведены основные факторы, влияющие на стойкость дорожного покрытия.

*Список источников*

1. ГОСТ Р 50597–2017. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200147085> (дата обращения: 15.11.2022).

2. ПНСТ 181–2019. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения стойкости к колееобразованию прокатыванием нагруженного колеса. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164889> (дата обращения: 15.11.2022).

3. ПНСТ 183–2019. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164891> (дата обращения: 15.11.2022).

Научная статья  
УДК 625.042.2

## СТРОИТЕЛЬСТВО ЗИМНИХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ С УВЕЛИЧЕННЫМ СРОКОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Сергей Александрович Чудинов<sup>1</sup>, Константин Васильевич  
Ладейщиков<sup>2</sup>

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

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

<sup>2</sup> K1272@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрен один из возможных вариантов строительства зимних лесовозных дорог по технологии, обеспечивающей продление срока их эксплуатации, включающей замораживание и холодоизоляцию основания.

**Ключевые слова:** лесовозная дорога зимнего действия, тень, промерзание основания, увеличение срока эксплуатации

Scientific article

## CONSTRUCTION OF WINTER LOGGING ROADS WITH EXTENDED SERVICE LIFE

Sergey A. Chudinov<sup>1</sup>, Konstantin V. Ladeyshchikov<sup>2</sup>

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

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

<sup>2</sup> K1272@mail.ru

**Abstract.** The article considers one of the possible options for the construction of winter logging roads using technology that ensures the prolongation of their service life, including freezing and cooling of the base.

**Keywords:** logging road of winter action, shade, freezing of the base, increase in service life.

Заготовка леса напрямую зависит от существующей и продолжительно функционирующей транспортной сети. Лесовозная транспортная сеть состоит из разных участков дорог. Начиная от лесовозного уса (временный лесовозный путь), продолжая лесовозной веткой (ответвление от

магистрала) и заканчивая магистралью (лесовозная дорога). Лесовозные магистрали представляют собой капитальные дороги, т. е. дороги с твердым покрытием. В общей сети протяженность лесовозных магистралей составляет около 4 %, в то время как лесовозные усы и ветки – это преимущественно временные дороги без твердого покрытия – имеют протяженность до 96 %. Из этого следует, что вывозка леса при его заготовке напрямую зависит от транспортно-эксплуатационного состояния временных дорог.

Зимние лесовозные дороги экономичнее, и доля годового объема вывозки древесины по ним составляет более половины от общего объема. Временные лесовозные дороги зимнего действия определяют итоговый объем вывозимой из леса древесины и ее конечную стоимость.

Строительство лесовозных дорог зимнего действия начинается при устоявшихся постоянных отрицательных температурах и наличии снежного покрова. В каждом регионе России данный период наступает по-разному, т. е. общее количество дней, «пригодных» для строительства и эксплуатации зимних лесовозных дорог, ограничено своими климатическими условиями. В северных регионах этот срок более продолжительный, чем в южных [1].

В центральной части Свердловской области общее количество дней с постоянными отрицательными температурами составляет около 140. Можно сказать, что это «золотые дни», и их необходимо использовать максимально для эксплуатации дороги, т. е. строительство должно быть максимально быстрым, насколько позволяют ресурсы.

Сокращение сроков строительства участков лесовозных дорог, расположенных непосредственно в лесу (лесовозные усы и ветки), увеличивает срок «зимней лесной экспедиции», поэтому сроки необходимо сокращать путем переноса подготовительных работ и части строительных работ на осенний период.

В данном случае актуальным является правильно выбрать место прокладки и направление участков дороги (лесовозные усы и ветки), вовремя начать строительство лесовозной дороги (вовремя стартовать, т. е. до понижения температуры), максимально ускорить сроки строительства, максимально продлить срок эксплуатации дороги, затем летом восстановить покрытие, обеспечивающее проезды пожарной техники, а осенью начать подготовку к предстоящему лесозаготовительному сезону.

Важными факторами продления срока эксплуатации зимней лесовозной дороги, помимо основных (температура и влажность окружающей среды, осадки), являются интенсивность и состав движения на дороге, тип покрытия (снежные, снежно-ледяные, ледяные) и температура покрытия.

Всемирно известна, а во многих научных трудах обоснована и доказана разница физических свойств предметов (в нашем случае – это покрытие и основание автомобильной дороги), которые находятся под влиянием



прямых солнечных лучей и которые находятся в тени от солнечных лучей. Другими словами, для нашего случая снег или лед в тени дольше сохраняет свои свойства (т. е. они не тают).

Тень – это пространственное оптическое явление в виде спроецированной на поверхность темной области (пятна), где свет от источника света (в нашем случае солнца) блокируется непрозрачными высокими объектами (например, деревьями или искусственно созданными экранами). С помощью искусно наведенной тени, т. е. проложив зимнюю дорогу в тени высоких деревьев, можно до 20 дней продлить ее эксплуатационное состояние.

В работе [2] особое внимание уделено влиянию затенения участка автомобильной дороги на физические свойства покрытия. Доказана значительная разница температуры поверхности дороги в дневные часы между освещенной поверхностью земли (дороги) и затененной. Разница в температуре покрытия дороги приводит к разным физическим ее свойствам и их продолжительности и скорости деформаций (двукратная разница физических свойств). Разная температура (в тени и на Солнце) передается в толщу основания дороги, где происходят соответствующие температуры изменения физических свойств грунтов.

Траектория Солнца в дни летнего солнцестояния, осенне-весеннего равноденствия и зимнего солнцестояния разная [3]. Зимой и в весенне-осенний периоды высота стояния Солнца меньше, чем летом, это обусловлено недостаточным прогревом. Поэтому солнечные лучи зимой не оказывают такого обогревающего воздействия на поверхность земли, как это происходит в весенний и летний периоды.

Траектория весеннего Солнца, его высота, а также направление дороги, расстояние от преграды до кромки проезжей части, высота преграды непосредственно влияют на продолжительность стояния тени, которая из этих условий вычисляется в рассматриваемой методике [2]. Из данной методики в общих чертах следует, что планировать трассу лесовозной дороги для обеспечения ее максимальной эксплуатации необходимо со смещением к высоким преградам (деревьям), расположенным с правой стороны по ходу движения автомобиля (случаи 1–2) и наоборот (случаи 3–4) (рис. 1).

Расчетные случаи расположения дороги на местности, представлены в таблице [2].

Чем выше интенсивность движения и тяжелее состав транспортных лесовозных средств, тем покрытие дороги больше подвержено деформациям, способным полностью его разрушить. В зимнее время хороший инструмент, способный поддерживать и восстанавливать покрытие дороги, – это отрицательные температуры, которые замораживают не только покрытие (лед или снег), но и основание (местные грунты), тем самым упрочняют лесовозную дорогу в целом [4].

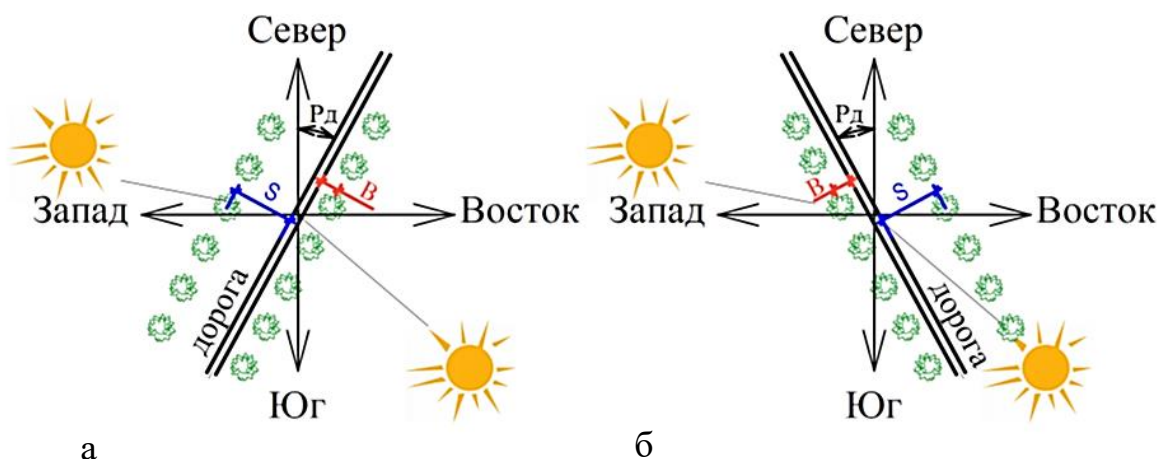


Рис. 1. Схема определения румба направления дороги:  
 а – случаи 1–2; б – случаи 3–4 [2]

### Расчетные случаи расположения дороги

Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4
Румб дороги менее $45^\circ$ (четверти СВ-ЮЗ)	Румб дороги более $45^\circ$ и равен $45^\circ$ (четверти СВ-ЮЗ)	Румб дороги менее $45^\circ$ и равен $45^\circ$ (четверти СЗ-ЮВ)	Румб дорог и более $45^\circ$ (четверти СЗ-ЮВ)

*Примечание.* СВ – северо-восток, СЗ – северо-запад, ЮВ – юго-восток, ЮЗ – юго-запад.

Решающим этапом строительства зимней лесовозной дороги является замораживание покрытия и основания шириной до 10 м глубиной до 700 мм. Для этого необходимо при начальных отрицательных температурах и снеговых осадках регулярно чистить снег шириной до 10 м.

По сроку промерзания основания лесовозной дороги на нужную глубину необходимо нарастить высоту колеи от колесной техники путем уплотнения и оплавления снега до 200–300 мм. Таким образом образуются ледяные колеи на промороженном основании.

Дальше в ходе эксплуатации дороги замороженное состояние грунтов основания необходимо сохранить, т. е. изолировать от окружающей изменчивой температуры наружного воздуха, по принципу работы термоса, т. е. прекратить холодоотдачу. Чем дольше будет сохранено замороженное основание зимней дороги, тем дорогу можно дольше эксплуатировать [5].

Изоляция покрытия не должна перекрывать колеи шириной по 1,0 м каждая, оставляя их открытыми для непосредственного контакта с колесами лесовозного автомобиля, а замороженное основание и покрытие шириной 8,0 м должны быть изолированы. В данном случае рекомендуется использовать шлак (отход металлургического производства) толщиной 200–300 мм.

После устройства изоляции из шлака необходимо нарастить и уплотнить защитный слой из снега толщиной до 200 мм на всей ширине дорожной полосы (5,0 м одна полоса движения, другую полосу движения рекомендуется выполнить отдельно на достаточном расстоянии для создания тени), стараясь, чтобы следы от колесной техники располагались над ранее выполненными ледяными колеями (возможно применения современного навигационного оборудования).

Защитный снежный слой поверх изоляционного слоя будет служить как дополнительная изоляция и дополнительный слой, отражающий солнечные лучи, предохраняющий слой шлака от нагревания (рис. 2).

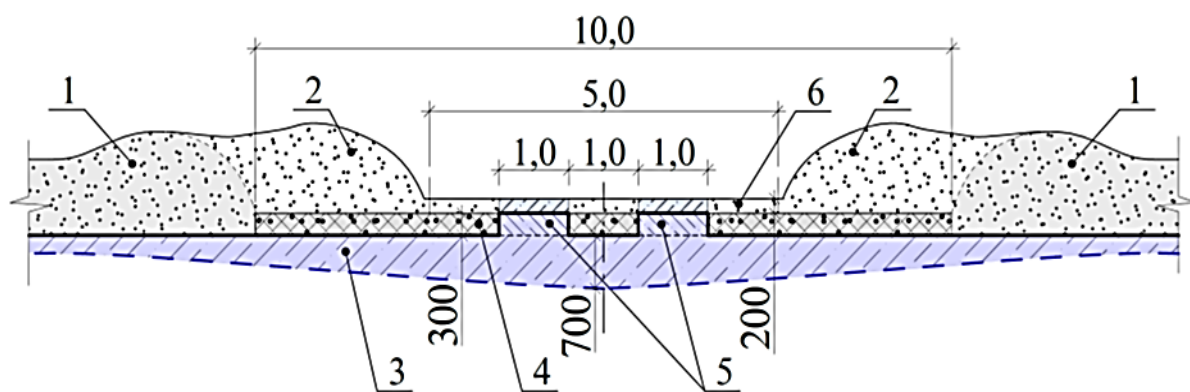


Рис. 2. Поперечный профиль дороги:

- 1 – снежный покров в период замораживания; 2 – снежный покров в период эксплуатации; 3 – примерзший грунт основания; 4 – слой теплоизоляции; 5 – колеи изо льда; 6 – защитный снежный слой

Строить сезонную дорогу зимнего действия надо быстро, ремонтировать постоянно (постоянный мониторинг и уход) и правильно (не создавая помех лесовозному транспорту), в целом это позволит увеличить срок эксплуатации зимней дороги при всех равных климатических условиях до 50 дней.

#### Список источников

1. Чудинов, С. А. Проектирование и строительство автомобильных дорог в сложных природных условиях : учебное пособие / С. А. Чудинов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. – 96 с.
2. Ильин, С. В. Обеспечение сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий исходя из условий их эксплуатации : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ильин С. В. – Москва, 2004.
3. Щепетков, Н. И. Сборник задач по архитектурной светологии. Часть вторая : Свет Солнца в архитектуре / Н. И. Щепетков. – Москва : МАРХИ, 2011. – 140 с.

4. Чудинов, С. А. Повышение надежности лесовозных дорог в условиях изменения климата / С. А. Чудинов, О. Н. Байц // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Международной научно-практической конференции (Гомель, 25–26 ноября 2021 г.) : в 2 частях. Часть 2. – Гомель : БелГУТ, 2021 – С. 46–48.

5. Чудинов, С. А. Адаптационные технологии в строительстве лесовозных дорог в условиях изменения климата / С. А. Чудинов // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2010. – № 2 (9). – С. 76–81.

Научная статья  
УДК 624.138.232

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Сергей Александрович Чудинов<sup>1</sup>, Николай Васильевич Ладейщиков<sup>2</sup>  
<sup>1, 2, 3</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбу-  
бург, Россия  
<sup>1</sup> chudinovsa@m.usfeu.ru  
<sup>2</sup> uralberg@yandex.ru

**Аннотация.** Укрепление местных грунтов является актуальной темой в строительстве автомобильных дорог в лесной зоне. Применение отходов-целлюлозно-бумажного производства в качестве добавки позволяет разрабатывать цементогрунтовые смеси с заданными физико-механическими характеристиками для устройства слоев дорожных одежд лесовозных автомобильных дорог.

**Ключевые слова:** отходы ЦБК, лесовозные дороги, укрепление грунтов, цементогрунтовые слои, лигносульфонаты

Scientific article

## USE OF PULP AND PAPER WASTE INDUSTRY IN THE CONSTRUCTION OF LOGGING HIGHWAYS

Sergey A. Chudinov<sup>1</sup>, Nikolay V. Ladeyshikov<sup>2</sup>  
<sup>1, 2, 3</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia  
<sup>1</sup> chudinovsa@m.usfeu.ru  
<sup>2</sup> uralberg@yandex.ru

**Abstract.** The strengthening of local soils is a hot topic in the construction of roads in the forest zone. The use of waste-pulp and paper production, as an additive, makes it possible to develop cement-ground mixtures with specified physical and mechanical characteristics for the device of layers of road clothes of logging roads.

**Keywords:** waste pulp and paper mill, logging roads, soil reinforcement, cement-soil layers, lignosulfonates

Сегодня без бумаги невозможно себе представить современный мир. Книжная и газетная бумага, наличные купюры, квитанции, картон для упаковки, тетради, салфетки и многое другое – все это продукты целлюлозно-бумажной промышленности. Большая потребность в продукции этой отрасли определяет большой объем выпуска целлюлозы. Целлюлоза – это растительный полисахарид, являющийся самым распространенным органическим веществом. Волокна целлюлозы служат основой для бумаги.

Бумажное производство не только выбрасывает химические вещества в атмосферу, загрязняет природные водные объекты, но и создает огромное количество промышленных отходов (рисунки).



Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат

Лигнин (лат. *Lignum* – дерево) – сложный по своей структуре природный полимер, входящий в состав растений, продукт биосинтеза. В растении лигнин связан с целлюлозой структурой, подобной железобетону (лигнин подобен бетону, микроволокна целлюлозы – арматуре) в первую очередь прочностью.

В целлюлозно-бумажном производстве в результате переработки древесного сырья образуются водорастворимые формы лигнина. Существуют два основных способа варки целлюлозы: сульфатный и сульфитный. Лигнин, образуемый сульфатным способом, в основном утилизируется сжиганием на самих целлюлозных производствах. Растворы сульфитных лигнинов (лигносульфонаты) в большом количестве накапливаются в хранилищах и частично попадают в водные ресурсы вместе со сточными водами бумажных комбинатов.

В производстве целлюлозы доля лигносульфонатов в сульфитных щелоках составляет 55–60 % для хвойных пород и примерно 30–37 % для лиственных [1].

Наиболее перспективными методами утилизации промышленных отходов являются не захоронение и ликвидация (сжигание), а дальнейшая их переработка с целью получения вторичного сырья для различных отраслей промышленности.

Многотоннажные отходы целлюлозно-бумажной промышленности в последнее время все чаще привлекают внимание исследователей и производителей.

Развитие лесозаготовительной отрасли напрямую связано с развитием лесовозных дорог. Эксплуатационные качества лесовозной дороги, как и обычной автомобильной дороги, определяются безопасностью и удобством проезда по дороге, ее пропускной способностью и зависят от ее технического состояния. Лесозаготовки перемещаются на все новые лесные территории, где необходимо построить лесовозную дорогу.

В большинстве случаев рядом с местом строительства дороги нет каменных материалов и требуется подвоз их с далекого расстояния.

Для снижения стоимости и сроков строительства автомобильной дороги можно рекомендовать использование местных материалов, которые имеются в наличии рядом с непосредственным местом строительства дороги.

В нашей стране все чаще для строительства лесных дорог лесохозяйственного назначения используют укрепленный минеральными вяжущими местный грунт. Укрепление происходит методом смешения местного грунта, вяжущего и различных модифицирующих добавок на месте строительства дороги специализированным потоком, состоящим из дорожно-строительной техники, выполняющим операции по заданной технологией последовательности. В результате укрепленный грунт не уступает по показателям прочности каменным материалам, которые традиционно применяются в дорожном строительстве.

При строительстве автомобильной лесовозной дороги актуальной задачей является увеличение технологического срока укладки смеси на основе портландцемента и модифицирующих добавок [2], т. е. увеличение срока гидратации минерального вяжущего при обеспечении всех требуемых свойств полученной смеси.

По результатам исследований можно сделать вывод, что бетоны с модифицированными лигносульфонатами, твердеющие как в обычных температурах, так и при тепловой обработке, превосходят по характеристике морозостойкости бетоны с другими добавками [3]. Кроме того, установлено, что морозостойкость бетонов с пластификаторами увеличивается в 2–4 раза по сравнению с таковой у бездобавочного бетона.

Различными работами доказана эффективность использования в бетонных смесях лигносульфонатов технических и комплексных добавок на их основе. Применение комплексных добавок позволяет экономить до 20 % цемента в смеси за счет снижения ее водопотребности. Кроме того, лигносульфонат является добавкой с функцией замедлителя [4]. Добавка модифицированных лигносульфонатов снижает водопотребность цементогрунтовой смеси, что является важным фактором при строительстве цементогрунтовых слоев. Полимерные, пластифицирующие и модифицирующие добавки позволяют разрабатывать цементогрунтовые смеси с заданными физико-механическими характеристиками в зависимости от местных условий и характеристик местных грунтов в строительстве лесовозных автомобильных дорог.

Инновационные материалы с заданными химико-физическими свойствами на основе отходов целлюлозно-бумажного производства позволяют создавать укрепленные грунты с высокой прочностью, водо- и морозостойкостью, трещиностойкостью.

#### *Список источников*

1. Сапотницкий, С. А. Использование сульфитных щелоков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Лесная промышленность, 1981. – 224 с.
2. Чудинов, С. А. Повышение эффективности укрепления грунтов портландцементом со стабилизирующей добавкой / С. А. Чудинов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 163.
3. Чудинов, С. А. Исследования влияния технологических факторов на прочность цементогрунтов / С. А. Чудинов // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2010. – № 1 (8). – С. 46–52.
4. Зайцев, П. А. Цементные бетоны с добавкой гранулированного пластификатора пролонгированного действия : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Зайцев П. А. – Белгород, 2008.



Научная статья  
УДК 69.055

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВТОРИЧНОГО ЩЕБНЯ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Сергей Александрович Чудинов<sup>1</sup>, Стефан Михайлович Морозов<sup>2</sup>

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

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

<sup>2</sup> 24m11s00m@mail.ru

**Аннотация.** В последнее время исследования ориентированы на отбор новейших экологически чистейших, а также недорогих строительных материалов. Данные изучения направлены на увеличение сырьевой базы по производству строительных материалов дорожного направления. При применении вторичных ресурсов формируется вероятность достижения уменьшения производственных потерь в строительной промышленности. В особенности это относится к таким регионам, в которых имеется нехватка каменных материалов для постройки автомобильных путей.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, вторичный щебень, дробильный ковш

Scientific article

## PROSPECTS FOR THE USE OF SECONDARY CRUSHED STONE IN ROAD CONSTRUCTION

Sergey A. Chudinov<sup>1</sup>, Stefan M. Morozov<sup>2</sup>

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

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

<sup>2</sup> 24m11s00m@mail.ru

**Abstract.** Recently, research has focused on the selection of the latest environmentally friendly, as well as inexpensive constructing materials. These studies are chasing an increase in the raw material base for the production of road construction materials. When using secondary resources, the probability of achieving a reduction in production losses in the construction industry is formed. This is especially true in regions where there is a shortage of stone materials for the construction of highways.

**Keywords:** highway, secondary crushed stone, crushing bucket

Наиболее часто используемым материалом, применяемым при постройке и ремонте, считается щебень, который является минеральной базой конструктивных элементов дорожных одежд. От его качества во многом зависит состояние автомобильных дорог. Щебень применяется в слоях основания и в покрытии автомобильных дорог.

В нашей стране единый объем изготовления каменных материалов (щебень, гравий, песок) – приблизительно 140 млн м<sup>3</sup> в год, при этом около 50 % его применяется в дорожном строительстве. Если подсчитать, мировые размеры изготовления щебня превосходят 3 млрд м<sup>3</sup> в год и стоимость за него абсолютно во всех странах за минувшие 50 лет возросла в 2,5–3,0 раза.

В настоящее время большая часть щебеночных карьеров никак не может гарантировать высокое качество собственной продукции, так как применяют устарелое и изношенное спецоборудование. По этой причине многочисленные дорожно-строительные компании с целью увеличения качества используемого материала покупают щебень больших фракций и далее перерабатывают его в личных дробильно-сортировочных линиях. Вспомогательные стадии дробления и спецоборудование дают возможность получать щебень кубовидной формы, нужный в изготовлении высококачественных асфальтобетонных и щебеночно-мастичных смесей для верхних слоев покрытий автомобильных дорог и автомагистралей [1].

Одним из многообещающих направлений извлечения щебеночных материалов считается применение техногенных остатков: металлургических шлаков, вторичного щебня из дробленого бетона, а кроме того, золошлаковых отходов ГРЭС [2]. Вторичным именуется использованный материал, полученный при измельчении строительных отходов, переработке остатков от снятия прежнего цементобетонного покрытия дорог, сносе зданий и других пришедших в плохое состояние объектов капитального строительства. Вследствие технологического процесса производства стоимость подобного вторичного щебня значительно ниже, нежели у щебня из природных каменных материалов.

Миновав вспомогательную обработку линией дробления и просеивание на фракции, вторичный щебень, по сути, никак не отличается от естественных каменных материалов. Но характерной чертой вторичного щебня считаются невысокие характеристики морозостойкости, значительная лещадность, а также неоднородность физико-механических показателей в зависимости от фракции материала.

Одной из результативных технологий извлечения вторичного щебня считается применение дробильных ковшей, монтирующихся на экскаваторы (рисунок). Дробильные ковши используются с целью измельчения и дробления кирпича, бетона, гранита, асфальта, стройкомпонентов.



Получение вторичного щебня с помощью дробильного ковша

Основными плюсами данной спецтехники считаются экономичность, легкость использования, а кроме того, универсальность. Отсутствует потребность перевозить строительные отходы при демонтаже сооружений к участку местоположения предприятия. Кроме того, исключается потребность в приобретении полноценной дробильной установки. В период деятельности дробильного ковша, прикрепленного к стреле экскаватора, полученные размельченные остатки возможно сгружать напрямую в спецконтейнер либо кузов. Вследствие указанного превосходства возникает вероятность уменьшить расходы на плату работникам, а также сократить количество единиц спецтехники, пребывающей на площадке выполняемых работ.

В соответствии с ГОСТ 32495–2013 щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленого бетона, а также железобетона в зависимости от технических характеристик имеют все шансы применяться в качестве заполнителей для бетонов и растворов разного направления, использованных материалов для оснований автомобильных дорог, оснований взлетно-посадочных полос, а также перронов аэродромов, устройства обочин, в качестве компонентов готовых смесей с целью рекультивации, благоустройства и распланировки территорий.

Область использования вторичного щебня в дорожном строительстве крайне широка, что способствует значительному уменьшению цены строительно-монтажных работ, а также, помимо этого, усовершенствованию природоохранной нагрузки путем утилизации данных техногенных отходов.

*Список источников*

1. Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог : монография / Д. Г. Неволин, В. Н. Дмитриев, Е. В. Кошкарлов [и др.] ; под ред. Д. Г. Неволина, В. Н. Дмитриева. – Екатеринбург : УрГУПС, 2015. – 291 с.

2. Чудинов, С. А. Исследование свойств щебеночно-песчаных смесей металлургических шлаков для устройства монолитных оснований дорожных одежд / С. А. Чудинов, В. А. Ращектаев // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – URL: <http://www.science-education.ru/118-14056> (дата обращения: 20.11.2022).

Научная статья  
УДК 625.7

## ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Сергей Александрович Чудинов<sup>1</sup>, Андрей Михайлович Чернавин<sup>2</sup>

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

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

<sup>2</sup> chernavin\_a@list.ru

**Аннотация.** Необходимость вторичного использования техногенных отходов – металлургических шлаков – в дорожном строительстве является актуальной темой на данный момент времени. В статье рассмотрены основные причины и следствия потребности в повторной переработке и использовании ископаемых материалов. Приведены результаты исследования, подтверждающие ряд преимуществ в использовании шлаков для дорожного строительства.

**Ключевые слова:** автомобильные дороги, металлургические шлаки, строительство, техногенный отход

Scientific article

## RECYCLING OF METALLURGICAL SLAG IN ROAD CONSTRUCTION

Sergey A. Chudinov<sup>1</sup>, Andrey M. Chernavin<sup>2</sup>

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

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

<sup>2</sup> chernavin\_a@list.ru

**Abstract.** The need for the secondary use of man-made waste - metallurgical slags in road construction is an urgent topic at this point in time. The article considers the main causes and consequences of the need for recycling and use of fossil materials. The results of the study confirming a number of advantages in the use of slags for road construction are presented.

**Keywords:** highways, metallurgical slag, construction, man-made waste

Ежегодно из государственного бюджета выделяются средства на реализацию строительства дорог, часть из которых идет на приобретение необходимых материалов, используемых для создания дорожного полотна. В сегодняшних экономических условиях материалы, которые часто используются для асфальтобетонных смесей в дорожном строительстве, имеют весьма высокую цену по сравнению с таковой отходов промышленности и вторичных ресурсов. И в то же время металлургические отходы, которым необходимо более широкое практическое применение и которые уже внедрены в дорожном строительстве, имеют очень большие объемы. Так, в Свердловской области Серовский завод ферросплавов и Серовский металлургический завод (СМЗ) ежегодно производят до 3 млн т шлаков и около 76 млн т шлаков накоплено в отвалах [1].

Если же рассмотреть природные материалы, используемые для строительства, то надо сказать, что с каждым годом их производство требует все большего количества карьеров, а также разработки уже существующих, что чревато серьезными последствиями, так как при разработке карьеров нарушается почвенный покров, вырубается деревья, нарушается балансовый режим подземных вод. Если говорить в общем, то это сильное ухудшение и нарушение природного ландшафта территории.

Применение шлаков (щебня, песка) в строительстве дорог дает решение сразу нескольких проблем: заменить используемые природные материалы шлаковыми отходными ресурсами, вследствие чего достичь понижения стоимости каменных материалов; сохранить окружающую среду путем улучшения условий охраны; использовать местные сырьевые ресурсы, содержащиеся как отходы в отвалах; сократить количество грузоперевозок и транспортировки; повысить качество автомобильных дорог при условии правильного технологического использования шлаковых материалов. Металлургические шлаки можно назвать побочными продуктами или отходами, получение которых происходит при выплавке стали и чугуна (рис. 1).

Металлургические отходы – это многокомпонентные системы, включающие оксид железа, оксид магния, оксид алюминия, диоксид кремния и оксид кальция, также эти оксиды содержат окислы марганца, фосфора, хрома, бария, серы, титана и т. п. Оксид кальция и особенно оксид алюминия придают шлаку гидравлические свойства, а содержание диоксида кремния снижает их. Такие соединения, как оксид железа, оксид магния, оксид марганца, сульфид кальция, сульфид марганца, содержатся в крайне малом количестве, однако могут оказывать заметное влияние на свойства шлаков [2].

Доменные шлаки, отвальный мартеновский СМЗ перерабатывает ЗАО «Магнит», который выпускает шлаковый щебень трех фракций (5–20, 20–40 и 40–80 мм) и может поставлять щебеночно-песчаные смеси, песок, широко применяющиеся в строительстве автодорог Свердловской области в настоящее время.

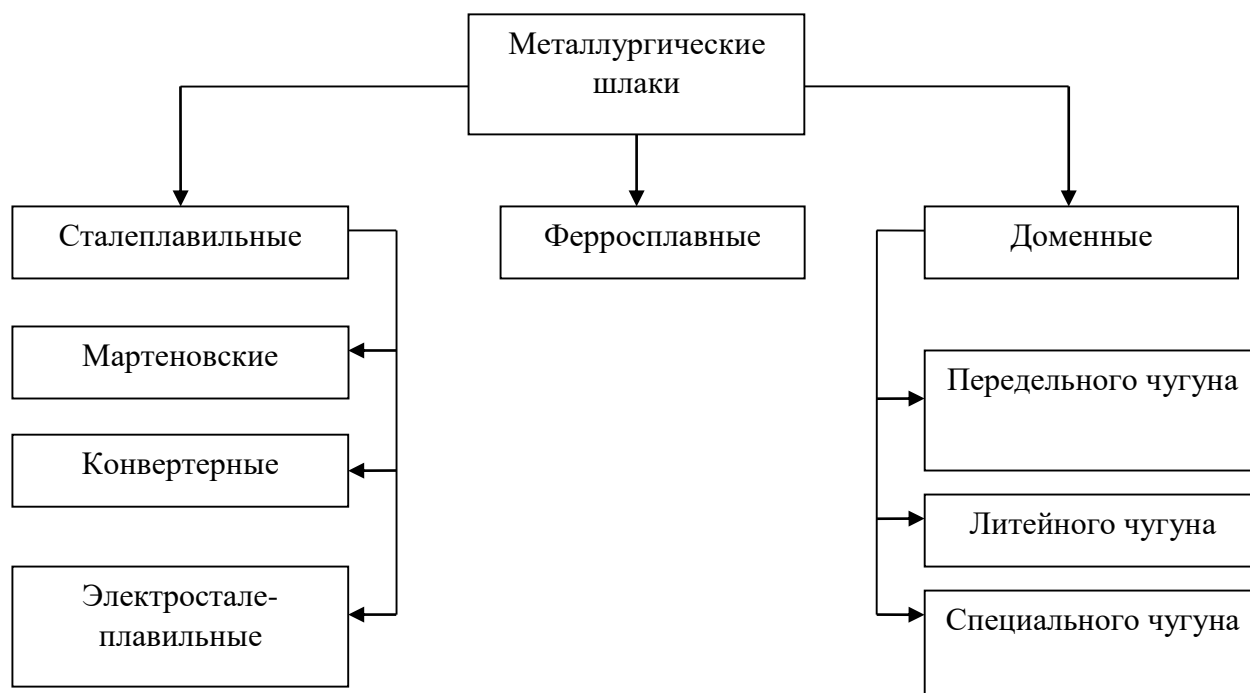


Рис. 1. Классификация шлаков по виду металлургического передела

Гранулометрический состав шлаковых смесей, который вырабатывается СМЗ, изготовлен в точности по ГОСТ 3344–83 «Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия» (табл. 1).

Таблица 1

Зерновой состав шлаковых смесей

Марка смеси	Максимальный размер зерен, мм	Полный остаток, % по массе, на контрольных ситах с размером ячеек, мм				
		50	40	20	5	0,16
С3	40	0–10	0–15	20–40	45–70	79–90
С4	40	0–10	0–15	40–60	70–85	90–95

Итоговые данные, полученные после испытания шлаковых материалов на их гидравлическую активность, показывают, что они улучшают прочность со временем и имеют способностью к самоомоноличиванию (табл. 2).

Физико-механические показатели шлаковых ресурсов СМЗ и требования ГОСТ 3344–83 представлены в табл. 3. Данные в табл. 3 подтверждают высокий уровень технических показателей материалов из металлургических шлаков.

Таблица 2

Результаты испытаний молотого шлака СМЗ на активность

Вид шлака СМЗ	Прочность при сжатии, МПа, после		
	пропаривания	естественного твердения в течение, сут.	
		7	28
Доменный	0,61	1,43	2,68
Сталеплавильный	0,47	1,21	1,90

Таблица 3

Физико-механические показатели шлаков СМЗ в соответствии с требованиями ГОСТ 3344–83

Показатели	Значение показателя на СМЗ		Требование ГОСТ 3344–83
	Доменные	Сталеплавильные	
1	2	3	4
Содержание металлических примесей, %	2,0	2,0	Не более 5
Содержание глины, %	–	–	Не более 5
Нормативный модуль упругости, МПа	480	–	–
Удельная эффективная активность естественных радионуклидов, А <sub>эфф</sub> , Бк/кг	360	360	Не более 740
Шлаковый щебень, фракция 10–20 мм			
Дробимость в цилиндре в сухом состоянии ГОСТ 5578-94, потеря в массе, %	17,6	17,8	До 25
Прочность, марка	1000	1000	Не ниже 1000
Устойчивость структуры: потеря в массе, %	8,1	2,6	Не более 7
марка по устойчивости	УС3(слабоус)	УС1(устойчивая)	Не ниже УС3
Активность: марка	ВА	ВА	А, ВА
прочность на сжатие образцов из молотого шлака, МПа	8,0	6,6	Св. 2,5
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	1020	1350	Не нормируется
Морозостойкость, марка	Мрз25	Мрз50	То же
Истираемость в полочном барабане: потеря в массе, %	28,0	24,1	До 25 для И I Св 25 до 35 для И II
марка по истираемости	И II	И I	



Окончание табл. 3

1	2	3	4
Песок из шлаков			
Модуль крупности, $M_{кр}$ , у.е.	1,09	2,01	Св. 1,0 до 1,5 – очень мелкий Св. 2,0 до 2,5 – средний
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	3,04	3,33	Не нормируется
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	1420	1400	Не нормируется
Содержание пылевидных и глинистых частиц, % масс.	–	–	Не более 5

Исследования, которые провели для определения эффекта «самоомоноличивания» шлаков в определенных условиях твердения в течение 28, 90, 180 и 360 дней показали, что прочность всех образцов из различных видов шлака в течение года постепенно возрастает [3].

Таким образом, следует сделать вывод, что применение шлаковых материалов на основе сталеплавильных и доменных шлаков СМЗ экономически выгодно для устройства монолитных оснований, ведь они позволяют:

- 1) увеличить срок годности монолитного основания за счет наличия способности данных материалов к увеличению в течение времени прочности основания в процессе их эксплуатации;
- 2) повысить надежность монолитного основания;
- 3) создавать монолитные основания без введения вяжущего, что способствует снижению энерго-, трудозатрат, объема материалов и стоимости строительства.

#### Список источников

1. Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог : монография / Д. Г. Неволин, В. Н. Дмитриев, Е. В. Кошкарров [и др.] ; под ред. Д. Г. Неволина, В. Н. Дмитриева. – Екатеринбург : УрГУПС, 2015. – 291 с.

2. О применении техногенных отходов металлургических предприятий в дорожном строительстве / Б. В. Белоусов, Ю. В. Сорокин, В. Н. Дмитриев [и др.] // Экологические проблемы промышленных регионов. – Екатеринбург : Гос. науч. центр «Уральский институт металлов», 2004.

3. Чудинов, С. А. Исследование свойств щебеночно-песчаных смесей металлургических шлаков для устройства монолитных оснований дорожных одежд / С. А. Чудинов, В. А. Рацектаев // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – URL: <http://www.science-education.ru/118-14056> (дата обращения: 20.11.2022).

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

Научная статья  
УДК 656.13

### АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ С УЧАСТИЕМ ВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ

**Сергей Александрович Андрианов<sup>1</sup>, Никита Алексеевич Ласточкин<sup>2</sup>,  
Ольга Сергеевна Гасилова<sup>3</sup>, Николай Павлович Безсолицин<sup>4</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> andrianov220679@mail.ru

<sup>2</sup> lasnik1998@mail.ru

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

<sup>4</sup> niibd@mail.ru

**Аннотация.** В статье приведен анализ ДТП с участием водителей транспортных средств юридических лиц на территории России, Свердловской области и г. Екатеринбурга. В результате проведенных исследований были выявлены основные нарушения ПДД. Для того чтобы исключить вероятность возникновения ДТП из-за нарушения конкретных пунктов ПДД с участием водителей предприятия необходимо провести дополнительное их обучение и инструктаж.

**Ключевые слова:** безопасность дорожного движения, водитель, транспортные средства, дорожно-транспортное происшествие

Scientific article

### ACCIDENT ANALYSIS INVOLVING DRIVERS OF VEHICLES OF LEGAL ENTITIES

**Sergey A. Andrianov<sup>1</sup>, Nikita A. Lastochkin<sup>2</sup>, Olga S. Gasilova<sup>3</sup>,  
Nikolai P. Bezsolitsin<sup>4</sup>**

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

<sup>1</sup> andrianov220679@mail.ru

<sup>2</sup> lasnik1998@mail.ru

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

<sup>4</sup> niibd@mail.ru

**Abstract.** An analysis of road accidents involving drivers of vehicles of legal entities on the territory of Russia, the Sverdlovsk region and Yekaterinburg is provided in the article. As a result of the studies, the main traffic violations were identified. In order to exclude the possibility of an accident due to violations of specific traffic regulations with the participation of drivers of the enterprise, it is necessary to conduct additional training and instruction

**Keywords:** road safety, driver, vehicles, traffic accident

В России за десять месяцев 2022 г. зарегистрировано 6360 ДТП по вине водителей грузовых автомобилей, в которых 8011 человек получили ранения и 956 человек погибли. По вине водителей автобусов совершено 2494 ДТП, в которых 112 человек погибло и 3711 человек получили ранения. Основные виды нарушений Правил дорожного движения (ПДД) в России, допущенные водителями транспортных средств, ставшие причиной ДТП, представлены на рис. 1 [1].

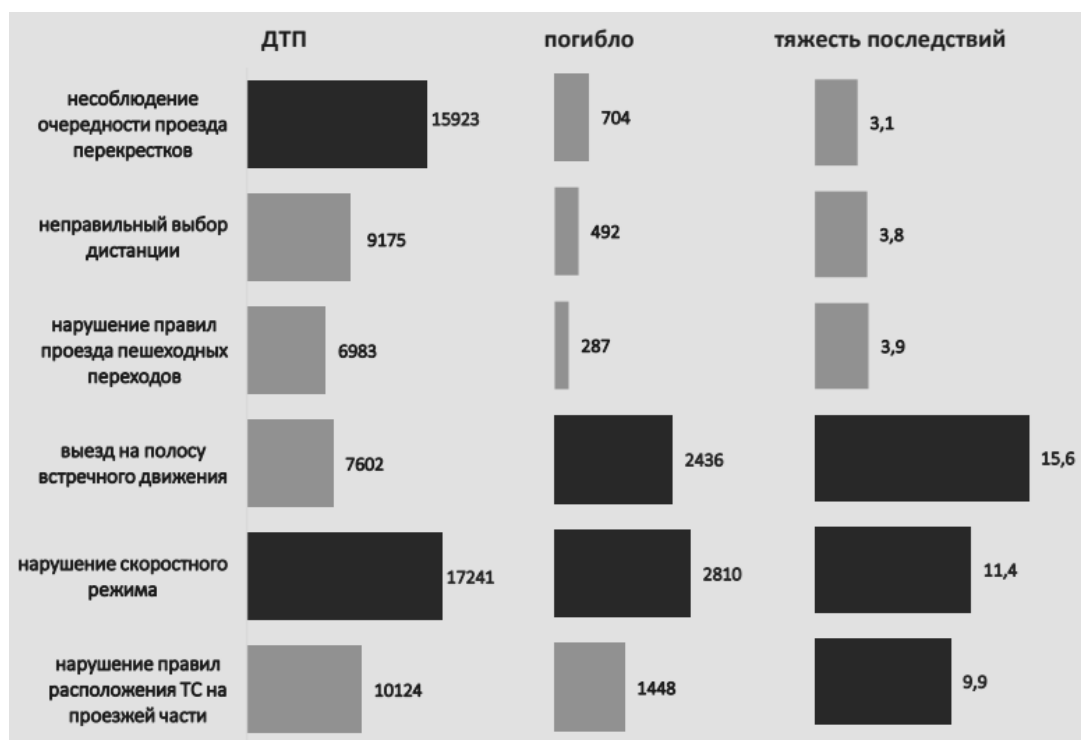


Рис. 1. Количество ДТП из-за основных видов нарушений ПДД водителями транспортных средств

Проведенный анализ статистики ДТП с участием водителей транспортных средств юридических лиц в Свердловской области и г. Екатеринбург показал, что снижение числа ДТП за последние три года не происходит (рис. 2, 3) [2, 3]. По-прежнему остается высоким процент совершенных ДТП, в которых гибнут и получают ранения разной степени тяжести люди.

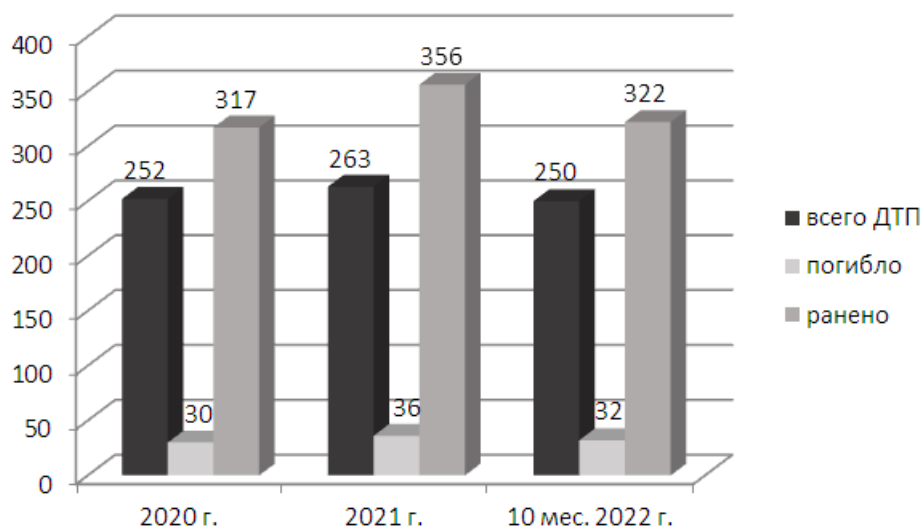


Рис. 2. Распределение числа ДТП с участием водителей транспортных средств юридических лиц в Свердловской области

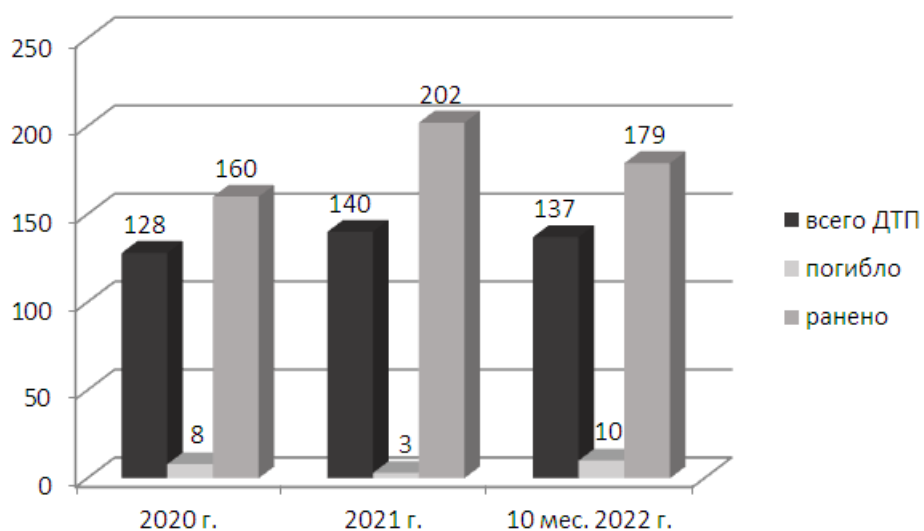


Рис. 3. Распределение числа ДТП с участием водителей транспортных средств юридических лиц в г. Екатеринбург

Объектом для исследования и оценки профессиональной надежности водительского состава стало одно из предприятий Свердловской области, расположенное в г. Сухой Лог. На рис. 4 показано распределение водительского состава данного предприятия по возрасту. Водители данного предприятия имеют возраст от 35 до 60 лет.

Большая часть водителей предприятия имеют категории «С, Е». Стаж работы водителей распределен на восемь интервалов, в каждом из которых указано конкретное число водителей соответствующих категорий, имеющих этот стаж работы (таблица).

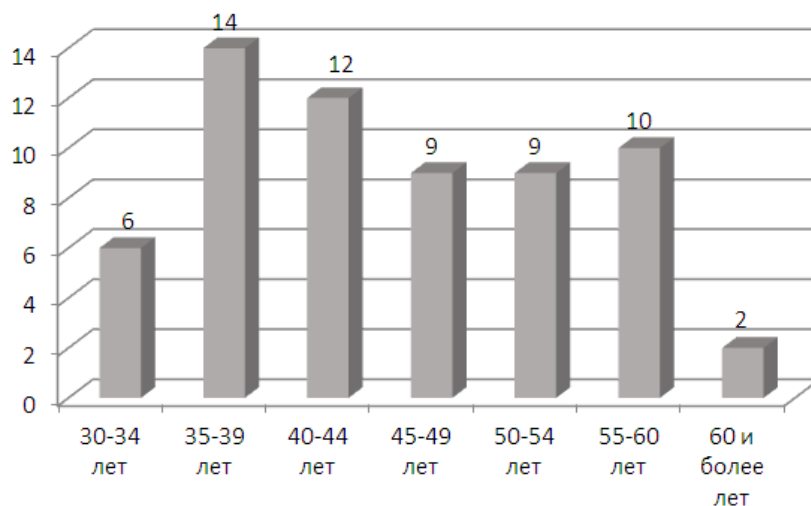


Рис. 4. Распределение водительского состава по возрасту

Распределение водительского состава предприятия по общему стажу работы и стажу работы по категориям

Стаж работы, лет	Количество водителей категории «С, Е»	Количество водителей категории «Е»
5–9 лет	2	1
10–14 лет	7	4
15–19 лет	9	6
20–24 лет	9	6
25–29 лет	10	9
30–34 лет	7	6
35–39 лет	5	8
40–44 лет	4	2

Одним из мероприятий повышения безопасности дорожного движения на предприятии является проведение оценки подготовленности водителей к выполнению трудовых функций (действий), что обусловлено требованиями законодательства в области обеспечения безопасности дорожного движения на территории Российской Федерации и требованиями трудового законодательства. В настоящее время проведено предварительное тестирование водительского состава, которое содержит два этапа оценки водителей предприятия категории «С» и «С, Е»: оценка знаний Правил дорожного движения; оценка знаний (специальный блок).

В результате проведенного исследования были сделаны следующие выводы: целесообразно проведение дополнительного обучения и инструктажа водителей предприятия по пунктам Правил дорожного движения, где допущены основные ошибки. Это позволит повысить профессиональную надежность водительского состава и способствует снижению числа ДТП.

*Список источников*

1. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 9 месяцев 2022 года // Министерство внутренних дел Российской Федерации. Научный центр безопасности дорожного движения : [сайт]. – URL: <https://media.mvd.ru/files/embed/4605723> (дата обращения: 01.12.2022).
2. Показатели состояния безопасности дорожного движения // Госавтоинспекция : [сайт]. – URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 01.12.2022).
3. О Правилах дорожного движения (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения»): постановление Правительства РФ от 23 октября 1993 г. N 1090 (ред. от 31.12.2020) ; (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022). – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_2709/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/) (дата обращения: 01.12.2022).

Научная статья  
УДК 656.11

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

Анна Сергеевна Гаврилова<sup>1</sup>, Ольга Викторовна Алексеева<sup>2</sup>,

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> annanikita1012@gmail.com

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

**Аннотация.** В статье приведены этапы развития точек зрения на принятие мероприятий в области обеспечения безопасности дорожного движения. Приведены статистические данные по дорожно-транспортным происшествиям и сделан вывод о необходимости движения автомобилей без водителей как способ обеспечения безопасности дорожного движения.

**Ключевые слова:** безопасность движения; автомобиль; дорога; интеллектуальные транспортные системы; дорожно-транспортное происшествие

Scientific article

## ENSURING ROAD SAFETY IN INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

Anna S. Gavrilova<sup>1</sup>, Olga V. Alekseeva<sup>2</sup>,

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

<sup>1</sup> annanikita1012@gmail.com

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

**Abstract.** The stages of the development of points of view on the adoption of measures in the field of road safety are presented in the article. Statistical data on road traffic accidents are presented and a conclusion is made about the need for driverless cars as a way to ensure road safety.

**Keywords:** traffic safety; automobile; road; intelligent transport systems; traffic accident

Автомобиль – источник повышенной опасности, т. е. он может причинять вред без желания владельца. Если на одну чашу весов положить пользу от автомобиля, а на другую вред, то мы увидим, что вреда от автомобиля больше, чем пользы. Число автомобилей в стране непрерывно увеличивается и приближается к 40 млн легковых и 4 млн грузовых, которые осуществляют порядка 65 % от всех перевозок. Ежегодно число легковых автомобилей в России увеличивается примерно на 1 млн единиц.

Если говорить о безопасности дорожного движения (БДД), то здесь картина не очень радостная. В последние годы в России совершается более 145 тыс. ДТП ежегодно, в которых погибает около 17 тыс. человек, из них примерно 40 % водителей, 30 % пешеходов и 30 % пассажиров (погибшими в ДТП считаются люди, умершие непосредственно в ДТП и в течение 30 суток после него), и травмируется около 200 тыс. человек. Ущерб от ДТП в России составляет по разным источникам от 2 до 3 % от объема ВВП. Кроме того из-за несоблюдения норм загрузки автомобилей наносится ущерб автомобильным дорогам в размере 2,6 триллиона рублей.

Если рассматривать ситуацию шире, то увидим, что в последнее десятилетие число погибших в ДТП на земном шаре было примерно равно 1 млн 200 чел. Но в последние годы, несмотря на напряженные усилия в области обеспечения БДД, число погибших в ДТП в год увеличилось до 1 млн 300 чел.

Посмотрим, каким путем мир движется к БДД. После того, как в 1896 году в Лондоне произошло 1-е ДТП с погибшим, понадобилось 13 лет для осознания развитыми странами необходимости принятия совместных мер по обеспечению БДД. В октябре 1909 г. в Париже была принята 1-я международная Конвенция о дорожном движении, текст которой разрабатывался с участием России. В тексте первой конвенции содержались и первые 4 дорожных знаков-символов, а не знаков-надписей, как настаивала Англия и впоследствии США. Первыми дорожными знаками были предупреждающие знаки «Неровная дорога», «Перекресток», «Опасный поворот», «Железнодорожный переезд», которые должны были устанавливаться за 250 м до указанной опасности. В конвенции были впервые сформулированы требования к водителям – возраст не менее 18 лет и наличие свидетельства на право управления транспортным средством. В последующих конвенциях все подробнее расписывались правила дорожного движения, и постепенно сформировалась парадигма обеспечения БДД – если выполнять требования ПДД, то ДТП не будет. Причем ПДД, основанные во всех странах на международных конвенциях, носят обвинительный против водителя характер. Для примера посмотрим пункт 9.10 ПДД, в котором требуемую дистанцию до движущегося впереди ТС, даже имея высшее образование, мало кто сможет определить. Или требования ПДД в пункте 10.1 о скорости движения.

В соответствии с установившейся парадигмой стали ужесточаться требования к участникам дорожного движения, усиливались наказания за нарушения ПДД. Но к абсолютной безопасности так и не пришли.

Примерно 10 лет назад на неудачах в обеспечении БДД на основе приведенной парадигмы была сформулирована новая парадигма обеспечения БДД – «в случившемся ДТП виноваты все» – кто проектировал дорогу, кто следил за содержанием дороги, кто разрабатывал ПДД, кто вел подготовку водителей и, конечно, сами водители. Хотя специалистам этот подход и хорошо известен, на практике его реализовать не просто.



Одновременно с утверждением последней парадигмы обеспечения БДД укреплялось понимание того, что требуется предпринять что-то кардинальное в обеспечении БДД. Подсказку давала статистика причин ДТП. Во всем мире и конечно в России от 65 до 85 % ДТП совершается по вине водителей. Такая же ситуация в авиации, на морском и речном флоте. Исключение составляет железная дорога, где по вине машиниста совершается не > 50 % аварий, но там нет процесса руления. Никакие курсы повышения мастерства водителей, обучение мастерству руления, контраварийная подготовка (которая в среде специалистов по БДД называется подготовкой будущих инвалидов) и т. д. ничего не изменили.

В результате пришли к следующему простому решению в обеспечении БДД – неисправимый, неподдающийся никакому моделированию водитель должен быть исключен из процесса управления движением ТС. По-другому говоря, автомобиль превращается в элемент интеллектуальной транспортной системы, которая включает очень большой комплекс оборудования (в том числе это относится и к автомобилю), позволяющему осуществлять сбор информации о движении ТС, загруженности дорог, случившихся ДТП и т. д. (детекторы транспортного потока, видеокамеры, интеллектуальные дорожные знаки, разметка и т. д.). Конечно, переход к ИТС будет не быстрым. По расчетам американских специалистов, затраты на оснащение 1 км дороги ИТ-средствами превышают в 2 раза затраты на ее строительство. Но мир надеется на то, что ИТС обеспечат БДД, оптимизацию маршрутов движения ТС, увеличат пропускную способность дорог на 20 %, сократят время на передвижение человека в течение жизни на 1 год, повысят качество пассажирских перевозок и т. д.

Внедрение отдельных элементов ИТС уже сейчас дает ощутимые результаты. По статистике, после установки средств фото- и видеофиксации нарушение скоростного режима и число ДТП сокращается на 30–50 %, смертность снижается на 15–30 %.

#### *Список источников*

1. Безопасные и качественные автомобильные дороги: Паспорт национального проекта / утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018. № 15. – URL: [http://btдрf.ru/Uploas/np\\_bkd.pdf](http://btдрf.ru/Uploas/np_bkd.pdf) (дата обращения: 09.12.2022).

2. ГОСТ Р 50597–2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля. – Введен 2018-06-01. – Москва : Стандартиформ, 2017. – 31 с.

3. О безопасности дорожного движения: Федеральный закон Российской Федерации от 10 декабря 1995. № 196-ФЗ – URL: [http://consultant.ru/const\\_LAW8585/](http://consultant.ru/const_LAW8585/) (дата обращения: 09.12.2022).

Научная статья  
УДК 62-1/-9

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ

**Илья Иванович Катяев<sup>1</sup>, Андрей Петрович Пупышев<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> ilya-kot@mail.ru

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

*Аннотация.* В статье рассмотрены причины отказа электрических бензонасосов и пути их устранения.

*Ключевые слова:* насос, ресурс, автомобиль, топливо, деталь

Scientific article

## RESTORATION OF ELECTRIC FUEL PUMPS

**Ilya I. Katyaev<sup>1</sup>, Andrey P. Pupyshev<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> ilya-kot@mail.ru

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

*Abstract.* The article discusses the causes of failure of electric gasoline pumps and ways to eliminate them.

*Keywords:* pump, resource, car, fuel, part

Современные экономические условия заставляют владельцев автомобилей зарубежного происхождения искать пути продления ресурса старых транспортных средств за счет ремонта ранее заменяемых агрегатов. Другой путь – строгое соблюдение всех рекомендаций по проведению профилактических мероприятий и понимание процессов изменения технического состояния деталей, агрегатов и систем автомобиля в целом на длительных сроках эксплуатации с целью предотвращения причин отказов.

Электрические топливные насосы относятся к системе питания автомобиля и являются мало обслуживаемыми агрегатами [2]. Выход из строя насоса приводит к невозможности запуска двигателя. Что особенно неприятно в зимнее время. Отказ этого агрегата обычно является внезапным и это сопровождается потерей времени не только на его замену, но и на поиск нужных для него деталей [1].

Отказ топливного насоса может произойти из-за некоторых факторов, которые нужно учитывать: конденсат, образующийся в топливном баке, некачественное топливо вызывают образование отложений и засорение топливного фильтра (рис. 1), вода, попавшая в полость насоса, может вызывать окисление металлических поверхностей, а именно статора и роликов, что приводит к заклиниванию ротора. При этом электрическая часть насоса остается в работоспособном состоянии.



Рис. 1. Пример засоренного топливного фильтра

Некачественное топливо и материалы приводят к окислению электрических контактов погружного бензонасоса. Из-за этого возрастает переходное сопротивление в цепи питания, следовательно, снижается производительность и давление, развиваемое насосом, что приводит к изменениям рабочих параметров двигателя, а значит снижению надежности [3].

Но если эту проблему можно устранить с помощью демонтажа агрегата с последующей очисткой контактов, то устранение заклинивания роликов в статоре насоса из-за коррозии сложный и трудоемкий процесс.

Предлагается два способа устранения заклинивания:

- химическая очистка внутренней полости насоса с помощью жидкостей типа WD-40;
- разборка корпуса насоса и устранение причины заклинивания.

Сложность второго способа заключается в последующей герметизации неразборного (завальцованного) корпуса. Эту проблему можно решить герметизацией развальцованной крышки с помощью армированной эпоксидной смолы (рис. 2).



Рис. 2. Топливный насос после герметизации эпоксидной смолой

Однако из выше перечисленных способов продления ресурса топливного насоса лучшим будет являться использование качественного топлива и промывка (очистка) топливных баков, что снизит риск повреждения элементов топливной системы автомобиля, а значит сэкономит денежные средства.

#### *Список источников*

1. Есюнин, Е. Г. Основы надежности машин : учебное пособие / Е. Г. Есюнин, В. Г. Новоселов, А. П. Панычев. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2009. – 155 с.

2. Гладов, Г. И. Устройство автомобилей : учебник для использования в образовательном процессе образовательных учреждений, реализующих программы среднего профессионального образования по специальности «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей» / Г. И. Гладов, А. М. Петренко. – 4-е изд., стер. – Москва : Академия, 2020. – 350 с.

3. Лянденбургский, В. В. Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. пособие по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» / В. В. Лянденбургский. – Пенза : Изд-во ПГУАС, 2016. – 155 с.

Научная статья

УДК 351.765.4:351.811.121: 656.085

## **СОСТОЯНИЕ АВАРИЙНОСТИ, СВЯЗАННОЙ С НАЕЗДОМ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ДИКИХ ЖИВОТНЫХ, ПО ТЕРРИТОРИИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Ольга Викторовна Конева<sup>1</sup>, Дмитрий Валентинович Демидов<sup>2</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> olka.kanevf@mail.ru

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

***Аннотация.*** В статье проведен анализ происшествий, связанных с наездом автотранспортных средств на диких животных по территории Свердловской области, а также выявлены причины таких происшествий.

***Ключевые слова:*** автомобиль, безопасность движения, дорога, дорожно-транспортное происшествие, наезд на животное

Scientific article

## **STATUS OF ACCIDENTS ASSOCIATED WITH RUN OF VEHICLES ON WILD ANIMALS ON THE TERRITORY OF THE SVERDLOVSK REGION**

**Olga V. Koneva<sup>1</sup>, Dmitry V. Demidov<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> olka.kanevf@mail.ru

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

***Abstract.*** The article analyzes the incidents associated with the collision of vehicles with wild animals in the Sverdlovsk region, and also identifies the causes of such incidents.

***Keywords:*** automobile, traffic safety, road, traffic accident, hitting an animal

Ежегодно на автомобильных и лесных дорогах России происходит значительное число происшествий, связанных с наездом на диких животных (лоси, косули, кабаны и др.), что причиняет весомый ущерб животному миру.

Необходимо отметить, что рост городов влечет стеснение территории мест обитания животных. Автомобильные дороги перерезают пути миграций, а транспортные развязки создают препятствия на пути переходов.

Увеличение доли городских жителей дает иллюзию уверенности избежать наезда на дикое животное, однако статистика происшествий показывает обратное.

Анализ аварийности, связанной с наездом автотранспортных средств на диких животных по территории Свердловской области, показывает, что в системе учета происшествий значительно различаются данные ГИБДД и Департамента по охране, контролю и регулированию использования животного мира в Свердловской области (табл. 1).

Таблица 1

Статистика наездов автотранспортных средств на диких животных по территории Свердловской области за 10 месяцев 2022 г.

Месяц года	Количество происшествий	
	Данные ГИБДД Свердловской области	Данные Департамента по охране, контролю и регулированию использования животного мира в Свердловской области
Январь	0	26
Февраль	0	7
Март	0	7
Апрель	1	22
Май	1	25
Июнь	3	41
Июль	5	28
Август	1	20
Сентябрь	7	29
Октябрь	3	25
<b>Всего за период</b>	<b>21</b>	<b>230</b>

Данные Департамента по охране, контролю и регулированию использования животного мира в Свердловской области за 10 месяцев 2022 г. показывают большее чем в 10 раз (!) количество наездов автотранспортных средств на диких животных в сравнении количеством с ДТП, оформленных в ГИБДД.

Значительная разница по двум источниками учета происшествий является следствием того, что в большем числе случаев наезда на дикое животное водитель скрывается с места происшествия.

Значительная часть наездов автотранспортных средств на диких животных совершается на автомобильных дорогах вне населенных пунктов. Однако в редких случаях наезды транспортных средств на диких животных совершаются в границах населенных пунктов либо вблизи границ.

Необходимо отметить, что статистические данные Департамента по охране, контролю и регулированию использования животного мира в Свердловской области в случае установления марки автотранспортного

средства не содержат сведений о типе транспортного средства (автобус, легковой или грузовой автомобиль) (табл. 2).

Таблица 2

Фрагмент оформления статистики наездов автотранспортных средств на диких животных за 10 месяцев 2022 г. (данные Департамента по охране, контролю и регулированию использования животного мира в Свердловской области)

Дата ДТП	Место ДТП	Описание	Сведения о животном после наезда	Сведения о транспортном средстве
01.01.2022 г.	1 км автодороги Екатеринбург – Реж – Алапаевск	Наезд на косулю (самка)	Погибло	Транспортное средство не установлено
...	...	...	...	...
17.04.2022 г.	48 км автодороги Красноуфимск – Арти – Касли	Наезд на косуль (самец, самка)	Погибли	Транспортное средство не установлено
...	...	...	...	...
09.06.2022 г.	31 км автодороги ЕКАД	Наезд на лося (самка)	Погибло	Транспортное средство не установлено
...	...	...	...	...
22.07.2022 г.	1 км автодороги Екатеринбург – Тюмень	Наезд на косулю (самка)	Погибло	Транспортное средство фирмы Scania
<i>Примечание.</i> Нет сведений о наездах, оформленных в ГИБДД.				

Наезды на диких животных преимущественно совершаются в весенне-летне-осенний период со спадом в зимний период.

Наиболее часто наезды автотранспортных средств совершаются на копытных диких животных – лосей и косулей.

В отдельные периоды учета наездов на диких животных данные Департамента по охране, контролю и регулированию использования животного мира в Свердловской области содержат сведения о возрасте сбитых животных.

Соотношение сбитых лосей и косуль по половому признаку составляет: самки – 107 особь; самцы – 123 особи.

При наезде на дикое животное в большинстве случаев животное погибает на месте. Данных о том, погибло ли раненое животное, нет. Однако раненое животное либо становится жертвой (косули, лоси), либо неспособным к успешной охоте (лисы, волки, медведи).

Значительная аварийность требует проведения мероприятий по ее снижению, что предусмотрено и положениями национального проекта

«Безопасные и качественные автомобильные дороги», ключевой целью которого является повышение качества жизни населения [1].

Для водителя транспортного средства, управляющего источником повышенной опасности, важна зрительная информативность автомобильной дороги, т. е. видимость ее поверхности.

По определению, автомобильная дорога включает в себя земельные участки в границах полосы отвода дороги, поэтому она включает не только проезжую часть, но и обочины с откосами насыпи. Особенно это важно при проложении автомобильной дороги в лесной местности, где велика опасность наезда на дикое животное.

Способность к движению животного, вплоть до бега, требует повышение требований к зрительной информативности (видимости ее поверхности) автомобильной дороги.

Кустарниковая растительность создает условия ограниченной видимости, что требует проведения своевременной очистки поверхности обочин и откосов от кустарниковой растительности.

В ГОСТ Р 50597–2017 [2] предусмотрены требования к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.

Так, для обочин (см. раздел 5.3 «Обочины и разделительные полосы») в соответствии с требованиями п. 5.3.1: «Обочины и разделительные полосы не должны иметь дефектов, влияющих на безопасность дорожного движения, устранение которых осуществляют в сроки ...».

Например, дефектом содержания дороги для обочины является трава и древесно-кустарниковая растительность на обочинах высотой более 15 см (см. фотоизображение), что является недостатком в организации дорожного движения, поскольку создаются условия ограниченной видимости.

Указанный дефект не позволяет обеспечить условия безопасности дорожного движения для участников дорожного движения, поэтому в соответствии с п. 5.3.1 ГОСТ Р 50597–2017 установлен срок устранения дефекта: например, для автомобильных дорог IV категории – не более 14 суток после обнаружения.

Условия ограниченной видимости создаются и транспортными средствами при совершении обгонов или опережений.

Так, можно выделить типичные дорожно-транспортные ситуации, связанные с наездом на диких животных в условиях ограниченной видимости:

- наезд на животное, пересекающее проезжую часть справа налево, обгоняющим или опережающим транспортным средством;
- наезд на животное, пересекающее проезжую часть слева направо, обгоняемым или опережаемым транспортным средством.

По ст. 12, п. 2 Федерального закона №196-ФЗ [3] обязанность по обеспечению соответствия состояния дорог при их содержании установленным техническим регламентам и другим нормативным



документам возлагается на лица, осуществляющие содержание автомобильных дорог.



Вид на участок автомобильной дороги в месте совершения дорожно-транспортного происшествия

Приведенные положения и выводы по проведенному анализу происшествий, связанных с наездом автотранспортных средств на диких животных, по территории Свердловской области целесообразны к использованию при проведении аудита безопасности дорожного движения в местах концентрации дорожно-транспортных происшествий и при составлении комплексных схем организации дорожного движения, а также при производстве экспертизы дорожно-транспортных происшествий.

#### *Список источников*

1. Безопасные и качественные автомобильные дороги: Паспорт национального проекта / утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018. № 15). – URL: [http://btdrf.ru/Uploas/np\\_bkd.pdf](http://btdrf.ru/Uploas/np_bkd.pdf) (дата обращения: 12.12.2022).

2. ГОСТ Р 50597–2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля. – Введен 2018-06-01. – Москва : Стандартиформ, 2017. – 31 с.

3. О безопасности дорожного движения: Федеральный закон Российской Федерации от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ. – URL: [http://consultant.ru/const\\_LAW8585/](http://consultant.ru/const_LAW8585/) (дата обращения: 12.12.2022).

Научная статья  
УДК 629.113.004

## АНАЛИЗ ДЕТСКОГО ДОРОЖНОГО ТРАВМАТИЗМА В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Михаил Александрович Новиков<sup>1</sup>, Ольга Сергеевна Гасилова<sup>2</sup>,  
Борис Андреевич Сидоров<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> mishanovikov\_777@mail.ru

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

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

**Аннотация.** В статье приведен анализ ДТП с участием детей на территории Свердловской области. В результате проведенных исследований были выявлены основные нарушения Правил дорожного движения. Для того чтобы исключить вероятность возникновения ДТП с участием детей, необходимо организовать выделенную пешеходную фазу на пересечениях, изменить расписание движения общественного транспорта.

**Ключевые слова:** безопасность дорожного движения, детский травматизм, транспортные средства, дорожно-транспортное происшествие

Scientific article

## ANALYSIS OF CHILDREN'S ROAD INJURIES IN THE SVERDLOVSK REGION

Mikhail A. Novikov<sup>1</sup>, Olga S. Gasilova<sup>2</sup>, Boris A. Sidorov<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> mishanovikov\_777@mail.ru

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

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

**Abstract.** The article provides an analysis of road accidents involving children in the Sverdlovsk region. As a result of the conducted research, the main violations of traffic rules were identified. In order to eliminate the possibility of an accident involving children, it is necessary to organize a dedicated pedestrian phase at intersections, change the schedule of public transport.

**Keywords:** road safety, child injuries, vehicles, traffic accident

Детский дорожный травматизм это дорожно-транспортные происшествия, в которых погибли и получили ранения дети и подростки в возрасте до 16 лет. Такие дорожно-транспортные происшествия (ДТП) являются следствием невнимательности детей и нарушением Правил дорожного движения водителями транспортных средств [1].

В Свердловской области за десять месяцев 2022 г. зарегистрировано 272 ДТП с участием детей, в которых 305 детей получили ранения и 12 детей погибли (рис. 1) [2].

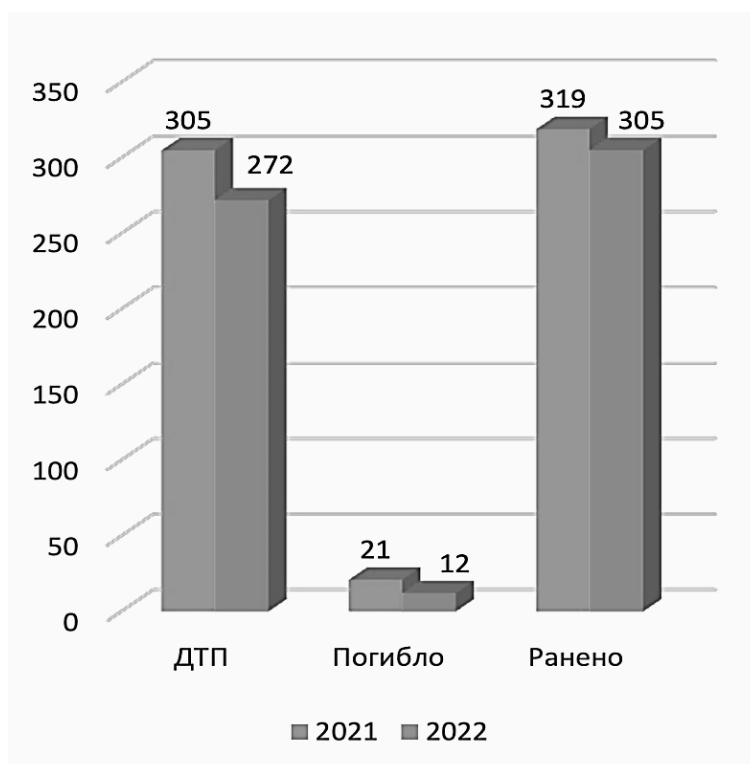


Рис. 1. Распределение числа ДТП по годам на территории Свердловской области

Проведенный анализ статистики ДТП с участием детей на территории Свердловской области показал, что:

- 55 % ДТП с участием детей происходит во второй половине дня, а именно, с 15.00 до 21.00 ч.;
- 47 % попавших в ДТП детей – это дети среднего школьного звена, 32 % – дети начальной школы и 21 % – дети дошкольного возраста;
- 38 % ДТП от общего показателя аварийности с участием детей приходится на категорию дети-пешеходы;
- дети-пешеходы, ставшие участниками ДТП, находятся в возрасте 10–15 лет;
- самым аварийным днем недели с участием детей-пешеходов является среда, наименьшее количество ДТП приходится на субботу;
- каждый третий наезд на ребенка происходит на пешеходном переходе;

– 20 % ДТП с участием детей происходят на маршруте следования детей из дома в образовательное учреждение и обратно [2].

Объектом исследования стала МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 32 с углубленным изучением английского языка» г. Озерска (рис. 2).

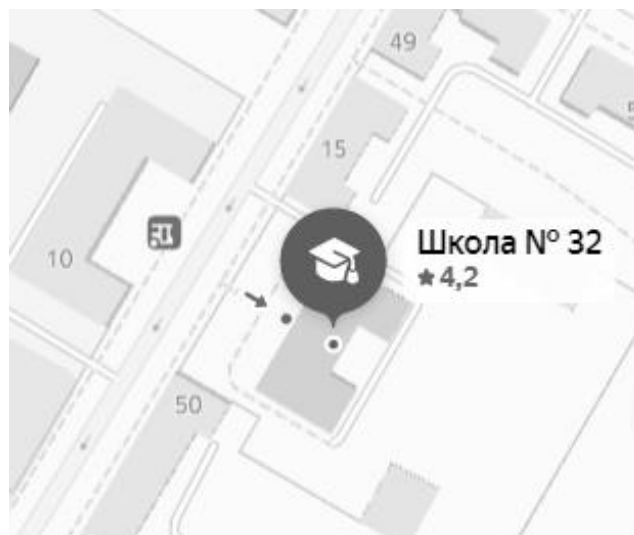


Рис. 2. МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 32 с углубленным изучением английского языка»

Школа № 32 расположена вдоль ул. Менделеева, улица является односторонней, вблизи с двух сторон школы расположены два пересечения, одно из которых является регулируемым. Напротив школы расположена остановка общественного транспорта. Проведенные наблюдения показали, что в 50 % случаев дети и водители транспортных средств нарушают Правила дорожного движения [3]. Переход проезжей части детьми происходит в неполюженном месте, вышедшие дети на остановке общественного транспорта пытаются перебежать дорогу в неполюженном месте, родители совершают посадку-высадку своих детей из автомобилей в неполюженном месте. Все это приводит к созданию аварийных ситуаций и вероятности возникновения ДТП с участием детей.

В результате проведенного исследования были сделаны следующие выводы: высота ограждений вблизи остановки общественного транспорта должна исключать возможность их преодоления ребенком; при организации дорожного движения на пересечениях вблизи школы необходимо предусмотреть полностью выделенную пешеходную фазу; время начала занятий в школе не должно совпадать со временем прибытия общественного транспорта на остановочный пункт, это позволит уменьшить число опаздывающих детей на уроки, которые, в свою очередь, перебегают дорогу в неполюженном месте.

*Список источников*

1. Астафьева, О. М. Анализ детского дорожно-транспортного травматизма в Свердловской области / О. М. Астафьева, О. С. Гасилова // Организация и безопасность дорожного движения : материалы XIV Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Тюмень, 2021. – С. 89–94.

2. Анализ детского дорожно-транспортного травматизма в Свердловской области // Министерство образования и молодежной политики Свердловской области : [сайт]. – URL: [https:// minobraz.egov66.ru/site/item?id=6692](https://minobraz.egov66.ru/site/item?id=6692) (дата обращения: 23.11.2022).

3. О Правилах дорожного движения (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения»): постановление Правительства РФ от 23 октября 1993 г. N 1090 (ред. от 31.12.2020) ; (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022). – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_2709/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/) (дата обращения: 23.11.2022).

Научная статья  
УДК 614.8.084

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОХРАНЫ ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Илья Олегович Рай<sup>1</sup>, Наталия Георгиевна Кулакова<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Колледж железнодорожного транспорта Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> ilya.ray.2015@mail.ru

<sup>2</sup> NKulakova@usurt.ru

*Аннотация.* В статье рассматриваются способы совершенствования охраны труда и безопасности на объектах железнодорожного транспорта, на основе отчетов ОАО «РЖД» за три года с 2019 до 2021 гг.

*Ключевые слова:* охрана труда, безопасность, травматизм, профилактика, анализ

Scientific article

## IMPROVING HEALTH AND SAFETY AT RAILWAY TRANSPORT FACILITIES

Ilya O. Ray<sup>1</sup>, Natalia G. Kulakova<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> College of Railway Transport, Ural State University of Communications, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> ilya.ray.2015@mail.ru

<sup>2</sup> NKulakova@usurt.ru

*Abstract.* The article discusses the directions for improving labor protection and industrial safety at railway transport facilities, based on the reports of Russian Railways for three years from 2019 to 2021.

*Keywords:* labor protection, safety, injuries, prevention, analysis

Железная дорога является источником повышенной опасности не только для пассажиров и других участников движения, но и для работников. Для защиты людей и снижения травматизма на предприятиях железнодорожного транспорта разрабатываются различные мероприятия, призванные уменьшить число несчастных случаев. Для этого проводится тщательный анализ событий, по каждому проводится расследование и пишутся рекомендации по предотвращению в будущем аналогичных

несчастных случаев. Ежегодно ОАО «РЖД» издает отчет, в котором докладывает о своих планах, успехах и неудачах, с выводами и предложениями. Важным разделом каждого отчета является система охраны труда, функционирующая на железной дороге [2–3]. Учитывая, что с 2019 по 2021 гг. в целом снизилось количество случаев производственного травматизма, можно сделать вывод, что данная система охраны труда и профилактики травматизма на объектах железнодорожного транспорта является эффективной. Стоит отметить тенденцию к уменьшению доли смертельных исходов, а также то, что в большинстве случаев травмы происходят непосредственно по вине пострадавшего работника. Профилактика травматизма включает в себя ряд следующих мероприятий: совершенствование нормативно-правовой базы, регулярное обновление инструкций, разъяснения к уже существующим нормативным документам в области охраны труда; экономическое стимулирование руководителей и работников в виде премий, гарантийных компенсационных выплат в структурных подразделениях за снижение уровня травматизма; укрепление трудовой и производственной дисциплины в организации, а также усиление контроля за ее соблюдением со стороны самих работников; обновление базы учебных фильмов и наглядных пособий по обучению безопасности на железнодорожном транспорте; расширение зоны использования средств видеофиксации за рабочими процессами и объектами повышенной опасности; повышение качества обязательных медицинских осмотров сотрудников; и многое другое.

Снижение уровня травматизма граждан является очень сложной проблемой, и основными причинами травм на объектах железнодорожной инфраструктуры являются незнание и нарушение техники безопасности при нахождении на участке пути, неосторожность, нежелание пользоваться мостами, тоннелями и настилами, хулиганство и игры на железнодорожных путях и прилегающих территориях. И хотя вопрос по-прежнему стоит остро, стоит отметить, что количество травмированных граждан на объектах РЖД 2021 г., снизилось на 18,5 % в по сравнению с аналогичным периодом прошлого года, во многом этому способствовала политика по профилактике травматизма, проводимая в компании ОАО «РЖД» [3]. Для снижения несчастных случаев на объектах железнодорожной инфраструктуры были разработаны и внедрены следующие мероприятия: усиление административной ответственности за противоправные деяния на железнодорожном транспорте; подготовлена стратегия по информированию населения, в том числе с помощью социальных сетей; разрабатываются и внедряются программы с разъяснениями для детей и подростков о правилах поведения на железнодорожных путях, и возможных угрозах пребывания на железнодорожных путях. Компания совместно с ГИБДД с 2019 г., проводит профилактические рейды, в том числе по местам концентрации дорожно-транспортных происшествий,

с информацией об опасностях. Проектируются технические решения, направленные на физическое дистанцирование людей от потенциально опасных объектов и физическая изоляция мест повышенной опасности за счет строительства надземных и подземных пешеходных переходов, мостов, тоннелей, ограждение зон движения поездов и т. д.

Снижение производственного травматизма на рабочем месте – это комплексная задача, прежде всего нужно проводить работу с сотрудниками предприятия, повышать уровень правовой грамотности, вести разъяснительную работу о последствиях нарушения правил охраны труда. Но нельзя полагаться только на людей, стоит совершенствовать и техническую базу, для этого необходимо сократить число рабочих мест с вредными условиями труда за счет решений, позволяющих уменьшить возможное воздействие вредных условий труда.

#### *Список источников*

1. Годовой отчет ОАО «РЖД» за 2019 год. – 2019. – 155 с. – URL: <https://ar2019.rzd.ru/ru> (дата обращения: 15.09.2022).
2. Годовой отчет ОАО «РЖД» за 2020 год. – 2020. – 328 с. – URL: <https://ar2020.rzd.ru/ru> (дата обращения: 15.09.2022).
3. Годовой отчет ОАО «РЖД» за 2021 год. – 2021. – 165 с. – URL: <https://ar2021.rzd.ru/ru> (дата обращения: 15.09.2022).



Научная статья

УДК 330.45:65.012.122

## ЗАДАЧИ ТРАНСПОРТНОГО ТИПА И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

**Кирилл Дмитриевич Сесюнин<sup>1</sup>, Егор Раджабович Гайнутдинов<sup>2</sup>,  
Александр Александрович Чусовитин<sup>3</sup>, Дмитрий Валентинович  
Демидов<sup>4</sup>**

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

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

<sup>2</sup> ihtiangry@gmail.com

<sup>3</sup> chusovitin\_95@mail.ru

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

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы классификации задач транспортного типа. Для различных типов и классов задач определены область применения и методы их решения.

**Ключевые слова:** математическая модель, методы оптимизации, симплекс-метод, транспортная задача, экономико-математические методы

Scientific article

## TRANSPORT TYPE TASKS AND METHODS OF THEIR SOLUTION

**Kirill D. Sesyunin<sup>1</sup>, Egor R. Gainutdinov<sup>2</sup>, Alexander A. Chusovitin<sup>3</sup>,  
Dmitry V. Demidov<sup>4</sup>**

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

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

<sup>2</sup> ihtiangry@gmail.com

<sup>3</sup> chusovitin\_95@mail.ru

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

**Abstract.** The article deals with the classification of tasks of the transport type. For various types and classes of problems, the scope and methods for their solution are determined.

**Keywords:** mathematical model, optimization methods, simplex method, transport task, economic and mathematical methods

Производство выдвигает перед наукой, в частности перед математикой, задачи, решение которых традиционными (расчетными) методами невозможно. Для решения таких практических задач предусмотрены экономико-математические методы, которые за ряд последовательных приближений (итераций) приводят или приближают к оптимальному решению.

Такие методы значительно сокращают трудоемкость расчетов и дают возможность их применения при планировании и организации значительного числа производственных процессов, в том числе и на транспорте.

На основе литературных источников [1–3] предложена классификация задач транспортного типа (таблица).

Классификация задач транспортного типа

Типы задач транспортного типа	Классы задач транспортного типа	Область применения	Методы (способы) решения
1	2	3	4
Задачи ЛП	Задачи ЛП транспортного типа	Потребность в решении задач ЛП возникает, когда затраты с учетом доставки, выпуск продукции и т. п. имеют линейный от плана характер зависимости	Идея ЛП состоит в том, что каждый производственный процесс предполагается возможным применить с любой кратностью (интенсивностью); при этом затраты и выход меняются пропорционально. Результаты же различных процессов суммируются
Задачи нелинейного программирования	Общая задача нелинейного программирования	Потребность в решении задач нелинейного программирования возникает, когда затраты с учетом доставки, выпуск продукции и т. п. имеют нелинейный от плана характер зависимости	Общих способов решения не существует. Многие задачи могут быть приближены к задачам ЛП. Используют численные методы решения с заданной степенью точности

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Задачи ОУ	Задачи ОУ с сосредоточенными параметрами	Поиск оптимальных действий объекта с учетом его состояний во времени и пространстве. Пример – автопилот	Применяются методы вариационного исчисления – поиск экстремума уравнений с граничными условиями, а также принцип максимума Понтрягина.
Задачи ОУ	Задачи ОУ объектами с распределенными параметрами	Динамические транспортные задачи ЛП с учетом изменения системы во времени и применяемых к системе ограничений. Применимо, например, для фактора запаздывания поставок	Общего решения нет. В некоторых простых случаях удается получить аналог принципа максимума Понтрягина. При неустойчивости систем используется ряд специальных методов теории экстремальных задач
Задачи дискретной оптимизации	Задачи размещения	Размещение транспортных предприятий с максимальной экономической эффективностью	Построение матрицы смежности, поиск кратчайших путей по алгоритму Дейкстры. Для множества пунктов обслуживания применяется целочисленное программирование, алгоритм направленного древовидного поиска
Задачи дискретной оптимизации	Задачи о покрытиях	Обслуживание условных потребителей с использованием минимального количества ресурса	Сокращенный перебор – трудоемкий метод. Отказ от гарантии оптимального решения к хотя бы безыбыточному покрытию приводит к методам, основанным по минимальному столбцу и максимальной строке

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Задачи оптимизации на сетях	Задачи об однопродуктовых потоках	Поиск решения минимальной стоимости передачи продукта и стоимость передачи единицы продукта	Решение пересекается с методами решения задач ЛП (о кратчайшем пути, транспортная задача, о максимальном или минимальном потоке)
	Задачи о многопродуктовых потоках	Распределение с ограничениями на достижимость (различные условия для каждого продукта в одной системе)	Перестройка сетей для каждого продукта и для каждого вида достижимости, после чего решается задача построения максимального потока
Задачи теории расписаний	Задачи сетевого планирования	Планирование комплекса сложных работ из ряда элементарных, оценка положения, прогнозирование развития событий, контроль и координация работ	Простейшие методы используют линейные графики. Комплексные методы предполагают построение сетевых графиков с последующим анализом и оптимизацией сетевой модели
Задачи маршрутизации	Задачи упорядочения графиков и маршрутов	Выбор оптимального порядка обслуживания для повышения качества функционирования системы	Используется алгоритм Джонсона – поиск и формирование оптимальной последовательности
	Задачи о коммивояжере	Поиск кратчайшего замкнутого пути следования между точками с возвращением в начальную	Решение построением графов, в виде дискретной оптимизации, жадные алгоритмы, метод минимального «остовного дерева»

## Окончание таблицы

1	2	3	4
Задачи маршрутизации	Задачи развозки	Доставка негабаритных грузов из распределительного центра множеству получателей, расположенных в районе действия транспортной компании	Обобщение задачи коммивояжера, только с ограничениями по грузоподъемности и неоднократным возвращением в начальную точку
Задачи теории расписаний	Задачи сетевого планирования	Планирование комплекса сложных работ из ряда элементарных, оценка положения, прогнозирование развития событий, контроль и координация работ	Простейшие методы используют линейные графики. Комплексные методы предполагают построение сетевых графиков с последующим анализом и оптимизацией сетевой модели

Теория решения транспортных задач не сформирована окончательно, она постоянно развивается как на фундаментальном, так и прикладном уровне. Поэтому вопросы классификации задач транспортного типа требуют дальнейших исследований.

## Список источников

1. Канторович, Л. В. Математико-экономические работы / Л. В. Канторович. – Новосибирск : Наука, 2011. – 760 с.
2. Салминен, Э. О. Основы моделирования и оптимизации процессов лесотранспорта. Линейное программирование : текст лекций для студентов специальности 0901 / Э. О. Салминен. – Ленинград : ЛТА, 1987. – 52 с.
3. Беленький, А. С. Математические модели оптимального планирования в транспортных системах / А. С. Беленький // Итоги науки и техники; Серия «Организация управления транспортом». – Т. 7. – Москва : ВИНТИ, 1988. – 163 с.

Научная статья

УДК 351.811.112.3:629.076:625.032.6:656.627.21

## **О ВЛИЯНИИ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**Андрей Дмитриевич Турушев<sup>1</sup>, Евгений Алексеевич Полушин<sup>2</sup>,  
Александр Александрович Чусовитин<sup>3</sup>, Дмитрий Валентинович  
Демидов<sup>4</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> turushev.an@yandex.ru

<sup>2</sup> pollution.work@yandex.ru

<sup>3</sup> chusovitin\_95@mail.ru

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

***Аннотация.*** В статье рассмотрен опыт применения косвенного мониторинга для выявления разрушений элементов конструкции мостовых сооружений и регулирования скорости движения автотранспортных средств.

***Ключевые слова:*** мониторинг технического состояния, мостовое сооружение, режим движения, резонанс, разрушение

Scientific article

## **ABOUT THE INFLUENCE OF VEHICLE TRAFFIC MODES ON THE TECHNICAL CONDITION OF ROAD BRIDGE STRUCTURES**

**Andrey D. Turushev<sup>1</sup>, Evgeny A. Polushin<sup>2</sup>, Alexander A. Chusovitin<sup>3</sup>,  
Dmitry V. Demidov<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> turushev.an@yandex.ru

<sup>2</sup> pollution.work@yandex.ru

<sup>3</sup> chusovitin\_95@mail.ru

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

***Abstract.*** The article considers the experience of using indirect monitoring to detect damage to structural elements of bridge structures and control the speed of vehicles.

**Keywords:** technical condition monitoring, bridge building, driving mode, resonance, destruction

Искусственные дорожные сооружения, к которым относятся мосты, путепроводы, тоннели, эстакады и другие, являются объектами транспортной инфраструктуры, обеспечивающей функционирование производственной и непромышленной сфер экономики, социальное взаимодействие и другие цели.

В течение срока службы мостовых сооружений проявляются дефекты, деформации и разрушения, которые приводят к изменению технического состояния сооружения.

Значительное число автодорожных мостовых сооружений находятся в аварийном и предельном состоянии, поэтому приведение сооружений к нормативному техническому состоянию – приоритетная задача России, что предусмотрено в национальном проекте «Безопасные и качественные автомобильные дороги» [1].

Традиционно диагностика технического состояния мостовых сооружений основывается на методах визуального контроля, что не позволяет обнаружить скрытые трещины и поры – начальное разрушение элементов конструкции. Своевременное обнаружение признаков ухудшения технического состояния мостовых сооружений дает возможность заблаговременно предупредить проявление таких дефектов, деформаций и разрушений, которые потребуют значительных капитальных вложений при ремонтах и реконструкции, либо нецелесообразность таких затрат при неудовлетворительном, либо аварийном состоянии.

Необходимо отметить, что только часть мостовых сооружений подлежит автоматическому мониторингу технического состояния. Однако вызывает сомнение полнота работ по обработке результатов мониторинга ввиду сокращения числа специалистов-мостовиков в управлениях федерального и регионального значения, осуществляющих оперативное управление дорожной сетью.

Неровности дороги в сочетании со скоростью движения транспортного средства имеют решающее значение для величины амплитуды силы, приводящей к возбуждению моста.

Обзор литературных источников показывает, что имеется различие между двумя методами исследования взаимодействия транспортного средства и мостового сооружения. Прямой метод позволяет проводить исследования измеренных вибраций отклика моста от движущихся транспортных средств. Наоборот, применением косвенного метода исследуется вибрация отклика транспортного средства во время проезда моста.

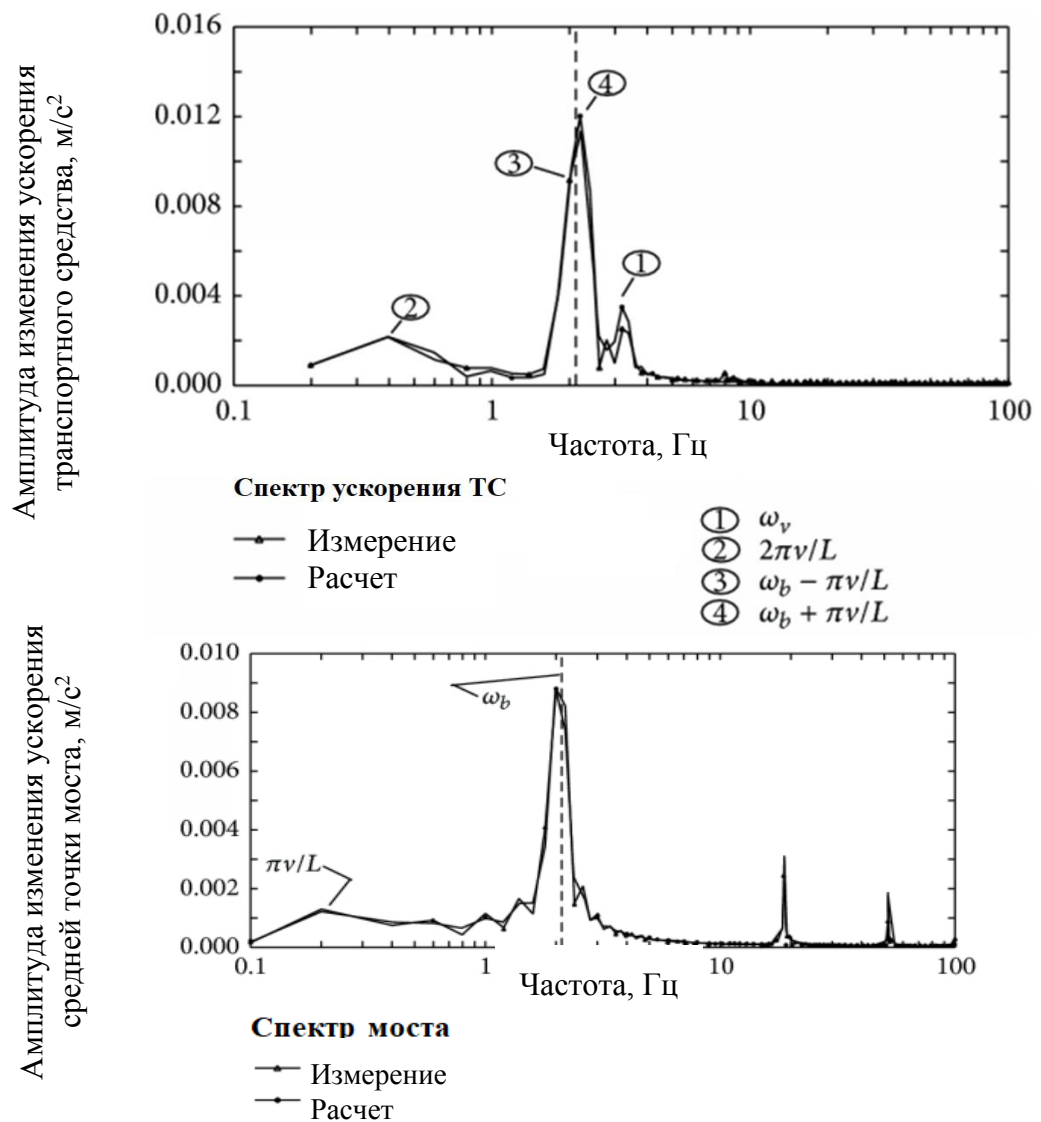
Косвенный мониторинг – метод оценки технического состояния мостовых сооружений, при котором на транспортном средстве устанавливаются датчики для получения данных о вибрации строительной конструкции, что позволяет провести неразрушающую оценку

технического состояния сооружения, используется преимущественно в зарубежной практике.

Основной принцип метода заключается в том, что при наличии повреждений в конструкции изменяются ее физические свойства, например, потеря жесткости, что, следовательно, вызывает измеримые изменения в ее динамических свойствах.

Отметим недостатки косвенного метода: ответные вибрации транспортного средства чувствительны к неровностям дорожного покрытия, поэтому локализация повреждений возможна только на низких скоростях движения автомобиля.

Так, ряд исследований [2] показал, что в реакции транспортного средства доминируют четыре конкретные частоты:  $\omega_v$  – частота транспортного средства;  $2\pi v/L$  – частота движения движущегося транспортного средства;  $(\omega_b - \pi v/L)$  и  $(\omega_b + \pi v/L)$  – две сдвинутые частоты моста, где  $\omega_b$  – собственная частота моста (рисунок).



Спектр вертикального ускорения транспортного средства (вверху) и средней точки моста (внизу) при скорости движения транспортного средства  $v = 10$  м/с



Если частоты моста и транспортного средства близки, условия резонанса могут быть достигнуты путем регулировки скорости движения транспортного средства [3–6]. Так, низкие скорости транспортных средств (менее 40 км/час) обеспечивают наилучшие результаты исследований благодаря более высокому спектральному разрешению и меньшему влиянию профиля дорожного покрытия на реакцию транспортного средства.

Большинство проведенных на практике исследований предполагают постоянное значение скорости транспортных средств. Однако это тяжело поддерживать при движении транспортного средства, поэтому проводимые исследования должны предусматривать минимум влияния неровностей проезжей части.

Следует отметить, что изменение скорости движения транспортных средств требует дальнейших исследований влияния режимов движения транспортных средств на техническое состояние автодорожных мостовых сооружений.

#### *Список источников*

1. Безопасные и качественные автомобильные дороги: Паспорт национального проекта / утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 г. № 15). – URL: [http://btdrf.ru/Uploas/np\\_bkd.pdf](http://btdrf.ru/Uploas/np_bkd.pdf) (дата обращения: 12.12.2022).

2. Malekjafarian, A. A Review of Indirect Bridge Monitoring Using Passing Vehicles / A. Malekjafarian, P. J. McGetrick, E. J. Obrien. – URL: <https://www.hindawi.com/journals/sv/2015/286139/> (дата обращения: 12.12.2022).

3. González, A. Vehicle-bridge dynamic interaction using finite element modelling / A. González // Finite Element Analysis, Sciyo, Rijeka, Croatia. – 2010. – P. 637–662.

4. González, A. Detection of bridge dynamic parameters using an instrumented vehicle / A. González, E. J. OBrien, P. J. McGetrick // Proceedings of the 5th World Conference on Structural Control and Monitoring, Tokyo, Japan, 2010. – URL: <https://researchrepository.ucd.ie/bitstream/10197/4122/2/c107.pdf>.

5. Lin, C. W. Use of a passing vehicle to scan the fundamental bridge frequencies: an experimental verification / C. W. Lin, Y. B. Yang // Engineering Structures. – Vol. 27, № 13. – 2005. – P. 1865–1878.

6. Yang, Y. B. Extraction of bridge frequencies from the dynamic response of a passing vehicle enhanced by the EMD technique / Y. B. Yang, K. C. Chang // Journal of Sound and Vibration. – Vol. 322, № 4–5. – 2009. – P. 718–739.

Научная статья

УДК 625.031.3:629.35:656.135:656.085

## О КОМПОНОВКЕ СОСТАВА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВЫВОЗКИ ДРЕВЕСИНЫ

Анастасия Владимировна Чащина<sup>1</sup>, Александр Сергеевич Неволин<sup>2</sup>,  
Дмитрий Валентинович Демидов<sup>3</sup>

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

Екатеринбург, Россия

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

<sup>2</sup> nevolaa@ya.ru

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

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы формирования состава автотранспортных средств для вывозки древесины.

**Ключевые слова:** автомобильный поезд, безопасность движения, вывозка древесины, дорожные условия, прицепной состав

Scientific article

## ABOUT THE LAYOUT OF THE COMPOSITION OF VEHICLES FOR WOOD REMOVAL

Anastasia V. Chashchina<sup>1</sup>, Alexander S. Nevolin<sup>2</sup>, Dmitry V. Demidov<sup>3</sup>

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

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

<sup>2</sup> nevolaa@ya.ru

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

**Abstract.** The article deals with the formation of the composition of vehicles for the removal of timber.

**Keywords:** road train, traffic safety, export of wood, road conditions, trailer composition

Вывозка древесины как в Российской Федерации, так и за рубежом может осуществляться в виде сортиментов, хлыстов, а также деревьев. Конкретная транспортно-технологическая схема вывозки древесины зависит от системы машин, принятой на предприятии, режима вывозки (зимняя либо круглогодичная), способа погрузочно-разгрузочных работ [1–3].

Например, сортиментная вывозка предполагает предварительную разделку хлыстов на сортименты в условиях верхнего склада. При этом

подвижной состав оборудуется гидроманипулятором для выполнения технологических операций погрузки-выгрузки.

Недостатком такого подвижного состава является снижение массы полезного груза на автопоезд на величину массы гидроманипулятора.

Вывозка древесины в виде хлыстов или деревьев предполагает дальнейшую раскряжевку на сортименты (для деревьев дополнительно – очистка от сучьев) в условиях нижнего склада. Указанная технология целесообразна в условиях ограниченного периода вывозки древесины, как правило, по зимним автомобильным дорогам и ледовым переправам.

Стремление снизить себестоимость вывозки на 1 м<sup>3</sup> древесины приводит к необходимости применения подвижного состава большей грузоподъемности, что приводит к ряду затруднений (ограничений):

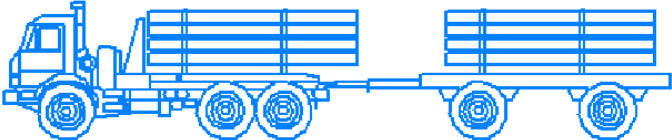
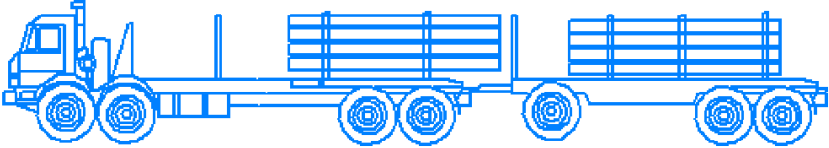
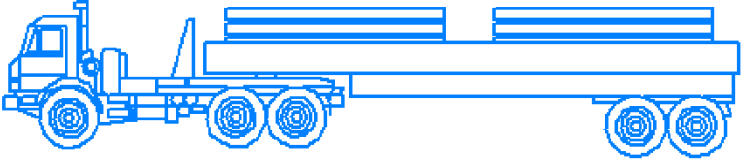
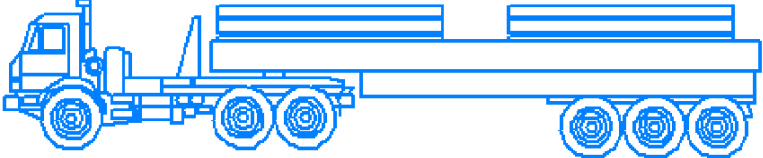
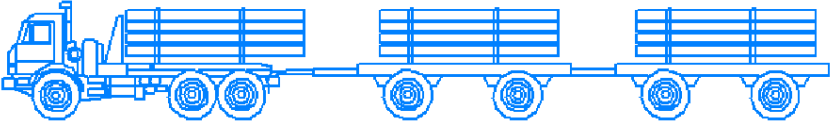
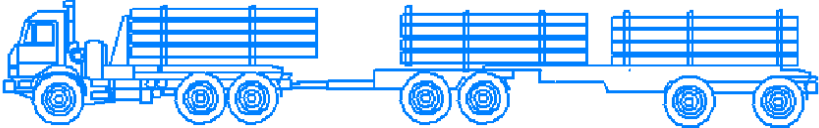

- сложность или невозможность трогания на крутых подъемах (горный и пересеченный рельеф местности) или при наличии зимней скользкости;
- сложность обеспечения курсовой устойчивости и (или) эффективности торможения на крутых спусках;
- наличие ограничений по полной или осевой массе при прохождении мостовых сооружений либо при движении по участкам автомобильных дорог общего пользования;
- обеспечение поперечной устойчивости автотранспортного средства против опрокидывания при движении на косогоре или в условиях значительных неровностей (колеи) при высоком расположении центра масс груза.

Положительный опыт скандинавских стран (Швеция, Финляндия) в использовании многокомплектных автопоездов не применяется в Российской Федерации, поскольку законодательно действуют ограничения по длине автопоезда, а также по полной или осевой массе.

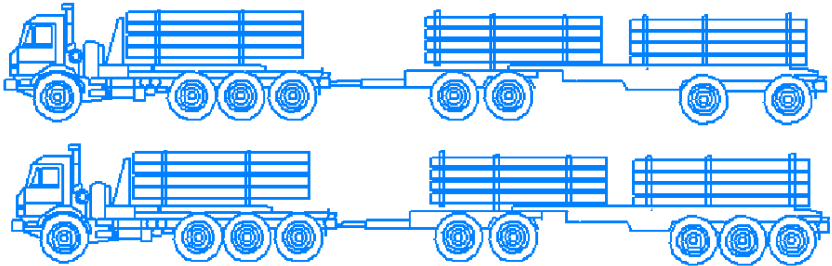
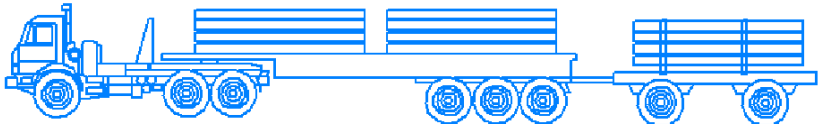

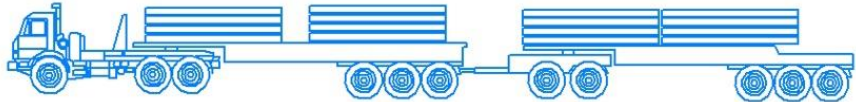
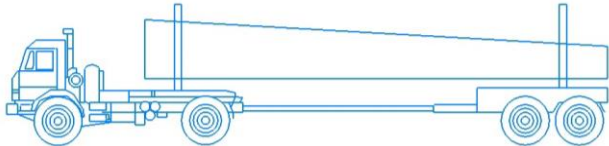
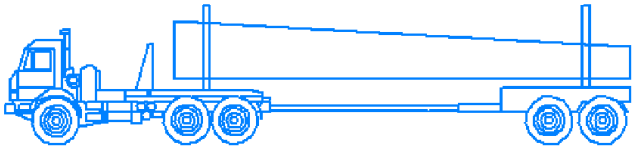
Компоновка состава автотранспортных средств для вывозки древесины формируется использованием либо автомобиля-тягача (оборудован тягово-сцепным устройством), либо седельного тягача (оборудован седельно-сцепным устройством) с различным комбинированием количества и видов транспортных единиц (подкатные тележки, прицепы, прицепы-ропуски, полуприцепы).

Ниже представлены варианты состава автотранспортных средств для вывозки древесины с выделением по виду перевозимой древесины (в виде сортиментов и в виде хлыстов).

Состав автотранспортных средств для вывозки древесины

Наименование компоновки	Вид компоновки
1	2
<b>А. Перевозка сортиментов</b>	
Автомобильный поезд на базе автомобиля-тягача	<p>Автомобиль-тягач с колесной формулой 6x4 или 6x6 + двухосный прицеп</p> 
	<p>Автомобиль-тягач с колесной формулой 8x4 + трехосный прицеп</p> 
Автомобильный поезд на базе седельного тягача	<p>Автомобиль-тягач с колесной формулой 6x4 или 6x6 + двух- или трехосный полуприцеп</p> 
	
Много-комплектный автомобильный поезд на базе автомобиля-тягача	<p>Автомобиль-тягач с колесной формулой 6x4 или 6x6 + 2 двухосных прицепа</p> 
	<p>Автомобиль-тягач с колесной формулой 6x4 или 6x6 + подкатная тележка + двух- или трехосный полуприцеп</p> 
	<p>Автомобиль-тягач с колесной формулой 6x4 или 6x6 + подкатная тележка + 2 полуприцепа</p> 

Продолжение таблицы

1	2
<p>Много-комплектный автомобильный поезд на базе автомобиля-тягача</p>	<p>Автомобиль-тягач с колесной формулой 8х6 + подкатная тележка + двух- или трехосный полуприцеп</p> 
<p>Много-комплектный автомобильный поезд на базе седельного тягача</p>	<p>Седельный тягач с колесной формулой 6х6 + трехосный полуприцеп + двухосный прицеп</p> 
	<p>Седельный тягач с колесной формулой 6х4 или 6х6 + 2 полуприцепа</p> 
	<p>Седельный тягач с колесной формулой 6х4 или 6х6 + 2 полуприцепа + подкатная тележка</p> 
<p><b>Б. Перевозка хлыстов, деревьев</b></p>	
<p>Автомобильный поезд на базе седельного тягача</p>	<p>Седельный тягач с колесной формулой 4х4 + двухосный прицеп-ропуск</p> 
	<p>Седельный тягач с колесной формулой 6х4 или 6х6 + прицеп-ропуск</p> 

## Окончание таблицы

1	2
Многокомплектный автомобильный поезд на базе седельного тягача	Седельный тягач с колесной формулой 6х4 или 6х6 + подкатная тележка + прицеп-ропуск 
	Седельный тягач с колесной формулой 6х4 или 6х6 + 3 прицепа-ропуска 

Окончательный вариант компоновки состава автотранспортных средств для вывозки древесины должен быть обоснован и с учетом дорожных условий:

– постоянных: параметров плана трассы, в первую очередь кривых в плане; параметров продольного профиля (уклоны подъемов и спусков, параметры вертикальных кривых); параметров поперечного профиля (наличие виража);

– переменных (неровности, вызванные разрушениями конструктивных элементов дороги, в первую очередь земляного полотна и дорожной одежды).

Каждый вариант компоновки состава автотранспортных средств для вывозки древесины будет при движении иметь разное значение радиуса поворота и свою траекторию движения, обусловленные:

- количеством единиц состава и видом прицепного состава;
- числом осей подвижного состава;
- расстоянием между осями;
- общей длиной автопоезда.

#### Список источников

1. Вырко, Н. П. Сухопутный транспорт леса : учебник для вузов по спец. «Лесоинженерное дело» / Н. П. Вырко. – Минск : Вышэйш. шк., 1987. – 437 с.

2. Сухопутный транспорт леса. Лесотранспортная логистика : учебное пособие / Э. О. Салминен [и др.] ; Санкт-Петербургская гос. лесотехническая акад. им. С. М. Кирова, Сыктывкарский лесной ин-т - фил. Санкт-Петербургской гос. лесотехнической акад. им. С. М. Кирова. – Сыктывкар : Сыктывкарский лесной ин-т – фил. Санкт-Петербургской гос. лесотехнической акад. им. С. М. Кирова, 2009. – 95 с.

3. Сушков, С. И. Сухопутный транспорт леса : учебное пособие / С. И. Сушков, С. М. Гоптарев, А. С. Сушков ; Воронежский гос. лесотехнический ун-т им. Г. Ф. Морозова. – Воронеж : ВЛГТУ, 2015. – 141 с.

4. Конвенция о дорожном движении (КДД): Заключена в г. Вене 08.11.1968 г., с изм. от 23.09.2014 г. – URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=136493&dst=0&edition=etD&rnd=HEloDg#8sNxxOTLjF7YgTSI> (дата обращения: 28.11.2022).

5. Политехнический словарь ; род ред. академика А. Ю. Ишлинского. – Москва : Советская энциклопедия, 1980. – 656 с.

Научная статья  
УДК 37.017.4

## ПРАВОВОЕ СОЗНАНИЕ КАК УСЛОВИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

**Вероника Ильясовна Шафигулина<sup>1</sup>, Наталия Георгиевна Кулакова<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Колледж железнодорожного транспорта Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> veronikasafigulina94@gmail.com

<sup>2</sup> NKulakova@usurt.ru

*Аннотация.* В статье рассматриваются формирования правового сознания для повышения уровня безопасности пассажирских перевозок.

*Ключевые слова:* правовое сознание, правонарушения, правовая культура, перевозочный процесс

Scientific article

## LEGAL CONSCIOUSNESS AS A CONDITION FOR THE SAFETY OF PASSENGER TRANSPORTATION

**Veronika I. Shafigulina<sup>1</sup>, Natalia G. Kulakova<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> College of Railway Transport, Ural State University of Communications, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> veronikasafigulina94@gmail.com

<sup>2</sup> NKulakova@usurt.ru

*Abstract.* The article discusses the formation of legal consciousness to improve the safety of passenger transportation.

*Keywords:* legal consciousness, offenses, legal culture, transportation process

Функционирование социальной сферы в значительной степени зависит от поведенческих и личностных характеристик людей в ней. Организация пассажирских перевозок предполагает не только создание системы менеджмента качества, процессного управления материальными ресурсами и техническим уровнем (путем оптимизации системы и ее регулярного профилактического обслуживания), но и творческую работу кадровой политики. Удовлетворенность пассажиров предоставляемыми им услугами и их безопасность также зависят от человеческого фактора. При этом



необходимо разделить влияние человеческого фактора на процесс обслуживания пассажиров: на слабоуправляемую часть (резкое ухудшение самочувствия, психологические реакции на нестандартные изменения обстановки) и управляемую часть, которая в основном контролируется участниками события. Во второй группе доминирующими будут компетентностные характеристики (уровень знаний, навыков, личностных качеств) и правосознание личности. Правосознание рассматривается как способность человека формировать отношения с другими участниками деятельности с позиции общественных ценностей и на основе духовности, а также конструктивно ориентироваться в сфере правоотношений в случае выбора решения в проблемной ситуации. Важнейшим условием социального развития является индивидуальное самосознание, групповое самосознание и требования всего общества. При этом под правосознанием понимается внутренняя мотивационная подготовка к правовому поведению специалистов в области пассажирского транспорта как в их профессиональной деятельности, так и в повседневной жизни. Высокий уровень правовой культуры означает, что технологи в сфере пассажирских перевозок (юриспруденция не является их основной сферой деятельности) должны активно и творчески участвовать в разработке системы правоотношений между всеми участниками перевозочного процесса [1].

Правосознание специалистов, деятельность которых непосредственно связана с жизнью и здоровьем людей, складывается из нескольких компонентов: знание действующих законов (в основном регулирующих пассажирские перевозки и управление транспортными средствами), оценка правовых и духовных норм, внутренних убеждений и нравов. Готовность действовать в правовом поле: представление об идеальных правовых положениях, которое совпадает с убеждениями человека и его представлениями о созидательной роли права; готовность основывается на стремлении к правосудию и защите всех участников перевозочного процесса, а также на творческой работе над улучшением верховенства закона и понимание механизмов перехода от существующего закона к идеальному закону. Правовая компетентность специалиста по организации пассажирских перевозок может быть представлена в виде совокупности компонентов:

- 1) владение знаниями в области философии, права, психологии;
- 2) творческого;
- 3) мотивационного.

Определяющую роль в формировании правосознания играет система образования на этапе школьного, среднего профессионального и вузовского образования. В организацию, осуществляющую пассажирские перевозки, приходит человек со специфической самоидентификацией и пониманием цели своей деятельности. Когда это возможно, персонал должен выявлять лиц с потенциально аберрантным поведением на этапе отбора. Некоторые

из новых специалистов не совершали серьезных нарушений закона, но в то же время, в силу определенного менталитета в нашей стране, внутренне считали, что мелкие нарушения правил и инструкций — не проблема. В то же время даже незначительные, на первый взгляд, нарушения правил перевозок могут привести к печальным последствиям. Для корректировки информированности таких работников необходимо усилить службы управления персоналом и провести юридическое просвещение работников. Повышение качества правового образования в процессе работы становится возможным при создании правовых образовательных сред в учреждениях, осуществляющих неформальное обучение работников транспортных предприятий и формирующих у них постоянные компетенции в области юриспруденции [2].

Эта среда должна обеспечивать осведомленность персонала об изменениях в правовых документах, регулирующих пассажирские перевозки. Также необходимо создать условия для обсуждения и выработки конструктивных предложений по совершенствованию этой части нормативно-правовых актов. Усиление правового образования и обновление знаний в правовой сфере позволит повысить уровень безопасности пассажиров и сэкономить немало материальных и финансовых средств, используемых в настоящее время для ликвидации правовой безграмотности и последствий преступной халатности.

#### *Список источников*

1. Попов, А. И. Правовое сознание и креативность личности / А. И. Попов // Современное образование: научные подходы, опыт, проблемы, перспективы : сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2015. – С. 38–41.

2. Попов, А. И. Формирование правового сознания студентов в процессе социальной коммуникации в олимпиадном движении / А. И. Попов // Вестник НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – Управление в социальных системах. Коммуникативные технологии. – 2015. – № 2. – С. 67.

## ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ХИМИЧЕСКИЕ И БИОТЕХНОЛОГИИ

Научная статья  
УДК 577.151.35:582.28

### УСТАНОВЛЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИЭКСТРАКТОВ ИЗ ЛИСТЬЕВ ОСИНЫ

Наталья Сергеевна Баринова<sup>1</sup>, Елена Владимировна Исаева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий  
им. академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

<sup>1</sup> nata.barinova.55@bk.ru

<sup>2</sup> isaevaelena08@mail.ru

**Аннотация.** Представлены результаты изучения ингибирующего действия суммарного спиртового экстракта листьев осины и отдельных фракций при обработке заплесневелых зерен пшеницы Новосибирская 31.

**Ключевые слова:** осина, листья, пшеница, грибы *Penicillium*

Scientific article

### ESTABLISHMENT OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF EXTRACTS FROM ASPEN LEAVES

Natalia S. Barinova<sup>1</sup>, Yelena V. Isaeva<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,  
Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup> nata.barinova.55@bk.ru

<sup>2</sup> isaevaelena08@mail.ru

**Abstract.** The inhibitory effect of the total alcohol extract of aspen leaves and individual fractions in the processing of moldy wheat grains Novosibirsk 31 were studied.

**Keywords:** aspen, leaves, wheat, *Penicillium* fungi

Поиск природных веществ, обладающих антифунгальной активностью, в настоящее время для лесного и сельского хозяйства является актуальной задачей, поскольку использование химических фунгицидов приводит к развитию резистентности к нему грибов.

В литературе имеются сведения об антифунгальной активности экстрактов почек и листьев тополей [1, 2]. Осина (*Populus tremula* L.) относится к виду лиственных деревьев из рода Тополь семейства Ивовых, которые широко распространены в лесах России. Биомасса осины содержит разнообразные группы биологически активных веществ [3].

Экстракты коры осины обладают фунгицидным действием, ингибируя рост и развитие грибов рода *Aspergillus niger*, *Candida albicans* и *Saccharomyces cerevisiae*. Также они оказывают бактериостатическое действие в отношении грамположительных *Bacillus cereus* и грамотрицательных бактерий *Escherichia coli*, *Pseudomonas ruginosa*, *Salmonella*, бактерицидное действие в отношении *Streptococcus pneumoniae* и *Haemophilus influenzae*, *Staphylococcus aureus* и *Enterococcus faecalis* [4].

Антимикробная активность экстрактивных веществ листьев осины, произрастающих в Красноярском крае, мало изучена.

Для зерна злаковых культур характерны различные заболевания, такие, как фузариоз, стеблевая ржавчина, пыльная головня, мучнистая роса. Наиболее распространенным заболеванием является плесневение, вызванное грибами рода *Penicillium*. Плесневение семян снижает резистентность семенного материала к другим болезням, а также приводит к снижению уровня всхожести [5]. В связи с этим целью работы стало определение антимикробной активности экстрактов листьев осины на примере заплесневелого зерна пшеницы Новосибирская 31. Объектом исследования служили зеленые листья осины (*Populus tremula* L.). Пробы листьев были отобраны в августе 2022 г. с деревьев в районе г. Красноярска. Сырье высушивали до комнатно-сухого состояния и измельчали до 3–5 мм.

Спирторастворимые вещества выделяли из листьев методом настаивания в течение трех суток при комнатной температуре. Соотношение сырья и экстрагента (этиловый спирт) 1:20. Полученные экстракты упаривали и подвергали фракционированию с использованием растворителей с возрастающей полярностью: петролейный эфир, диэтиловый эфир, этилацетат и бутанол [6]. Для обработки семян использовали полученные экстракты с концентрацией сухих веществ 8 мг/мл. Выход экстрактивных веществ из листьев осины приведен в табл. 1.

Приведенные в таблице данные показывают, что из листьев осины в конце периода вегетации извлекается этиловым спиртом до 10 % от абсолютно сухого сырья. Спиртовые экстракты листьев осины содержат разные группы соединений: органические кислоты, каротиноиды, витамины, ароматические кислоты, фенолкарбоновые кислоты, фенолы, фенолгликозиды, флавоноиды и другие вещества [3, 7].

Таблица 1

## Фракционный состав веществ спиртового экстракта листьев осины

Экстракт	Количество экстрактивных веществ, %	
	от абсолютно сухого сырья	от сухих веществ спиртового экстракта
Спиртовой	9,22	–
Петролейный	2,33	25,30
Диэтиловый	1,66	18,07
Этилацетатный	2,79	29,76
Бутанольный	1,73	18,30

При фракционировании установлено, что основной группой соединений в составе экстракта листьев являются растворимые в этилацетате вещества, к которым относятся флавоноиды. На долю этих веществ приходится до 30 % сухих веществ экстракта.

Антифунгальную активность полученных экстрактов листьев осины изучали на зараженном зерне пшеницы мягкой яровой Новосибирская 31 (*Triticum aestivum* L.). Для установления антимикробной активности использовали вещества как суммарного спиртового экстракта, так и отдельные его фракции. Для этого зерно в течение 20 мин замачивали в растворах веществ и раскладывали в чашки Петри на фильтровальную бумагу, которую предварительно увлажнили дистиллированной водой. Проращивание семян проводили при 25 °С в термостате. Контролем служила дистиллированная вода [8].

Результаты проращивания зараженного зерна пшеницы Новосибирская 31 представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Влияние экстрактов листьев на проращивание и количество зараженных семян пшеницы

Экстракт	Количество проросших семян, %	Количество зараженных семян, %
Дистиллированная вода	60	60
Петролейный	70	10
Диэтиловый	70	30
Этилацетатный	70	20
Бутанольный	0	0

Из приведенных данных следует, что наибольший вклад в ингибирующую способность суммарного экстракта вносят вещества, растворимые в бутаноле. Они полностью подавляли рост грибов *Penicillium*, но при этом зерно теряло способность к проращиванию. Аналогичные результаты были получены для веществ суммарного спиртового экстракта.

При обработке веществами петролейного экстракта зараженность зерна снижается на 83 %, этилацетатного и диэтилового экстрактов – на 50 % и 67 % от контроля соответственно.

Для пророщенного зерна пшеницы Новосибирская 31 были определены ростовые показатели, такие, как длина ростка и длина корня (табл. 3). Результаты экспериментов показывают, что ростовые показатели обработанных экстрактивными веществами семян пшеницы близки к контролю. Длина ростка и корня составляет 80–90 % от контроля, а при обработке веществами диэтилового экстракта длина корня составляет +112 % к контролю.

Таблица 3

## Ростовые показатели семян пшеницы Новосибирская 31

Экстракт	Средняя длина ростка, мм	Средняя длина корня, мм
Дистиллированная вода	42,0±7,3	67,1±13,4
Петролейный	37,2±7,6	54,5±10,4
Диэтиловый	41,8±10,1	74,8±13,9
Этилацетатный	37,4±8,26	61,7±10,35

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что спирторастворимые вещества, выделенные из зеленых листьев осины, обладают антифунгальной активностью по отношению к грибам рода *Penicillium*. При обработке зерна зараженность снижается с 60 % до 10 %, что соответствует разрешающей норме, при этом зерно сохраняет способность к прорастанию.

## Список источников

1. Браславский, В. Б. Ива, тополь и прополис в медицине и фармации: монография / В. Б. Браславский. – Самара : ООО «Офорт», 2012. – 116 с.
2. Бакулин, В. Т. Антимикробная активность листьев тополей и ив (*Salicaceae*) в Сибири / В. Т. Бакулин, Л. Н. Чиндяева, Н. В. Цыбуля // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 6. – С. 60–64.
3. Сафин, Р. Г. Экстрагирование биологически активных веществ из коры осины / Р. Г. Сафин, Д. Ф. Зиатдинова, Г. Р. Арсланова // Лесной вестник. – 2017. – № 2. – С. 65–69.
4. Михайлова, Е. А. Применение экстрактов коры осины (*Populus tremula* L.) в качестве перспективного средства для комплексной терапии и профилактики ряда нозологий. Метаанализ данных современной научной литературы / Е. А. Михайлова, Е. А. Огурцов // Современная медицина: новые подходы и актуальные исследования. – 2022. – № 9–10. – С. 23–34.
5. Койшыбав, М. Болезни пшеницы. Анкара : Производственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) / М. Койшыбав. – 2018. – 394 с.

6. Ложкина, Г. А. Исследование спиртового экстракта почек тополя бальзамического / Г. А. Ложкина, Е. В. Исаева, Т. В. Рязанова // Химия растительного сырья. – 2009. – № 1. – С. 83–87.

7. Соколов, П. Д. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Раеoniaceas – Thymelaeseae / П. Д. Соколов. – Ленинград : Наука. –1985. – 336 с.

8. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Введен 1986.07.01. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 64 с.

Научная статья  
УДК 547.816.3

## ПОЛУЧЕНИЕ СУММЫ ФУРАНОКУМАРИНОВ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

Денис Сергеевич Беспалов<sup>1</sup>, Дмитрий Михайлович Егоров<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет), Санкт-Петербург, Россия

<sup>1</sup> den\_chim@mail.ru

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

**Аннотация.** В ходе исследования в зеленых частях борщевика, произрастающего в Ленинградской области, обнаружена 0,16 %-ная концентрация фуранокумаринов. Разработан новый лабораторный способ выделения суммы фуранокумаринов *Heracléum Sosnówskyi*, не использующий органические растворители.

**Ключевые слова:** род *Heracléum*, борщевик Сосновского, фуранокумарины, группа псоралена, выделение, лабораторный метод

Scientific article

## OBTAINING THE SUM OF FURANOKOUMARINS OF SOSNOWSKI'S HOGWEED

Denis S. Bespalov<sup>1</sup>, Dmitry M. Yegorov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Saint-Petersburg State Institute of Technology, St. Petersburg, Russia

<sup>1</sup> den\_chim@mail.ru

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

**Abstract.** A 0,16 % concentration of furanocoumarins was found in the green parts of the hogweed grown in the Leningrad region. A new laboratory method for isolating the sum of furanocoumarins *Heracléum Sosnówskyi*, which does not use organic solvents, has been developed.

**Keywords:** genus *Heracléum*, Sosnowski's hogweed, furanocoumarins, psoralene group, isolation, laboratory method

Борщевик Сосновского снискал себе одиозную репутацию «короля сорняков», а также прописался во многих «черных книгах» флоры и энциклопедиях сорных растений. Его агрессивное бесконтрольное разрастание представляет серьезную экологическую проблему. Кроме того, широко известны его ядовитые свойства [1]. Вместе с этим в растении заложен



огромный потенциал физиологически активных веществ, используя который, можно сократить его заросли [2]. Отсюда вытекает актуальность изучения возможностей переработки борщевика Сосновского.

Борщевик Сосновского – мощное растение высотой до 4 м. Стебель одиночный, прямостоячий, толстый, полый, бороздчатый с редкими волосками, сверху густо шероховатоопушенный пурпурный или с пурпурными пятнами. Листья перистолопастные, сверху голые, снизу опушенные. Соцветие – сложный многолучевой зонтик. Корневая система стержневого типа, ветвистая, проникает вглубь до 2 м. Цветет в июне – июле, плоды созревают в августе. В зависимости от погодных условий сроки цветения и плодоношения могут сдвигаться. Растение влаголюбиво, легко переносит переувлажнение и заболачивание, морозостойко [3].

Ранее борщевик культивировался как перспективное силосное и кормовое растение. Однако именно такие биологические характеристики, как высокая и ранняя всхожесть семян, очень высокая жизнеспособность и быстрота роста молодых растений, способность к самоопылению, «отложенному» цветению и плодоношению, большая урожайность семян и их значительная полевая всхожесть, обеспечили борщевiku удачный «побег» из культуры. Растение практически не имеет естественных врагов. Особая роль в неконтролируемом распространении борщевика принадлежит брошенным, ранее обрабатывавшимся землям. Именно здесь находится наибольшее число нарушенных экотопов, наиболее уязвимых для инвазии. Также борщевик способен наносить серьезный ущерб биологическому разнообразию лесов, окаймляя их и прорастая в редких местах и по вырубкам.

Сейчас растение внесено в Отраслевой классификатор сорных растений Российской Федерации [4, 5]. В настоящее время ведутся многочисленные изыскания в области переработки борщевика Сосновского. Их общая цель – использовать биомассу растения, сократив его заросли. Такой подход позволяет взглянуть на борщевик уже не только как на злостный сорняк, а как на культуру будущего [6]. Данное исследование касается физиологически активных веществ *Heracléum Sosnówskyi*.

Сейчас препараты для лечения лейкодермии на основе фуранокумаринов производятся из плодов амми большой (*Ámmi május*, сем. *Зонтичных*), содержащей по данным Регистра лекарственных средств России лишь около 2 % активных фуранокумаринов. По литературным данным [7], *Heracléum Sosnówskyi* содержит до 6 % активных фуранокумаринов в пересчете на сухое вещество. Это делает *Heracléum Sosnówskyi* перспективным их источником.

Фуранокумарины борщевиков исследовались и ранее [2, 7, 8–10]. Наиболее распространены способы выделения, основанные на экстракции органическими растворителями [2, 7, 9, 10]. Также имеются данные об опытах по совместному выделению пектина и фуранокумаринов методом

гидролиза растительной ткани *Heracléum Sosnówskyi* [7]. Извлечение при этом ведется подкисленной водой.

Настоящее исследование предлагает простой не использующий органические растворители способ получения суммы фуранокумаринов *Heracléum Sosnówskyi*, основанный на экстракции ЛРС раствором щелочи, исходя непосредственно из свежего растения. Разработана также методика качественного анализа полученных природных соединений.

Сбор сырья проводился в начале июля в Ленинградской области. Предпочтение отдавалось зацветающим растениям без внешних дефектов. Собиралось все растение целиком (рис. 1, а) в солнечную сухую погоду, поскольку при ярком освещении количество фуранокумаринов в тканях и соке растений максимальное.

Очищенная свежая трава (стебли, листья, цветки) *Heracléum Sosnówskyi* (всего было использовано 10,4 кг сырья) измельчалась и порционно помещалась в круглодонную колбу объемом 1 л. Затем порция сырья заливалась 0,7 л 0,1 М раствора NaOH, и колба нагревалась в кипящей водяной бане 3 часа с обратным холодильником. После этого использованное сырье отбрасывалось, а экстракт профильтровывался сперва через марлю, потом через бумажный складчатый фильтр. (рис. 1, б–в).

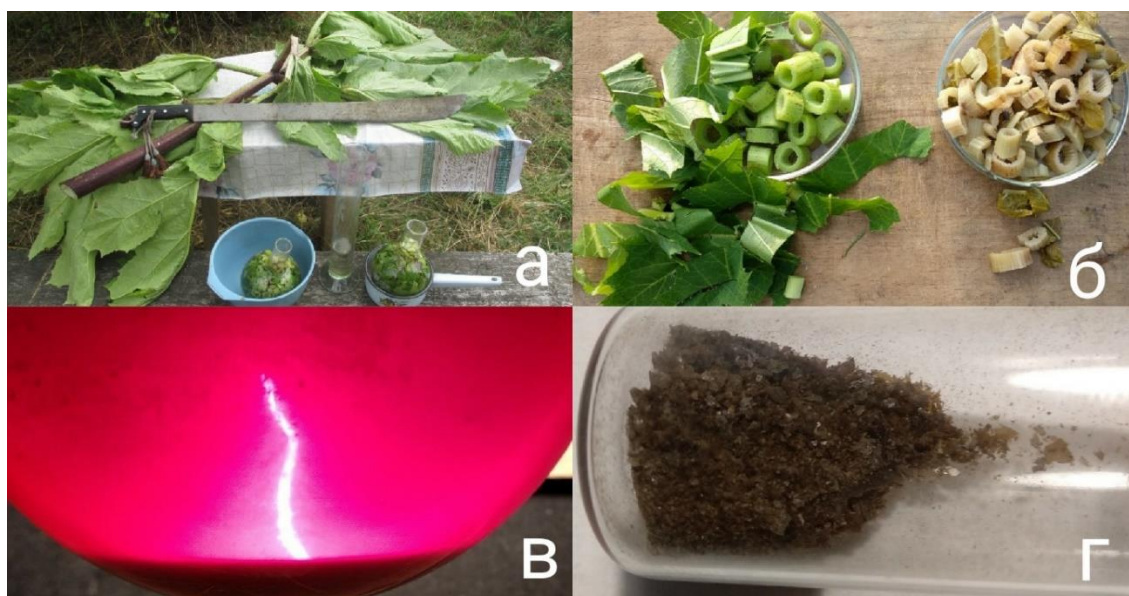


Рис. 1. Процесс выделения фуранокумаринов:  
 а – сбор сырья; б – листья до и после экстрагирования;  
 в – осадок фуранокумаринов, выпавший при подкислении экстракта;  
 г – образец полученной суммы фуранокумаринов

Полученный таким образом экстракт был совершенно прозрачен, имел красивый рубиновый цвет и специфический запах. Он в свою очередь вновь подогревался на кипящей водяной бане около 5 минут, после чего

добавлялся равный объем 0,1 М раствора HCl, при этом наблюдались выделение хлопьевидного осадка и зеленая опалесценция. Раствор вместе с осадком нагревался на водяной бане еще 15 минут, после чего охлаждался. Через 2 часа тонкий осадок полностью созрел. Раствор декантировали, а осадок многократно промыли дистиллированной водой. Отфильтрованный осадок был собран и высушен. Выход составил 17,11 г (рис. 1, з). Следовательно, в 1 кг зеленой массы *Heracléum Sosnówskyi* содержится 1,65 г суммы фуранокумаринов.

С целью установления подлинности полученной суммы фуранокумаринов была поставлена цветная капельная реакция со свежеприготовленным диазореактивом Паули. Для этого образец фуранокумаринов массой 0,2 г был помещен в высокую пробирку и залит 5 мл 0,1 М раствора NaOH, после чего данная система тщательно перемешивалась стеклянной палочкой и нагревалась в кипящей водяной бане 5 минут. Далее полученный раствор был охлажден и профильтрован. Цвет щелочного извлечения – палевый.

Отдельно готовят реактив Паули. Для этого 1 г сульфаниловой кислоты растворяют в 5 мл 10%-ного раствора NaOH, охлаждают и добавляют при перемешивании 5 мл 10%-ного раствора нитрита натрия (раствор А). Также готовят 5 мл 10%-ного раствора соляной кислоты (раствор Б). Растворы охлаждают до 0 °С. Далее к раствору Б медленно, при постоянном перемешивании и охлаждении, прибавляют раствор А. Важно не допускать разогревания смеси выше 5 °С. Температуру контролируют термометром, опущенным непосредственно в реакционную смесь. После выдержки в 5 минут на ледяной бане при 0 °С реактив готов к употреблению. Цвет реагента – персиковый.

На часовые стекла наносят по две капли реактива Паули и добавляют несколько капель щелочного раствора фуранокумаринов. Немедленно возникает яркое исчезающее вишнево-окрашивание (рис. 2). Данное явление свидетельствует о подлинности полученной суммы фуранокумаринов.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

– *Heracléum Sosnówskyi* превосходит другие виды растений по процентному содержанию фуранокумаринов, потому является их перспективным источником;

– в зеленых частях борщевика обнаружена 0,16 %-ная концентрация фуранокумаринов;

– разработан новый простой лабораторный способ выделения суммы фуранокумаринов *Heracléum Sosnówskyi*, не использующий органические растворители;

– необходимо продолжить исследования по разделению полученной суммы кумаринов и составу ее компонентов.

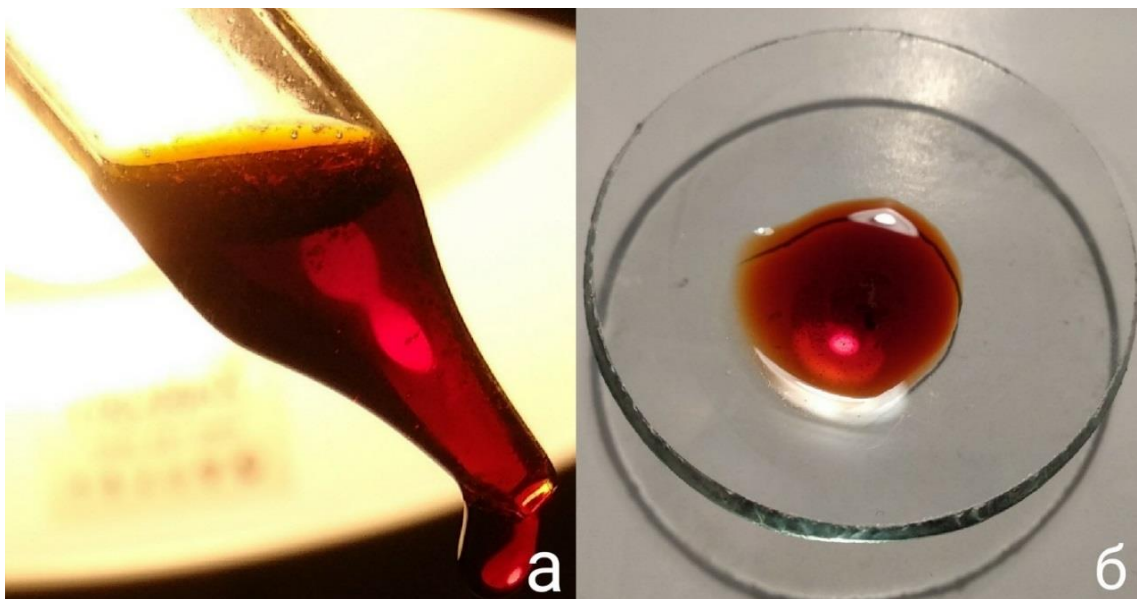


Рис. 2. Цветная капельная реакция:  
*а* – раствор в пипетке; *б* – на часовом стекле

*Список источников*

1. Журба, О. В. Лекарственные, ядовитые и вредные растения / О. В. Журба, М. Я. Дмитриев. – Москва : Колос, 2008. – 512 с.
2. Орлин, Н. А. Об извлечении кумаринов из борщевика / Н. А. Орлин // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 3. – С. 13–14.
3. Медведев, П. Ф. Кормовые растения Европейской части СССР: Справочник / П. Ф. Медведев, А. И. Сметанникова. – Ленинград : Колос: Ленингр. отделение, 1981. – 336 с.
4. Виноградова, Ю. К. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах средней России / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, Л. В. Хорун. – Москва : ГЕОС, 2010. – 512 с.
5. Кормилицына, К. Миллион за сорняк / К. Кормилицына // Журнал «Коммерсантъ». – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3681780> (дата обращения: 2.09.2022).
6. Ткаченко, К. Борщевик Сосновского: растение-терминатор или культура будущего? / К. Ткаченко // Журнал «Коммерсантъ Наука». – URL: <https://inlnk.ru/Pm9BR0> (дата обращения: 02.09.2021).
7. Купов, И. С. Разработка метода выделения пектина и фуранокумаринов из борщевика Сосновского / И. С. Купов, М. С. Золотарева // Инженеры будущего : материалы открытой городской научно-практической конференция (Москва, 18–20 апреля 2019 года). – Москва, 2019.
8. Есбатыр, А. Е. Выделение кумаринов для использования в фармацевтической промышленности / А. Е. Есбатыр, Д. Ю. Корулькин // Вестник КазНМУ. – № 4. – 2016.

9. Основы фитохимического анализа : учебное пособие / Р. Г. Фархутдинов, Н. В. Кудашкина, Р. А. Зайнуллин [и др.]. – Уфа : РИЦ БашГУ, 2016. – 288 с.

10. Юрлова, Л. Ю. Фурукумарины *Heraclium sosnowskyi* и *Heraclium moellendorffii* / Л. Ю. Юрлова, Д. М. Черняк, О. П. Кутовая / ТМЖ. – 2013. – № 2 (52).

Научная статья  
УДК 691.175.2

## ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА НАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПВХ

Ольга Евгеньевна Биктимирова<sup>1</sup>, Юлия Маратовна Кулаженко<sup>2</sup>,  
Денис Денисович Чирков<sup>3</sup>, Алексей Евгеньевич Шкуро<sup>4</sup>

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

Екатеринбург, Россия

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

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

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

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

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы оценки влияния среднего диаметра частиц древесной муки на физико-механические свойства полимерного композиционного материала на основе пластифицированного поливинилхлорида.

**Ключевые слова:** ПКМ, композит, ПВХ, диаметр частиц, древесная мука

Scientific article

## INFLUENCE OF FILLER FRACTIONAL COMPOSITION ON THE PROPERTIES OF PVC-BASED COMPOSITES

Olga Ye. Biktimirova<sup>1</sup>, Julia M. Kulazhenko<sup>2</sup>, Denis D. Chirkov<sup>3</sup>,  
Alexey Ye. Shkuro<sup>4</sup>

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

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

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

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

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

**Abstract.** We evaluate the effect of the average particle diameter of wood flour on the physical and mechanical properties of a polymer composite material based on plasticised polyvinyl chloride.

**Keywords:** PCM, composite, PVC, particle diameter, wood flour

Широко известно, что размер частиц наполнителя оказывает значительное влияние на технологические и эксплуатационные свойства полимерных композиционных материалов (ПКМ). Большое количество работ [1, 2] посвящено изучению влияния размеров частиц наполнителя на свойства композиций с полимерной фазой полиолефинов. Интерес для

химической промышленности также представляют композиции на основе поливинилхлорида (ПВХ).

Настоящее исследование проводилось с целью оценки влияния диаметра частиц наполнителя на физико-механические свойства полимерного композиционного материала с полимерной фазой пластифицированного поливинилхлорида и древесной мукой. В задачи исследования входило определение показателей плотности, числа упругости, пластичности и ударной вязкости.

Для оценки влияния диаметра частиц наполнителя на физико-механические свойства ПКМ с полимерной фазой пластифицированного поливинилхлорида была получена серия образцов состава: ПВХ СИ-67 – 49,5 мас. %, древесная мука ДМ-180 – 45 мас. %, дибутилфталат – 4,5 мас. %, стеарат кальция – 1 мас. %.

Для полученных образцов полимерных композиционных материалов были определены показатели плотности, числа упругости, пластичности, ударной вязкости.

По данным регрессионного анализа для доверительной вероятности не менее 0,95 ( $P = 0,95$ ) были установлены следующие адекватные экспериментально-статистические зависимости влияния на эти свойства среднего диаметра частиц наполнителя ( $x$ , мм) с коэффициентом детерминации  $R^2$ :

- плотность, МПа ( $Y_1$ ):  $Y_1 = 425,84x + 1195,80$  ( $R^2 = 0,99$ );
- число упругости, % ( $Y_2$ ):  $Y_2 = 107,28x + 40,22$  ( $R^2 = 0,99$ );
- пластичность, % ( $Y_3$ ):  $Y_3 = -107,28x + 59,78$  ( $R^2 = 0,99$ );
- ударная вязкость, кДж/м<sup>2</sup> ( $Y_4$ ):  $Y_4 = 11,062x + 2,44$  ( $R^2 = 0,99$ ).

Установлено, что показатели плотности (рис. 1, а), числа упругости (рис. 1, б) и ударной вязкости (рис. 2, б) возрастают пропорционально росту среднего диаметра частиц наполнителя. В то же время наблюдается падение показателя пластичности (рис. 2, а).

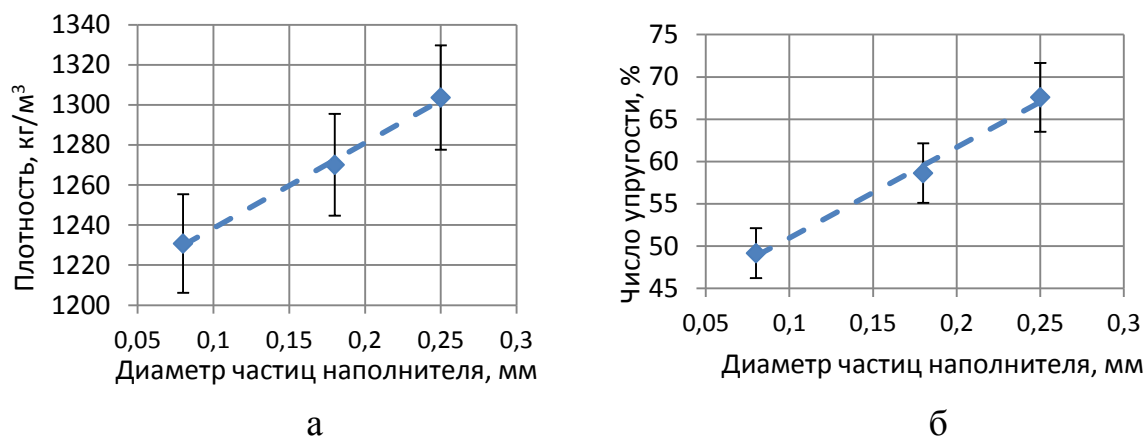


Рис. 1. Зависимость показателей плотности (а) и числа упругости (б) образцов ПКМ от диаметра частиц наполнителя

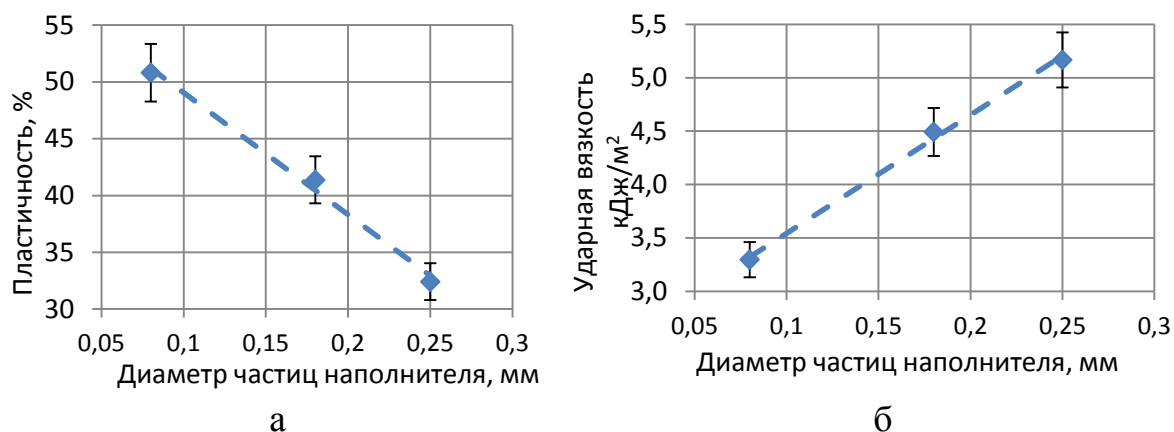


Рис. 2. Зависимость показателей пластичности (а) и ударной вязкости (б) образцов ПКМ от диаметра частиц наполнителя

Результаты проведенных исследований показывают, что для получения полимерных композиционных материалов, обладающих повышенной ударной прочностью и стойкостью к пластическим деформациям, необходимо использовать образцы с наибольшим диаметром частиц наполнителя.

#### *Список источников*

1. Спиглазов, А.В. Влияние размеров древесных частиц и степени наполнения на текучесть композиций с термопластичными полимерными матрицами / А. В. Спиглазов, В. П. Ставров // Пластические массы. – 2004. – №12. – С. 50–52.
2. Stavrov, V. P. Rheological parameters of molding thermoplastic composites high-filled with wood particles / V. P. Stavrov, A. V. Spiglavov, A. I. Sviridenok // Int. J. Appl. Mech. and Eng. – 2007. – V. 12, № 2. – P. 527–536.



Научная статья  
УДК 663.316

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЯБЛОЧНОГО СИДРА

Елизавета Сергеевна Воронина<sup>1</sup>, Татьяна Михайловна Панова<sup>2</sup>,  
Лариса Гельевна Старцева<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> volizavo@gmail.com

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

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

**Аннотация.** Изучено влияние сорта яблок и вида дрожжей на процесс ферментации сидра. Определены технологические и кинетические показатели процесса брожения. Рекомендовано использование яблок сорта Суйслепское декоративное. Использование дрожжей с добавками оказалось нецелесообразным, так как яблочное сусло содержит все необходимые для метаболизма дрожжей питательные вещества.

**Ключевые слова:** сидр, яблоки, дрожжи, ферментация

Scientific article

## INVESTIGATION OF THE PROCESS OF OBTAINING APPLE CIDER

Yelizaveta S. Voronina<sup>1</sup>, Tatyana M. Panova<sup>2</sup>, Larisa G. Startseva<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> volizavo@gmail.com

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

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

**Abstract.** The article deals with the influence of the apple variety and the type of yeast on the fermentation process. Technological and kinetic parameters of the fermentation process are determined. The use of apples of the Suislep decorative variety is recommended. The application of yeast with additives turned out to be impractical, since apple wort contains all the nutrients necessary for yeast metabolism.

**Keywords:** cider, apples, yeast, fermentation

Сидр – напиток, получаемый брожением натурального яблочного сока с добавлением (или без) сахара и насыщенный диоксидом углерода.

Яблочный сброженный напиток достаточно распространен благодаря специфическим органолептическим свойствам. Напиток светло-янтарного цвета с зеленоватым оттенком, характеризуется небольшой крепостью (5–7 об. %) и кислотностью 5–8 г/дм<sup>3</sup> (в пересчете на яблочную кислоту) [1].

Производство сидра – процесс не сложный, но требующий особого усердия и внимания к себе. В производстве редко используют только один сорт яблок. Это можно объяснить тем, что в одном сорте трудно добиться баланса кислот, сахаров и танина, который необходим для получения хорошего продукта [2]

Больше всего потребителей интересуют разнообразные вкусовые и ароматические решения, которые может предложить производитель. За счет различных сортов яблок, используемых в производстве, сидр приобретает новый вкус и свои характерные черты, отличающие его от любого другого сидра.

В данной работе проведены исследования и показана возможность получения сидра из яблок сорта Айдаред и Суйслепское декоративное.

В качестве продуцента были использованы винные дрожжи двух видов: *Beervingem* с питательной солью и дрожжи *Gervin «Universal – GV1»*. Ферментация проводилась в специальных стеклянных колбах с гидрозатвором для обеспечения однонаправленного выхода углекислого газа из емкости. В течение всего процесса ферментации, который составил 8 суток, снимались базовые физико-химические данные, такие, как кислотность, концентрация биомассы дрожжей, содержание субстрата и этилового спирта. Параллельно проводились микроскопические исследования морфологических и физиологических показателей дрожжей. Исследование проводили с четырьмя пробами, представленными в таблице.

#### Характеристика исследуемых проб

№ пробы	Сорт яблок	Используемые дрожжи
1	Суйслепское декоративное	С питательной добавкой <i>Beervingem</i>
2	Суйслепское декоративное	<i>Gervin «Universal – GV1»</i>
3	Айдаред	С питательной добавкой <i>Beervingem</i>
4	Айдаред	<i>Gervin «Universal – GV1»</i>

Эксперимент проводился в периодических условиях при температуре ферментации 18–23 °С и продолжительностью 8 суток. Результаты изменения физико-химических показателей в процессе ферментации приведены на рис. 1–5.

На рис. 1 видно, что наиболее интенсивно процесс потребления субстрата наблюдается в пробах 1 и 2 (Суйслепское декоративное), в пробах 3 и 4 (Айдаред) процесс потребления субстрата несколько замедленный. Необходимое содержание экстракта в первой пробе было достигнуто

в процессе 72-часовой ферментации. Это подтверждают значения скоростей потребления субстрата, показанные на рис. 2.

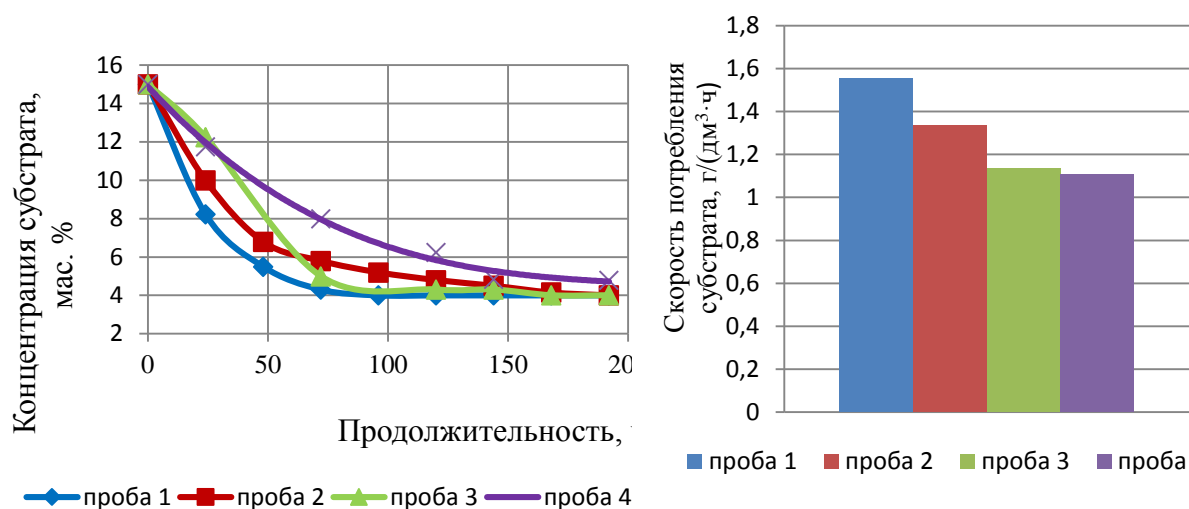


Рис. 1. Динамика потребления субстрата

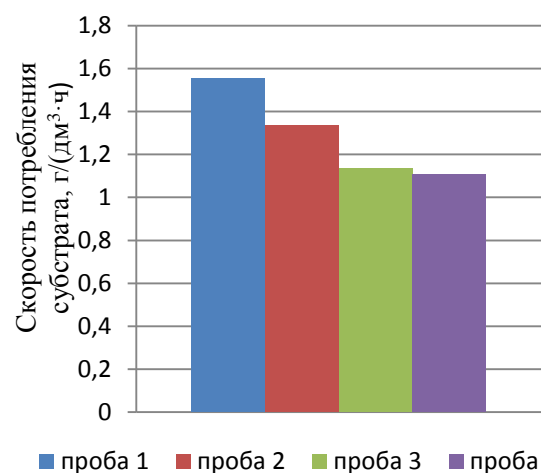


Рис. 2. Скорость потребления субстрата при 72-часовой ферментации

График изменения содержания субстрата представляет собой плавную кривую, которая не имеет колебаний и горизонтальных прямых, что является подтверждением стабильности процесса. Максимальная скорость потребления субстрата наблюдается у пробы 1 и составляет 1,6 г/(дм<sup>3</sup>·ч).

При использовании дрожжей с питательной добавкой скорость потребления субстрата оказалась несколько выше для всех используемых сортов яблок.

На рис. 3 представлена динамика роста биомассы, которая свидетельствует, что продолжительность лаг-фазы во всех пробах составляет 10–15 ч. Такая длительность связана с использованием исходных дрожжей в лиофилизированном состоянии, и для их гидратации и активизации ферментных систем необходима большая продолжительность.

Наибольший выход биомассы дрожжей при 72-часовой ферментации наблюдается в пробах 3 и 4, полученных из сорта Айдаред. На наш взгляд, это связано с повышенным содержанием биологически активных веществ, являющихся активаторами процесса размножения дрожжей.

Как видно из рис. 4, наиболее интенсивно процесс биосинтеза этанола в первом периоде ферментации наблюдается в пробах 1 и 2, т. е. из яблок сорта Суйслепское декоративное. В этих пробах необходимая концентрация спирта (выше 5 об. %) достигается в процессе 72-часовой ферментации.

В пробах 3 и 4, полученных из сорта Айдаред, процесс биосинтеза этанола в первый период протекает менее интенсивно, что связано с преобладанием конструктивного обмена дрожжей над энергетическим в этот период. Активизация процессов биосинтеза этанола в этих пробах

наблюдается через 96 часов ферментации. Значения экономического коэффициента, характеризующего выход этанола из потребленного субстрата, представленные на рис. 5, свидетельствуют о высоких показателях процесса ферментации в пробах 1 и 2.

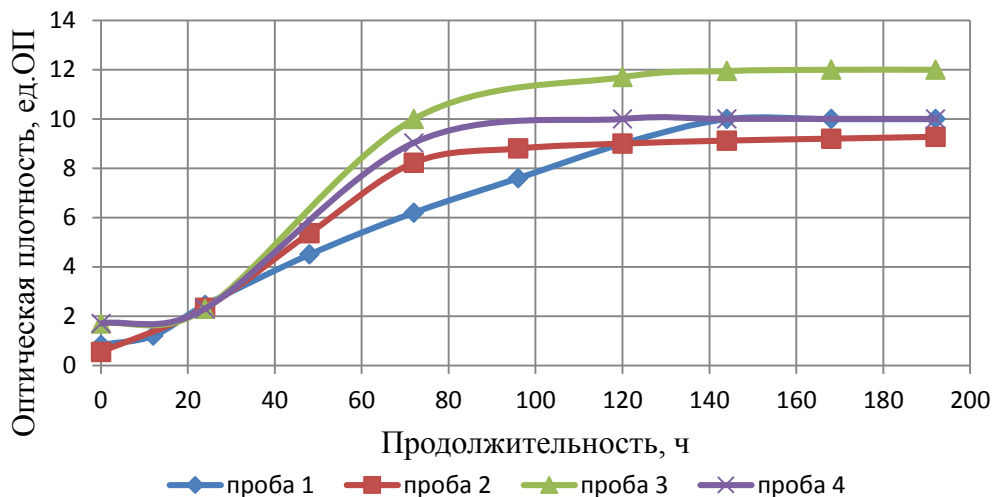


Рис. 3. Динамика роста биомассы

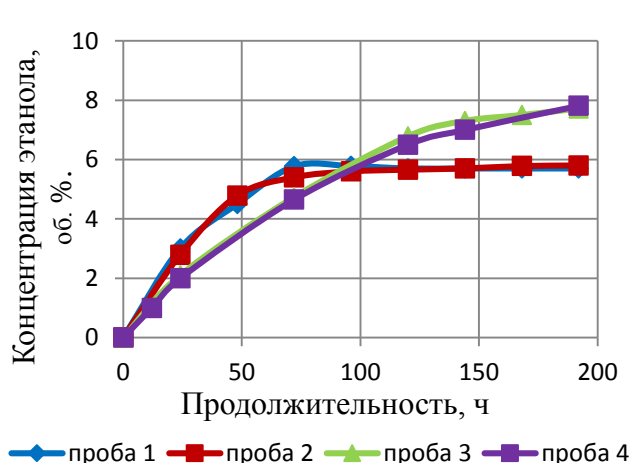


Рис. 4. Динамика биосинтеза этанола

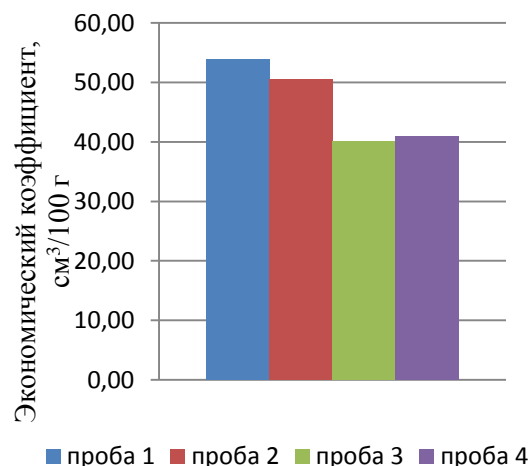


Рис. 5. Значения экономического коэффициента при 72-часовой ферментации

На основе результатов исследований можно сделать вывод, что химический состав яблок оказывает заметное влияние на скорость ферментационных процессов в производстве яблочного сидра. По результатам полученных данных можно рекомендовать использование яблок сорта Суйслепское декоративное. Анализ динамики роста дрожжей, потребления субстрата и биосинтеза этанола показал оптимальность продолжительности главного брожения в течение 3–4 суток. Использование дрожжей с питательными добавками оказалось нецелесообразным, так как

они в большей степени активируют рост биомассы дрожжей, а заметного влияния на процессы биосинтеза этанола не оказывают. Это связано с тем, что яблочное сусло содержит все необходимые для метаболизма дрожжей питательные вещества.

*Список источников*

1. Ковалевский, К. А. Технология бродильных производств : учебное пособие / К. А. Ковалевский. – Киев : «ИНКОС», 2017. – 340 с.
2. Ли, Э. Спиртные напитки. Особенности брожения и производства / Э. Ли, Дж. Пигготт. – Санкт-Петербург : Профессия, 2006. – 552 с.

Научная статья  
УДК 663

## РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ СИДРА НА ОСНОВЕ ЯБЛОК УСЛК им. Л. И. ВИГОРОВА

Мargarita Сергеевна Гарт<sup>1</sup>, Софья Андреевна Акинцева<sup>2</sup>, Андрей Викторович Савиновских<sup>3</sup>, Павел Александрович Мартюшов<sup>4</sup>

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

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

<sup>2</sup> akincevasofa@gmail.com

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

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

**Аннотация.** Рассматривается технология получения сидра на основе растительного сырья.

**Ключевые слова:** сидр, рецептура, дрожжи, яблоки

Scientific article

## DEVELOPMENT OF A CIDER RECIPE BASED ON APPLES IN THE ORCHARD NAMED AFTER L. I. VIGOROV

Margarita S. Gart<sup>1</sup>, Sofya A. Akintseva<sup>2</sup>, Andrey V. Savinovskikh<sup>3</sup>, Pavel A. Martyushov<sup>4</sup>

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

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

<sup>2</sup> akincevasofa@gmail.com

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

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

**Abstract.** The technology of obtaining cider based on vegetable raw materials is considered.

**Keywords:** cider, recipe, yeast, apples

Уральский сад лечебных культур им. Профессора Л. И. Вигорова основан в 1969–1973 годах на площади 2,5 га при Уральском лесотехническом университете на восточной окраине Екатеринбурга.

В 1977 году «Сад лечебных культур» был включен в список памятников природы, приобрел статус дендрологического парка, ботанического сада областного значения.

В саду Вигорова произрастает большое количество яблок и груш, и не все плоды перерабатываются или используются, большинство попадает в компост. Одним из вариантов использования яблок является получение сидра. В данной работе рассмотрен базовый рецепт приготовления сидрас целью разработки уникальной рецептуры на основе яблок и груш из Сада лечебных культур им. профессора Л. И. Вигорова.

Для эксперимента был выбран классический способ приготовления сидра (ГОСТ Р 59170–2020) без каких-либо «косметических» и вкусовых добавок: красителей, эфирных масел, сиропов, регуляторов кислотности, антиокислителей (пиросульфит калия) [1]. Для приготовления сидра брали яблоки и груши различных сортов:

- 1) Тихоновские;
- 2) Груша домашняя;
- 3) Золотой налив– Аппорт Александрова;
- 4) смесь сортов: Грушовка московская, Химическая Мичурина, Папировка, УЭЛСИ, Сахарная Казанцева и вигоровские гибриды.

Использовали дрожжи двух видов: универсальные (GV1) и для фруктовых вин (фруктовое вино F18°) и рафинированный белый сахар.

Сидр и смесь различные сортов яблок были приготовлены по следующей рецептуре:

- количество, зависящее от сорта яблок (табл. 1) на 3 литра сока (при использовании груш их содержание не должно превышать 15 %);
- 150 г рафинированного белого сахара на 150 г. воды (на 3 л. сока);
- 0,5 г фруктовых или универсальных дрожжей.

*Таблица 1*

Количество сока с мякотью с 1 кг яблок и груш

Сорт или смесь яблок	Выход сока из 1 кг, мл.
Тихоновские	700
Ранетки	390
Смесь ранеток, Тихоновских и груш	660
Смесь Аппорта Александрова и ранеток	650

Из каждого сорта яблок получается разное количества сока, поскольку различаются физические свойства: размер, форма, окрас, твердость, сочность и кислотность. Сидр также можно приготовить в сочетании с другими сортами яблок для улучшения вкусовых свойств.

После приготовления сидра был определен его химический состав на приборе КОЛОС-1 (табл. 2) [2].

Таблица 2

## Результат измерения на прибора КОЛОС-1

Сорт или смесь яблок	Объемная доля спирта, %	Массовая доля действительного экстракта, %	Экстрактивность начального сусла (ЭНС), %	Действительная степень сбраживания, %
Тихоновские на фруктовых дрожжах	6,72	0,84	11,2	92,6
Смесь ранеток, Тихоновских и груш на фруктовых дрожжах	7,83	2,04	14	85,4
Смесь ранеток, Тихоновских и груш на зеленых дрожжах	7,63	2,46	14,1	82,6

Сравнение полученных результатов со значениями по ГОСТ 12787–2021 позволяет сделать вывод, что можно уменьшить объемную долю до 6 %, однако различные сидрерии выпускают сидр с большей объемной долей спирта, так как они рассчитывают на определенную аудиторию [3]. Поэтому в следующем году мы планируем проводить эксперименты по изменению рецептуры для получения более сладкого и легкого напитка. В качестве примера будет взят «Сидр Brad`s 2015» и «Killer Apple Cider II: Even Cideryer 2008» с небольшими изменениями.

Первый вариант «Сидр Brad`s 2015» [4]:

- 1) яблочный сок, количество (кг), зависящее от сорта яблок, на 3 литра сока;
- 2) тростниковый сахар – 300 г;
- 3) дрожжевая смесь для сливочного эля (White Labs #WLP080) – 0,5–1 г ;
- 4) пектиновый фермент – 10 г;
- 5) палочка корицы(при розливе в бутылки 0,5л) – 2 шт.;
- 6) ваниль (при розливе в бутылки 0,5л) – 5 г;
- 7) мускатный орех (при розливе в бутылки 0,5 л) – 1,25 г;
- 8) желатин – 10 г;

Второй вариант «Killer Apple Cider II: Even Cideryer 2008» [5]:

- 1) яблочный сок, количество (кг), зависящее от сорта яблок, на 3 литра сока;
- 2) дрожжи фруктовые – 0,5–1 г;



- 3) кукурузный сахар/100 г. тростникового сахара на 200 г. воды (на 3 л. сока) – 100 г.;
- 4) эфирное масло (сирень, грейпфрут, шиповник и т. д.) – 15 мл;
- 5) пектиновый фермент или желатин – 10 г.

Если сравнивать с классическим рецептом сидра, в предложенных рецептурах мы получаем сладкий или полусладкий сидр, а также возможно добавление меда и различных экстрактов для получения особых органолептических и биологических свойств [6]. Вкус и запах сидра будет обогащаться за счет таких ингредиентов, как фрукты и эфирные масла. Для осветления продукта можно использовать пектиновые ферменты или желатин. Из яблок и груш сада Вигорова можно получать качественный сидр, который будет конкурентоспособен известным маркам сидра.

#### *Список источников*

1. ГОСТ Р 59170–2020. Сидры фруктовые и сидры фруктовые ароматизированные / Общие технические условия. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/75286/> (дата обращения: 11.10.2022).
2. Анализатор качества пива «КОЛОС-1». Руководство по эксплуатации 2007. – URL: [https://biomer.ru/data/upload/production/kolos-1/production\\_file\\_121.pdf](https://biomer.ru/data/upload/production/kolos-1/production_file_121.pdf) (дата обращения: 15.10.2022).
3. ГОСТ 12787–2021. Методы определения объемной доли этилового спирта, массовой доли действительного экстракта и расчет экстрактивности начального сусла. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/768/76856.pdf> (дата обращения: 11.10.2022).
4. Брэд Смит, Брюэр. Сидр Brad`s 2015 г. – URL: <https://inlnk.ru/RjNlхр> (дата обращения: 20.10.2022).
5. Джастин Вавзоне. Killer Apple Cider II: Even Cideryer 2008. – URL: <https://inlnk.ru/jENaху> (дата обращения: 20.10.2022).
6. Кутпанова, Т. С. Использование *Zingiber officinale* в производстве крафтового пива 2021 г. / Т. С. Кутпанова, Т. М. Панова, Л. Г. Старцева. – URL: <https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/10462> (дата обращения: 21.10.2022).

Научная статья  
УДК 674.821 544.723.212

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ Cr(VI) МОДИФИЦИРОВАННЫМИ СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ СОСНОВЫХ ОПИЛОК

Даниил Юрьевич Дворянкин<sup>1</sup>, Инна Геннадьевна Первова<sup>2</sup>,  
Татьяна Анатольевна Мельник<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> daniil.dvoryankin.02@mail.ru

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

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

**Аннотация.** Проведено исследование сорбционных свойств модифицированных древесных отходов с установлением состава функциональных групп и механизма процесса сорбции. Показано, что процесс извлечения ионов Cr(VI) описывается моделью Фрейндлиха для полимолекулярной адсорбции ионов на поверхности углеродных сорбентов и обусловлен применяемым способом модификации целлюлозосодержащего материала.

**Ключевые слова:** древесные отходы, модификация, адсорбция, сорбенты

**Благодарности:** работа выполнена в рамках госбюджетной темы FEUG-2020-0013.

Scientific article

## STUDY OF Cr(VI) ION RECOVERY BY MODIFIED SORBENTS BASED ON PINE SAWDUST

Daniil Yu. Dvoryankin<sup>1</sup>, Inna G. Pervova<sup>2</sup>, Tatyana A. Melnik<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> daniil.dvoryankin.02@mail.ru

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

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

**Abstract.** The study of modified wood waste sorption properties for the purpose of detection of functional groups and the sorption process mechanism was carried out. It is shown that the process of Cr(VI) ions recovery is characterized

by the Freundlich model for polymolecular ions adsorption on the surface of carbon sorbents and is due to the method used to modify cellulose-containing material.

**Keywords:** wood waste, modification, adsorption, sorbents

**Acknowledgments:** the work was carried out within the framework of the implementation of the state budgetary theme FEUG-2020-0013

Хром является одним из тех металлов, которые существуют в переменных состояниях окисления, из них Cr(III) и Cr(VI) наиболее распространены в окружающей среде. Cr(III) является важным микроэлементом для многих живых организмов, в то время как шестивалентная форма хрома очень токсична для людей, она канцерогенна из-за высокого потенциала окисления и способности проникать в биологические мембраны [1]. В связи с этим не перестает быть актуальной проблема поиска более эффективных методов удаления хромат-ионов из сточных вод до их сброса в окружающую среду. Из традиционных методов очистки вод от загрязнений ионной степени дисперсности можно отметить сорбционное извлечение, которое позволяет провести не только обезвреживание сточных вод, но и концентрирование металлов при десорбции. Альтернативой наиболее известным ионитам в последнее время выступают сорбционные материалы, полученные на основе растительных отходов деревообрабатывающих производств.

Целью настоящей работы являлось исследование сорбционного извлечения дихромат-ионов из водных сред с помощью химически и термически модифицированных древесных опилок.

Наличие в составе древесных отходов таких основных компонентов, как целлюлоза и лигнин, позволяет эффективно применить (аналогично [2, 3]) методы химической и термической обработки для получения сорбционных материалов с определенным составом функциональных групп. В данной работе исходные древесные опилки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) подвергали ситовому анализу для отбора фракции 0,75–2,00 мм (образец 1). Затем проводили обработку в течение 5 часов при температуре 80 °С кислотами разной природы: минеральной 5н HNO<sub>3</sub> (с получением образца 2), а также органической 1%-ной лимонной кислоты (с получением образца 3). В результате модификации азотной кислотой не отмечено изменений в структуре древесины, но существенно меняется химический состав поверхности. Изменения функционального состава кислородсодержащих групп на поверхности исходных и модифицированных древесных опилок определяли методом потенциометрического титрования Боэма [4]. Данные представлены в таблице.

Функциональные группы в составе  
модифицированных углеродных сорбентов

Образец (условия модификации)	Общее кол-во кислород- содержащих групп, мг·экв/г	Карбоксиль- ные группы (E <sub>c</sub> ), мг·экв/г	Гидроксиль- ные группы (E <sub>h</sub> ), мг·экв/г	Сорбционная емкость, А (Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) мг/г
1. (нативные опилки)	2,30	2,30	0	5,8
2. (5н HNO <sub>3</sub> )	7,00	1,50	5,5	12,6
3. (1%-наялимонная кислота)	6,33	4,83	1,5	7,6
4. (обжиг)	5,33	2,66	2,67	12,6
5. (обжиг + 5н HNO <sub>3</sub> )	8,00	3,20	4,80	8,2
6. (обжиг + 1%- наялимонная кислота)	3,66	2,00	1,66	12,2

Установлено, что химическая модификация приводит к увеличению общего числа кислородсодержащих групп: в 3 раза при модификации HNO<sub>3</sub> (образец 2), при обработке лимонной кислотой в 2,75 раза (образец 3).

С увеличением общего количества функциональных групп отмечается и рост сорбционной емкости по отношению к ионам Cr(VI). При этом наблюдается существенное отличие в качественном составе функциональных групп: для образца 2 соотношение  $\frac{E_c}{E_h} = \frac{1,5}{5,5}$ ; для образца 3 соотношение  $\frac{E_c}{E_h} = \frac{4,83}{1,5}$ .

Наибольшую сорбционную активность (A=12,6 мг/г) проявил образец 2, окисленный 5н азотной кислотой.

Сорбционное поведение образцов модифицированных опилок изучено в статическом режиме при комнатной температуре и постоянном перемешивании из водного раствора бихромата калия с концентрацией ионов от 100 до 500 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 1).

Изотермы сорбции дихромат-ионов нативным образцом 1 и химически модифицированным сорбентом 2 относятся по классификации изотерм адсорбции-десорбции Брунауэра, Деминга, Деминга и Теллера (классификация БДДТ) к IV типу (рис. 1), характерному для полимолекулярной адсорбции на пористых и макропористых сорбентах, а изотерма для сорбента 3 соответствует VI типу, так называемой «ступенчатой» адсорбции. Изотермы адсорбции обработаны согласно [5] в рамках моделей Ленгмюра, Фрейндлиха, Дубинина-Радушкевича и Темкина. Наиболее точно процесс адсорбции ионов Cr(VI) на образцах 1, 2, 3 описывается моделью Фрейндлиха с коэффициентами аппроксимации 0,82; 0,92; 0,85 соответственно.

Изотермы адсорбции дихромат-ионов углеродными сорбентами после термической и термохимической модификации относятся к IV типу изотерм по классификации БДДТ (рис. 2). При обработке изотерм сорбции ионов Cr(VI) образцами 4–6 наибольшие коэффициенты аппроксимации (0,88; 0,89; 0,93 соответственно) установлены для уравнений Фрейндлиха, что соответствует полимолекулярной адсорбции ионов на поверхности углеродных сорбентов.

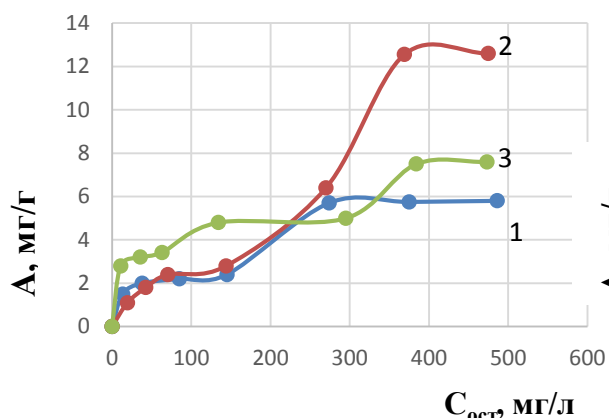


Рис. 1. Зависимость сорбционной емкости (A) образцов древесных опилок от равновесной концентрации дихромат-ионов в растворе (C<sub>равн</sub>): 1 – нативный образец, 2 – сорбент 2, химически модифицированный 5н HNO<sub>3</sub>; 3 – сорбент 3, химически модифицированный 1 %-ным раствором лимонной кислоты

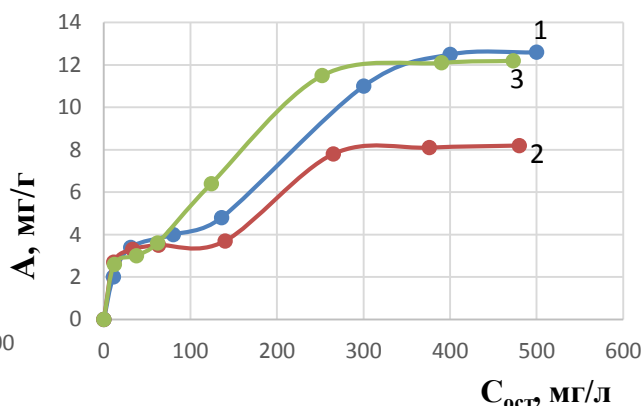


Рис. 2. Зависимость сорбционной емкости (A) образцов опилок от равновесной концентрации дихромат-ионов в растворе (C<sub>равн</sub>): 1 – термообработанный образец 4; 2 – образец 5, термохимически модифицированный 5н HNO<sub>3</sub>; 3 – образец 6, термохимически модифицированный 1 %-ным раствором лимонной кислоты

При замене нативных опилок (образец 1) на предварительно термообработанные при температуре 300 °С (образец 4) результат их химической модификации оказался следующим (см. таблицу): только обработка опилок после обжига раствором 5н HNO<sub>3</sub> способствовала в случае образца 5 увеличению в 3,5 раза общего числа функциональных кислородсодержащих групп, в то время как эффективность влияния модификации лимонной кислотой (с получением образца 6) была низкой – увеличение всего в 1,6 раза. Стоит отметить, что при термохимической активации зафиксировано примерно равное содержание карбоксильных и гидроксильных групп в составе исследуемых сорбентов: для образца 4 соотношение  $\frac{E_c}{E_h} = \frac{1}{1}$ , для образца 5 соотношение  $\frac{E_c}{E_h} = \frac{1}{1,6}$ , для образца 6 соотношение  $\frac{E_c}{E_h} = \frac{1,2}{1}$ .

Факт достижения сорбционной емкости по дихромат-ионам более 12 мг/г отмечен как для образца 2, полученного химической модификацией

5н  $\text{HNO}_3$ , так и для образца 4 после термообработки и термохимически окисленного сорбента 6. Очевидно, что на процесс сорбционного извлечения ионов  $\text{Cr(VI)}$  исследуемыми углеродными сорбентами оказывает влияние не только качество и количество функциональных групп на поверхности, но и другие факторы, требующие дополнительного исследования.

#### *Список источников*

1. Оганян, А. А. Биологическая роль хрома, применение дихромата калия в фармацевтическом анализе / А. А. Оганян, О. В. Неелова // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 8. – С. 227.

2. Сорбция ионов тяжелых металлов из воды активированными углеродными адсорбентами / А. Р. Гимаева, Э. Р. Валинурова, Д. К. Игдавлетова, Ф. Х. Кудашева // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2011. – Т. 11, № 3. – С. 350–356.

3. Способ переработки лигнинсодержащих отходов целлюлозно-бумажной промышленности с получением сорбентов для очистки сточных вод / Я. И. Вайсман, И. С. Глушанкова, Е. С. Ширинкина, С. Ф. Давлетова // Теоретическая и прикладная экология. – 2018. – Вып. 3. – С. 93–99. – DOI 10.25750/1995-4301-2018-3-093-099.

4. Новый подход к решению проблемы стандартизации гуминовых кислот / А. И. Савченко, И. Н. Корнеева, Г. В. Плаксин [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – 360 с.

5. Галимова, Р. З. Обработка результатов исследования процессов адсорбции с использованием программного обеспечения Microsoft Excel: практикум : учебное пособие / Р. З. Галимова, И. Г. Шайхиев, С. В. Свергузова. – Казань, Белгород. – 2017. – 60 с.

Научная статья  
УДК 676.164.8

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛОКОН КОНОПЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬФА-ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

**Анна Юрьевна Дудорова<sup>1</sup>, Данил Иванович Шестаков<sup>2</sup>, Алеся Валерьевна Вураско<sup>3</sup>, Анастасия Рашитовна Минакова<sup>4</sup>**

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

<sup>2</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

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

<sup>2</sup> danilka7551@gmail.com

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

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

**Аннотация.** В России высока необходимость получения целлюлозы для химических модификаций взамен хлопковой. Доступным возобновляемым сырьем являются лубяные волокна конопли технической, из которых окислительно-органо-сольвентным способом варки с предварительной щелочной обработкой получена целлюлоза с содержанием  $\alpha$ -целлюлозы 98 %.

**Ключевые слова:** конопля, волокно, альфа-целлюлоза, органо-сольвентная делигнификация, лигнин

**Благодарности:** работа выполнена в рамках госбюджетной темы FEUG-2020-0013.

Scientific article

## THE USE OF TECHNICAL HEMP FIBERS FOR THE PRODUCTION OF ALPHA-CELLULOSE

**Anna Yu. Dudorova<sup>1</sup>, Danil I. Shestakov<sup>2</sup>, Alesya V. Vurasko<sup>3</sup>,  
Anastasia R. Minakova<sup>4</sup>**

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

<sup>2</sup> Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,  
Yekaterinburg, Russia

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

<sup>2</sup> danilka7551@gmail.com

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

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

**Abstract.** This paper presents the results of the search work on the production of plastic without resins (PWR) based on coconut substrate. As a result, the physico-mechanical properties of PWR were obtained and studied on the basis of various press raw materials obtained from coconut substrate

**Keywords:** plastics, coconut substrate, preparation, properties

**Acknowledgments:** the work was carried out within the framework of the implementation of the state budgetary theme FEUG-2020-0013.

Коноплю в России выращивали уже в VII веке для получения волокна (пеньки), из которого изготавливали ткани, канаты, веревки, парусину, паклю и т. п. [1]. С модернизацией конопляных технологий различают следующие направления использования биомассы конопли: пищевая промышленность (конопляное масло, обшелушенное семя), строительство (плиты, утеплители и уплотнители, гранулы для дорожного строительства), энергетическое (топливные брикеты, пеллеты), текстильное (ткани, обувь, биокompозитные материалы), целлюлозное производство (котонизированное волокно для текстильной отрасли) и медицинское (получение каннабидиола) [1].

Содержание волокна в стеблях конопли достигает 30–25 %, а остальная часть стебля состоит из костры (70–75 %). Волокно в период технической спелости отличается большой прочностью и устойчивостью к гниению, лучшими механическими свойствами по сравнению с другими натуральными волокнами. В практике мировой целлюлозно-бумажной промышленности для производства волокнистых материалов используют различные виды недревесного растительного сырья [2, 3], которые по анатомо-морфологическому строению и химическому составу условно разделяют на две основные группы:

- виды сырья с высоким содержанием целлюлозы (75–85 %) и низким содержанием лигнина (1–2 %), характеризующиеся большой длиной элементарных волокон (10 мм и выше);

- виды, содержащие 35–52 % целлюлозы, 10–25 % лигнина, 18–27 % пентозанов и характеризующиеся сравнительно малой длиной элементарных волокон (0,3–2,0 мм).

К первой группе относятся волокна хлопка, лубяные волокна льна и конопли, т. е. виды сырья, применяемые в производстве целлюлозы для химической переработки и высококачественной бумаги, ко второй – все остальные недревесные растения, используемые для производства массовых видов бумаги и картона. Таким образом, культура конопли при переработке позволяет получать два вида сырья, пригодного для получения технической целлюлозы: волокно для получения целлюлозы с высоким содержанием  $\alpha$ -целлюлозы и костру для получения бумаги-основы для плоских и гофрированных слоев гофрокартона. Особую значимость имеет переработка волокон конопли для получения импортозамещающих целлюлозных материалов, подобных хлопку – по степени полимеризации, по



содержанию  $\alpha$ -целлюлозы (высокомолекулярная часть целлюлозы, устойчивая к действию водного раствора NaOH 17,5 %) и белизне. Эффективным способом делигнификации для волокна конопли может стать окислительно-органосольвентный способ.

Цель исследования – оценить возможность получения целлюлозы с высоким содержанием  $\alpha$ -целлюлозы из лубяных волокон конопли технической окислительно-органосольвентным способом. Первым шагом к достижению цели являлось установление компонентного состава лубяных волокон конопли. Сравнительный компонентный состав растительного сырья представлен в табл. 1.

Таблица 1

Компонентный состав растительного сырья

Показатели, % от массы абсолютно сухого сырья (а.с.с.)	Волокна конопли технической	Древесина лиственная [4]	
		Береза	Осина
Массовая доля экстрактивных веществ, растворимых:			
– в ацетоне (ГОСТ 6841);	0,4±0,5	2,7	0,8
– в горячей воде [5];	5,6±0,5	2,9	2,8
Массовая доля лигнина (ГОСТ 11960)	6,6±0,2	20,1	21,8
Массовая доля золы (ГОСТ 18461)	2,3±0,1	0,5	0,3
Массовая доля целлюлозы Кюршнера [5]	68,3±1,0	42,5	41,8
Массовая доля холоцеллюлозы [5]	72,3±1,0	–	–

Из таблицы видно, что химический состав волокон конопли технической отличается от состава древесины лиственных пород: массовая доля целлюлозы выше в 1,7 раза, веществ, растворимых в органических растворителях и лигнине, меньше в 2,0–6,7 и 3,0–3,3 раза соответственно. Из недостатков отмечено повышенное содержание водорастворимых веществ в 1,9–2 раза, золы – в 4,6–7,7 раза. Неоспоримым достоинством волокон конопли технической является высокое содержание холоцеллюлозы.

Методики предварительной щелочной обработки и окислительно-органосольвентной варки подробно описаны в монографии [2]. В данной работе щелочную обработку проводили 1 н. раствором NaOH при температуре 90 °С в течение 60 мин., жидкостный модуль 10:1. Условия варки: жидкостный модуль 10:1, температура 90 °С, расход равновесной перуксусной кислоты 0,4 г/г к а.с. сырью.

Целлюлоза из однолетних растений отличается от древесной многообразием анатомических элементов, исключением являются лубяные волокна. На микрофотографиях (рисунок) приведены анатомические элементы целлюлозы делигнифицированных волокон конопли.



Анатомические элементы волокон конопли технической:

- 1 – длинные лубяные волокна с широкой полостью;  
 2 – длинные лубяные волокна с узкой полостью; 3 – пояски волокон

На рисунке видно, что техническая целлюлоза волокон конопли состоит из длинных лубяных волокон двух типов – с узкой и широкой клеточной полостью и узкими клеточными стенками. Поверхность волокон ровная, гладкая, без фибрилляции, сами волокна гибкие, без изломов и разрывов. Широкополостные волокна имеют кольцевые утолщения – пояски, представляющие собой утолщения клеточной стенки желатинозного типа. Желто-коричневое окрашивание раствором хлорцинка-йода свидетельствует о высокой степени делигнификации клеточной стенки, что подтверждается результатами, представленными в табл. 2. Структурно-морфологические характеристики от продолжительности варки в заданном диапазоне практически не меняются.

Таким образом, в результате проведенной работы установлен компонентный состав лубяных волокон конопли. Выявлено высокое содержание холоцеллюлозы (72,3 %) и низкое содержание лигнина (6,6 %) по сравнению с листовыми породами древесины, получена целлюлоза, состоящая из длинных лубяных волокон с узкой и широкой клеточной полостью и узкими, хорошо делигнифицированными (0,3–1,6 %) клеточными стенками, с содержанием  $\alpha$ -целлюлозы 98,3 %, окислительно-органо-растворительным способом варки с предварительной щелочной обработкой.

Таблица 2

Влияние условий щелочной обработки и варки на выход и свойства технической целлюлозы из волокон конопли технической

Показатель	Техническая целлюлоза из волокон конопли	
Продолжительность варки, мин	30	60
Выход технической целлюлозы, % от а.с.с.	70,9±0,5	64,1±0,5
Массовая доля лигнина, %	1,6±0,2	0,3±0,2
pH холодного экстрагирования водной вытяжки (ГОСТ 12523)	5,9	6,3
Белизна, % (ГОСТ 7690)	86,0	82,6
Массовая доля альфа-целлюлозы, % от абсолютно сухой целлюлозы (а.с.ц.)	95,6	98,3
Массовая доля золы, % от а.с.ц.	0,6±0,2	0,5±0,2
Средняя длина волокон, мм	5,3–6,3	
Средняя ширина волокон, мкм	0,02–0,04	

#### Список источников

1. Серков, В. А. История коноплеводства в России. Масличные культуры / В. А. Серков, А. А. Смирнов, М. Р. Александрова // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – Вып. 3 (175). – С. 132–141.
2. Материалы из нетрадиционных видов волокон: технологии получения, свойства, перспективы применения : монография / Е. Г. Смирнова, Е. М. Лоцманова, Н. М. Журавлева [и др.]. – Екатеринбург : ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2020. – 252 с.
3. Ресурсосберегающая технология получения технической целлюлозы из недревесного растительного сырья и области ее применения / А. В. Вураско, Е. И. Симонова, И. Г. Первова, А. Р. Минакова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2018. – № 2 (30). – С. 21–32.
4. Оболенская, А. В. Практические работы по химии древесины и целлюлозы / А. В. Оболенская, В. П. Щеголев, Г. Л. Аким [и др.] ; под редакцией В. М. Никитина. – Москва : Лесная промышленность, 1965. – 421 с.
5. Азаров, В. И. Химия древесины и синтетических полимеров : учебник для вузов / В. И. Азаров, А. В. Буров, А. В. Оболенская. – Санкт-Петербург : СПбЛТА. – 1999. – 628 с.

Научная статья  
УДК 674.81

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛАСТИКА БЕЗ СВЯЗУЮЩЕГО НА ОСНОВЕ КОКОСОВОГО СУБСТРАТА

Гузель Рафисовна Иштимирова<sup>1</sup>, Антонина Евгеньевна Соловьева<sup>2</sup>,  
Артём Вячеславович Артёмов<sup>3</sup>, Виктор Гаврилович Буриндин<sup>4</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> guzel.ishtimirova2612@gmail.com

<sup>2</sup> miss.toonya@mail.ru

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

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

**Аннотация.** Представлены результаты поисковой работы по получению пластика без связующего на основе кокосового субстрата; изучены физико-механические свойства пластика на основе различного пресс-сырья, полученного из кокосового субстрата.

**Ключевые слова:** пластики, кокосовый субстрат, получение, свойства

Scientific article

## INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF OBTAINING PLASTIC WITHOUT RESINS BASED ON COCONUT SUBSTRATE

Guzel R. Ishtimirova<sup>1</sup>, Antonina Ye. Solovyova<sup>2</sup>, Artyom V. Artyomov<sup>3</sup>,  
Viktor G. Buryndin<sup>4</sup>

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

<sup>1</sup> guzel.ishtimirova2612@gmail.com

<sup>2</sup> miss.toonya@mail.ru

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

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

**Abstract.** This paper presents the results of the search work on the production of plastic without resins (PWR) based on coconut substrate. As a result, the physico-mechanical properties of PWR were obtained and studied on the basis of various press raw materials obtained from coconut substrate.

**Keywords:** plastics, coconut substrate, preparation, properties

В настоящее время интерес представляет применение в народном хозяйстве продуктов на основе отходов переработки орехов кокосовой пальмы – это и сама скорлупа ореха, и волокно из межплодника ореха – койр [1, 2]. Так, например, в работе [3] для сейсмостойкого строительства предлагается применение взаимосвязанных подвижных блоков с канатной арматурой. Блоки изготовлены с применением армирующего кокосового волокна. Причиной применения кокосового волокна является его высокая ударная прочность среди натуральных волокон.

Также исследованы [4] характеристики и свойства древесно-угольных брикетов из кокосового, березового и соснового сырья. Показано, что брикеты из березового угля не уступают кокосовым брикетам по ряду характеристик. Получение и использование угольных брикетов на растительном сырье в настоящее время является актуальным [5]. Высокое содержание лигнина в скорлупе кокоса (32,8 %) [6] говорит о возможности получения пластиков без добавления связующих веществ (ПБС) [7].

При переработке кокосового ореха остаются отходы, из которых производят кокосовый субстрат – это смесь из кокосовой скорлупы и кокосового волокна. Субстрат обладает отличной воздухопроницаемостью, влагоудерживающей способностью, улучшает состав почв, применяется в мульчировании и выращивании как однолетних, так и многолетних культур [8].

В настоящее время для выращивания посадочного материала хвойных пород с закрытой корневой системой требуется производство контейнерного субстрата с оптимизированными физико-химическими характеристиками, гарантирующими нормальное развитие корневой системы и полноценное питание растений. Из множества альтернатив торфу в качестве компонентов субстратов наиболее прочно утвердились некоторые компостируемые биоотходы, кора и компост из коры, древесно-волокнистые материалы и кокосовые отходы [9].

Целью данного исследования являлось получение и изучение физико-механических свойств ПБС на основе кокосового субстрата. Актуальность данного исследования – это научный задел в выработке предложений по получению современных эксплуатационных материалов и изделий на основе ПБС, способных к биоразложению, в частности, одноразовых стаканчиков для сельскохозяйственной рассады.

В качестве исходного пресс-сырья использовался кокосовый субстрат производства Силан Коир Продактс Экспорт (ПВТ) Лтд (Шри-Ланка). В качестве объекта сравнения была принята измельченная фракция (0,7 мм) изучаемого субстрата. Микрофотографии исходного сырья представлены на рис. 1.

На микрофотографиях кокосового субстрата кроме шарообразных частиц присутствуют частицы в виде длинных волокнистых фрагментов кокосового волокна. Влажность исходного пресс-материала принималась равновесной – 9 %.



Рис. 1. Микрофотография (x40) исследуемого пресс-сырья:  
*а* – исходный кокосовый субстрат; *б* – измельченный кокосовый субстрат

Методом плоского горячего прессования в закрытой пресс-форме были изготовлены образцы ПБС в виде дисков (диаметр 90 мм, толщина 2 мм). Условия прессования были приняты следующие: давление прессования – 40 МПа, температура прессования – 170 °С, продолжительность прессования – 10 мин, продолжительность охлаждения под давлением – 10 мин. Время кондиционирования образцов дисков в комнатных условиях составляло 24 ч. Микрофотографии полученных образцов ПБС представлены на рис. 2. На микрофотографиях видно образование монолитного материала с включениями в виде крупных частиц волокон (рис. 2, *а*).



Рис. 2. Микрофотография (x40) полученных образцов ПБС на основе:  
*а* – исходного кокосового субстрата; *б* – измельченного кокосового субстрата

После кондиционирования образцы были подвергнуты испытаниям на физико-механические свойства. Результаты испытаний представлены в таблице. Испытания показали, что физико-механические свойства ПБС на основе исходного кокосового субстрата выше, чем у образцов на основе измельченного субстрата. Это обосновывается формой самих частиц наполнителя (см. рис. 1, 2): волокнистые фрагменты придают прочность и упругость получаемому материалу. При этом более измельченные частицы позволяют получать более водостойкий материал.

## Физико-механические свойства ПБС

Свойство	ПБС	
	Исходный субстрат	Измельченный субстрат
Плотность материала, кг/м <sup>3</sup>	944	970
Модуль упругости при изгибе (по прогибу образца под нагрузкой), МПа	10314	7750
Прочность при изгибе, МПа	16,4	13,0
Твердость (по вдавливаю шарика), МПа	15,1	12,1
Водопоглощение за 24 часа, %	37	26
Разбухание по толщине за 24 часа, %	22,7	7,5

При сопоставлении свойств полученных образцов ПБС с свойствами ПБС на основе традиционного растительного сырья [7] видно, что они находятся практически на одном уровне.

Биоразлагаемость материалов оценивалась по изменению внешнего вида и массы образцов при экспозиции их в грунте для рассады в течение 2 месяцев. Результаты микрофотографирования внешнего вида образцов по результатам испытаний на биоразлагаемость представлены на рис.3.

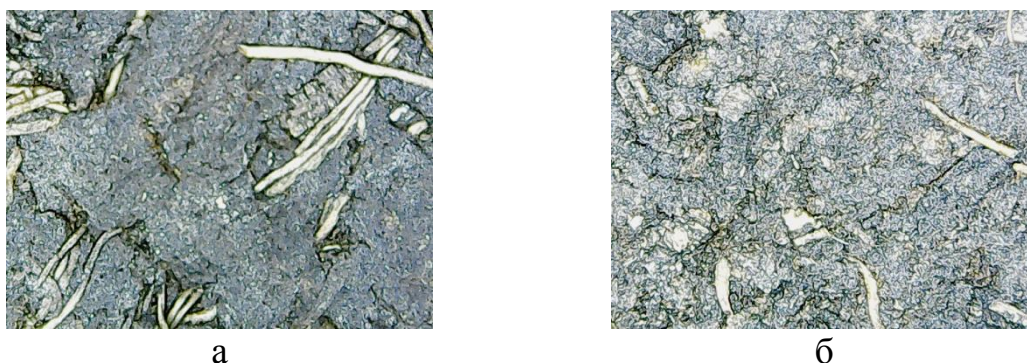


Рис. 3. Микрофотография (x40) образцов ПБС после экспозиции в грунте:  
*a* – кокосовый субстрат; *б* – измельченный кокосовый субстрат

На микрофотографиях образцов ПБС после выдержки в грунте в течение 2 месяцев видно разрушение материала. Особенно это выражено в местах включений крупных частиц волокон (см. рис. 3, *a*). Потеря массы по результатам оценки на биоразлагаемость за 2 месяца составила для образцов ПБС на основе исходного субстрата 43 % и для измельченного – 23 %.

Таким образом, на основании проведенного исследования установлена возможность получения ПБС на основе кокосового субстрата с приемлемыми физико-механическими свойствами, при этом обладающего возможностью биоразложения в короткие сроки.

## Список источников

1. Каукина, О. В. Использование кокосовой скорлупы в дизайне художественно-промышленных изделий / О. В. Каукина, М. И. Вильданова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : тезисы докладов 78-й Международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 20–24 апреля 2020 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, 2020. – С. 524. – EDN VHNTLF.
2. Ипатко, Л. И. Особенности и проблемы классификации материалов и изделий с использованием кокосового волокна / Л. И. Ипатко // Академический вестник Ростовского филиала Российской таможенной академии. – 2022. – № 2 (47). – С. 20–26. – EDN LNVUQP.
3. Применение кокосового волокна в сейсмостойком строительстве / И. С. Банников, А. В. Повидайло, Д. А. Карасев [и др.] // Перспективы науки. – 2017. – № 1 (88). – С. 29–33. – EDN YKOEJN.
4. К вопросу получения качественных древесноугольных брикетов / Н. А. Павлов, А. А. Спицын, М. И. Минич, А. В. Бахтиярова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2021. – № 234. – С. 217–231. – DOI 10.21266/2079-4304.2021.234.217-231. – EDN WHYHK.
5. Юрьев, Ю. Л. Аналитический обзор российских патентов по термохимической переработке древесины за 2004–2018 гг. / Ю. Л. Юрьев // Леса России и хозяйство в них. – 2019. – № 2 (69). – С. 50–54. – EDN VGDSAB.
6. Current perspective on pretreatment technologies using lignocellulosic biomass: An emerging biorefinery concept / В. Kumar, N. Bhardwaj, K. Agrawal [et. al.] // Fuel Processing Technology. – 2020. – V. 199, № 106244. – DOI 10.1016/j.fuproc.2019.106244.
7. Исследование влияния технологических факторов на показатели водостойкости пластиков без связующих на основе растительных остатков сосны сибирской / Г. Р. Иштимирова, А. Е. Соловьева, А. В. Артемов, В. Г. Бурындин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции (Екатеринбург, 04–15 апреля 2022 года). – Екатеринбург : УГЛТУ– 2022. – С. 587–591. – EDN NSCFSY.
8. Ющенко, С. В. Свойства кокосового субстрата и перспективы его применения в садоводстве / С. В. Ющенко // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса : Юбилейный сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции (Ростов-на-



Дону 02–04 марта 2022 года). – Ростов-на-Дону : ООО «ДГТУ-ПРИНТ», 2022. – С. 216–217. – DOI 10.23947/interagro.2022.216-217. – EDN OXYVII.

9. Опыт разработки и использования контейнерных субстратов для лесных питомников. Альтернативы торфу / Е. В. Робонен, М. И. Зайцева, Н. П. Чернобровкина [и др.] // Resources and Technology. – 2015. – Т. 12, № 1. – С. 47–76. – DOI 10.15393/j2.art.2015.3081. – EDN UDYJNF.

Научная статья  
УДК 674.81

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛАСТИКОВ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ ХВОИ КЕДРА

Илья Сергеевич Корнилов<sup>1</sup>, Алина Дмитриевна Собянина<sup>2</sup>,  
Анна Сергеевна Ершова<sup>3</sup>, Андрей Викторович Савиновских<sup>4</sup>  
<sup>1, 2, 3, 4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

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

<sup>2</sup> malinkaalinka2389@gmail.com

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

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

**Аннотация.** Представлены результаты исследования физико-механических свойств пластика без добавления связующего на основе хвои кедра. Для оценки влияния входных факторов на свойства пластика без связующего использовался регрессионный анализ.

**Ключевые слова:** пластики, хвоя, кедр, физико-механические свойства

Scientific article

## STUDY OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL INDICATORS OF PLASTICS WITHOUT RESINS ON THE BASIS OF CEDAR NEEDLE

Илья С. Корнилов<sup>1</sup>, Алина Д. Собянина<sup>2</sup>, Анна С. Ершова<sup>3</sup>,  
Андрей В. Савиновских<sup>4</sup>

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

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

<sup>2</sup> malinkaalinka2389@gmail.com

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

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

**Abstract.** This paper presents the results of a study of the physical and mechanical properties of plastic without the addition of a binder based on cedar needles. Regression analysis was used to assess the influence of input factors on the properties of plastic without binder.

**Keywords:** plastics, needles, cedar, physical and mechanical properties

При деревообработке остается большое количество древесных отходов (кора, ветви, хвоя). Для их утилизации и повышения рентабельности производства возможно получение пластика без добавления связующего (ПБС) [1]. Возможность получения древесного пластика обусловлена наличием лигнина в исходном материале [2].

Целью данной работы было получение и исследование древесного пластика без связующего на основе хвои кедра, полученного в закрытой пресс-форме. В качестве пресс-сырья была взята хвоя кедра с фракцией 1,2 мм.

Переменные факторы:

- влажность пресс-сырья, %,  $Z_1$ ;
- температура прессования, °С,  $Z_2$ .

Постоянные факторы:

- давление прессования 40 МПа;
- продолжительность прессования 10 мин;
- продолжительность охлаждения под давлением 10 мин.

Для изучения свойств полученного ПБС был проведен двухфакторный эксперимент [3].

Область изменения входных факторов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Матрица планирования эксперимента

№ опыта	Кодированные значения факторов		Натуральные значения факторов	
	$X_1$	$X_2$	$Z_1$	$Z_2$
1	-1	1	8	170
2	1	1	16	170
3	-1	-1	8	150
4	1	-1	16	150
5	0	0	12	160

В качестве выходных параметров были взяты следующие физико-механические свойства ПБС:  $Y(P)$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>;  $Y(A)$  – ударная вязкость, кДж/м<sup>2</sup>;  $Y(\Pi)$  – прочность при изгибе, МПа;  $Y(T)$  – твердость по Бринеллю, МПа;  $Y(Y)$  – число упругости, %;  $Y(B)$  – водопоглощение за 24 часа, %;  $Y(L)$  – разбухание по объему за 24 часа, %.

Готовые образцы были получены методом горячего прессования в закрытых пресс-формах и исследованы на физико-механические свойства. Результаты представлены в табл. 2

Таблица 2

## Физико-механические свойства ПБС на основе хвои кедр

№	Y(P), кг/м <sup>3</sup>	Y(A), кДж/м <sup>3</sup>	Y(Π), МПа	Y(T), МПа	Y(Y), %	Y(B), %	Y(L), %
1	1021,0	1,923	6,96	15,8	26,1	70,8	10,1
2	994,0	–	7,13	19,7	22,5	92,7	3,4
3	1146,0	1,730	6,99	17,6	36,2	90,8	11,6
4	1013,0	3,057	7,02	17,6	28,2	89,6	10,1
5	1047,0	1,158	6,60	14,1	33,9	87,0	7,9

Для оценки влияния технологических факторов на физико-механические показатели ПБС использовался регрессионный метод анализа. Зависимость свойств от входных факторов представлена в виде уравнения с кодированными значениями следующего типа:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot Z_1 + b_2 \cdot Z_2 + b_3 \cdot Z_1 \cdot Z_2, \quad (1)$$

где  $b_0, b_1, b_2, b_3$  – коэффициенты уравнения для входных факторов.

После обработки данных были получены следующие уравнения регрессии:

$$Y(P) = 3012,2 - 116 \cdot Z_1 - 11,55 \cdot Z_2 + 0,6625 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,97), \quad (2)$$

$$Y(A) = -25,5234 + 3,21275 \cdot Z_1 + 0,1721 \cdot Z_2 - 0,0203 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,74), \quad (3)$$

$$Y(\Pi) = 8,15 - 0,1275 \cdot Z_1 - 0,0085 \cdot Z_2 + 0,000875 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,01), \quad (4)$$

$$Y(T) = 59,2145 - 3,6093 \cdot Z_1 - 0,282 \cdot Z_2 + 0,02406 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,13), \quad (5)$$

$$Y(Y) = 153,8435 - 5,08812 \cdot Z_1 - 0,724 \cdot Z_2 + 0,02731 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,45), \quad (6)$$

$$Y(B) = 415,455 - 21,8063 \cdot Z_1 - 2,155 \cdot Z_2 + 0,1443 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,93), \quad (7)$$

$$Y(L) = -14,83 + 4,6875 \cdot Z_1 + 0,185 \cdot Z_2 - 0,0325 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,84). \quad (8)$$

По адекватным уравнениям  $Y(P)$ ,  $Y(B)$  и  $Y(L)$  были получены графические поверхности зависимостей (рис. 1, 2 и 3 соответственно). Анализ рисунков показывает, что наибольшее значение плотности достигается при минимальной исходной влажности (8 %) и минимальной температуре прессования (150 °С). На рис. 2 видно, что на показатель водопоглощения влияет исходная влажность пресс-сырья. Наименьший показатель достигается при минимальном значении влажности (8 %) и максимальном значении температуры (170 °С). Наименьший показатель разбухания достигается при минимальном значении влажности (8 %) и минимальной температуре (150 °С).

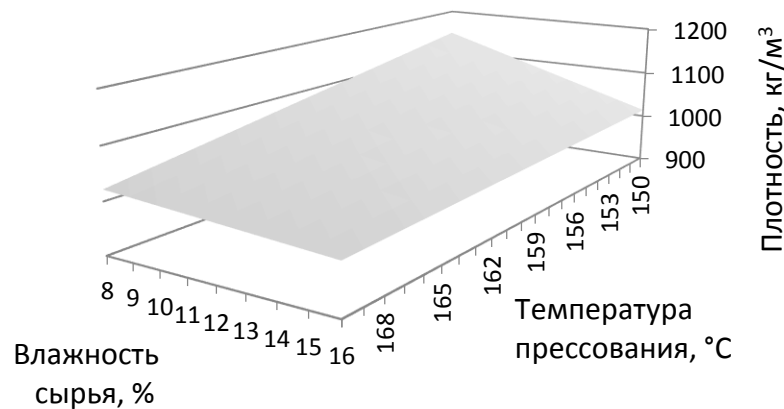


Рис. 1. Зависимость плотности ПБС от температуры прессования и влажности сырья

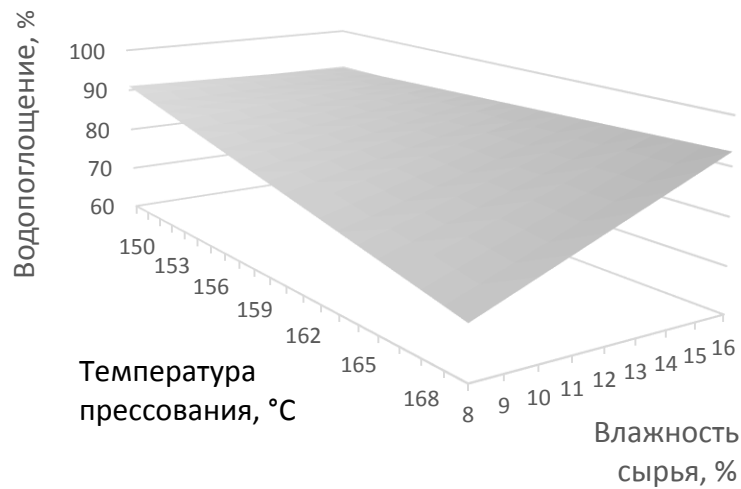


Рис. 2. Зависимость водопоглощения ПБС от температуры прессования и влажности сырья

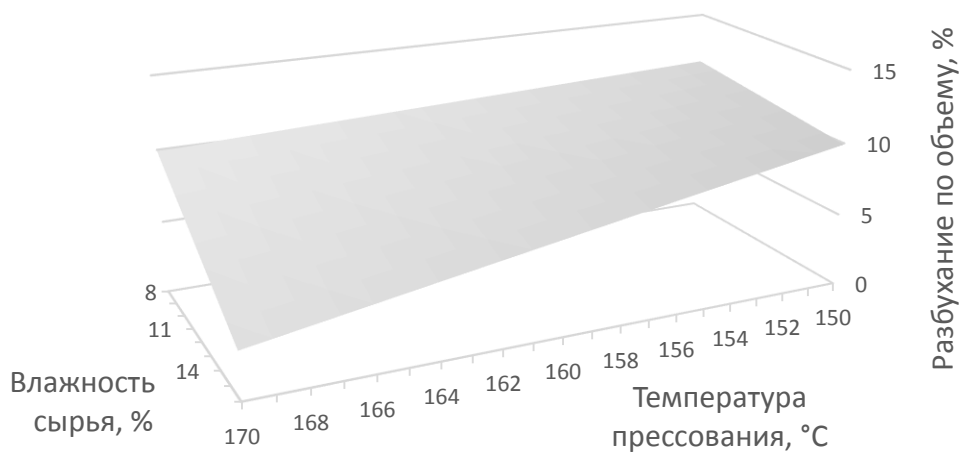


Рис. 3. Зависимость разбухания ПБС от температуры прессования и влажности сырья

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что пластик без связующего на основе хвои кедра обладает низкими прочностными свойствами, на которые большое влияние оказывают исходная влажность пресс-сырья и температура прессования. Предлагается использование хвои

кедра в качестве добавки к древесному наполнителю, но требуются дальнейшие исследования.

*Список источников*

1. Использование отходов лесопарковых зон для получения пластиков без добавления связующих веществ / А. С. Ершова, А. В. Савиновских, А. В. Артёмов, В. Г. Бурьиндин // Леса России и хозяйство в них. – Екатеринбург : УГЛТУ. – 2019. – Вып. 2 (69). – С. 62–70.

2. Савиновских, А. В. Получение пластиков из древесных и растительных отходов в закрытых пресс-формах : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 25.12.2015 / Савиновских Андрей Викторович. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. – 20 с.

3. Глухих, В. В. Прикладные и научные исследования : учебник. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. – 239 с.

Научная статья  
УДК 663.316

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ГРУШЕВОГО СИДРА ИЗ ГРУШ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Полина Сергеевна Крутикова<sup>1</sup>, Анастасия Николаевна Шорикова<sup>2</sup>,  
Татьяна Михайловна Панова<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> polinakrutikova1610@gmail.com

<sup>2</sup> nastena29.05@mail.ru

<sup>3</sup> panovاتم@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Изучена возможность получения грушевого сидра из плодов груш Уральского региона. Определены влияние кислотности грушевого сока и варианты ее снижения на динамику процесса ферментации и удельную продуктивность дрожжей.

**Ключевые слова:** сидр, груши, дрожжи, ферментация

Scientific article

## INVESTIGATION OF THE PROCESS OF OBTAINING PEAR CIDER FROM PEARS OF THE URAL REGION

Polina S. Krutikova<sup>1</sup>, Anastasia N. Shorikova<sup>2</sup>, Tatiana M. Panova<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> polinakrutikova1610@gmail.com

<sup>2</sup> nastena29.05@mail.ru

<sup>3</sup> panovاتم@m.usfeu.ru

**Abstract.** The article discusses the possibility of obtaining pear cider from the fruits of pears of the Ural region. The influence of the acidity of pear juice and its reduction options on the dynamics of the fermentation process and the specific productivity of yeast have been determined.

**Keywords:** cider, pears, yeast, fermentation

Грушевый сидр, или пуаре, как называют его в Англии, Южном Уэльсе и во Франции, известен с I в. до н.э. Широкое распространение получил в XVI–XVII вв. в странах с теплым климатом, благоприятным для культивирования груш\*.

Грушевый сидр по ключевым характеристикам во многом похож на яблочный сидр, однако необходимо учитывать различия в химическом составе плодов. В табл. 1 приведен химический состав грушевого и яблочного соков.

Таблица 1

## Химический состав грушевого и яблочного соков

Компонент	Содержание	
	Сок грушевый	Сок яблочный
Углеводы, %	11	10
Белки, %	0,4	0,4
Липиды, %	0,3	0,4
Витамин С, мг%	13	10
Кальций, %	19	16
Магний, %	12	9
Фосфор, %	16	5
Кремний, %	6	0

Как правило, груши характеризуются повышенным содержанием сахаров, в частности, сорбитола и танинов. Причем танины яблочного сока придают сидру небольшую горечь, а грушевые танины – легкую терпкость. Следует отметить повышенное содержание витамина С, некоторых минеральных веществ, например, кальция, магния, фосфора и кремния, в грушевом соке в сравнении с яблочным. Содержание в грушах комплекса с выраженными антиоксидантными свойствами позволяет улучшить работу сердечно-сосудистой системы, способствует укреплению иммунитета.

В качестве сырья для получения грушевого сидра мы использовали плоды уральских сортов груш, произрастающих в Саду лечебных культур им. Л. И. Вигорова УГЛТУ. После мойки груш нами был получен сок с использованием соковыжималки шнекового типа. Выход сока составил около 70 % от массы плодов. Полученный грушевый сок характеризовался высоким содержанием сухих и взвешенных веществ, высокой кислотностью (около 15 к. ед.) и выраженной неприятной терпкостью. Сразу после

\* Пуаре (Перри) – англо-французский грушевый сидр // Алкофан : [сайт]. – URL: <https://alcofan.com/kak-pravilno-pit-puare.html> (дата обращения: 26.11.2022).



получения сок подвергался пастеризации и далее использовался для получения грушевого сидра.

В качестве продуцента использовали специальные дрожжи для сидра и медовух «Fruityeast» производства ООО «Дело вкуса» (г. Челябинск).

С учетом высокой кислотности сока нами были подготовлены 4 пробы сусле, особенности приготовления которых представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Характеристика проб грушевого сусле

№ пробы	Особенности приготовления	Концентрация сахара, %
Проба 1	Неразбавленный грушевый сок, pH = 3,2	16,1
Проба 2	Грушевый сок, разбавленный водой в 2 раза, дополнительное внесение глюкозы, pH = 3,5	15,1
Проба 3	Неразбавленный грушевый сок, нейтрализованный до pH = 4	16,6
Проба 4	Неразбавленный грушевый сок, нейтрализованный до pH = 5	16,2

Необходимость приготовления разных проб вызвана тем, что высокая кислотность может не только ухудшить вкус напитка, но и повлиять на скорость ферментативных процессов, несмотря на то, что используемые дрожжи являются ацидофилами.

Процесс ферментации проводили периодическим способом при температуре 19–20 °С при начальной концентрации дрожжей около 4 млн клеток/см<sup>3</sup>.

На рис. 1 представлены данные удельного прироста биомассы дрожжей в анализируемых пробах. Наибольший прирост наблюдался в пробе 1, несмотря на ее повышенную кислотность, а наименьший – в пробе 2, разбавленной водой в 2 раза. Следовательно, определяющим фактором роста биомассы является содержание биологически активных веществ (БАВ) в сусле. В пробах 3 и 4 снижение прироста в сравнении с пробой 1 объясняется частичным связыванием БАВ при нейтрализации.

Динамика потребления сахара и биосинтеза этанола в процессе ферментации показана на рис. 2 и 3. Видно, что кривые потребления сахара имеют идентичный характер для всех проб, но с разным углом наклона. Наибольшая скорость наблюдается в пробе 4, чуть ниже в пробе 3 и наименьшая скорость – в пробе 1. Наибольшие скорости накопления этанола, как видно из рис. 3, характерны для проб 3 и 4, самая низкая скорость – в пробе 2.

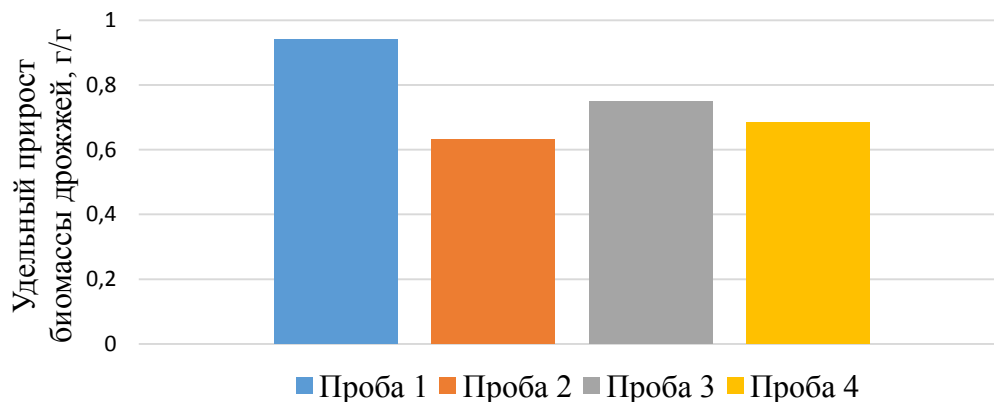


Рис. 1. Значения удельного прироста биомассы дрожжей в анализируемых пробах

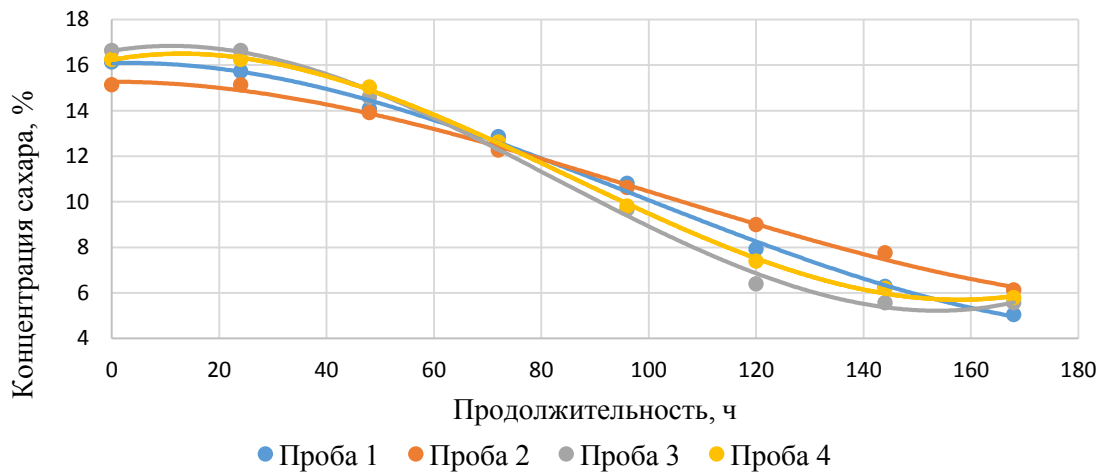


Рис. 2. Динамика потребления сахара в процессе ферментации грушевого сула

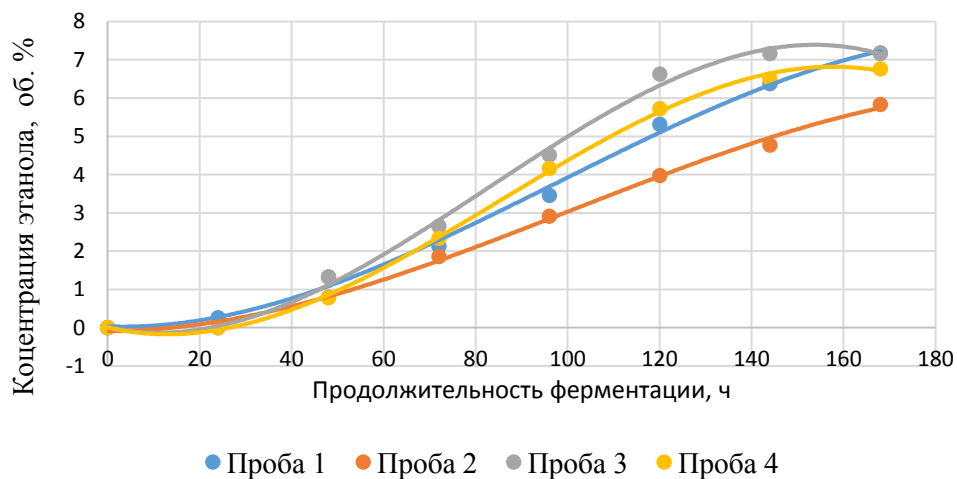


Рис. 3. Динамика биосинтеза этанола в процессе ферментации грушевого сула

На основании результатов исследования можно сделать вывод, что процесс ферментации наиболее успешно прошел в пробе 3, что подтверждается повышенным значением удельной продуктивности дрожжей, равной  $0,3 \text{ см}^3$  этанола/г дрожжей. Таким образом, при организации переработки грушевого сока с высокой кислотностью необходима корректировка величины рН до значения, равного 5 ед. рН.

Научная статья  
УДК 674.81

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЛАСТИКА БЕЗ СВЯЗУЮЩЕГО НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ КОКОСОВОГО ОРЕХА

Анастасия Николаевна Ладыгина<sup>1</sup>, Владислав Вадимович Сиражев<sup>2</sup>,  
Артём Вячеславович Артёмов<sup>3</sup>, Андрей Викторович Савиновских<sup>4</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> anastasia.ladigina1103@yandex.ru

<sup>2</sup> vlad.sirazhev@mail.ru

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

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

**Аннотация.** Представлены результаты исследований физико-механических свойств пластика без связующего (ПБС) на основе отходов переработки кокосового ореха. По результатам выполненного исследования были получены образцы ПБС на основе сырья, полученного из отходов переработки кокосового ореха, и изучены их физико-механические свойства.

**Ключевые слова:** пластики, кокосовая скорлупа, получение, свойства

Scientific article

## INVESTIGATION OF PROPERTIES OF PLASTIC WITHOUT RESINS BASED ON COCONUT WASTE

Anastasia N. Ladygina<sup>1</sup>, Vladislav V. Sirazhev<sup>2</sup>,  
Artyom V. Artyomov<sup>3</sup>, Andrey V. Savinovskih<sup>4</sup>

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

<sup>1</sup> anastasia.ladigina1103@yandex.ru

<sup>2</sup> vlad.sirazhev@mail.ru

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

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

**Abstract.** This paper presents the results of studies of the physic-mechanical properties of plastic without resins (PWR) based on coconut waste. According to the results of the performed study, samples of PWR were obtained on the basis of raw materials obtained from coconut waste, and their physic-mechanical properties were studied.

**Keywords:** plastics, coconut shell, production, properties

В настоящее время интерес в мировом бизнесе представляет применение продуктов на основе отходов переработки орехов кокосовой пальмы (кокосовой скорлупы).

Например, предложена полипропиленовая композиция для деталей, изготавливаемых литьем под давлением [1]. Композиция содержит полипропилен, полиолефиновый эластомер, наполнитель из биологического сырья, синтетический наполнитель и минеральный наполнитель. Причем в качестве наполнителя из биологического сырья в композиции может быть использована размолотая скорлупа кокосовых орехов. Данная композиция обладает хорошими свойствами по плотности, жесткости и ударной прочности.

В работе [2] рассматривается использование порошка скорлупы кокосового ореха и кенафа (гибискус коноплевый) в качестве наполнителя бумажных пор для получения цементных картонов на основе бумажной макулатуры. Авторы показали, что даже 10-процентная добавка порошка скорлупы кокосового ореха может успешно использоваться в качестве наполнителя пор композита, снижая его влагопроницаемость по сравнению с контрольными образцами.

В работе [3] определено содержание лигнина в большом наборе лигноцеллюлозных материалов, в том числе и скорлупы кокоса, количество которого составило 22,9–33,7 %. Такое содержание лигнина в лигноцеллюлозном сырье говорит о возможности получения пластиков без добавления связующих веществ (ПБС) [4].

Целью данного исследования являлось получение и изучение физико-механических свойств ПБС на основе отходов в виде кокосовой скорлупы. Актуальность исследования заключается в том, что предлагается использование невостребованных отходов в качестве дополнительного источника сырья с получением экологически чистых материалов и изделий на основе ПБС.

Исходным пресс-сырьем являлись непереработанные отходы ореха кокосовой пальмы (лат. *Cocos nucifera*) в виде скорлупы. В качестве объекта сравнения была принята фракция (1,3 мм) измельченного кокосового субстрата. Кокосовый субстрат – это смесь из кокосовой скорлупы и кокосового волокна, который широко применяется в сельском хозяйстве [5, 6]. Микрофотографии исходного сырья представлены на рис. 1. На микрофотографиях скорлупы ореха имеются темные частицы, представленные в виде мертвых клеток с толстыми одревесневшими стенками, а в измельченном субстрате преобладают светлые частицы волокнистых фрагментов кокосового волокна.

Влажность исходного пресс-материала принималась равновесной: для скорлупы она составила 6 %, для измельченного субстрата – 9 %.



Рис. 1. Микрофотография (x40) исходного пресс-сырья:  
*а* – скорлупа кокосового ореха; *б* – измельченный кокосовый субстрат

Методом плоского горячего прессования в закрытой пресс-форме были изготовлены образцы ПБС в виде дисков (диаметр 90 мм, толщина 2 мм). Условия прессования были приняты следующие: давление прессования 40 МПа, температура прессования 170 °С, продолжительность прессования 10 мин., продолжительность охлаждения под давлением 10 мин. Время кондиционирования образцов дисков в комнатных условиях составляло 24 ч.

Микрофотографии полученных образцов ПБС представлены на рис. 2. На микрофотографиях видно образование монолитного материала с включениями в виде крупных частиц скорлупы ореха и измельченных волокон субстрата.

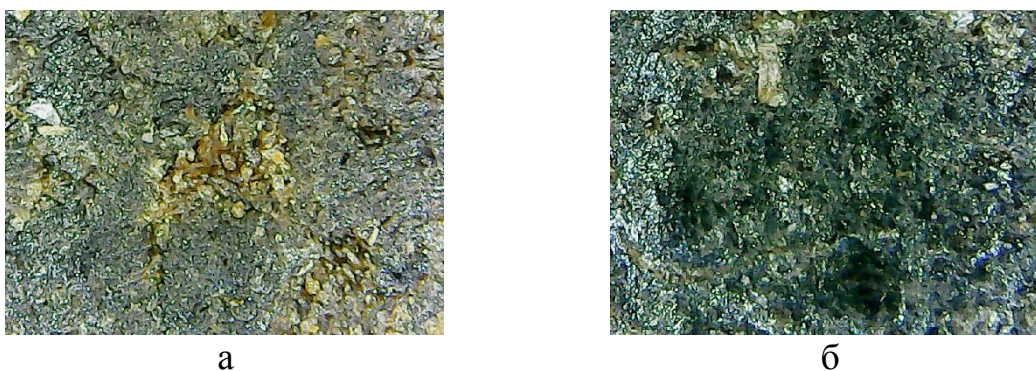


Рис. 2. Микрофотография (x40) образцов ПБС:  
*а* – скорлупа кокосового ореха; *б* – измельченный кокосовый субстрат

После кондиционирования образцы были подвергнуты испытаниям на физико-механические свойства. Результаты испытаний представлены в таблице.

На основании таблицы можно констатировать, что физико-механические свойства ПБС на основе измельченного кокосового субстрата выше, чем у образцов на основе кокосовой скорлупы. Это обосновывается формой самих частиц наполнителя (см.рис. 1, 2): наличие волокнистых фрагментов позволяет получать более прочный и упругий материал.

## Физико-механические свойства ПБС

Свойство	ПБС	
	Скорлупа	Измельченный субстрат
Плотность материала, кг/м <sup>3</sup>	976	983
Модуль упругости при изгибе (по прогибу образца под нагрузкой), МПа	3293	7127
Прочность при изгибе, МПа	3,3	16,2
Твердость (по вдавливанию шарика), МПа	74,9	14,4
Водопоглощение за 24 часа, %	19	25
Разбухание по толщине за 24 часа, %	4,3	7,0

При сопоставлении свойств полученных образцов ПБС с свойствами ПБС на основе традиционного растительного сырья [7, 8] видно, что они находятся практически на одном уровне.

Биоразлагаемость материалов оценивалась по изменению внешнего вида и массы образцов при экспозиции их в грунте для рассады в течение 2 месяцев. Микрофотографирование внешнего вида образцов по результатам испытаний на биоразлагаемость выявило деформацию их монолитной структуры (рис. 3).



Рис. 3. Микрофотография (x40) образцов ПБС после экспозиции в грунте: *а* – скорлупа кокосового ореха; *б* – измельченный кокосовый субстрат

Потеря массы по результатам оценки на биоразлагаемость за 2 месяца составила для образцов ПБС на основе скорлупы 85 %, а для измельченного субстрата 21 %.

Таким образом, на основании проведенного исследования установлена возможность получения ПБС на основе отходов переработки кокосового ореха с приемлемыми физико-механическими свойствами, при этом способного к биоразложению.

## Список источников

1. Патент № 2635565 Российская Федерация, МПК C08L 23/12, C08K 13/02, C08K 7/02. Полимерная композиция на основе полипропилена : № 2014116259 ; заявл. 23.04.2014 ; опубл. 14.11.2017 / П. К. Деллок, Р. Р. Пирс, Д. Т. Пирс, Т. Кармо ; заявитель Форд Глобал Технолоджис, ЛЛК. – EDNPUDCDE.

2. Mechanical performance and Taguchi optimization of kenaf fiber/cement-paperboard composite for interior application / A. A. Akinwande, O. A. Balogun, V. Romanovski [et al.] // EnvironSciPollutRes. – 2022. – № 29. – P. 52675–52688. – DOI 10.1007/s11356-022-19449-8.

3. Юнусов, И. А. Определение содержания лигнина в растительных материалах методом твердотельной ЯМР <sup>13</sup>C спектроскопии / И. А. Юнусов, П. С. Петров, С. Г. Кострюков // Химические проблемы современности: сборник материалов V Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Донецк, 18–20 мая 2021 года). – Донецк: Донецкий национальный университет, 2021. – С. 167–169. – EDN EGMQZY.

4. Быкова, О. В. Исследование возможности получения пластика без связующего из скорлупы лесного ореха / О. В. Быкова, А. Д. Герасимова, М. Е. Сафонова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции (Екатеринбург, 05–17 апреля 2021 года). – Екатеринбург: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный лесотехнический университет», 2021. – С. 393–395. – EDN VTOOUR.

5. Смолин, Н. В. Формирование состава микрофлоры ризопланы и ризосферы огурца в кокосовом субстрате / Н. В. Смолин, В. В. Лапина, С. А. Дудникова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 3. – С. 33–36. – DOI 10.28983/asj.y2022i3pp33-36. – EDN AWNTKS.

6. Ахмедова, П. М. Экономическая эффективность выращивания гибридов томата на кокосовом субстрате в зимне-весеннем обороте в условиях Дагестана / П. М. Ахмедова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15, № 3 (59). – С. 5–9. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-5-9. – EDN EUWRPF.

7. Рациональные режимы получения пластика без связующихна основе растительных остатков сосны сибирской / А. Н. Ладыгина, С. В. Петров, А. В. Артёмов, С. Н. Казицин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской

(национальной) научно-технической конференции (Екатеринбург, 04–15 апреля 2022 года). – Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. – С. 611–616. – EDN JWMFIK.

8. Исследование влияния технологических факторов на показатели водостойкости пластиков без связующих на основе сосновых опилок и кукурузного крахмала / В. В. Сиражев, П. В. Давыдова, А. В. Артёмов, А. В. Савиновских // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции (Екатеринбург, 04–15 апреля 2022 года). – Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. – С. 685–689. – EDN ISTJSN.



Научная статья  
УДК 691.175.2

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ  
КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ЭТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ  
НА СКОРОСТЬ БИОРАЗЛОЖЕНИЯ  
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Шаноза Раджамадовна Мамадгулова<sup>1</sup>, Павел Сергеевич  
Захаров<sup>2</sup>, Алексей Евгеньевич Шкуро<sup>3</sup>, Виктор Владимирович Глухих<sup>4</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

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

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

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

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

*Аннотация.* Приведены результаты исследований по оценке влияния содержания карбоксиметилцеллюлозы и этилцеллюлозы на скорость биоразложения композиционных материалов на основе карбоксиметилцеллюлозы, этилцеллюлозы и древесной муки.

*Ключевые слова:* карбоксиметилцеллюлоза, этилцеллюлоза, древесная мука, полимерные композиционные материалы, биоразложение

Scientific article

**STUDY OF THE EFFECT OF THE CONTENT OF  
CARBOXYMETHYLCELLULOSE AND ETHYLCELLULOSE ON THE  
RATE OF BIODEGRADATION OF COMPOSITE MATERIALS**

**Shanoza R. Mamadgulova<sup>1</sup>, Pavel S. Zakharov<sup>2</sup>, Aleksey Ye. Shkuro<sup>3</sup>,  
Viktor V. Glukhikh<sup>4</sup>**

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

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

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

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

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

*Annotation.* In this work, studies were carried out to assess the effect of the content of carboxymethyl cellulose and ethyl cellulose on the rate of biodegradation of composite materials based on carboxymethyl cellulose, ethyl cellulose, and wood flour.

**Keywords:** carboxymethylcellulose, ethylcellulose, wood flour, polymeric composite materials, biodegradation

Развитие химических технологий в XX веке, широкое использование полимерной тары и упаковки, которые очень долго разлагаются в природных условиях, привели к быстрому и существенному ухудшению природной среды [1].

Инновационным решением проблемы «полимерного мусора» на данный момент является создание полимерных композиционных материалов (ПКМ), способных при соответствующих условиях биodeградировать, разлагаясь на безвредные для живой и неживой природы компоненты [2].

Одним из важнейших природных полисахаридов, используемых для получения биоразлагаемых композиционных материалов, является целлюлоза [3]. Неоспоримое преимущество целлюлозы – в наличии богатых источников возобновляемого сырья. Большое значение имеет получение на основе целлюлозы ценных продуктов.

Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ)  $[C_6H_7O_2(OH)_{3-x}(OCH_2COOH)_x]_n$  является простым эфиром целлюлозы и гликолевой кислоты. КМЦ образуется при взаимодействии щелочной целлюлозы с монохлоруксусной кислотой [4]. Карбоксиметилцеллюлоза имеет самое разнообразное применение, что обусловлено ее ценными свойствами. Одним из перспективных направлений использования КМЦ является получение ПКМ.

Этилцеллюлозу (ЭЦ)  $[C_6H_7O_2(OH)_{3-x}(OC_2H_5)_x]_n$  получают взаимодействием щелочной целлюлозы с этилхлоридом. Этилцеллюлоза – это термопластичный полимер, хорошо совмещающийся с различными смолами и пластификаторами. ЭЦ со степенью замещения 230–260 используют в производстве пластмасс [5].

Целью данной работы являлось получение композиционных материалов и оценка влияния содержания карбоксиметилцеллюлозы и этилцеллюлозы на скорость биоразложения композита.

В качестве полимерной фазы при получении ПКМ использовали карбоксиметилцеллюлозу производства ООО «ТД Промсинтез», этилцеллюлозу марки К-100 (предоставлена ООО «Фирма Поликон»), содержащую 45,0–47,0 мас. % этоксильных групп. В качестве лигноцеллюлозного наполнителя использовали древесную муку марки 180 (ДМ-180) производства ООО «Юнайт».

Смешение компонентов ПКМ проводилось в лабораторной мельнице Stegler LM-500. Стандартные образцы для испытаний были изготовлены методом горячего прессования при температуре 120 °С и давлении 10 МПа. Рецептуры полученных ПКМ приведены в табл. 1.

Таблица 1

## Рецептуры образцов ПКМ

Номер образца	Содержание компонента в образцах ПКМ, мас. %		
	Древесная мука	Карбоксиметилцеллюлоза (Z <sub>1</sub> )	Этилцеллюлоза (Z <sub>2</sub> )
1	45,5	27,3	27,3
2	36,1	31,9	31,9
3	45,5	14,4	40,2
4	61,3	19,4	19,4
5	38,5	23,1	38,5
6	38,5	38,5	23,1
7	45,5	27,3	27,3
8	45,5	40,2	14,4
9	55,6	11,1	33,3
10	55,6	33,3	11,1

Результаты испытаний на водопоглощение за 24 часа образцов ПКМ, полученных на основе КМЦ и ЭЦ, представлены в табл. 2. Образцы композитов демонстрируют высокое водопоглощение за 24 часа выдержки.

Таблица 2

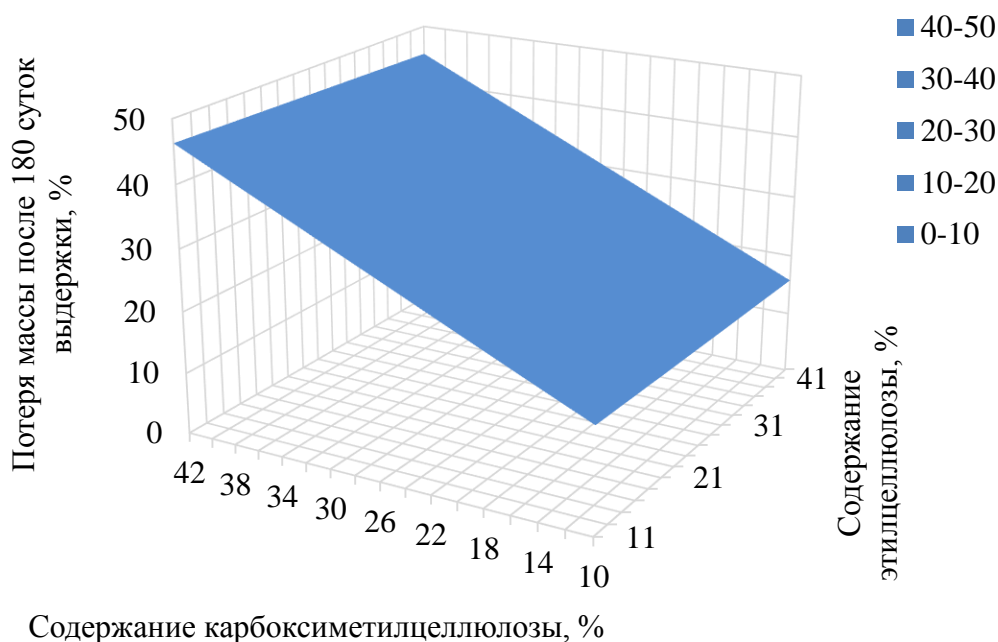
## Водопоглощение образцов ПКМ за 24 часа

Номер образца	Водопоглощение за 24 часа, %
1	63,0
2	63,8
3	33,1
4	112,7
5	48,3
6	74,9
7	65,5
8	126,5
9	29,9
10	111,3

Высокое водопоглощение образцов ПКМ на основе карбоксиметилцеллюлозы и этилцеллюлозы, наполненных древесной мукой, является индикатором способности материала к биоразложению, что подтверждается графиком потери массы после выдержки в активном грунте в течение 180 суток (рисунок).

Биоразложение композитов увеличивается прямо пропорционально содержанию в них карбоксиметилцеллюлозы. При увеличении содержания этилцеллюлозы биоразложение незначительно изменяется. Это может быть связано с тем, что карбоксиметилцеллюлоза является более биodeградируемым материалом в отличие от этилцеллюлозы.

Максимальное значение биоразложения образцов ПКМ за 180 суток (45,0 %) наблюдается у образца № 1.



Зависимость потери массы образцов ПКМ после выдержки в грунте в течение 180 суток от содержания карбоксиметилцеллюлозы и этилцеллюлозы

Экспериментально-статистическую зависимость потери массы ПКМ при выдержке в активированном грунте в течение 180 суток от содержания карбоксиметилцеллюлозы и этилцеллюлозы описывает уравнение регрессии  $y = 8,14 + 0,92 \cdot Z_1 - 0,036 \cdot Z_2$ . Коэффициент детерминации ( $R^2 = 0,78$ ) показывает, что полученная модель регрессии адекватна экспериментальным данным.

Полученные образцы композитов обладают необходимыми свойствами, следовательно, применение карбоксиметилцеллюлозы и этилцеллюлозы для получения композиционных материалов с высокой скоростью биоразложения является перспективным.

#### Список источников

1. Фрумин, Г. Т. Занимательная экология : учебное пособие / Г. Т. Фрумин. – Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2021. – 232 с. – ISBN 978-5-8064-3066-4. – URL: <https://e.lanbook.com/book/252584> (дата обращения: 05.11.2022).

2. Дни науки факультета управления, экономики и права КНИТУ: сборник материалов научно-практической конференции студентов,

аспирантов и молодых ученых (21 апреля 2012) : материалы конференции / составитель и ответственный редактор Г. В. Семенов. – Казань : КНИТУ, 2013. – Т. 2. – 332 с. – ISBN 978-5-7882-1440-5. – URL: <https://e.lanbook.com/book/73183> (дата обращения: 10.11.2022).

3. Савицкая, Т. А. Биоразлагаемые композиты на основе природных полисахаридов : учебное пособие / Т. А. Савицкая. – Минск : БГУ, 2018. – 207 с. – ISBN 978-985-566-512-1. – URL: <https://e.lanbook.com/book/180654> (дата обращения: 18.11.2022).

4. Лабораторный практикум по технологии получения и переработки волокнистых материалов : учебное пособие / А. В. Вураско, А. Р. Минакова, И. А. Блинова, М. А. Агеев. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2017. – 160 с. – ISBN 978-5-94984-633-9. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142570> (дата обращения: 21.11.2022).

5. Богомолов, Б. Д. Химия древесины и основы химии высокомолекулярных соединений / Б. Д. Богомолов. – Москва : Лесная промышленность, 1973. – 400 с.

Научная статья  
УДК: 661.183.2

## ТЕРМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ МЕЗОПОРИСТЫХ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ И ИХ АНАЛИЗ

Андрей Владимирович Мамаев<sup>1</sup>, Дмитрий Давидович Гриншпан<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Национальный Детский Технопарк, Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт физико-химических проблем,  
Минск, Республика Беларусь

<sup>1</sup> mamaev\_a06@mail.ru

<sup>2</sup> grinshpan@bsu.by

**Аннотация.** Рассматривается способ переработки древесных отходов (коры и опилок) в эффективный сорбент – активированный уголь с высокоразвитой за счет наличия микро- и мезопор удельной поверхностью и более низкой себестоимостью по сравнению с известными аналогами.

**Ключевые слова:** сорбент, активация, древесная кора, опилки, мезопоры, активированный уголь

Scientific article

## THERMOCHEMICAL SYNTHESIS OF MESOPOROUS ACTIVATED CARBON FROM WOOD WASTE AND ITS ANALYSIS

Andrey V. Mamaev<sup>1</sup>, Dmitriy D. Grinshpan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Children's Technopark, Minsk, Belarus

<sup>2</sup> Research Institute for Physical and Chemical Problems of the Belarusian State  
University, Minsk, Belarus

<sup>1</sup> mamaev\_a06@mail.ru

<sup>2</sup> grinshpan@bsu.by

**Abstract.** The article deals with the method for processing of wood waste namely bark and sawdust into an effective sorbent – activated carbon (AC) with a highly developed specific surface due to the presence of micro- and mesopores and a lower cost compared to known analogues..

**Keywords:** sorbent, activation, tree bark, sawdust, mesopores, activated carbon

В Республике Беларусь активно развивается деревообрабатывающая, лесная и целлюлозно-бумажная промышленность. Это неизбежно приводит к возникновению огромного количества отходов: опилок, стружки, щепы, горбыля, коры и др. Так, в цехах Минлесхоза РБ за 2020 г. образовалось 630 тыс. куб. метров опилок и коры. Концерном «Беллесбумпром» в 2020 г. было экспортировано 243,4 тыс. т древесной щепы и стружки по цене 21 \$ за тонну, 11361 т опилок по цене 70,3 \$ за тонну. Кора отдельно не собирается, ее учет не ведется. ГЛХУ «Рогачевский лесхоз» реализует населению древесные отходы по следующим ценам: опилки древесные – 4,37 руб., отходы древесные – 5,25 руб., стружка древесная – 1,44 руб., щепа топливная – 34,98 руб. за 1 тонну.

Сегодня древесные отходы имеют несколько путей практического применения. Измельченную кору используют садоводы для мульчирования почвы. Древесные опилки используют для получения топливных гранул и пеллет, щепа также используется для получения тепловой энергии, из древесной стружки производят древесно-стружечные плиты, которые используются при строительстве и при производстве мебели [1,2]. Мы сочли целесообразным получить из коры и опилок активированный уголь.

В тоже время промышленные предприятия, которые сбрасывают в природные водоемы огромное количество загрязненных химическими веществами сточных вод, нуждаются в их очистке. Одним из самых лучших сорбентов для очистки воды является активированный уголь (АУ). На территории Беларуси активированный уголь не производится, так как получаемый по существующим технологиям (способом парогазовой активации из древесины березы) имеет очень высокую себестоимость, которая в 5 раз выше стоимости импортируемого угля. Это обстоятельство делает производство АУ по известным технологиям на территории Беларуси неконкурентоспособным. По информации Национального статистического комитета Республики Беларусь, импорт активированного угля из России, Китая и стран ЕС составил 571702 кг/год.

Для получения активированного угля последовательно проводили химическую и двухстадийную термическую обработку в муфельной печи при температурах 300 °С и 500 °С в течение различного времени. Полученный уголь по стандартной методике был исследован на сорбцию красителя метиленового голубого (МГ) и наличие ионообменных свойств. По данным низкотемпературной адсорбции азота была определена удельная поверхность АУ по БЭТ. Способность полученного активированного угля выступать в качестве сорбента в процессах фильтрации воды была определена путем анализа изменения цветности, химического потребления кислорода и содержания железа в исходной грязной воде и воде после фильтрации.

Полученные результаты (табл. 1–4 и рис. 1, 2) позволяют выбрать опилки в качестве сырья для получения высокоактивного АУ с высокой удельной поверхностью, равной 1289 м<sup>2</sup>/г, из которых 578 м<sup>2</sup>/г составляют микропоры, 770 м<sup>2</sup>/г – мезопоры. Суммарный объем пор равен 0,66 см<sup>3</sup>/г.

Таблица 1

Сорбционная активность (СА) по метиленовому голубому АУ, полученного в различных условиях из древесного сырья

Вид сырья и условия синтеза	Время химической активации, ч	Выход, %	СА по МГ, мг/г
Кора сосны (терм. обр.: 2 ч – 300 °С, 2 ч – 500 °С)	1	9,9	420
Кора сосны (терм. обр.: 2 ч – 300 °С, 3 ч – 500 °С)	24	–	490
Кора сосны (терм. обр.: 2 ч – 300 °С, 3 ч – 500 °С)	72	9,0	595
Опилки (терм. обр.: 2 ч – 300 °С, 3 ч – 500 °С)	1	26	610
Опилки (терм. обр.: 2 ч – 300 °С, 3 ч – 500 °С)	24	–	610
Опилки (терм. обр.: 2 ч – 300 °С, 3 ч – 500 °С)	72	–	600

Таблица 2

Сравнительная характеристика экспериментальных АУ и мировых аналогов

Название продукта, страна-производитель	СА по МГ, мг/г
Таблетки (Natur Product) производства Франции	15±5
Гранулы «Карболонг» производства Украины	90±5
Таблетки Борщаговского ХФЗ производства Украины	195±10
Таблетки «Norit» производства Нидерландов	170±10
Таблетки «Carbomedicinalis 0,3 g» производства Польши	140±10
Таблетки АО «Медисорб» производства России	190±10
Таблетки ПО «Курский КЛС» производства России	230±10
Порошок «Белосорб-П» производства Республики Беларусь	300±10
Активированный уголь (Несвиж) производства Республики Беларусь	320±10
Обычный древесный уголь производства Республики Беларусь	190±10
Таблетки «Kohle-Compnetten», (Merck) производства Германии	320±10
Таблетки «Ultracarbon» (Merck), Германия	250±10
Гранулы Карбовит-КУ-II производства Украины	250±10
Порошок АУТ-МИ (Светлогорск) производства Республики Беларусь	470±10
Таблетки «Углесорб», экспериментально полученные в НИИ ФХП БГУ	540±10
АУ из коры (1 мм), экспериментально полученный в НИИ ФХП БГУ	595±10
АУ из опилок, экспериментально полученный в НИИ ФХП БГУ	610±10



Таблица 3

Результаты анализа поровой структуры угля по БЭТ

$S_{уд}$ , м <sup>2</sup> /г	Объем пор, см <sup>3</sup> /г			Удельная поверхность пор, м <sup>2</sup> /г	
	$V_{\text{микропор}}$	$V_{\text{мезо-, макропор}}$	$V_{\text{общ}}$	$S_{\text{микропор}}$	$S_{\text{мезо-, макропор}}$
1289	0,21	0,45	0,66	478	811

Таблица 4

Ионный состав растворов, профильтрованных через слой АУ, полученного из различного растительного сырья

Сырье	Содержание катионов, мг/л							Содержание анионов, мг/л			
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe <sub>общ.</sub>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Кора неизмельченная	27,3	1	15,6	9,7	0,18	0,9	1,4	17,5	90,1	8,1	0,0
Кора, размер частиц 1 мм	1,0	0,5	34,1	14,0	0,29	0,1	1,4	15,6	44,1	78,1	0,0
Гидролизный лигнин	48,4	0,8	6,8	5,3	0,12	0,2	1,1	15,8	101,5	5,3	3,6
Бамбуковый уголь	373,9	19,9	11,5	9,2	0,14	0,0	1,2	19,2	258,0	0,0	10,0
Исходный раствор	0,2	0,0	9,2	9,8	0,59	0,9	1,9	15,7	45,6	0,0	0,0

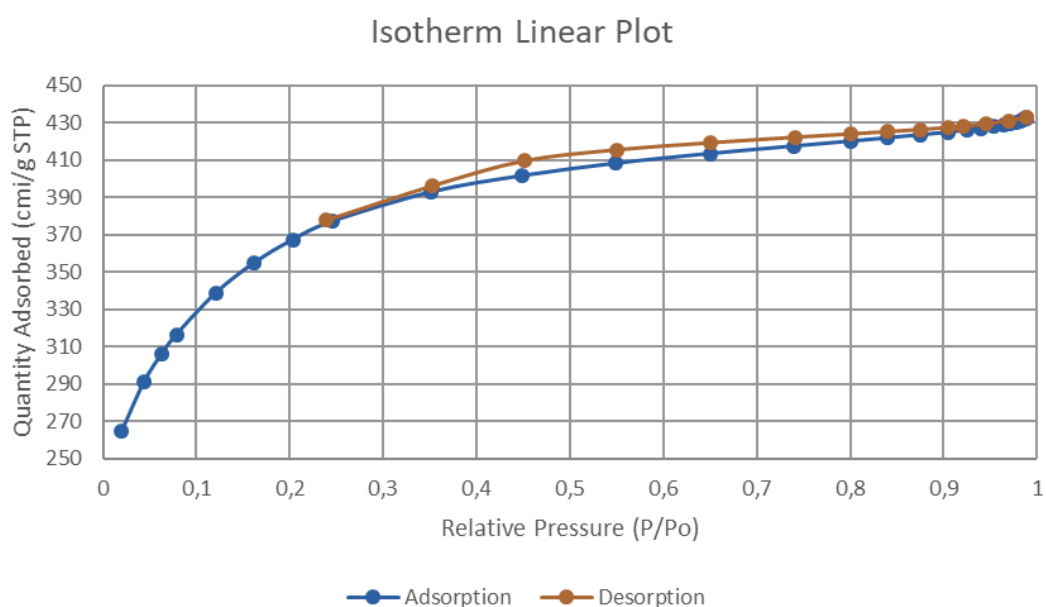


Рис. 1. Изотерма низкотемпературной сорбции–десорбции азота

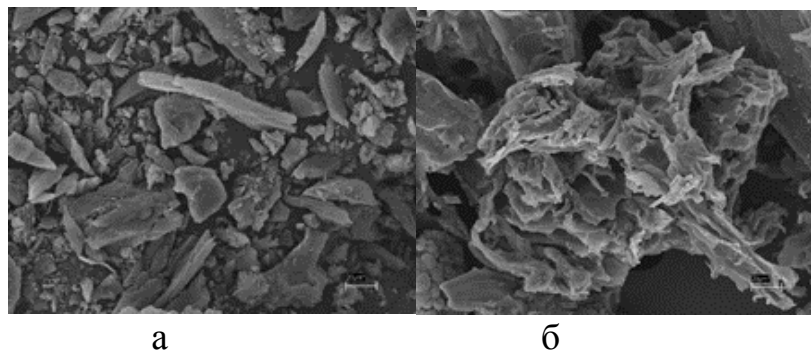


Рис. 2. СЭМ-снимки образцов АУ ( $\times 40$ ), полученных из опилок (а) и коры (б)

Установлено, что наилучшую сорбционную способность (610 мг/г) АУ имеет при использовании раствора активатора с концентрацией реагента 68 %. Выяснено, что активацию измельченной коры необходимо проводить в течение 72 часов, а опилки достаточно пропитывать раствором активатора в течение 1 часа. Показано, что получаемый АУ имеет катионообменные свойства. Так, в процессе фильтрации модельного раствора через слой АУ из коры концентрация ионов железа снизилась в 2 раза, а меди более чем в 8 раз. Развитая поверхность пор, которая видна на сканирующих электронных микрофотографиях, обуславливает способность АУ сорбировать молекулы разных размеров.

По результатам определения возможности использования полученного АУ в качестве адсорбента для фильтрации воды установлено, что после пропускания грязной воды через угольную загрузку наблюдается значительное снижение ее цветности, перманганатной окисляемости и концентрации ионов железа, что позволяет использовать очищенную воду для питьевых и хозяйственных целей.

Сегодня абсолютное большинство АУ, производимых в мире, являются микропористыми (размеры пор до 2 нм). Только очень небольшая часть таких углей наряду с микропорами содержит до 20 % мезопор. Мезопоры – это поры с диаметром от 2 нм до 50 нм. Такие угли называются мезопористыми. В отличие от микропористых углей мезопористые угли могут сорбировать из водных, водноорганических и органических сред молекулы органических красителей, лекарственных субстанций, например антибиотиков, ферменты, микотоксины, ПАВ, а также извлекать из газов не только маленькие, но и крупные молекулы и коллоидные частицы с размером больше 1,4 нм.

В настоящее время в Республике Беларусь активированный уголь из-за высокой стоимости не производится, а импортные мезопористые угли очень дорогие (около 20000 \$ за тонну сорбента) и при этом имеют более низкие характеристики, чем полученные нами экспериментальные образцы. Например, мезопористый уголь Norit обладает сорбционной активностью по метиленовому голубому всего лишь 200 мг/г. К слову, наш АУ имеет

сорбционную активность по МГ, равную 610 мг/г. Расчетная цена АУ, полученного по нашей технологии, составляет 5000 долларов за 1 тонну. Именно по этой цене Республика Беларусь импортирует российские активированные угли.

Таким образом, нами разработан и обоснован новый способ переработки отходов лесной промышленности. Высокоактивный мезопористый уголь с очень высокой удельной поверхностью может производиться и использоваться в нашей стране. Производство такого продукта будет прибыльным, поможет уменьшить количество импортируемого сырья и количество отходов деревоперерабатывающей промышленности, а также более эффективно очищать загрязненный воздух и сточные воды.

#### *Список источников*

1. Кинле, Х. Активные угли и их промышленное применение / Х. Кинле, Э. Бадер; пер. с нем. Т. Б. Сергеевой ; под ред. Т. Г. Плаченова, С. Д. Колосенцева. – Ленинград : Химия, Ленинградское отделение, 1984. – 215 с.
2. Безотходная переработка коры пихты / В. А. Левданский, Н. И. Полежаева, А. И. Макиевская, Б. Н. Кузнецов // Химия растительного сырья. – 2000. – № 4. – С. 21–28.

Научная статья

УДК 631.533.37/.8:633.878.32:577.175.322

## УГЛЕВОДЫ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО

Ольга Олеговна Мамаева<sup>1</sup>, Елизавета Олеговна Лаходанова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

<sup>1</sup> olga07\_95@mail.ru

<sup>2</sup> black\_rabbit@mail.ru

**Аннотация.** Исследован состав углеводов водного экстракта зеленых листьев тополя бальзамического. Установлено, что на долю моносахаридов приходится до 15 %, олигосахаридов – до 18 % сухих веществ экстракта. Среди углеводов идентифицированы глюкоза, фруктоза, манноза, галактоза и арабиноза.

**Ключевые слова:** тополь, листья, водный экстракт, углеводы

**Благодарности:** работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Глубокая переработка растительного сырья» проекта «Технология и оборудование химической переработки биомассы растительного сырья» (Номер темы FEFE-2020-0016). Авторы выражают благодарность Центру коллективного пользования КНЦ СО РАН за поддержку исследования.

Scientific article

## CARBOHYDRATES OF WATER EXTRACT BALSAMIC POPLAR LEAVES

Olga O. Mamaeva<sup>1</sup>, Yelizaveta O. Lachodanova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,

Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup> olga07\_95@mail.ru

<sup>2</sup> black\_rabbit@mail.ru

**Abstract.** In this work, the composition of carbohydrates in the aqueous extract of green leaves of balsam poplar was studied. It has been established that monosaccharides account for up to 15 %, oligosaccharides for up to 18 % of dry matter of the extract. Among the carbohydrates identified are glucose, fructose, mannose, galactose and arabinose.

**Keywords:** poplar, leaves, water extract, carbohydrates

**Acknowledgments:** the research was conducted under the governmental task issued by the Ministry of Education and Science of Russia for the “Technology and Equipment for the Chemical Processing of the Plant Biomass Material” project by the Plant Material Deep Conversion Laboratory (topic number FEFE-2020-0016). The authors express their gratitude to the Center for Collective Use of KSC SB RAS for supporting the research.

В настоящее время постоянно ведется поиск полноценного и выгодного способа утилизации отходов деревоперерабатывающей промышленности, в частности, древесной зелени, которая занимает от всего дерева 20 %. Сама ее эксплуатация находится на довольно низком уровне.

В основном большая часть древесной зелени идет только на удобрение почв, хотя в ней много положительных компонентов с высокой биологической активностью, что дает возможность для широкого спектра использования.

Тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) произрастает почти во всех климатических регионах России, морозостоек и нетребователен к почве, широко используется для озеленения. Дерево имеет довольно большое количество листвы, т. е. есть перспективы ее исследования.

В литературе имеются сведения о возможности использования почек и листьев тополя в качестве источника для получения эффективных антибактериальных и противогрибковых лекарственных средств [1–3].

Работами, проводимыми в СибГУ им. М. Ф. Решетнева, установлена рострегулирующая активность водных экстрактов листьев тополя бальзамического в отношении семян хвойных и злаковых культур [4, 5]. К числу биологически активных соединений, усиливающих цветение, помогающих растению гораздо быстрее развиваться, относятся углеводы [6].

Целью настоящего исследования являлось изучение состава углеводов водных экстрактов листьев тополя бальзамического Красноярского края.

Пробы листьев тополя бальзамического отбирались в летний период в середине каждого месяца (июнь, июль, август) с тополей, произрастающих в г. Красноярске и близлежащей территории – с. Высотино Сухобузимского района (82 км от города) Красноярского края. Необходимым условием пробы было качество внешнего вида листьев: свежие, зеленые, без повреждений. После сбора листья высушивали до воздушно-сухого состояния, измельчали до 3–5 мм и хранили при постоянной влажности в закрытых сосудах.

Для выделения экстрактивных веществ сырье экстрагировали водой при 100 °С в течение 3 ч с жидкостным модулем 20. Концентрацию редуцирующих веществ (РВ) в водном экстракте определяли эбулиостатическим методом [7]. Олигосахариды определяли по разности концентрации РВ до и после инверсии водного экстракта листьев тополя.

Инверсию проводили с использованием концентрированной серной кислоты при кипячении в течение 3 ч [8].

Состав моносахаридов водного экстракта определяли на комплексе высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) Agilent 1260 Infinity II. Хроматографическая колонка: Rezex HPLC RPM Monosaccharide Pb2+ (8 %) 300 × 7,8 мм, рефрактометрическое детектирование (RID), УФ-детектирование (регистрация при  $\lambda = 190, 210, 230, 260$  нм), изократический режим, элюент – деионизированная вода, температура 70 °С, скорость элюирования 0,6 мл/мин. Образцы подвергались фильтрации на мембране (0,45 мкм) и вводились в хроматограф.

Содержание водозэкстрактивных веществ в листьях тополя представлено в табл.1. Результаты исследования показывают, что содержание водозэкстрактивных веществ в листьях тополя независимо от места произрастания колеблется от 23 до 36 %, при этом их содержание возрастает к окончанию периода вегетации (август).

Таблица 1

Содержание водозэкстрактивных веществ в листьях тополя

Проба	Содержание, % а.с.с.		
	Июнь	Июль	Август
Листья тополя, г. Красноярск	24,7	23,5	35,6
Листья тополя, с. Высотино	26,5	26,9	33,7

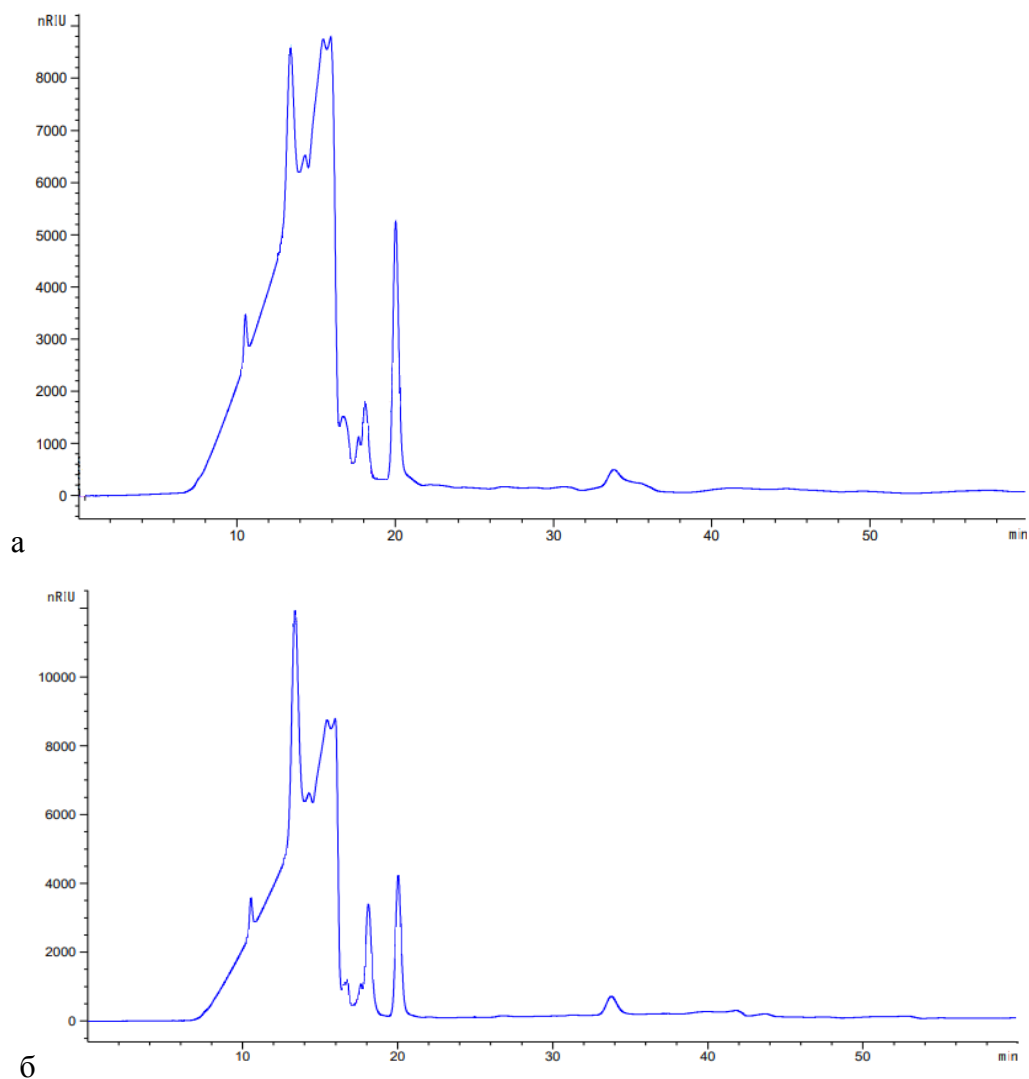
Опыты по определению содержания отдельных групп углеводов в водных экстрактах листьев тополя (табл. 2) показали, что в начальный период вегетации в составе водного экстракта листьев тополя основной является группа моносахаридов, на долю которой приходится до 16 % от сухих веществ экстракта, что составляет около 4 % от абсолютно сухого сырья. В процессе развития листа количество моносахаридов снижается в 1,5 раза (август). Содержание олигосахаридов, напротив, увеличивается, и в завершающей стадии развития листа их количество возрастает в 2,5–3,5 раза, что составляет 6–6,2 % от абсолютно сухого сырья.

Таблица 2

Содержание углеводов в водном экстракте листьев тополя

Компонент	Содержание, % от суммы экстрактивных веществ		
	Июнь	Июль	Август
г. Красноярск			
Моносахариды	15,4	13,9	10,3
Олигосахариды	5,1	6,6	17,4
с. Высотино Сухобузимского района			
Моносахариды	13,9	12,5	11,0
Олигосахариды	7,7	14,3	17,8

Качественный и количественный состав моносахаридов в водном экстракте листьев тополя бальзамического определяли методом ВЭЖХ. Хроматограммы моносахаридов водных экстрактов после инверсии на примере листьев тополя бальзамического, произрастающего в г. Красноярске, приведены на рисунке.



Хроматограмма моносахаридов водных экстрактов листьев после инверсии:  
*а* – листья, отобранные в июне, *б* – листья, отобранные в августе

Исследования показали, что состав углеводов в процессе развития листьев изменяется (табл. 3). В составе сахаров водных экстрактов в июньских листьях преобладает фруктоза (около 30 % от суммы сахаров), манноза (21,8 %) и арабиноза (21,5 %). В августе в водных экстрактах листьев тополя преобладает глюкоза (89 %).

Таблица 3

## Состав сахаров водного экстракта листьев тополя

Моносахарид	Время удерживания, мин	Концентрация сахаров, ммоль/л	
		июнь	август
Глюкоза	13,376	0,621	13,038
Галактоза	15,186	0,770	0,787
Арабиноза	16,776	1,120	0,385
Манноза	17,328	1,134	0,257
Фруктоза	18,109	1,558	0,151

Таким образом, в водных экстрактах листьев тополя установлено наличие от 21 до 29 % углеводов, в составе которых методом ВЭЖХ идентифицированы глюкоза, фруктоза, манноза, галактоза и арабиноза.

## Список источников

1. Поляков, В. В. Биологически активные соединения растений *Populus L.* и препараты на их основе / В. В. Поляков, С. М. Адекенов. – Алматы : Гылым, 1999. – 160 с.
2. Биологическая активность экстрактов и эфирных масел почек тополя бальзамического Красноярского края / Е. В. Исаева [и др.] // Химия растительного сырья. – 2008. – № 1. – С. 67–72.
3. Бакулин, В. Т. Антимикробная активность листьев тополей и ив (*Salicaceae*) в Сибири / В. Т. Бакулин, Л. Н. Чиндяева, Н. В. Цыбуля // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 6. – С. 60–64.
4. Экстракты тополя бальзамического как регуляторы роста яровой мягкой пшеницы / Е. В. Калюта [и др.] // Химия растительного сырья. – 2017. – № 4. – С. 203–209.
5. Мамаева, О. О. Влияние экстрактивных веществ листьев тополя на проращивание семян сосны обыкновенной в грунте / О. О. Мамаева, Е. В. Исаева, В. А. Гинибург // Решетневские чтения : материалы XXV Международной научно-практической конференции. – Красноярск, 2021. – Ч. 2. – С. 99–101.
6. Yu, Su-May Cellular and Genetic Responses of Plants to Sugar Starvation // *Plant Physiology*. – 1999. – Vol. 121. – P. 687–693.
7. Рязанова, Т. В. Химия древесины : монография / Т. В. Рязанова, Н. А. Чупрова, Е. В. Исаева. – Saarbrücken. Germany : LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. – 428 с.
8. Емельянова, И. З. Химико-технический контроль гидролизных производств / И. З. Емельянова. – Москва : Лесн. пром-сть, 1976. – 328 с.



Научная статья  
УДК 676.084.4

## СПОСОБЫ СУЛЬФИРОВАНИЯ ЛИГНОСУЛЬФОНАТА

**Анна Сергеевна Медведева<sup>1</sup>, Олег Хасанович Каримов<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup> МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Россия

<sup>1</sup> medvedeva@mirea.ru

<sup>2</sup> karimov@mirea.ru

**Аннотация.** Приведены способы сульфирования лигносульфоната при различных температурах, проведено сравнение свойств конечного продукта, предложено высокотемпературное сульфирование лигносульфоната для получения сульфокатионита.

**Ключевые слова:** лигносульфонат, сульфирование, серная кислота

Scientific article

## METHODS FOR SULFURING LIGNOSULFONATE

**Anna S. Medvedeva<sup>1</sup>, Oleg Kh. Karimov<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup> MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russia

<sup>1</sup> medvedeva@mirea.ru

<sup>2</sup> karimov@mirea.ru

**Abstract.** The cases of sulfonation of lignosulfonate at different temperatures are given, the properties of the final product are compared, high-temperature sulfonation of lignosulfonate is predetermined to obtain sulfocationite.

**Keywords:** lignosulfonate, sulfonation, sulfuric acid

Большие объемы производства в бумажной промышленности приводят к образованию значительного количества отходов, загрязняющих планету. Одним из таких отходов является лигносульфонат. Он представляет собой водорастворимое сульфопроизводное лигнина с широко варьирующейся молекулярной массой и разветвленным строением. Химический состав лигносульфоната непостоянен и может варьироваться в зависимости от используемой породы древесины и метода варки, которым производилась делигнификация. Химический состав некоторых лигносульфонатов представлен в таблице [1].

## Элементный анализ лигносульфонатов

Элемент	Образец №1	Образец №2	Образец №3
C	33,90	29,0	41,7
O	46,80	54,5	38,2
S	9,50	5,5	5,4
Na	5,70	6,6	0,8
K	0,18	0,04	–
Mg	0,80	–	–
Ca	–	–	3,0
Прочие	3,12	4,36	10,9

В настоящее время лигносульфонаты находят ограниченное применение в промышленности как диспергирующее вещество, а также для производства бетонных смесей и удобрений.

Спектр применения лигносульфоната можно расширить с помощью его химической модификации. Благодаря своей высокомолекулярной структуре он может эффективно использоваться как матрица для нанесения кислот и других веществ. Одним из наиболее перспективных методов модификации лигносульфоната представляется его сульфирование с использованием серной кислоты в качестве сульфирующего реагента.

Известен способ низкотемпературного сульфирования [2]. Лигносульфонат сульфируется при температуре, поддерживающейся ниже 40 °С. Полученный раствор промывают для избавления от непрореагировавшей кислоты. Получаемый данным способом продукт имеет высокую растворимость в воде, что позволяет использовать его в качестве бурового раствора [3].

Нами был предложен способ одностадийного высокотемпературного сульфирования концентрированной серной кислотой. В качестве объекта исследования был использован технический порошковый лигносульфонат натрия. Было подобрано оптимальное массовое соотношение сульфирующего агента – 1 к 2 по лигносульфонату. В разработанном способе сульфирование происходит на протяжении 2 часов при постоянной температуре в 120 °С, после чего из реакционной смеси вымывается излишек непрореагировавшей серной кислоты до отсутствия сульфат-ионов в промывной воде.

При использовании данного способа продукт сульфирования малорастворяется в воде и легкоотделяется от промывной жидкости. Содержание сульфогрупп в катионите было проанализировано по методике, описанной в статье [4], и составило 2,04 г/моль. Получаемое вещество имеет перспективы использования в качестве сульфокатионита [5].

Были рассмотрены два способа получения твердокислотных катализаторов из лигносульфоната методом сульфирования. Изучено

влияние количества серной кислоты и времени сушки на получаемый продукт. В настоящее время работа по данной тематике продолжается.

*Список источников*

1. Луговицкая, Т. Н. Устойчивость дисперсий элементарной серы в присутствии сульфопроизводных лигнина / Т. Н. Луговицкая, К. Н. Болатбаев // Химия растительного сырья. – 2014. – № 2. – С. 79–85.

2. Патент US5049661A США. Sulfonation of lignins. Peter Dilling. Заявл. 19.01.89. Оpubл. 17.09.91.

3. Патент RU 2768208 С1 Российская Федерация. Способ получения реагента для обработки буровых растворов / Э. М. Мовсумзаде, Г. А. Тептерева, О. Х. Каримов, В. Г. Конесев. Заявл. 02.02.21. Оpubл. 23.03.22.

4. One-step fabrication of carbonaceous solid acid derived from lignosulfonate for the synthesis of biobased furan derivatives / Xin Yu, Lincai Peng, Xueying Gao, Liang He, Keli Chen // RSC Advances. – 2018. – Iss. 8. – P. 15762–15772.

5. Применение лигносульфонатов для снижения отходов отработанных ионообменных катализаторов в нефтехимическом производстве / О. Х. Каримов, Э. Х. Каримов, В. Р. Флид [и др.] // Экология и промышленность России. – 2022. – № 26. – С. 4–8.

Научная статья  
УДК 630\*8

## ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ХВОЙНЫХ ОПИЛОК МЕТОДОМ «ЗЕЛЕНОГО» СИНТЕЗА

Евгения Романовна Мягкова<sup>1</sup>, Ольга Олеговна Красовская<sup>2</sup>,  
Юрий Цатурович Мартиросян<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт  
сельскохозяйственной биотехнологии, Москва, Россия

<sup>2</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет  
имени Н. И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

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

<sup>2</sup> kkrasovskaya.olga@yandex.ru

<sup>3</sup> levon-agro@mail.ru

**Аннотация.** «Зеленый» синтез является перспективным методом получения наночастиц, имеющим ряд преимуществ по сравнению с другими методами. Его экологичность можно повысить, используя отходы древесного производства. В ходе данной работы методом «зеленого» синтеза с применением хвойных опилок были получены наночастицы серебра. Данные частицы проявили антибактериальное действие на *E. coli*.

**Ключевые слова:** наночастицы серебра, синтез наночастиц, «зеленый» синтез, опилки, антибактериальное действие

Scientific article

## INVESTIGATION OF ANTIBACTERIAL EFFECT OF SILVER NANOPARTICLES OBTAINED USING CONIFEROUS SAWDUST BY THE “GREEN” SYNTHESIS METHOD

Yevgeniya R. Myagkova<sup>1</sup>, Olga O. Krasovskaya<sup>2</sup>, Yuri Ts. Martirosyan<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

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

<sup>2</sup> kkrasovskaya.olga@yandex.ru

<sup>3</sup> levon-agro@mail.ru

**Abstract.** “Green” synthesis is a promising method for producing nanoparticles, which has a number of advantages over other methods. Its environmental friendliness can be improved by using wood waste. During this work, silver nanoparticles were obtained by the method of “green” synthesis using coniferous sawdust. Received nanoparticles showed an antibacterial effect on *E. coli*

**Keywords:** silver nanoparticles, nanoparticles synthesis, «green» synthesis, sawdust, antibacterial effect

Нанотехнология – это инновационная область науки, заключающаяся в создании и исследовании систем, функционирование которых определяется их наноструктурой, т. е. упорядоченными фрагментами размером от 1 до 100 нанометров [1]. Важным объектом ее изучения являются наночастицы и методы их получения. Благодаря своему размеру наночастицы имеют высокое отношение площади поверхности к объему и, следовательно, высокую реакционную способность [2]. Это отличительное свойство делает их востребованными во многих сферах жизни, от производства электроники до медицины [3, 4]. В последние годы наночастицы активно используются в медицине. Была доказана их эффективность в терапии рака, адресной доставке лекарств, регенеративной медицине, а также в качестве противомикробных агентов [3].

В настоящее время описано 3 механизма, с помощью которых наночастицы оказывают свое антибактериальное свойство.

Во-первых, это действие на мембранном уровне, заключающееся в способности частиц проникать через внешнюю мембрану, накапливаясь во внутренней мембране, где адгезия наночастиц к клетке приводит к ее дестабилизации и повреждению, тем самым увеличивая проницаемость мембраны и вызывая утечку содержимого клетки и последующую ее гибель.

Второй механизм предполагает, что наночастицы, помимо способности разрушать клеточную мембрану, также могут проникать в клетку. Было высказано предположение, что благодаря своим свойствам наночастицы могут обладать способностью взаимодействовать с группами серы и фосфора, присутствующими в ДНК и белках, изменяя их структуру и функции [4]. Таким же образом они могут изменять дыхательную цепь во внутренней мембране, взаимодействуя с тиоловыми группами в ферментах, индуцируя образование активных форм кислорода и свободных радикалов, вызывая повреждение внутриклеточных механизмов и активируя путь апоптоза.

Третьим механизмом, который, как предполагается, происходит параллельно с двумя другими, является высвобождение ионов металлов из наночастиц, которые благодаря их размеру и заряду могут взаимодействовать с клеточными компонентами, изменяя метаболические пути, мембраны и даже генетический материал [4].

Для синтеза наночастиц существует множество методик, однако именно так называемый «зеленый» синтез считается самой перспективной из них. Он заключается в стабилизации ионов металлов в растительных экстрактах, содержащих метаболиты, выступающие в роли восстановителей [2, 5]. Получаемые наночастицы являются менее токсичными по сравнению с частицами, получаемыми физико-химическим методом, а также более стабильными, чем частицы, произведенные микробиологическим синтезом [3, 5]. Отдельными преимуществами «зеленого» синтеза можно выделить его высокую рентабельность и экологичность [5, 6].

Восстановителем может в различной степени являться экстракт любого растения и его части. Однако наибольший интерес представляет использование растений–продуцентов ценных вторичных метаболитов. Есть предположения, что стабилизирующая оболочка, образующаяся в ходе синтеза наночастиц из растительных экстрактов, придает им специфические свойства именно за счет биохимического состава используемого растения [7]. Вопрос получения сырья для синтеза также остается актуальным. Отходы растительного и, в частности, древесного производства могут послужить перспективным источником метаболитов-восстановителей для «зеленого» синтеза наночастиц.

Целью этой работы являлся синтез наночастиц серебра с использованием хвойных опилок и исследование антибактериального действия полученных частиц. Для исследования использовали опилки хвойных пород 5-миллимолярный раствор  $\text{AgNO}_3$ . К 500 мл дистиллированной воды добавляли 50 г опилок и нагревали до 90 °С в течение 30 минут, затем охлаждали до комнатной температуры. Очистку экстракта проводили с помощью бумажного фильтра. Далее к нему в разных соотношениях добавляли раствор  $\text{AgNO}_3$ .

Наличие наночастиц проверяли на спектрофотометре «СФ-104».

Для подтверждения предполагаемой антибактериальной активности диски фильтровальной бумаги диаметром 6 мм пропитывали раствором наночастиц и помещали на чашки Петри с бактериальным газоном *E. coli*. В качестве контроля на чашки размещали диски, пропитанные экстрактом опилок. Затем чашки Петри ставили в термостат на 12 часов при 37°С.

Изменение цвета экстракта опилок начинало происходить в течение часа после добавления  $\text{AgNO}_3$ . Через 6 часов раствор из бледно-желтого приобретал бурый цвет (рис. 1).

Спектрофотометрический анализ экстракта опилок хвойных пород в области длин волн 300–500 нм представлен на графике (рис. 2).

Полосы поглощения в оптических спектрах при наличии в растворе наночастиц серебра должны наблюдаться в области длин волн 400–450 нм. Присутствие наночастиц серебра подтверждается наличием характерного для них спектра поглощения (рис. 3).

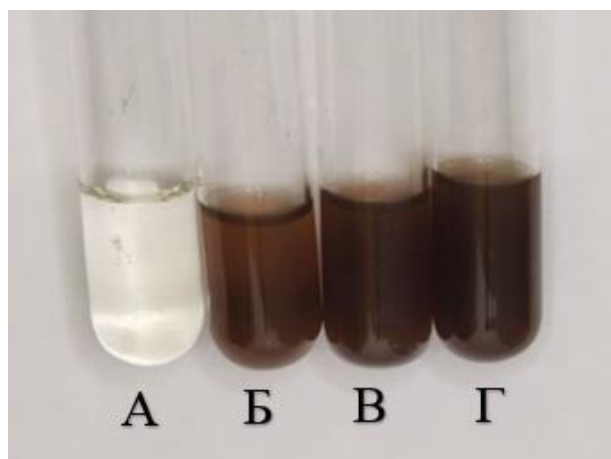


Рис. 1. Цвет растворов:

*A* – экстракта опилок; *B* – раствора экстракта опилок и  $\text{AgNO}_3$  в соотношении 1:2;  
*B* – раствора экстракта опилок и  $\text{AgNO}_3$  в соотношении 1:1;  
*Г* – раствора экстракта опилок и  $\text{AgNO}_3$  в соотношении 2:1

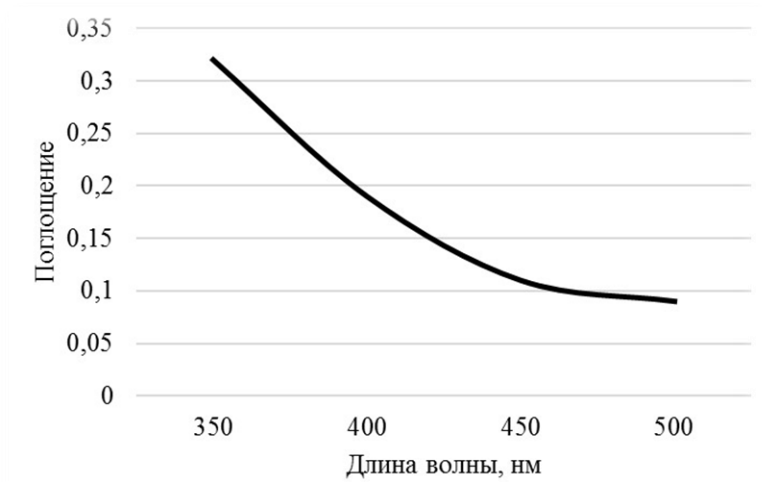


Рис. 2. Спектр поглощения экстракта хвойных опилок

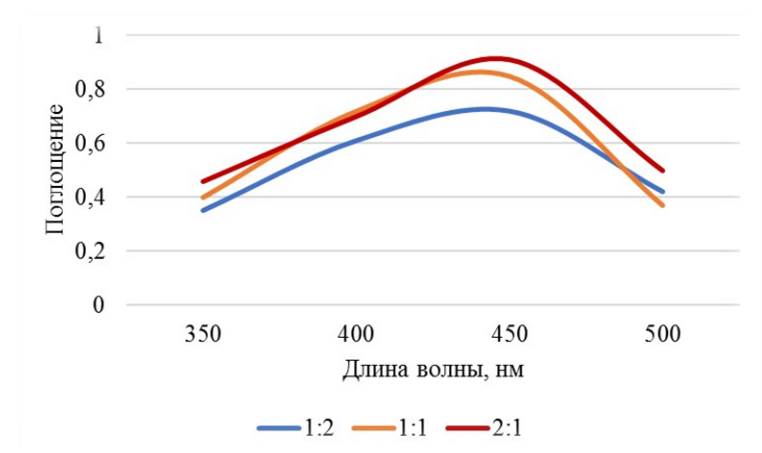


Рис. 3. Спектр поглощения золь наночастиц серебра, полученных использованием экстракта хвойных опилок и  $\text{AgNO}_3$  в разном соотношении

Антибактериальную активность наночастиц серебра определяли по диаметру зоны подавления роста бактериального газона. Он составил  $15,0 \pm 0,8$  мм,  $17,5 \pm 1,2$  мм и  $19,5 \pm 1,0$  мм в вариантах соотношения экстракта и раствора  $\text{AgNO}_3$  1:2, 1:1 и 2:1 соответственно. При использовании первичного экстракта опилок подавления роста бактерий не наблюдалось.

Таким образом, на основании оптических спектров поглощения можно сделать вывод, что были получены наночастицы серебра с использованием экстракта опилок хвойных пород. Максимальное значение оптической плотности наблюдается при добавлении к экстракту 5-миллимолярного раствора  $\text{AgNO}_3$  в соотношении 2:1. Полученные наночастицы показали действие против *E. coli*. Наибольший диаметр зоны подавления роста бактериального газона наблюдается при использовании золя наночастиц серебра, полученных при смешивании экстракта хвойных опилок и раствора  $\text{AgNO}_3$  в соотношении 2:1.

#### Список источников

1. Полле, П. О. Нанотехнологии и их применение / П. О. Полле, Т. Г. Павленко // Физика и современные технологии в АПК. – 2020. – С. 115–118.
2. Ступакова, С. В. «Зеленый синтез» наночастиц металлов / С. В. Ступакова, М. А. Козлова // Будущее науки. – 2018. – С. 63–66.
3. Rudramurthy, G. R., Swamy, M. K. Potential applications of engineered nanoparticles in medicine and biology: An update // JBIC Journal of Biological Inorganic Chemistry. – 2018. – Т. 23, №. 8. – С. 1185–1204.
4. Bruna, T. Silver nanoparticles and their antibacterial applications / T. Bruna [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – Т. 22, № 13. – С. 7202.
5. Gour, A., Jain, N. K. Advances in green synthesis of nanoparticles // Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology. – 2019. – Т. 47, № 1. – С. 844–851.
6. Agarwal H., Shanmugam V. K. Synthesis and optimization of zinc oxide nanoparticles using *Kalanchoe pinnata* towards the evaluation of its anti-inflammatory activity // Journal of Drug Delivery Science and Technology. – 2019. – Т. 54. – С. 101–291.
7. Разработка методов «зеленого» синтеза наночастиц серебра и анализ их биоцидной активности / Лукашевич В. А. [и др.] // Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование-рекомендации-практические результаты. – 2018. – С. 123–124.



Научная статья  
УДК 579

## ПРИМЕНЕНИЕ БЕТУЛИНА В МИКРОБИОЛОГИИ

**Виолетта Александровна Пиманкина<sup>1</sup>, Дарья Сергеевна Бурцева<sup>2</sup>,  
Ильдар Касимович Гиндулин<sup>3</sup>**

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

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

<sup>2</sup> burtseva\_ds@mail.ru

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

**Аннотация.** Рассмотрено применение бетулина в микробиологии в качестве добавки его на питательную твердую среду. В эксперименте использовались дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae*. Исследовано влияние бетулина на рост биомассы и на скорость адаптации дрожжей к питательной среде.

**Ключевые слова:** бетулин, микроорганизмы, периодическое культивирование

Scientificarticle

## THE USE OF BETULIN IN MICROBIOLOGY

**Violetta A. Pimankina<sup>1</sup>, Daria S. Burtseva<sup>2</sup>, Ildar K. Gindulin**

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

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

<sup>2</sup> burtseva\_ds@mail.ru

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

**Abstract.** The article considers the use of betulin in microbiology as its addition to a nutrient solid medium. The yeast of the species *Saccharomyces cerevisiae* was used in the experiment. The paper presents the effect of betulin on the growth of biomass and on the rate of adaptation of yeast to a nutrient medium.

**Keywords:** betulin, betulinic acid, microorganisms, periodic cultivation

В экстрактах внешней коры березы преобладают пентациклические тритерпеноиды ряда лупана. Наиболее ценным составляющим экстрактивных веществ является бетулин.

Бетулин – природный тритерпеновый спирт лупанового ряда, имеющий химическое название *бетуленол*. Во внешней коре бетулина содержится до 40 % в зависимости от вида березы, условий ее произрастания, возраста дерева и сезона. Бетуленол обладает противовирусными и антисептическими свойствами, проявляет антиоксидантную активность. Бетулин относят к ряду полезных природных соединений. Также он является биологически активным веществом, обладающим широким спектром действия на живые микроорганизмы. Бетулин выделяют из бересты коры березы. В дальнейшем из бетулина можно получить бетулиновую кислоту [1].

Бетулиновая кислота – растительная пентациклическая тритерпеновая кислота лупанового ряда. Бетулиновая кислота проявляет высокую эффективность при подавлении роста клеток меланомы, проявляет антибактериальную активность относительно ряда грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов [1].

Бетулиновая кислота обнаружена во многих растениях, но низкое содержание делает нецелесообразным ее производство выделением из растительного сырья. Бетулин – предшественник бетулиновой кислоты, который является перспективным для ее получения с помощью ферментов и клеток микроорганизмов [2].

В работе рассмотрено влияние различных добавок бетулина на рост и размножение хлебопекарных дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae* при периодическом культивировании. В ходе работы был проведен посев микроорганизмов на питательной среде Ридера с добавлением бетулина.

Концентрация дрожжей оценивалась по оптической плотности раствора. Изменение оптической плотности культуральной жидкости и сахара в субстрате в процессе культивирования показано на рис. 1, 2.

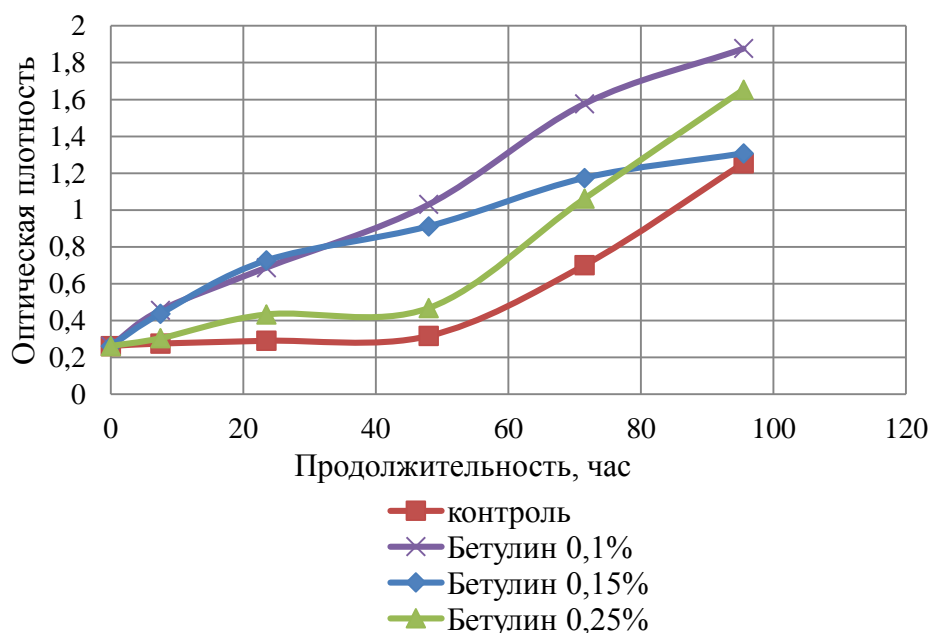


Рис. 1. Зависимость оптической плотности культуральной жидкости от продолжительности ферментации микроорганизмов

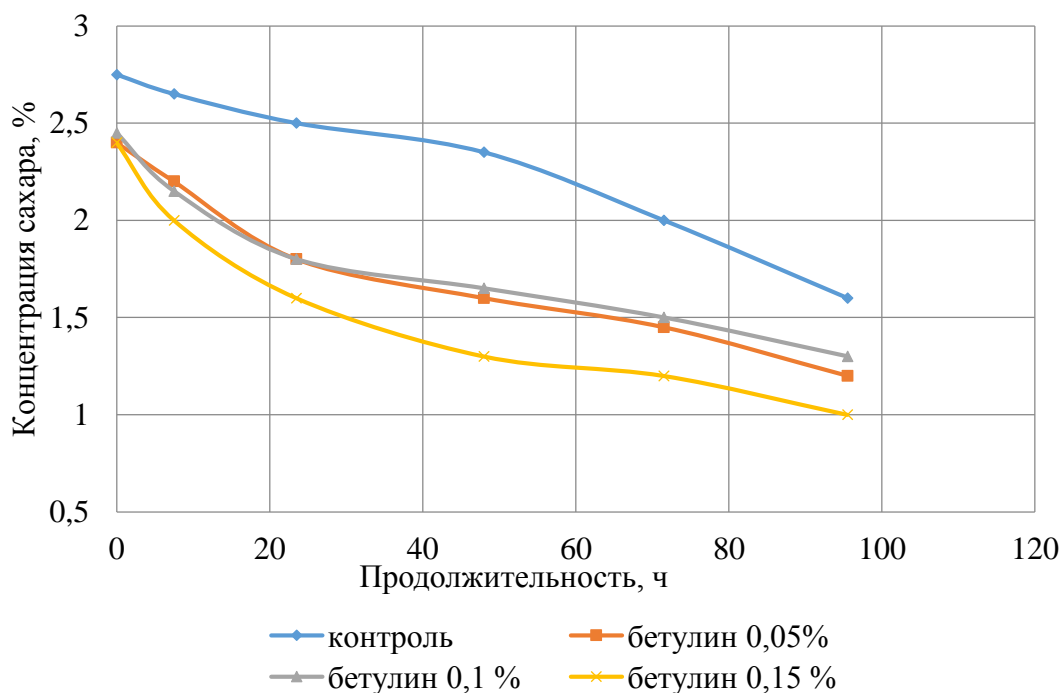


Рис. 2. Зависимость концентрации сахара в культуральной жидкости от продолжительности ферментации микроорганизмов

Из графиков видно, что потребление сахара на субстрате, обогащенном бетулином, идет более интенсивно. Низкая дозировка бетулина позволила увеличить прирост дрожжей в сравнении с контрольным опытом в конце культивирования примерно на 25 %. Средняя дозировка бетулина также положительно повлияла на адаптацию дрожжей, выход биомассы был при этом выше, чем в контроле, на 40 %. Высокая дозировка бетулина позволила дрожжам быстрее адаптироваться к условиям культивирования, но не дала значимого прироста биомассы из-за его антисептического воздействия на микроорганизмы.

Можно сделать вывод о том, что низкая и средняя дозировки бетулина положительно повлияли на рост и размножение хлебопекарных дрожжей в процессе периодического культивирования.

#### Список источников

1. Гиндулин, И. К. Выделение бетулина и синтез его производных : учебно-методическое пособие / И. К. Гиндулин. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. – С. 5–17, 28–29.
2. Митрофанов, Д. В. Разработка биокаталитических методов получения бетулиновой кислоты из бетулина : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Д. В. Митрофанов – Казань, 2005.

Научная статья  
УДК 661.873

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДИКИ  
КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КОБАЛЬТСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ  
НА ПРЕДПРИЯТИИ АО «КЗТС».**

**Никита Сергеевич Семкин<sup>1</sup>, Георгий Владиславович Чумарный<sup>2</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> nikit04k98@mail.ru

<sup>2</sup> g09t@yandex.ru

*Аннотация.* Рассмотрены причины некачественного анализа кобальтсодержащих растворов.

*Ключевые слова:* отдел технического контроля, атомно-эмиссионный спектрометр, пробы, деионизованная вода, высокочастотная индуктивно-связанная плазма

Scientific article

**PROPOSALS FOR IMPROVING THE QUALITY CONTROL  
METHODS OF COBALT-CONTAINING SOLUTIONS  
AT THE ENTERPRISE OF JSC “KZTS”**

**Nikita S. Semkin<sup>1</sup>, Georgiy V. Chumarniy<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> nikit04k98@mail.ru

<sup>2</sup> g09t@yandex.ru

*Abstract.* The article discusses the causes of poor-quality analysis of cobalt-containing solutions.

*Keywords:* Quality Control Department, atomic emission spectrometer, samples, deionized water, high-frequency inductively coupled plasma

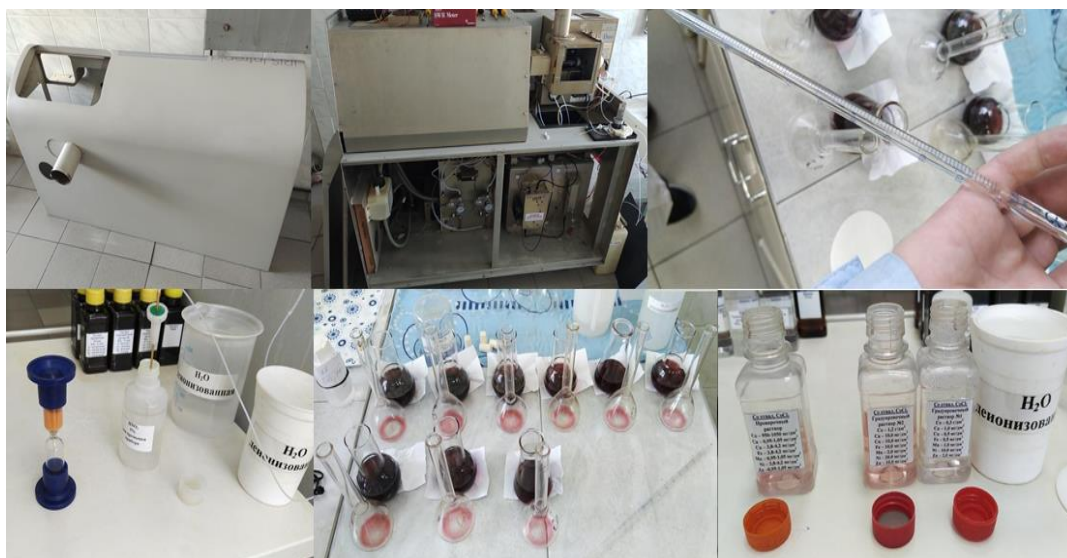
Для организации большинства химических технологий является весьма важным осуществление технического контроля качества на этапе производства и реализации продукции.

На предприятии АО «КЗТС» основной задачей технического менеджмента является контроль качества, осуществляемый для предотвращения проблем и отклонений, которые могут привести к нарушениям требований стандартов и технических условий.

Основной задачей отдела технического контроля (ОТК) предприятия является предотвращение производства продукции, не соответствующей требованиям стандартов, технических условий, технической документации, условиям контрактов, а также укрепление производственной дисциплины, обеспечение соблюдения всех требований производства. ОТК выполняет планирование и разработку методов обеспечения и контроля качества продукции\*.

Один из авторов данной статьи непосредственно принимал участие в технологическом процессе контроля качества продукции на заводе АО «КЗТС», параллельно осуществляя анализ системы контроля качества кобальтсодержащих растворов для установления способов ее совершенствования. С этой целью выполнялся ряд действий: изучалась методика отбора проб для минимизации или предотвращения погрешности, оценивались затраты времени на проведение проб, выявлялись причины нестабильной работы атомно-эмиссионного спектрометра.

В ходе процесса измерений проводились отбор пробы, растворение, атомно-эмиссионный спектральный анализ. При этом использовались следующие средства для оценки качества кобальтсодержащих растворов: атомно-эмиссионный спектрометр IRIS, часы песочные на 2 минуты, набор калибровочных растворов, необходимый объем деионизованной воды 3-й степени очистки, колба мерная на 100 мл, пипетка мерная (рисунок).



Средства измерения

---

\*Организация и виды технического контроля качества // Студенческая библиотека онлайн: сайт. — URL: [https://studbooks.net/1206635/menedzhment/organizatsiya\\_vidy\\_tekhnicheskogo\\_kontrolya\\_kachestva#:~:text=Организация%20и%20проведение%20технического%20контроля,установленным%20стандартам%20или%20техническим%20требованиям](https://studbooks.net/1206635/menedzhment/organizatsiya_vidy_tekhnicheskogo_kontrolya_kachestva#:~:text=Организация%20и%20проведение%20технического%20контроля,установленным%20стандартам%20или%20техническим%20требованиям) (дата обращения: 02.12.2022).

В результате был составлен реестр аварийных ситуаций, возникающих в процессе проведения измерений на атомно-эмиссионном спектрометре, которые обусловлены совокупностью производственных условий и человеческого фактора:

1) нештатные отключения процесса генерации высокочастотной индуктивно-связанной плазмы;

2) отклонение параметров калибровочных растворов для анализа проб от допустимых значений;

3) нестабильное количество проб, которые необходимо проанализировать в течение дня. Как следствие – возрастание временных затрат на выполнение суточного цикла измерений.

С помощью дальнейшего анализа была выявлена детализация основных проблемных ситуаций и определены способы их ликвидации (таблица).

### Способы ликвидации проблемных ситуаций

Проблемная ситуация	Решение
1	2
Загрязненная горелка	Увеличить частоту промывки
Высокая концентрация пробы	Использовать при отборе меньшую аликвоту
Крупные частицы (не профильтровываются и блокируют горелку)	Профилактика: визуально определять, насколько мутный раствор. Если очень мутный, вместо одного фильтра использовать два
Выход из строя (лопнула) горелки	Замена горелки, профилактика – отслеживание появления трещин
Выход из строя электронных устройств в атомно-эмиссионном спектрометре (например: перегорели сглаживающие конденсаторы)	С помощью мультиметра определить неисправность и заменить неисправный элемент либо полностью заменить плату
Охлаждение прибора автомобильным антифризом плохо сказывается на стабильности работы прибора	Заменить обычной дистиллированной водой
Выявлено загрязнение индуктивно-связанной плазмы.	Промыть горелку или продуть разобранный атомно-эмиссионный спектрометр аргоном
Горелка может включиться и через несколько секунд погаснуть, одна из причин – низкий ток	С помощью мультиметра определить неисправную цепь и устранить утечку тока
Искажение результатов измерений по причине смешивания разных калибровочных растворов (приготовленных в разное время)	Промыть узел плазменной горелки раствором 1-2 раза и налить новый раствор
Если данные выходят за границы допустимого диапазона значений, то необходимо проводить калибровку	Профилактика: после проведения десяти проб промыть медную трубку анализа проб деионизованной водой в течение двух минут и сделать проверку

## Окончание таблицы

1	2
При калибровании растворами из медной трубки вода попадает в калибровочные растворы и искажает показатели (меняется концентрация)	Проведение повторного калибрования
Плохо промытая посуда для анализа	Профилактика: промыть деионизованной водой
Загрязнение горелки в ходе анализа проб	Промывать после каждого метода в течение двух минут прибор 5%-ным раствором $\text{HNO}_3$ , затем промывать еще две минуты деионизованной водой
После чистки горелки не включается атомно-эмиссионный спектрометр с первого раза	Повторное включение атомно-эмиссионного спектрометра, сменить раствор для промывки горелки (возможно, заменить поставщика)
В течение неопределенного времени атомно-эмиссионный спектрометр могут параллельно использовать работники другого подразделения АО «КЗТС» (лаборанты, проводящие санитарно-микробиологические исследования)	Применять организационные методы для согласования времени проведения исследований, рекомендовать администрации приобретение дополнительного атомно-эмиссионного спектрометра (требует дополнительных материальных затрат)

Был проведен анализ выявленных причин и способов их решения в контексте оптимизации действий лаборанта, обслуживающего данную установку. На основе обсуждения полученных результатов авторами сформулирован ряд предложений, направленных на минимизацию последствий ошибок измерений на атомно-эмиссионном спектрометре при проведении анализа качества кобальтсодержащих растворов на АО «КЗТС»:

- для повышения качества анализа проб необходимо правильно распределять время на измерения на атомно-эмиссионном спектрометре между подразделениями АО «КЗТС»;

- осуществлять промывку горелки с частотой не менее чем 1 раз каждые 2 дня;

- организовать промывку плазменной горелки, работающей в индуктивно-связанной плазме, деионизованной водой после каждой пробы;

- при смене методики измерения обеспечить промывку плазменной горелки раствором 5 %  $\text{HNO}_3$ , а затем – деионизованной водой;

- не оставлять на мерной пипетке раствор, а после каждого отобранного раствора освобождать мерную пипетку от остатков предыдущей пробы. Промывать пипетку порцией из следующей пробы один раз и сливать, затем уже отбирать пробу для анализа;

- при фильтровании первый фильтрат с мерной колбы необходимо сливать на случай, если плохо промыта колба или остались частицы воды;

- после каждой 10-й пробы необходимо производить проверку на предмет отклонений параметров калибровочных растворов от предъявляемых требований.

Научная статья  
УДК 579.663

## ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ХВОЙНЫХ ПОРОД ГРИБАМИ К6-15 *TRICHODERMA SPP.*

Людмила Михайловна Сербина<sup>1</sup>, Елена Владимировна Исаева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

<sup>1</sup> serbina.lyuda2017@yandex.ru

<sup>2</sup> isaevaelena08@mail.ru

**Аннотация.** Приведены результаты культивирования штамма К6-15 *Trichoderma spp.* на смеси коры хвойных пород (пихта и ель) – отходах деревообрабатывающего комбината. Установлено, что гриб обладает хорошей динамикой роста и активной способностью спорообразования на данном субстрате, накапливая в процессе культивирования до  $56 \cdot 10^9$  спор/г.

**Ключевые слова:** переработка, древесные отходы, кора хвойных пород, *Trichoderma spp.*, биоконверсия

Scientific article

## PROCESSING OF WOOD WASTE OF CONIFEROUS SPECIES BY FUNGI K6-15 *TRICHODERMA SPP.*

Lyudmila M. Serbina<sup>1</sup>, Yelena V. Isayeva<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,  
Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup> serbina.lyuda2017@yandex.ru

<sup>2</sup> isaevaelena08@mail.ru

**Abstract.** The paper presents the results of cultivation of the K6-15 *Trichoderma spp.* strain on a mixture of softwood bark (fir and spruce) – waste from a woodworking plant. It has been established that the fungus has good growth dynamics and an active ability of sporulation on this substrate –  $56 \cdot 10^9$  спор/г.

**Keywords:** recycling, wood waste, softwood bark, *Trichoderma spp.*, bioconversion



Растительные отходы деревоперерабатывающих производств являются хорошим источником питательных веществ для культур микроорганизмов в процессе биоконверсии сырья. С использованием биологических агентов возможно создание полезных целевых продуктов, а также уменьшение количества древесных отходов.

Грибы рода *Trichoderma* обладают хорошей дереворазрушающей способностью [1, 2], высокой антимикробной активностью и широким спектром действия в отношении условно-патогенных микроорганизмов [3, 4], а также усиливают рост и развитие растений, обработанных спорами гриба, увеличивают содержание зеленых пигментов в листьях культур [5]. Из этого следует, что грибы рода *Trichoderma* являются перспективными биологическими агентами для переработки растительной массы и получения биопестицидов.

Объектом исследования служила кора смеси хвойных пород (пихта и ель) – отходы деревообрабатывающего комбината г. Торжок Тверской области России. Для использования в качестве субстрата кору предварительно измельчали на молотковой дробилке, добавляли в субстрат раствор солей  $\text{Na}_3\text{HPO}_4$  и  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  с концентрацией 1 %. Субстрат увлажняли до 70 %.

В качестве биодеструктора коры хвойных был взят аборигенный штамм К6-15 *Trichoderma spp.*, выделенный из древесины кедра на территории дендрария Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН (г. Красноярск, Академгородок) в 2015 году. Культуру вносили в количестве  $1 \cdot 10^6$  спор в расчете на 1 г абсолютно сухого субстрата.

Культивирование гриба продолжалось 21 сутки в термостате при температуре  $(25 \pm 2)$  °С. Численность микроорганизмов оценивалась с помощью камеры Горяева на 7-е, 14-е 18-е и 21-е сутки.

Морфология гриба при развитии на субстрате из смеси коры хвойных представлена на рис. 1. Колония гриба К6-15 *Trichoderma spp.* имеет ярко-изумрудный цвет и бархатистую поверхность, не обладает запахом, споры распределены по субстрату неравномерно, большая их плотность наблюдалась на более крупных частичках сырья.

Также была изучена динамика роста гриба на смеси коры пихты и ели (рис. 2). Из диаграммы следует, что динамика роста гриба носит экспоненциальный характер, спорообразование происходило равномерно в течение всего процесса культивирования. В среднем количество спор к дню замера возрастало в 1,5 раза. По истечении 21 суток количество спор увеличилось в 3 раза по сравнению с седьмыми сутками культивирования и составило  $56 \cdot 10^9$  спор/г, при этом рост культуры на 21-е сутки не заканчивался.

Согласно литературным данным, при культивировании грибов рода *Trichoderma* на одубине коры лиственницы, рекомендованной в качестве субстрата для получения препарата «Триходермин-б», максимальный выход конидий штамма МГ-97 *T. aspirellum* ( $2,5 \cdot 10^7$  спор/г) достигался на

35-е сутки [6], на коре лиственницы –  $3,6 \cdot 10^9$ , коре березы –  $3,8 \cdot 10^9$  на 10-е сутки, при дальнейшем культивировании количество спор снижалось [7].



Рис. 1. Морфология штамма К6-15 *Trichoderma spp.*

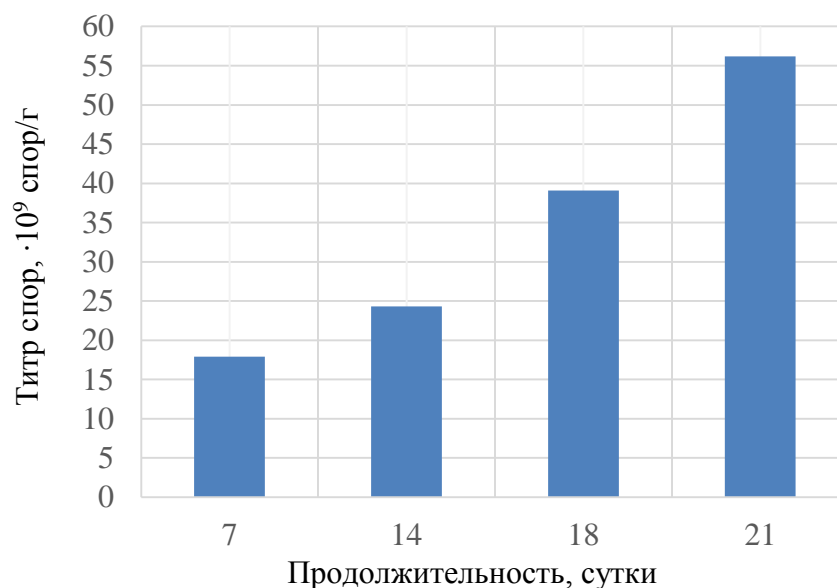


Рис. 2. Динамика конидиегенеза штамма К6-15 *Trichodermas pp.*

При культивировании штамма К6-15 *Trichoderma spp.* на послеэкстракционном остатке листьев тополя максимальный выход конидий составил  $1,5 \cdot 10^9$  спор/г на 21-е сутки, на послеэкстракционном остатке почек тополя –  $5,1 \cdot 10^9$  спор/г на 15-е сутки [8, 9].

Таким образом, исследования показали, что смесь коры пихты и ели является конкурентоспособным доступным субстратом для роста мицелиальных грибов. Высокий выход спор в процессе культивирования изолятов грибов рода *Trichoderma*, в частности штамма К6-15 *Trichoderma spp.*, дает основание использовать эти отходы окорки в качестве технологического сырья для получения биопрепарата типа «Триходермин».

#### Список источников

1. Бондарь, П. Н. Использование отходов деревообрабатывающей промышленности для создания биопрепаратов на основе грибов рода *Trichoderma* / П. Н. Бондарь, В. С. Садыкова // Хвойные бореальной зоны. – 2018. – № 5–6. – С. 286–290.

2. Биологическая активность сибирских штаммов *Trichoderma* как фактор отбора для создания биопрепаратов защиты растений нового поколения / В. С. Садыкова [и др.] // Биотехнология. – 2007. – № 6. – С. 12–17.

3. Антимикробная активность грибов рода *Trichoderma* и *Trametes* в отношении условно-патогенных микроорганизмов рода *Staphylococcus* / В. С. Садыкова [и др.] // Сибирский медицинский журнал. – 2006. – № 8. – С. 18–20.

4. Антимикробная активность штаммов грибов рода *Trichoderma* из средней Сибири / В. С. Садыкова [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2015. – Том 5, № 3. – С. 340–347.

5. Влияние спор *Trichodermaasperellum* и метаболитов *Fusariumsporotrichioides* на ростовые процессы и фотосинтетический аппарат пшеницы / Т. И. Голованова [и др.] // Микология и фитопатология. – 2020. – Т. 54, № 2. – С. 134–142.

6. Махова, Е. Г. Культивирование грибов рода *Trichoderma* на углеводных субстратах и получение биопрепарата: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 03.00.25 / Махова Елена Геннадьевна. – Красноярск. – 2003. – 22 с.

7. Лунева, Т. А. Трансформация коры древесных пород грибом рода *Trichoderma* и получение биопрепарата: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03 / Лунева Татьяна Анатольевна. – Красноярск, 2008. – 19 с.

8. Мамаева, О. О. Состав, свойства и переработка листьев тополя : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03 / Мамаева Ольга Олеговна. – Красноярск. – 2022. – 21 с.

9. Исаева, Е. В. Состав, свойства и переработка отходов вегетативной части тополя после извлечения экстрактивных веществ. Сообщение 3. Получение биопрепаратов на основе грибов рода *Trichoderma* / Е. В. Исаева, О. О. Мамаева, Т. В. Рязанова // Химия растительного сырья. – 2020. – № 4. – С. 415–425.

Научная статья  
УДК 502.53

## РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПОЛИГОНА ТКО В КАМЕНСКЕ-УРАЛЬСКОМ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Оксана Владиславовна Солдатова<sup>1</sup>, Елена Вячеславовна Купчинская<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> ox.xanna90@gmail.com

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

**Аннотация.** В рамках разработки проекта полигона ТКО АО «Горвнешблагоустройство» в г. Каменск-Уральский Свердловской области были рассмотрены стадии проектирования полигонов, а также проблемы утилизации и обезвреживания отходов.

**Ключевые слова:** складирование ТКО, размещение ТКО, полигон ТКО, методы обезвреживания ТКО

Scientific article

## DEVELOPMENT OF THE PROJECT OF MSW LANDFILL IN THE TOWN OF KAMENSK-URALSKY IN SVERDLOVSK REGION

Oksana V. Soldatova<sup>1</sup>, Yelena V. Kupchinskaya<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> ox.xanna90@gmail.com

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

**Abstract.** The article deals with the development of the project for the MSW landfill of JSC «Gorvneshblagoustroystvo» in the town of Kamensk-Uralsky Sverdlovsk Region. The design stages of a landfill as well as the problem of recycling and waste disposal were considered.

**Keywords:** MSW storage, MSW placement, MSW landfill, MSW disposal methods

Существуют различные способы утилизации твердых коммунальных отходов (ТКО), но одним из основных способов является размещение на специально оборудованных полигонах с целью изоляции и обезвреживания отходов для обеспечения безопасности окружающей среды и здоровья населения.

В нашей стране ежегодно на свалки попадают миллионы тонн отходов. Переполненные полигоны закрываются, приходится искать места для новых, и, несмотря на все усилия контролирующих органов, количество несанкционированных свалок продолжает расти. Строительство мусороперерабатывающих заводов идет крайне медленно. Поэтому, чтобы исправить ситуацию, с 1 января 2019 г. была объявлена реформа обращения с отходами производства и потребления, целью которой должна была стать ликвидация незаконных свалок, переход на отдельный сбор мусора, его сортировку и переработку. В середине 2020 г. Счетная палата РФ констатировала, что почти ничего не изменилось. По отчетам, в РФ перерабатывается не более 7 % отходов, а остальное все равно отправляется на свалки и полигоны [1]. Поэтому размещение отходов на полигонах как метод утилизации ТКО будет еще долгое время оставаться наиболее применяемым.

Меры по снижению или нейтрализации воздействия вредных факторов (выброс газов в атмосферу при разложении отходов, что приводит к опасности взрыва, пожара, появлению неприятного запаха, загрязнение подземных вод от контакта со стоками свалок, унос мусора ветром за пределы территории полигона, размножение грызунов и паразитов, а также патогенов и простейших) принимаются на стадии проектирования полигона. У полигона должна быть стабильная статистика размещаемых отходов с учетом их уплотнения, засоления, газовой выделения, а также возможности последующего использования площадки после ее закрытия и рекультивации.

Согласно статистическим данным, Свердловская область входит в десятку регионов с наибольшим объемом отходов. По оценкам, в Свердловской области накопилось около 9 миллиардов тонн отходов, и каждый год образуется еще более 140 млн тонн.

С 2013 года в регионе закрылись 24 полигона ТКО, а на оставшихся 15 размещено 89,2 млн тонн отходов, ресурсы которых практически исчерпаны.

Согласно плану территории до конца 2017 г. должны были быть закрыты 10 полигонов, которые предстояло заменить 13 мусороперерабатывающими комплексами с вводом в эксплуатацию в 2018–2019 гг., а также четырьмя мусоросжигательными заводами мощностью 700000 тонн отходов ежегодно. Начало их работы планировалось в 2021–2022 гг. Но эти даты были перенесены [2].

Без инвестиционных мероприятий по строительству и модернизации полигонов существующие мощности по размещению коммунальных отходов будут исчерпаны менее чем за 4 года.

По отчетным данным и фактически принятому объему ТКО на полигоне г. Каменска-Уральского, его мощность выработана на 83 %, а свою полную мощность он выработает приблизительно за 3 года, если объем отходов останется на прежнем уровне.

Разработан проект строительства полигона и его эксплуатации сроком 20 лет. Работа полигона организовывается в режиме 365 дней в году в дневное время. На полигон будут поступать твердые отходы жилых районов, офисов, коммерческой деятельности, общественных мест в рабочее время.

Для размещения полигона нами был выбран участок (рис. 1) за пределами населенного пункта с соблюдением размера санитарно-защитной зоны, устанавливаемой в соответствии со СанПиН 2.1.3684–21 [3], не менее чем за 500 м до жилой застройки. Расчеты показали, что максимальная приземная концентрация по всем загрязняющим веществам будет находиться на уровне ПДК<sub>м.р.</sub> и будет достигаться на расстоянии 54,56 м, что не выходит за границы санитарно-защитной зоны.

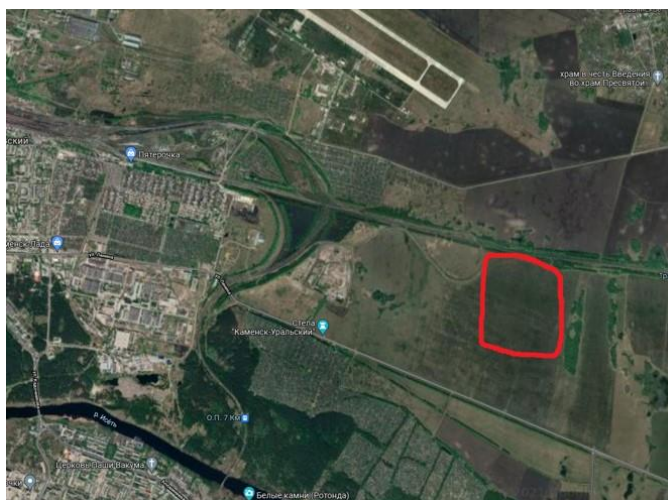


Рис. 1. Выбранный участок под строительство полигона

Общая численность населения, обслуживаемого полигоном, составляет 173000 человек. Поэтому с использованием методики нами были рассчитаны нормы накопления ТКО для различных источников г. Каменска-Уральского, приведенные в таблице [4, 5].

В рамках проекта была рассмотрена возможность постепенной эксплуатации мощности полигона без перерыва в приеме отходов. Технологическая схема эксплуатации включает пять очередей (рис. 2).

Определение объема накопления ТКО

Объект образования отходов	Расчетная единица	Норма накопления ТКО, кг/год	Количество единиц	Всего, кг/год
Жилые дома благоустроенного типа	1 человек	200	$0,6 \times Н$	20760000
Жилые дома неблагоустроенного типа	1 человек	400	$0,4 \times Н$	27680000
Гостиницы	1 место	120	$0,07 \times Н$	1453200
Детсады, ясли	1 место	95	$0,05 \times Н$	821750
Учебные заведения	1 ученик	24	$0,03 \times Н$	124560
Театры, кинотеатры	1 место	30	1000 мест	30000
Учреждения, офисы	1 сотрудник	40	$0,3 \times Н$	2076000
Продовольственные магазины	1 м <sup>2</sup>	200	5000	1000000
Промтоварные магазины	1 м <sup>2</sup>	100	5000	500000
Рынок	1 м <sup>2</sup>	100	10000	1000000
Автовокзалы	1 м <sup>2</sup>	125	800	100000
Больница	1 койка	230	$0,05 \times Н$	1989500
Поликлиники	1 посещение	30	$0,9 \times Н$	4671000
Всего	$\Sigma P = 62\,206\,010$			

При заполнении полигона отходы складировуются и уплотняются, далее засыпаются минеральным грунтом.

В результате технико-экономических расчетов было получено, что период окупаемости капитальных затрат, необходимых для строительства полигона ТКО, в размере 3087405,6 тыс. руб. составит 10,3 лет. Годовой экономический эффект в сумме 298900,255 тыс. руб. ожидается за счет экономии платежей за размещение отходов в пределах установленного лимита в размере 44665,965 тыс. руб., предотвращенного ущерба от загрязнения земель несанкционированными свалками ТКО в размере 174674,448 тыс. руб, а также тарифа на размещение 1 т ТКО на полигоне в размере 72939,937 тыс. руб.

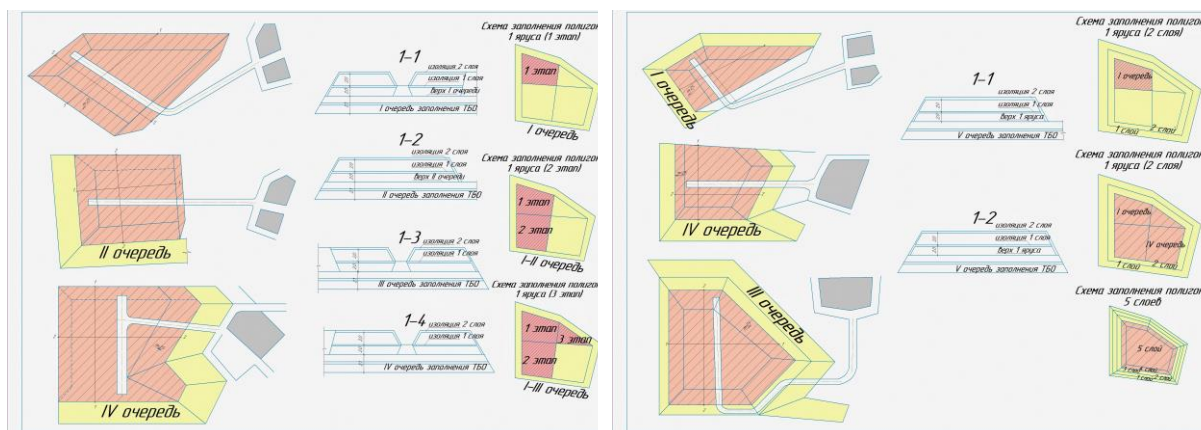


Рис. 2. Схема заполнения полигона

Развитие рынка в сфере оказания услуг по утилизации и обезвреживанию коммунальных отходов напрямую связано с социально-культурным и экономическим развитием г. Каменска-Уральского.

Основной проблемой размещения твердых коммунальных отходов является ограниченное финансирование для необходимой реконструкции и модернизации полигонов.

#### Список источников

1. О результатах экспертно-аналитического мероприятия в 2020 году. Государственный отчет // Москва : офиц. портал. – URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/41b/41b02dc50697e6fc57ec2f389a8b68f0.pdf> (дата обращения: 10.11.2022).

2. Об экологической ситуации в Свердловской области в 2020 году. Государственный доклад // Екатеринбург : офиц. портал. – URL: <https://mprso.midural.ru/uploads/2021/10/макет%202020.pdf> (дата обращения: 14.11.2022).

3. СанПиН 2.1.3684–21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы // Москва : официальный интернет-портал правовой информации. – URL: [https:// docs.cntd.ru/document/ 573536177](https://docs.cntd.ru/document/573536177) (дата обращения: 14.11.2022).

4. Сметанин, В. И. Проектирование полигона захоронения твердых бытовых отходов: учебное пособие / В. И. Сметанин, И. А. Соломин, О. А. Соломина. – Москва : МГУП., 2006. – 12 с.

5. Методические рекомендации по оценке объемов образования отходов производства и потребления. – Москва : ГУ НИЦПУРО, 2003. – 109 с.



Научная статья

УДК 615.322

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ  
ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

**Ксения Михайловна Сочнева<sup>1</sup>, Ева Андреевна Ширинкина<sup>2</sup>,  
Ильдар Касимович Гиндулин<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> ksusha.so4newa@yandex.ru

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

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

**Аннотация.** Рассмотрена проблема утилизации древесных отходов, а именно, хвойной зелени. Показана проблема нехватки витаминов для животноводства и птицеводства. Описана технология получения биологически активной добавки из растительного сырья.

**Ключевые слова:** хлорофилло-каротиновая паста, биологически активная добавка, древесная зелень, витамины

Scientific article

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY  
FOR OBTAINING BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVE  
FROM PLANT RAW MATERIAL**

**Ksenia M. Sochneva<sup>1</sup>, Yeva A. Shirinkina<sup>2</sup>, Ildar K. Gindulin<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> ksusha.so4newa@yandex.ru

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

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

**Abstract.** The article considers the problem of utilization of wood waste in the form of coniferous greenery. The problem of vitamin deficiency for animal husbandry and poultry farming is shown. The technology of obtaining a biologically active additive from vegetable raw materials is described.

**Keywords:** chlorophyll-carotene paste, biologically active additive, tree

При заготовке хвойного леса остается большое количество отходов в виде хвойной зелени. С 1 га может образоваться 15–20 т хвойной зелени, которую необходимо утилизировать. Такой вид отходов либо сжигают, что на данный момент является противозаконным, либо вывозят на полигоны, что удорожает процесс заготовки [1].

В то же время хвоя является отличным источником витаминов для животноводства и птицеводства. Древесная зелень сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) содержит ценные биологические компоненты: хлорофилл, каротиноиды, витамины групп С, В, Е, а также макро- и микроэлементы. Активные вещества, содержащиеся в хвое, могут обеспечивать продуктивность привеса и стимулировать рост животных.

На сегодняшний день многие витамины, добавляемые в корм, получают синтетически. Они плохо усваиваются и дороги [2, 3]. Поэтому целью работы стала разработка технологии получения биологически активной добавки на основе растительного сырья – хвойной зелени сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) для применения в сельском хозяйстве в качестве источника витаминов.

Сейчас из хвои готовят хвойную витаминную муку, которая по сравнению с хлорофилло-каротиновой пастой имеет ряд недостатков. Главным недостатком является горький и неприятный привкус из-за присутствия дубильных веществ, а также трудности с хранением, так как при хранении в рассыпном виде потери каротина через 6 месяцев составляют 50 % и более. Поэтому муку необходимо хранить в темных складских помещениях при низкой температуре, в плотно закрытых влагонепроницаемых мешках, лучше всего в атмосфере инертных газов, или добавлять синтетические антиокислители [4].

Использование хлорофилло-каротиновой пасты в животноводстве удобнее. Паста не имеет посторонних привкусов, состав однороден и постоянен, а также имеет природный антиокислитель (витамин Е), который сохраняет каротиноиды и хлорофилл.

В лабораторных условиях нами была реализована технология переработки древесной зелени (рисунок). В результате работы были получены данные о выходе основных продуктов из древесной зелени, представленные в табл. 1.



Технологическая схема переработки хвойной зелени

Таблица 1

Выход продуктов

Продукт	Масса, г	Процентное содержание, %
Древесная зелень (исходное сырье)	84,3	100
Хлорофилло-каротиновая паста	4,2–5	5–6
Воск	1,6–2,1	1,9–2,5
Эфирное масло	0,012–0,013	0,014–,016
Целлюлозосодержащее сырье	77,2–78,5	91,5–93,1

Целевым продуктом является хлорофилло-каротиновая паста, которая представляет собой сумму бензинорастворимых веществ древесной зелени сосны, омыленных водным раствором едкого натра, с показателями качества, представленными в табл. 2 и 3 [5].

Таблица 2

## Органолептические показатели

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Однородная, густая мазеобразная масса
Запах	Хвойный
Цвет	Оливково-зеленый, темно-зеленый

Таблица 3

Содержание биологически активных компонентов  
в хлорофилло-каротиновой пасте

Состав	Содержание в 100 г
Хлорофиллин натрия и другие производные хлорофилла	400–1600 мг
Каротиноиды	20–120 мг
Витамин Е	30–50 мг
Полипrenoлы	0,5–1,2 г
Фитостерины	1,5–2,9 г
Макро- и микроэлементы	5–7 г

Паста имеет ряд полезных веществ. Она содержит каротин, хлорофилл, витамины и другие вещества, играющие важную роль в обмене веществ в организме. Добавка содержит большое количество витамина А (в два раза больше, чем в морковке), причем он находится в виде бета-каротина, передозировка которого ничем не грозит. Следовательно, ее можно широко рекомендовать как витаминный корм взамен дефицитных и дорогостоящих препаратов витамина А.

В результате переработки отпадает необходимость в утилизации древесной зелени. Поэтому использование древесной зелени для производства кормовой добавки позволяет решать проблемы переработки отходов лесопромышленного комплекса в качественный и эффективный коммерческий продукт.

## Список источников

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 04.11.2022, с изм. от 24.11.2022) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002. – № 1 (ч. 1). – Ст. 8.2.

2. Ягодин, В. И. Основы химии и технологии переработки древесной зелени / В. И. Ягодин, Ю. И. Холькина. – Ленинград : Изд-во Ленинградского университета. – 1981. – 224 с.

3. Солодкий, Г. Ф. Использование биологически активных веществ дерева : учебное пособие / Г. Ф. Солодкий, А. Л. Агранат, С. А. Черноморский. – Рига. – 1973. – С. 95–98.

4. Патент № 2402233 Российская Федерация. Способ получения хвойной кормовой добавки : заявл. 27.01.2009, опубл. 27.10.2010. Бюл. № 30 / А. В. Кучин, Т. В. Хуршкайнен, Н. Н. Скрипова [и др.].

5. ГОСТ 21802–84. Паста хвойная хлорофилло-каротиновая. Технические условия. Введ. 01.07.1985. Москва : Изд-во стандартов. – 1984. – 17 с.

Научная статья  
УДК 620.197.3

## ЗАЩИТНЫЕ ПЛЕНКИ ПРОЛОНГИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ ОРГАНОФОСФОНАТОВ

Николай Николаевич Стягов<sup>1</sup>, Афанасий Андреевич Протазанов<sup>2</sup>,  
Борис Нутович Дрикер<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> nstyagov@gmail.com

<sup>2</sup> protazanov.a@yandex.ru

<sup>3</sup> boris.Driker@yandex.ru

**Аннотация.** Работа посвящена исследованию защитной пленки, образующейся при использовании Mg-НТФ в качестве ингибитора коррозии, изучению толщины пленки в зависимости от времени экспозиции и продолжительности защитного эффекта пленки.

**Ключевые слова:** коррозия, ингибитор, органофосфонат

Scientific article

## PROTECTIVE COATINGS OF PROLONGED ACTION BASED ON ORGANOPHOSPHONATES

Nikolai N. Styagov<sup>1</sup>, Afanasii A. Protazanov<sup>2</sup>, Boris N. Driker<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> nstyagov@gmail.com

<sup>2</sup> protazanov.a@yandex.ru

<sup>3</sup> boris.Driker@yandex.ru

**Abstract.** The work is devoted to the study of the protective coating formed when using Mg-NTP as a corrosion inhibitor, the study of the thickness of the coating depending on the exposure time and the duration of the protective effect of the film.

**Keywords:** corrosion, inhibitor, organophosphonate

С проблемой внутренней коррозии трубопроводов сталкиваются многие предприятия. Последствия коррозионных процессов приводят к снижению срока службы и потери эффективности трубопроводной системы. В решении этой задачи получили большую популярность

химические реагенты, ингибирующие коррозию посредством образования защитной пленки на поверхности металла. Защитными свойствами обладают длинноцепочные алифатические амины. Они образуют на поверхности металла гидрофобные пленки, которые вследствие своих физико-химических свойств не способствуют коррозионным процессам [1]. Однако их долговечность и механическая прочность являются во многих случаях лимитирующим фактором для применения в системах водоснабжения и энергетики. С этой точки зрения большой интерес представляют органические фосфонаты и их комплексоны, для которых эффект ингибирования коррозии при длительной эксплуатации обусловлен образованием защитной пленки на поверхности металла в результате реакции электрофильного замещения [2] ( $\text{MeL}^{n-} + \text{Fe}^{2+} = \text{FeL}^{n-} + \text{Me}^{2+}$ ) и последующим связыванием катиона металла в гидроксид ( $\text{Me}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Me}(\text{OH})_2 \downarrow$ ).

Процесс, при котором образуется защитная пленка, длителен и требует высокого расхода реагента, как правило, 30–100 мг/л. Это не всегда экономически и экологически оправданно.

Целью данной работы являлось создание защитных пленок на поверхности металла, изучение их состава и толщины для получения покрытий, ингибирующих коррозию в процессе длительной эксплуатации. Это позволяет снизить затраты при водоподготовке и одновременно ингибировать коррозию конструкционных сталей.

Исследования проводились в 2 этапа, на 1-м образовывали «защитную пленку» на поверхности металла с последующим измерением толщины слоя, на 2-м этапе изучали длительность защитного эффекта этого слоя. Опыты проводили на воде с общей жесткостью 6,4–6,6 мг-экв/л, карбонатной жесткостью 4–4,5 мг-экв/л, что соответствует средним показателям воды для систем теплоснабжения. В качестве ингибитора коррозии использовался комплексонат Mg-НТФ [3]. Защитную пленку наращивали на круглых пластинках, изготовленных из стальных электродов (Ст.3), предварительно отшлифованных и обезжиренных этиловым спиртом. Испытания проводились при концентрации ингибитора 200 мг/л в модельном растворе при постоянном перемешивании и комнатной температуре. Время экспозиции составляло 6, 12, 24 часа. Образование «защитной пленки» на поверхности металла определяли методом эллипсометрии (спектральный светодиодный эллипсометр SPEL-7LED). Результаты, полученные в ходе испытаний, представлены в виде графика на рис. 1.

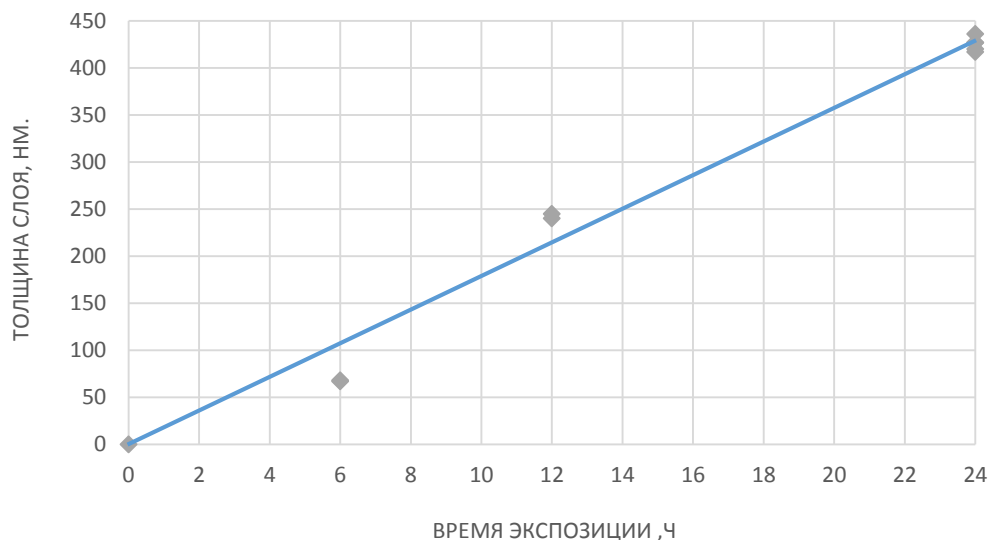


Рис. 1. Зависимость толщины слоя от времени наращивания «защитной пленки»

На полученном графике видна линейная зависимость толщины пленки от времени ее наращивания, это позволяет делать выводы о скорости ее образования.

Также была изучена продолжительность защитного действия. Для этого на стальных электродах (Ст.3), предварительно отшлифованных до шероховатости 8-го класса обработки и обезжиренных этиловым спиртом, проводили образование защитной пленки на поверхности металла. В модельный раствор с концентрацией ингибитора 200 мг/л помещались электроды при постоянном перемешивании и комнатной температуре, время экспозиции составляло 2, 3, 4 и 6 часов, далее электроды вынимались из раствора и высушивались при комнатной температуре на воздухе. После электроды с образованной защитной пленкой помещались в воду того же состава, при постоянном перемешивании и комнатной температуре, с добавлением 5 мг/л Mg-НТФ; данная концентрация достаточна для ингибирования солеотложений, однако крайне мала для защиты от коррозии необработанного металла. Скорость коррозии определяли периодически при помощи коррозиметра «Эксперт-004» с интервалом 30 минут [4]. Потерей защитных свойств пленки считалось повышение скорости коррозии выше нормативной величины 100 мкм/год. Результаты, полученные в ходе исследования, представлены в виде гистограммы на рис. 2.

Из полученных данных видно, что защитный эффект сильно возрастает при времени экспозиции более 3 часов, а 6-часовое наращивание пленки позволяет ингибировать коррозию более 8 суток. Учитывая ранее полученные результаты, толщина «защитной пленки» 68 нм позволяет ингибировать коррозию в течение 198 часов, тогда образованный слой в 410–450 нм, при линейной зависимости времени защитного действия от толщины пленки, позволяет продлить ингибирующий эффект в 6–6,5 раза.





Рис. 2. Зависимость защитного эффекта от времени наращивания «защитной пленки»

Применение Mg-НТФ в качестве ингибитора коррозии, по нашему мнению, позволит снизить расход реагентов для ингибирования коррозии. Наращивание защитной пленки в течение 24 часов позволяет образовать 410–440 нм слоя, который, опираясь на полученные данные, позволит ингибировать коррозию более чем на месяц и применять реагент в дозировках, достаточных лишь для ингибирования солеотложений.

#### Список источников

1. Highly effective scale in-hibition performance of amino trimethylenephosphonic acid on calcium carbonate / Y. Ji, Y. Chen, J. Le, [et al.]. // *Desalination and Water Treatment*. – 2017. – V. 422. – P. 165–173. – DOI 10.1016/j.desal.2017.08.027.

2. Дриккер, Б. Н. Ингибиторы солеотложений и коррозии на основе органофосфонатов / Б. Н. Дриккер, Н. В. Цирульникова, А. А. Протазанов, Н. Н. Стягов // *Практика противокоррозионной защиты*. – 2022. – Т. 27, № 4. – С. 26–35. – DOI 10.31615/j.corros. prot. 2022.106.4-3.

3. Стягов, Н. Н. Сравнение ингибиторов коррозии с магниевым комплексоном, уменьшающим экологическую нагрузку на водоемы / Н. Н. Стягов, Б. Н. Дриккер, А. А. Протазанов // *Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет*. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. – С. 697–700.

4. Ануфриев, Н. Г. Универсальный коррозиметр для научных исследований и производственного контроля коррозии металлов и покрытий / Н. Г. Ануфриев, Е. Е. Комарова, Н. Е. Смирнова // *Коррозия: материалы, защита*. – 2004. – № 1. – С. 42–47.

Научная статья  
УДК 664.788

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА

**Анна Васильевна Татарина<sup>1</sup>, Татьяна Михайловна Панова<sup>2</sup>,  
Олег Юрьевич Малоземов<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> nyuta\_tatarinova@list.ru

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

<sup>3</sup> malozemov196@mail.ru

**Аннотация.** Проведены исследования различных круп на содержание общего белка, ароматических и серосодержащих аминокислот. Доказано, что лидером по содержанию данных компонентов является соя. Ее употребление может компенсировать потребности организма в белке.

**Ключевые слова:** белки, аминокислоты, продукты питания

Scientific article

## RESEARCH OF PLANT PROTEIN PRODUCTS ON THE PROTEIN CONTENT

**Anna V. Tatarinova<sup>1</sup>, Tatiana M. Panova<sup>2</sup>, Oleg Yu. Malozemov<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> nyuta\_tatarinova@list.ru

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

<sup>3</sup> malozemov196@mail.ru

**Abstract.** The article deals with the studies of various cereals for the content of total protein, aromatic and sulfur-containing amino acids. It has been proved that soy is the leader in the content of these components. The usage of soy can compensate for the body's protein needs.

**Keywords:** proteins, amino acids, proteins, amino acids, food products

Одним из самых важных макронутриентов для человека является белок. Белки (греч. *protos* – первый, важнейший) – это высокомолекулярные азотсодержащие органические соединения, построенные из остатков  $\alpha$ -аминокислот (АК), соединенных пептидными связями.

Белки нужны для биосинтеза ферментов, гормонов, нейромедиаторов, азотистых оснований нуклеиновых кислот и других веществ, которые выполняют множество важных в организме человека функций. Говоря о пище, богатой белком, люди чаще всего подразумевают продукты животного происхождения, такие, как мясо, молоко, рыба. Но есть люди, которые из собственных убеждений или физиологических особенностей не могут употреблять продукты животного происхождения. Альтернативным источником белка для них являются растительные продукты\*.

Целью данной работы являлось количественное определение содержания белка и некоторых незаменимых аминокислот в различных растительных продуктах. В качестве объектов исследования были выбраны следующие крупы: красная, зеленая и желтая чечевица, горох, белая и красная фасоль, нут, соя и греча.

Предварительно все крупы измельчались до муки, проводилось экстрагирование в физиологическом растворе в течение 30 мин. По окончании процесса суспензию разделяли, фильтрат использовали для анализов. Для сравнения брали водный раствор яичного белка, приготовленный из яйца, купленного в супермаркете «Магнит».

Общее содержание белка определяли по биуретовой реакции, которая основана на способности пептидных групп белков образовывать в щелочной среде комплексное соединение с ионами  $\text{Cu}^{2+}$ , окрашенное в красно-фиолетовый цвет. Измерение оптической плотности проводили на спектрофотометре при длине волны  $\lambda = 590$  нм. Для пересчета значений оптической плотности в концентрацию использовали калибровочный график (рис. 1). Результаты анализа круп на содержание белка представлены в таблице.

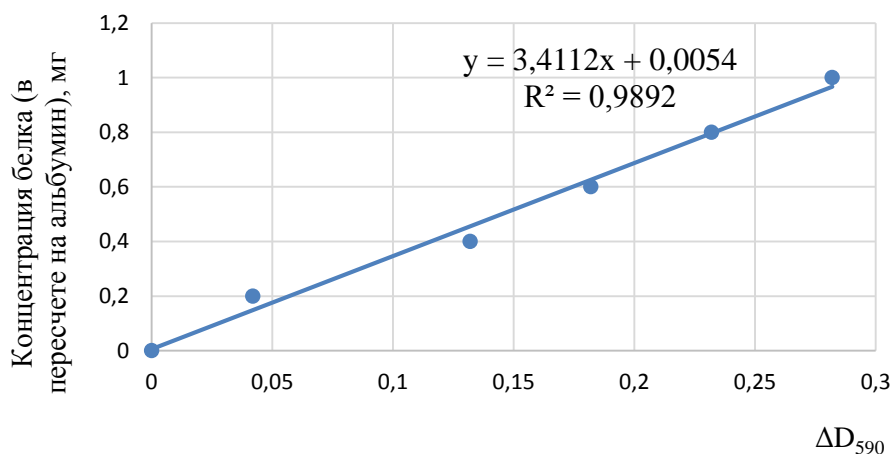


Рис. 1. Калибровочный график для определения концентрации белка в пересчете на альбумин

\* Панова, Т. М. Основы биохимии и молекулярной биологии : учебное пособие / Т. М. Панова , А. А. Щеголев. – Екатеринбург : УГЛТУ. – 2016.

## Результаты анализа круп на содержание белка по биуретовой реакции

Номер пробы	$\Delta D_{590}$	Содержание белка в фильтрате, мг	Содержание белка в объекте, %
Яичный белок	0,0190	0,35	8,78
Красная чечевица	0,1856	0,64	15,96
Зеленая чечевица	0,1916	0,66	16,47
Желтая чечевица	0,1670	0,58	14,38
Горох	0,2640	0,91	22,65
Белая фасоль	0,3806	0,79	19,75
Красная фасоль	0,2006	0,69	17,24
Нут	0,2500	0,86	21,46
Соя	0,2860	0,98	24,53
Гречневая крупа	0,0480	0,17	4,23

Данные свидетельствуют, что лидерами по содержанию белка являются соя, горох и нут. Далее следует фасоль. В чечевице содержание белка составляет 14,4–16,5 %. Наименьшее содержание белка обнаружено в гречневой крупе. В яичном белке пониженное содержание белка по сравнению с крупами семейства бобовых связано с тем, что в нем достаточно высокое содержание влаги (до 86 %); если пересчитать на влажность, равную влажности круп, то доля белка составит 60 %.

Далее определяли содержание в составе белка исследуемых объектов аминокислот, содержащих радикалы ароматической природы. В эту группу входят тирозин, фенилаланин, триптофан. С этой целью проводили ксантопротеиновую реакцию, основанную на нитровании бензольного кольца циклических аминокислот азотной кислотой с образованием нитросоединений, имеющих желтое окрашивание. После добавления раствора аммиака появлялось оранжевое окрашивание, характерное для хиноидной структуры натриевой соли динитропроизводных АК. Содержание ароматических аминокислот, прежде всего тирозина и фенилаланина, в составе белка рассчитывали по оптической плотности окрашенных растворов. Результаты представлены на рис. 2. Видно, что наибольшее содержание тирозина и фенилаланина наблюдается в белой фасоли, сое и красной чечевице. Данные АК нужны для биосинтеза гормонов, таких, как норадреналин и адреналин.

Важное значение в белке имеют аминокислоты, содержащие серу, которые способствуют полноценному формированию фибриллярных белков волос, кожи и ногтей, а также принимают участие в формировании третичной структуры белков за счет образования дисульфидных мостиков. К аминокислотам, содержащим слабосвязанную серу, относятся цистеин

и цистин. Определение этих аминокислот проводили по реакции Фоля, основанной на отщеплении серы в щелочной среде с образованием осадка черного цвета сульфида свинца. Результаты данного анализа представлены на рис. 3. Лидером по содержанию серосодержащих аминокислот является соя.

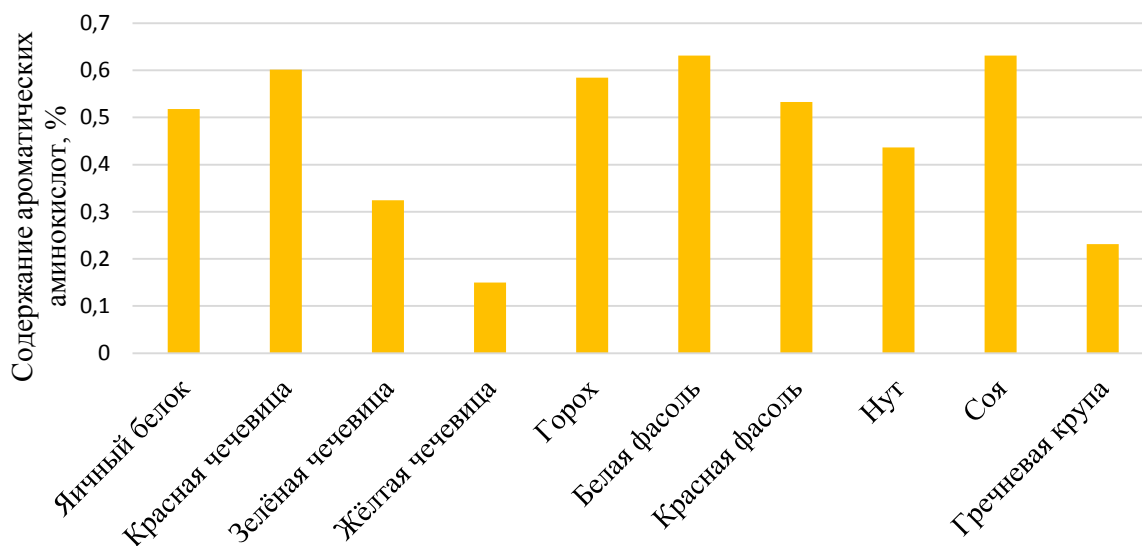


Рис. 2. Содержание ароматических аминокислот в объектах исследования

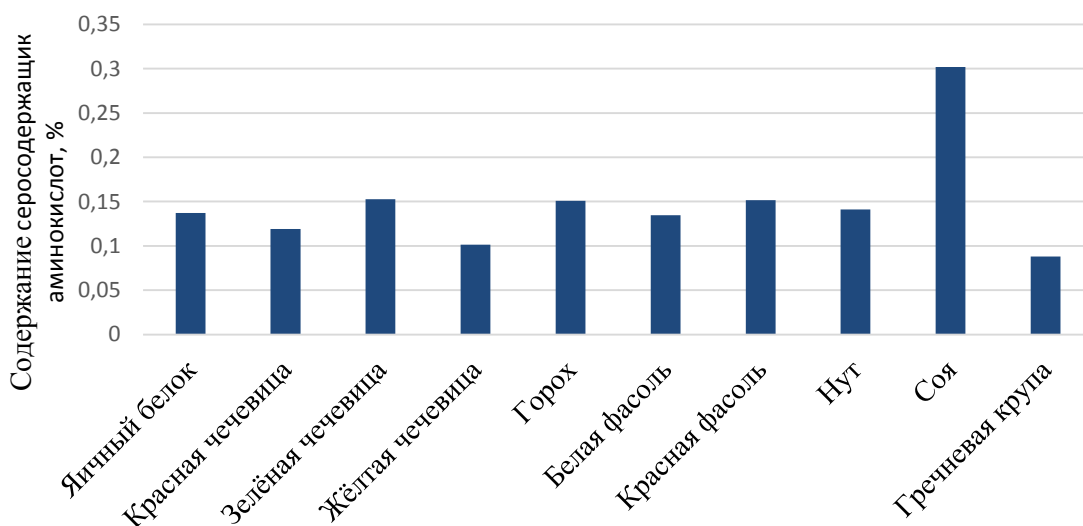


Рис. 3. Содержание серосодержащих аминокислот в объектах исследования

Таким образом, на основании результатов исследований можно сделать вывод, что растительные продукты семейства бобовых, прежде всего соя, могут служить источником качественного белка.

Научная статья

УДК 630\*114.351

## БИОДЕСТРУКЦИЯ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ И ОСИНЫ БАЗИДИАЛЬНЫМИ ГРИБАМИ

Анастасия Олеговна Тихонова<sup>1</sup>, Елена Владимировна Исаева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

<sup>1</sup> nastya00tix@mail.ru

<sup>2</sup> isaevaelena08@mail.ru

**Аннотация.** Представлены результаты биодеструкции листьев древесных растений рода *Populus* базидиальными грибами *Pleurotus pulmonarius* и *Fomitopsis pinicola*. Проведено сравнение ростовых параметров культур на субстратах из зеленых листьев и опада. Данные, полученные в ходе работы, свидетельствуют о возможности применения листьев древесных растений рода *Populus* в качестве субстрата для культивирования базидиальных грибов.

**Ключевые слова:** тополь, осина, *Pleurotus pulmonarius*, *Fomitopsis pinicola*, биодеструкция

Scientific article

## BIODESTRUCTION OF POPLAR AND ASPEN LEAVES BASIDIAL FUNGI

Anastasia O. Tikhonova<sup>1</sup>, Yelena V. Isaeva<sup>2</sup>

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup> nastya00tix@mail.ru

<sup>2</sup> isaevaelena08@mail.ru

**Abstract.** This paper presents the results of biodestruction of leaves of woody plants of the genus *Populus* by basidial fungi *Pleurotus pulmonarius* and *Fomitopsis pinicola*. The growth parameters of fungal cultures on substrates of green leaves and litter were compared. The data obtained during the work indicate the possibility of using the leaves of woody plants of the genus *Populus* as a substrate for the cultivation of basidial fungi.

**Keywords:** poplar, aspen, *Pleurotus pulmonarius*, *Fomitopsis pinicola*, biodestruction

Тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) является быстрорастущим, листопадным, ветроопыляемым деревом высотой 40–45 м и диаметром ствола более 1 метра [1]. Он способствует очищению воздуха и уничтожает многие вредные для человека микробы [2]. В связи с этим тополь часто используют для озеленения городов, для получения тополевой древесины его выращивают плантационно [3]. После кронирования деревьев и листопадного сезона остается много отходов, преимущественно представленных вегетативной частью тополя.

Также перспективной породой для выращивания насаждений является осина (*Populus tremula* L.), она по скорости накопления фитомассы превосходит многие лесообразующие породы, во многих сферах производства она может заменять хвойные породы [4]. Древесина рода *Populus* находит применение в производстве целлюлозы, искусственного шелка, фурфурола, кормового белка, в изготовлении напольных покрытий и др. [5]. Для утилизации отходов производства, представленных вегетативной частью, можно использовать биодеструкцию, что является экологическим и безопасным способом утилизации.

Биологическим агентом биодеструкции могут быть базидиальные грибы родов *Pleurotus* и *Fomitopsis*. Данные грибы имеют мощную ферментативную систему (целлюлазы и оксидазы), которая способна расщеплять целлюлозу, лигнин и гемицеллюлозу. Эти свойства позволяют использовать их в качестве деструктора растительных отходов с получением белкового кормового продукта [6–8].

В работе использовались штаммы *Fp5-15 F. pinicola* и *PP-3.2 P. pulmonarius*.

С целью выявления эффективности утилизации листьев древесных растений рода *Populus* было проведено твердофазное культивирование на чашках Петри при температуре (25±1) °С до полного обрастания субстрата или прекращения роста культуры. С целью стандартизации посевов в качестве инокулюма использовали блоки (диаметр 10 мм).

Для культивирования брали зеленые листья тополя бальзамического (субстрат 1) и опад (субстрат 2), зеленые листья осины обыкновенной (субстрат 3) и опад (субстрат 4). Зеленые листья с деревьев были отобраны в начале августа, а опавшие – в конце сентября на территории Красноярска в 2022 г., высушены до воздушно-сухого состояния и измельчены до 5 мм.

По мере роста оценивали ростовые параметры культуры, такие, как скорость роста (СР) и ростовой коэффициент (РК) [9]. С целью стандартизации посевов в качестве инокулюма использовали блоки (диаметр 10 мм). Ростовые параметры *PP-3.2 P. pulmonarius* представлены в табл. 1. Наивысшее значение ростового коэффициента и скорости роста гриба *PP-3.2 P. pulmonarius* было отмечено на зеленых листьях осины (субстрат 3), что в два раза выше, чем на опавших листьях осины и тополя.

Таблица 1

Ростовые параметры культуры *PP-3.2 P. pulmonarius*

Субстрат	Показатель	Сутки					Среднее значение
		2	7	12	15	18	
1	СР, мм/сут.	0,3	0,5	0,6	–	–	0,5
	РК	0,9	3,1	7,2	–	–	3,6
2	СР, мм/сут.	0,9	1,3	2,0	2,3	2,3	1,7
	РК	5,5	23,7	24,2	34,1	34,6	21,9
3	СР, мм/сут.	1,5	3,6	3,4	–	–	3,2
	РК	9,0	43,1	81,33	–	–	52,9
4	СР, мм/сут.	1,0	1,9	2,3	2,2	2,2	1,9
	РК	6,0	33,7	28,3	33,0	32,9	24,7

Примечание. Прочерк означает, что показатель на эти сутки не определялся.

На 12-е сутки культивирования наблюдалось полное обрастание субстрата. С наименьшей скоростью гриб *PP-3.2 P. pulmonarius* рос на зеленых листьях тополя бальзамического и на 15-е сутки остановил свое развитие. Вероятно, это связано с тем, что листья тополя содержат большое количество экстрактивных веществ, в том числе эфирных масел и флавоноидов, вызывающих ингибирование роста грибов, поэтому перед культивированием необходимо их удалять из сырья. Экстрактивные вещества листьев тополя бальзамического могут быть использованы в дальнейшем как биофунгальное средство [10].

Показатели роста *F. pinicola* на листовых субстратах приведены в табл. 2. Как свидетельствуют результаты, с наивысшими показателями роста гриб *Fp5-15*, как и вешенка легочная, развивался на субстрате из зеленых листьев осины (субстрат 3). Ростовой коэффициент гриба на данном субстрате в 1,5–2 раза выше, чем на остальных субстратах.

Таблица 2

Ростовые параметры культуры *Fp5-15 F. pinicola*

Субстрат	Показатель	Сутки					Среднее значение
		2	7	12	15	18	
1	СР, мм/сут.	0,2	1,1	1,8	2,0	–	1,4
	РК	0,7	6,5	32,6	35,8	–	18,1
2	СР, мм/сут.	0,1	1,8	3,2	–	–	1,8
	РК	0,1	10,6	28,7	–	–	12,5
3	СР, мм/сут.	1,1	2,8	3,5	–	–	2,6
	РК	6,2	22,67	55,33	–	–	27,4
4	СР, мм/сут.	0,5	1,2	1,3	1,4	1,8	1,3
	РК	3,2	9,8	11,9	12,7	26,9	11,4

Примечание. Прочерк означает, что показатель на эти сутки не определялся.



Следует отметить, что ростовые коэффициенты для культуры *PP-3.2 P. pulmonarius* на субстратах 2, 3 и 4 практически в два раза выше, чем ростовые коэффициенты для культуры *Fp5-15 F. pinicola* на этих же субстратах. При культивировании *Fp5-15 F. pinicola* на зеленых листьях тополя не требуется предварительного экстрагирования экстрактивных веществ.

Данные, полученные в ходе работы, свидетельствуют о том, что зеленые листья и опад древесных растений рода *Populus* могут быть использованы в качестве субстрата для культивирования грибов *Pleurotus pulmonarius* и *Fomitopsis pinicola* с целью получения белкового кормового продукта.

#### Список источников

1. Лотова, Л. И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений / Л. И. Лотова. – Москва : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 512с.
2. Флора СССР. Т. 5 / Под ред. В. Л. Комарова – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1936. – С. 21–26, 216–242.
3. Сарсекова, Д. Н. Выращивание плантационных тополевых культур на юго-востоке Республики Казахстан / Д. Н. Сарсекова // Леса России и хозяйство в них. – 2009. – № 2 (32). – С. 46–49.
4. Щербань, В. А. Осина на северо-западном Кавказе : автореф. дис. ... канд. с-х наук / В. А. Щербань. – Майкоп, 2000. – 22 с.
5. Кошелева, Н. А. Улучшение свойств древесины лиственных пород с целью расширения области ее применения / Н. А. Кошелева, Д. В. Шейкман // Леса России и хозяйство в них. – 2013. – № 4 (47). – С. 56–58.
6. Мамаева, О. О. Состав, свойства и переработка листьев тополя: автореф. дис. ... канд. техн. Наук / Мамаева, О. О. – Красноярск, 2022. – 21 с.
7. Компонентный состав продукта биодеструкции опавших листьев базидиальными грибами *Pleurotus pulmonarius* (штамм PP-3.2) / О. О. Мамаева [и др.] // Химия растительного сырья. – 2021. – № 1. – С. 277–285.
8. Мамаева, О. О. Компонентный состав продуктов ферментации вегетативной части древесных растений базидиальными грибами *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst (Fp5-15) / О. О. Мамаева, Е. В. Исаева // Хвойные бореальной зоны. – 2020. – № 3. – С. 59–65.
9. Бухало, А. С. Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубинной культуре / А. С. Бухало. – Киев : Наукова думка, 1983. – 144 с.
10. Баринаова, Н. С. Определение антимикробной активности экстрактов из листьев тополя бальзамического / Н. С. Баринаова, О. О. Мамаева, Е. В. Исаева // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Красноярск, 2022. – С. 230–232.

Научная статья  
УДК 678

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛИГНИНА НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ФЕНОЛЬНОЙ ПЕНЫ

**Илья Владимирович Тычинкин<sup>1</sup>, Олег Федорович Шишлов<sup>2</sup>,  
Виктор Владимирович Глухих<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> ilya.ty4inkin@yandex.ru

<sup>2</sup> o.shishlov@ucp.ru

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

**Аннотация.** Изучено влияние лигнина на теплопроводность готовой фенольной пены. Лигнин вводили на стадии перемешивания при получении фенольной пены. Описаны свойства используемых в работе резольной фенолформальдегидной смолы и лигнина, а также метод определения теплопроводности теплоизоляционного материала. Показано, что с увеличением количества введенного лигнина на стадии перемешивания теплопроводность готового теплоизоляционного материала возрастает.

**Ключевые слова:** фенолформальдегидные смолы, лигнин, фенольная пена, теплопроводность

Scientific article

## ASSESSMENT OF THE EFFECT OF LIGNIN ON THE THERMAL CONDUCTIVITY OF PHENOLIC FOAM

**Ilya V. Tychinkin<sup>1</sup>, Oleg F. Shishlov<sup>2</sup>, Viktor V. Glukhikh<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> ilya.ty4inkin@yandex.ru

<sup>2</sup> o.shishlov@ucp.ru

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

**Abstract.** The article deals with studying the effect of lignin on the thermal conductivity of the finished phenolic foam. Lignin was introduced at the mixing stage when obtaining phenolic foam. The properties of the phenol-formaldehyde resin and lignin used in the work as well as a method for determining the thermal conductivity of a thermal insulation material were described. The results showed that with an increase for lignin introduced at the mixing stage, the thermal conductivity of the finished thermal insulation material increases.

**Keywords:** phenol-formaldehyde resins, lignin, phenolic foam, thermal conductivity

В настоящее время продолжают расти объемы производства полимерных вспененных теплоизоляционных материалов благодаря их большому спектру применения во многих областях, таких, как тепло- и звукоизоляция, упаковка, фильтрующие системы, конструкционные и бытовые материалы [1].

Фенольная пена – теплоизоляционный материал, который получают в результате образования и расширения пузырьков газа (образующихся в ходе нагрева пенообразователя), сшивания и отверждения фенолформальдегидной резольной смолы под действием отвердителя [2]. Фенольная пена представляет собой негорючий, самозатухающий, устойчивый к проникновению пламени, дымо- и каплеустойчивый во время пожаров, стойкий химически и термостойкий материал. Он широко используется при изоляции зданий, на транспорте и в промышленных трубопроводах [3].

Основное сырье, используемое для производства фенольных пен (фенол), получают из продуктов нефтехимии, которые являются дорогостоящими невозобновляемыми ресурсами. Поэтому большинство исследований направлено на изучение получения фенольных пен из материалов биомассы, таких, как карданол, лигнин и танин, для частичной замены фенола в рамках «зеленой химии» [4].

Лигнин является одним из основных компонентов лигноцеллюлозной биомассы и наиболее важным природным фенольным полимером. Это побочный продукт производства древесины с годовым производством более 70 миллионов тонн по всему миру в бумажной и целлюлозно-бумажной промышленности [5].

Однако влияние лигнина на теплопроводность готового теплоизоляционного материала детально не изучено. Поэтому данная работа направлена на исследование изменения теплопроводности фенольной пены при введении лигнина на стадии перемешивания компонентов системы.

В качестве лигнина использовали крафт-лигнин Lineo™ компании Stora Enzo, который представляет собой аморфное порошкообразное вещество с плотностью 1,20–1,41 г/см<sup>3</sup>, с содержанием сухого вещества 90–95 % светло-кремового или темно-коричневого цвета со специфическим запахом. Молекулярная масса 5150–10550 [6].

Резольная фенолформальдегидная смола для производства теплоизоляционных материалов была синтезирована в лаборатории Научно-технического центра ПАО «Уралхимпласт». Основные характеристики резольной фенолформальдегидной смолы представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Показатели резольной фенолформальдегидной смолы

Показатель	Значение
Условная вязкость при 25 °С, сПз	2600
Массовая доля щелочи, %	0,53
Массовая доля нелетучих веществ (сухой остаток), %	82,1
Массовая доля свободного формальдегида, %	0,8
Массовая доля свободного фенола, %	1,7
Кислотность, рН	6,8–7,2

Для получения фенольной пены использовали резольную фенолформальдегидную смолу, вспенивающий агент и отвердитель. Лигнин в количестве 5, 10, 15, 20 % от общей массы смолы вводили последним на стадии перемешивания. Все компоненты перемешивали в смесителе, а затем загружали в термостатированный ящик и выдерживали при температуре 75 °С в течение 40 минут. Готовый блок фенольной пены оставляли на сутки под вытяжной вентиляцией для устранения запаха и окончательного отверждения.

Для изучения влияния лигнина на теплопроводность фенольной пены из готового блока вырезали образцы размером 300 x 300 x 20 мм в количестве трех штук для каждого образца (6 образцов). Исключение составили образцы с 15 и 20 % лигнина в системе – малый объем вспенивания при содержании 15 % лигнина, а с 20 % лигнина образец не вспенился.

Для измерения теплопроводности образцов использовали прибор Lambda-Meter EP500e с горячей охранной зоной (GHP, Guarded Hot Plate), который предназначен для определения термического сопротивления и теплопроводности при стационарном тепловом режиме для различных строительных и конструкционных материалов методом контролируемых пластин (путем измерения электрической мощности, подаваемой на нагревательные элементы зоны измерения горячей плиты прибора) в соответствии с требованиями стандартов ISO 8302, ASTM C177, ГОСТ 7076.

Для перемещения средней части (верхней измерительной пластины) прибор оснащен подъемным механизмом с электроприводом, позволяющим проводить измерение толщины установленного образца при заданной номинальной нагрузке либо перемещаться на заданную номинальную толщину в случае, когда измеряются образцы с очень низкой плотностью. Измерение толщины образца проводится согласно требованиям стандартов DIN 18164 и DIN 18165.

Конструкция прибора обеспечивает возможность проведения измерения образца без предварительного термостатирования, а также без использования внешних систем охлаждения и систем продувки рабочего пространства газами. Устранение торцевых стоков тепла обеспечено тремя охранными зонами, состоящими из двух зон нагревательных элементов, а также зоны, состоящей из 12 элементов Пельтье с воздушным охлаждением, окружающими зону измерений с размерами 200 x 200 мм, расположенную в центре рабочей зоны прибора. Измерение температуры пластин проводится интегрально. Управление осуществляется через сенсорный дисплей.

Готовый образец укладывают на рабочую поверхность прибора и опускают верхнюю (подвижную) пластину до момента звукового сигнала прибора и срабатывания датчика измерения толщины образца. В программу вводят значения длины, ширины и толщины образца, а также интервал разности температур, в которых будет измеряться теплопроводность образца (по стандарту DIN 18164 и DIN 18165–15, 25, 40°C соответственно). Влажность учитывается по ГОСТ Р ЕН 1604-2008. Затем в базу данных заносят наименование образца и количество повторений и запускают прибор. В процессе измерения отображаются текущее значение теплопроводности и отклонение измеренного значения в течение последних 15 минут измерения. Прибор замеряет теплопроводность образца при заданной температуре до тех пор, пока отклонение значения теплопроводности не будет в диапазоне 0–1. Измерив значения теплопроводности в каждом температурном интервале, прибор рассчитывает среднее значение, которое после окончания замеров выводится (записывается) в программе.

В ходе испытания 6 образцов была рассчитана теплопроводность для образцов фенольной пены с содержанием в своем составе 5 и 10 % лигнина. Результаты теплопроводности стандартной фенольной пены и фенольной пены с лигнином представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Теплопроводность фенольной пены с лигнином и без него

Наименование	Теплопроводность, Вт/(м·К)
Стандартная фенольная пена	30,7
Фенольная пена с 5 % лигнина	31,7
Фенольная пена с 10 % лигнина	32,2
Фенольная пена с 15 % лигнина	–
Фенольная пена с 20 % лигнина	–

Полученные данные свидетельствуют о том, что с увеличением количества лигнина, введенного на стадии перемешивания компонентов системы, фенольная пена увеличивает теплопроводность готового

теплоизоляционного материала, что является отрицательным эффектом при производстве данного материала.

Таким образом, установлено, что с увеличением количества введенного лигнина на стадии перемешивания увеличивается теплопроводность готовой фенольной пены.

#### *Список источников*

1. Wang, G. One-pot lignin depolymerization and activation by solid acid catalytic phenolation for lightweight phenolic foam preparation / G. Wang, X. Liu, J. Zhang [et al.] // *Industrial Crops and Products*. – 2018. – P. 216–225. – DOI 10.1016/j.indcrop.2018.07.080.

2. Fabrication and characterization of carbon foams using 100 % Kraft lignin / Q. Yan, R. Arango, J. Li, Z. Cai // *Materials & Design*. – 2021. – DOI 10.1016/j.matdes.2021.109460.

3. Song, F. Phosphorus-containing tung oil-based siloxane toughened phenolic foam with good mechanical properties, fire performance and low thermal conductivity / F. Song, Z. Li, P. Jia [et al.] // *Materials & Design*. – 2020. – DOI 10.1016/j.matdes.2020.108668.

4. Phenolic foams: A review of mechanical properties, fire resistance and new trends in phenol substitution / C. Mougel, T. Garnier, P. Cassagnau, N. Sintès-Zydowicz // *Polymer*. 2018. – DOI 10.1016/j.polymer.2018.12.050.

5. Thermal, morphological, and mechanical characteristics of sustainable tannin bio-based foams reinforced with wood cellulosic fibers / X. Wu, W. Yan, Y. Zhou [et al.] // *Industrial Crops and Products*. – 2020. – DOI 10.1016/j.indcrop.2020.113029.

6. Шишлов, О. Ф. Лигнинсодержащие фенолкарданолформальдегидные смолы для фанеры и древесностружечных плит / О. Ф. Шишлов, Н. С. Баулина, В. В. Глухих // *Деревообрабатывающая промышленность*. – 2019. – № 4. – С. 40–45.

Научная статья  
УДК 674.81

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДРЕВЕСНОКОРЬЕВЫХ ПЛИТ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

**Анастасия Евгеньевна Тюменцева<sup>1</sup>, Алексей Юрьевич Лопатин<sup>2</sup>,  
Владислав Дмитриевич Эскин<sup>3</sup>, Анна Ивановна Криворотова<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

<sup>1</sup> anastasiyatyumentsevaa@gmail.com

<sup>2</sup> 16alekseylapatin1999@mail.ru

<sup>3</sup> vladislaweskin@gmail.com

<sup>4</sup> tkmkai@mail.ru

**Аннотация.** Представлены результаты исследования способа переработки древесной коры в плитные материалы путем ее термической модификации с последующей механоактивацией. Изучено влияние термообработки на прочностные показатели получаемых плит.

**Ключевые слова:** термомодификация, кора, механоактивация, переработка отходов, способ, исследование, прочностные показатели

Scientific article

## PRODUCTION OF WOOD-BARK SLABS BASED ON MODIFIED WOODWORKING WASTE

**Anastasiya Ye. Tyumentseva<sup>1</sup>, Alexey Yu. Lopatin<sup>2</sup>, Vladislav D. Eskin<sup>3</sup>,  
Anna I. Krivorotova<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,  
Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup> anastasiyatyumentsevaa@gmail.com

<sup>2</sup> 16alekseylapatin1999@mail.ru

<sup>3</sup> vladislaweskin@gmail.com

<sup>4</sup> tkmkai@mail.ru

**Abstract.** The paper presents the results of a study of the method of processing wood bark into slab materials by its thermal modification with subsequent mechanical activation. The influence of heat treatment on the strength characteristics of the resulting plates has been studied.

**Keywords:** thermomodification, bark, mechanical activation, waste recycling, method, research, strength indicators

Деревообрабатывающая отрасль – одна из самых стабильных и постоянно развивающихся отраслей мировой промышленности. Промышленные производства композитов на основе древесного сырья являются одновременно и старейшими технологиями, и инновационными. Сегодня все усилия при разработке новых материалов и технологий в первую очередь направлены на создание композиционных материалов с заранее заданными особыми свойствами. Эти материалы применяются в строительстве, отделке, производстве мебели и в других различных отраслях. Большой ассортимент материалов на основе древесины показывает, что при их изготовлении можно использовать не только полноценное сырье, но и отходы деревообрабатывающей промышленности. Тем самым решается вопрос максимального использования отходов и получения дополнительной прибыли для предприятий, а новая полученная продукция практически не уступает свойствам плит, изготовленных традиционным способом.

К отходам деревообработки относят отсев технологической щепы, древесную пыль, опилки, стружку, древесную кору. Такой вид отходов, как древесная кора, активно используется и в производстве лекарственных препаратов, и в агропромышленном комплексе с целью мульчирования почвы. Кроме того, известно большое количество исследований, посвященных брикетированию древесной коры [1].

Необходимо также отметить актуальное на сегодняшний день направление использования коры как хвойных, так и лиственных пород в изготовлении композиционных материалов. Ввиду особенности свойств древесная кора может стать универсальным сырьем для производства различного рода материалов.

Древесная кора, как и любое сырье, требует некоторых операций подготовки. Кроме стандартных операций авторами работы предлагается подвергнуть древесную кору модифицированию путем термической обработки. Термомодифицирование используют для различных целей, таких, как изменение формостабильности, атмосферостойкости, улучшение влагостойкости, а также повышение декоративных свойств. Термообработка позволяет существенно изменить внешний вид, цветовую гамму, физические и физико-химические свойства древесного сырья. У термообработанной древесины наблюдается уменьшение разбухания. Термомодифицирование является актуальным и ввиду экологичности способа.

В Белорусском технологическом институте [2] прессовали плиты, которые состояли из 65–72 % коры (сосна) и 35–28 % древесины. Доказано, что на физико-механические свойства древеснокорьевых плит оказывают влияние следующие факторы: порода отходов окорки, содержание в них древесных частиц, форма и размеры частиц наполнителя, вид и количество связующего, режим прессования, конструкция плит. Также установлено, что порода наполнителя и его свойства оказывают значительное влияние на



физико-механические свойства плит, так как наполнитель – основная (85–90 % от общего веса) составная часть плиты.

Основываясь на проведенном анализе литературных данных, авторы поставили задачу изучить возможность изготовления плитного материала средней плотности из коры хвойных пород, подвергнутой термической обработке с дальнейшей механоактивацией. Под механоактивацией в работе понималась обработка термомодифицированной коры в гидродинамическом диспергаторе [3]. Данный вид обработки позволяет создавать плитные материалы на основе древесного сырья без применения связующих веществ.

В качестве сырья использовалась кора древесины лиственницы. Термообработка проводилась согласно выбранному режиму, основанному на режимах модификации как массивной древесины, так и измельченных древесных частиц. Диапазон температур, используемый для модифицирования древесины, находился в пределах от 160 до 180 °С. По результатам предварительных экспериментов было установлено, что использование при термомодифицировании температуры свыше 180 °С и высокой продолжительности выдержки приводит к деструкции коры [4].

Термообработка измельченной коры проводилась при температуре 180 °С с продолжительностью 180 мин. Влажность коры перед термообработкой составляла около 30 %. Термически обработанная кора для охлаждения и выравнивания возможных напряжений перед дальнейшими исследованиями выдерживалась в течение 48 ч.

Полученная кора измельчалась до фракции менее 5 мм и обрабатывалась в гидродинамическом диспергаторе согласно выбранному режиму. Полученная корьевая суспензия проходила 2 стадии обезвоживания. Из полученной корьевой массы изготавливались плитные материалы методом горячего прессования.

С целью изучения влияния термообработки на свойства плитных материалов был проведен сравнительный эксперимент по определению физико-механических свойств плит на основе коры, прошедшей термообработку и на основе нетермообработанной коры.

Полученные образцы относятся к материалам средней плотности, толщина получаемых материалов может варьироваться от 8 до 18 мм в зависимости от назначения материала. Образцы были испытаны на основные физико-механические показатели [5].

На рис. 1 представлены результаты испытаний прочности при статическом изгибе для плитных материалов на основе коры. Наибольшие показатели прочности имеют образцы корьевых плит на основе исходной коры. Прочность плит на основе термообработанной коры составляет 22,3 МПа для плотности 950 кг/м<sup>3</sup> и 28,4 МПа для плотности 1100 кг/м<sup>3</sup>. Таким образом, прочность плит снижается на величину от 6 до 8 МПа.

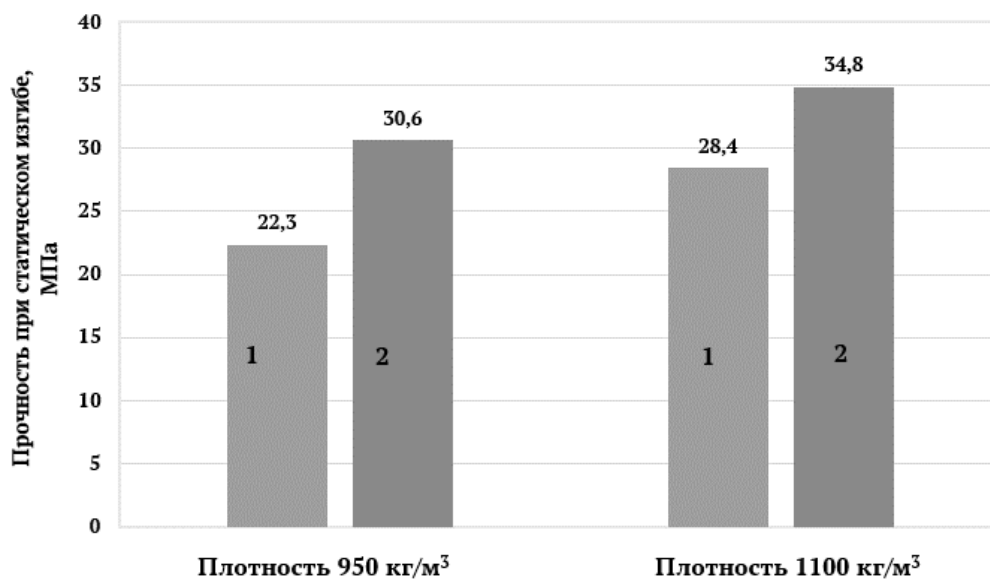


Рис. 1. Результаты определения предела прочности при статическом изгибе образцов корьевых плит горячего прессования:  
 1 – плиты на основе коры, прошедшей термообработку,  
 2 – на основе исходной коры

На рис. 2 представлены результаты испытаний полученных образцов на показатели водопоглощения. Из диаграммы видно, что в среднем показатель водопоглощения снижается на величину от 0,7 до 1,3 % в зависимости от плотности плиты.

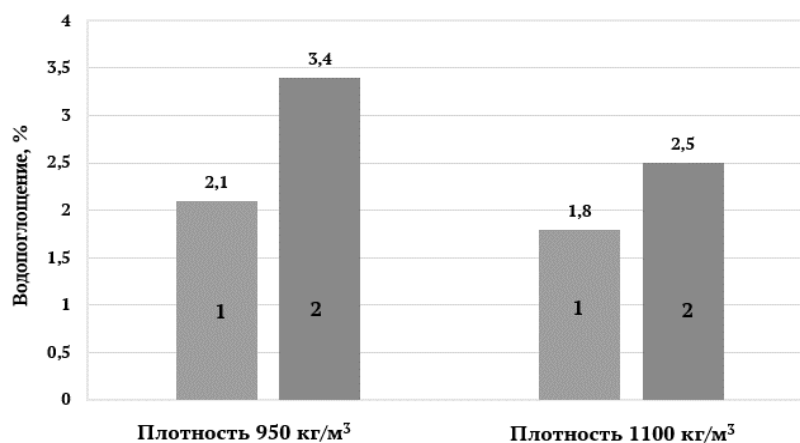


Рис. 2. Результаты испытания образцов на показатели водопоглощения:  
 1 – плиты на основе коры, прошедшей термообработку,  
 2 – на основе исходной коры

По результатам проведенных исследований можно сделать выводы, что древесная кора является перспективным сырьем для изготовления плитных материалов в сочетании с инновационными способами ее обработки. У материалов на основе термомодифицированной коры снижаются показатели водопоглощения, что является важным фактором при

определении области применения материала. Снижение прочностных свойств, возможно, обусловлено условиями термомодификации и требует дальнейшего изучения.

*Список источников*

1. Волынский, В. Переработка и использование древесной коры / В. Волынский // ЛесПромИнформ. – № 2 (84). – 2012. – URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=2640&ysclid=lbaim2ye19498569323> (дата обращения: 01.12.2022).

2. Цыбульский, Л. М. Свойства древесных плит из отходов окорки сосновой древесины / Л. М. Цыбульский. – МОД. – 1971. – № 3. – С. 10.

3. Аввакумов, Е. Г. Механические методы активации химических процессов / Е. Г. Аввакумов. – Новосибирск : Наука, 1986. – 306 с.

4. Ветошкин, Ю. И. Химико-механическая модификация древесины осины / Ю. И. Ветошкин, И. В. Коцюба, Л. И. Шайхлисламова [и др.] // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды VII Международного Евразийского симпозиума. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2012. – С. 76.

5. Zoltán Pasztory, Dimitrios Tsalagkasa, Norbert Horvathb, Zoltán BÖRCSÖKa. Insulation Panels Made from Thermally Modified Bark. SopronUniversity. – Hungary : ActaSilv. – Vol. 15, № 1. – 2019. – P. 23–34.

Научная статья  
УДК 631.895

## ПОЛУЧЕНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ИЗ ОТХОДОВ ПТИЦЕФАБРИК

**Никита Анатольевич Усов<sup>1</sup>, Лев Алексеевич Старыгин<sup>2</sup>,  
Борис Нутович Дрикер<sup>3</sup>, Татьяна Михайловна Панова<sup>4</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> usov.nikita3@gmail.com

<sup>2</sup> starygin@inbox.ru

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

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

**Аннотация.** Разработан способ получения органоминерального удобрения в процессе интенсивного биокомпостирования птичьего помета в смеси с опилом/стружкой лиственных пород древесины и золы Рефтинской ГРЭС.

**Ключевые слова:** органоминеральное удобрение, птичий помет, опил, зола

Scientific article

## OBTAINING ORGANOMINERAL FERTILIZER FROM POULTRY FARM WASTE

**Nikita A. Usov<sup>1</sup>, Lev A. Starygin<sup>2</sup>, Boris N. Driker<sup>3</sup>, Tatiana M. Panova<sup>4</sup>**

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

<sup>1</sup> usov.nikita3@gmail.com

<sup>2</sup> starygin@inbox.ru

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

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

**Abstract.** A method for obtaining organomineral fertilizer in the process of intensive biocomposting of bird droppings in a mixture with sawdust/shavings of hardwood and ash of Reftinskaya GRES has been developed.

**Keywords:** organomineral fertilizer, bird droppings, sawdust, ash

Одним из приоритетных направлений развития современной биотехнологии является переработка отходов предприятий агропромышленного комплекса, в частности птицефабрик, в процессе деятельности которых образуется значительное количество органических отходов. Так, например, при средней мощности птицефабрики в 500 тыс. кур ежегодно образуется более 31000 т птичьего помета, который относится к III–IV классам опасности в зависимости от его состояния и наличия в нем яиц гельминтов и возбудителей различных инфекций. В результате этого многие птицефабрики РФ находятся в сложной экологической ситуации, так как накапливаемый птичий помет является серьезным источником загрязнения природной среды. В то же время куриный помет содержит в своем составе большое количество питательных веществ в легкодоступной для растений форме и может использоваться для получения удобрений\*.

Известны различные способы приготовления удобрений на основе куриного помета. Одним из вариантов является пассивное компостирование, при котором созревание компоста происходит в течение 6–8 месяцев при благоприятных условиях. Возможна термическая обработка помета, требующая значительных энергетических затрат.

Нами разработан способ интенсивного компостирования куриного помета с целью получения органоминерального удобрения. С этой целью предложено использовать следующие виды сырья: птичий помет – источник биогенных органических веществ, опил или стружку лиственных пород древесины, выполняющие функции влагопоглощающего агента и улучшающие структуру продукта, а также золу Рефтинской ГРЭС как источник макро- и микроэлементов. Химический состав куриного помета и золы представлен в табл. 1 и 2.

Таблица 1

## Химический состав куриного помета

Компонент	Значение
Влажность, %	65–70
Сырой протеин, % от а.с.в.	30,2–35,6
Сырая клетчатка, % от а.с.в.	12,3–14,3
Безазотистые экстрактивные вещества, % от а.с.в.	30,0–37,6
Жиры, % от а.с.в.	3,4–5
Минеральные вещества, % от а.с.в.	11,5–16,6

\* Инновационные способы переработки биоотходов птицеводства / В. Н. Попов, О. С. Корнеева, О. Ю. Искусных, А. Ю. Искусных // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2020. – № 82 (1). – С. 194–200.

Таблица 2

## Химический состав золы Рефтинской ГРЭС

Наименование элемента	Содержание в исходной золе, г/кг	Наименование элемента	Содержание в исходной золе, г/кг
Алюминий (Al)	3,2788	Кобальт (Co)	0,0012
Бор (B)	0,0138	Литий (Li)	0,0015
Кальций (Ca)	12,498	Марганец (Mn)	0,165
Железо (Fe)	6,56	Молибден (Mo)	0,0035
Калий (K)	0,085	Никель (Ni)	0,0015
Магний (Mg)	2,215	Селен (Se)	0,00145
Натрий (Na)	0,187	Цинк (Zn)	0,0185
Фосфор (P)	1,25	Кремний (Si)	1,71

Из данных таблиц видно, что куриный помет содержит все необходимые для нормального развития растений вещества. Зола содержит важные макроэлементы – кальций, калий, магний, фосфор и микроэлементы – бор, марганец, цинк, селен, молибден. Такой разнообразный минеральный состав смеси способствует активации ферментов в процессе компостирования и оптимизации минерального питания растений при использовании полученного органоминерального удобрения. Концентрация тяжелых металлов низкая.

Для интенсификации компостирования, которое является ферментативным процессом разложения органических веществ аэробными микроорганизмами, необходимо создать условия для активной ферментации за счет принудительной аэрации и регулирования основных факторов процесса, таких, как температура, pH среды, влажность, соотношение сырьевых компонентов и дозировка источника микроорганизмов.

Для организации процесса была создана установка интенсивного компостирования, внешний вид которой представлен на рисунке.

Контроль за процессом ферментации осуществляли с помощью встроенных в реактор датчиков температуры, pH и влажности; расход воздуха, нагнетаемого компрессором, контролировали по ротаметру. Для снижения потерь тепла реактор снабжен тепловой изоляцией.

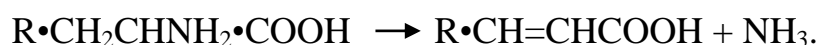
Скорость компостирования и качество получаемого продукта во многом определяются составом спонтанной популяции микрофлоры, которая должна быть максимально адаптирована к компонентам смеси и условиям ферментации. Для это рекомендуется использовать добавку предварительно ферментированного продукта, полученного из помёта той же птицефабрики, с дозировкой внесения от 5 до 10 %.



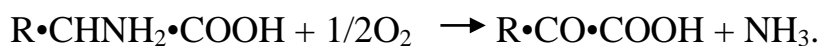
Конструкция реактора интенсивного компостирования

Процесс компостирования начинается с мезофильной стадии, в процессе которой происходит активное размножение микроорганизмов. Температура смеси повышается до 35–40°C. Под действием микроорганизмов происходит разложение аминокислот белка в процессе их дезаминирования и декарбоксилирования. Ниже приведены химические реакции этих процессов.

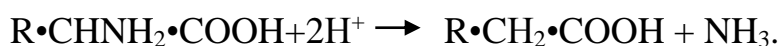
Внутримолекулярное дезаминирование:



Окислительное дезаминирование:



Восстановительное дезаминирование:



Декарбоксилирование:



Аммиак, выделяемый в процессе реакций дезаминирования, улавливали 1н раствором HCl, пересчитывали на эквивалентное количество азота. Динамика выделения аммиака позволяет оценить эффективность процесса ферментации.

Во время термофильной стадии в результате активного биотермического процесса интенсивного компостирования достигается температурный максимум на уровне 65 °С, что обеспечивает экологическую безопасность продукта за счет гибели патогенной и условно-патогенной микрофлоры, яиц гельминтов и потери всхожести семян сорняков.

На основании проведенных исследований рекомендован следующий состав исходной смеси: куриный помет – 1000 г, опил (стружка) – 10 %, зола – 5–10 %, ферментированная добавка – 5–10 % от массы помета. Продолжительность компостирования по предлагаемому варианту в оптимальных условиях составляет 8 суток.

Полученный в процессе интенсивного компостирования продукт имеет сыпучую консистенцию, характеризуется благоприятными органолептическими свойствами, щелочной реакцией среды и может использоваться в качестве органоминерального удобрения.



Научная статья  
УДК 691.175

**ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ АЦЕТИЛИРОВАНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ  
НА СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ  
НА ОСНОВЕ АЦЕТАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ДРЕВЕСНОЙ МУКИ**

**Кристина Алексеевна Усова<sup>1</sup>, Алексей Евгеньевич Шкуро<sup>2</sup>, Виктор Владимирович Глухих<sup>3</sup>**

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

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

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

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

*Аннотация.* Приведены результаты исследования по оценке влияния степени ацетилирования целлюлозы на физико-механические свойства композиционных материалов на основе пластифицированного ацетата целлюлозы с 50%-ным наполнением древесной мукой.

*Ключевые слова:* полимерный материал, ацетат целлюлозы, степень ацетилирования, древесная мука, свойства

Scientific article

**INFLUENCE OF THE DEGREE OF CELLULOSE ACETYLATION  
ON THE PROPERTIES OF CELLULOSE ACETATE  
AND WOOD FLOUR COMPOSITES**

**Kristina A. Usova<sup>1</sup>, Alexey Ye. Shkuro<sup>2</sup>, Victor V. Gluhih<sup>3</sup>**

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

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

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

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

*Abstract.* In this paper studies were conducted to assess the effect of the degree of cellulose acetylation on the physical and mechanical properties of composite materials based on plasticized cellulose acetate with 50 % wood flour filling.

*Keywords:* polymer material, cellulose acetate, degree of acetylation, wood flour, properties

Отходы полимерных материалов, медленно разлагающиеся в естественных условиях, представляют серьезную угрозу для окружающей среды. Эффективным способом снижения количества полимерных отходов является использование биоразлагаемых полимеров [1].

Производные целлюлозы привлекательны с коммерческой точки зрения, поскольку они получают из возобновляемых источников и легко настраиваются для обеспечения желаемых свойств [2]. В связи с этим возрастает интерес к созданию биоразлагаемых полимеров на основе химически модифицированной целлюлозы [3].

Таким материалом может быть ацетат целлюлозы (АЦ), поскольку его биоразлагаемость сильно зависит от степени ацетилирования целлюлозы. Замещение гидроксильных групп на ацетильные делает целлюлозу более растворимой. Степень ацетилирования также коррелирует с термическими, химическими, физическими и механическими свойствами целлюлозы.

Целью данной работы являлось исследование влияния степени ацетилирования целлюлозы на свойства композиционных материалов с полимерной фазой пластифицированного ацетата целлюлозы.

В качестве сырья для получения пластифицированного ацетата целлюлозы был использован триацетат целлюлозы со степенью ацетилирования 2,41 (на основе хлопковой целлюлозы; ТУ 6-05-943-75). В качестве пластификаторов использовались трибутиловый эфир фосфорной кислоты (трибутилфосфат, ТБФ; ТУ 18-09-8783-87) и триацетат глицерина (триацетин; ТУ 2435-070-00203521-2001). В качестве наполнителя использовалась древесная мука хвойных пород марки 180 (ДМ-180; ГОСТ 16361-87).

Образцы целлюлозы с различной степенью ацетилирования были получены щелочным гидролизом триацетата целлюлозы. Содержание связанной уксусной кислоты и степень ацетилирования определялись с помощью реакции омыления АЦ. Приготовление компонентов осуществлялось путем смешения порошкообразного ацетата целлюлозы с жидкими триацетином и трибутилфосфатом и перемешиванием в мельнице Stegler LM-500. Смешение компонентов с древесной мукой (ДМ) проводилось на валковой машине (ГОСТ 14333) при температуре 150–160 °С. Полученные после вальцевания листы охлаждались до комнатной температуры, а затем подвергались грануляции. Методом горячего прессования при температуре 180 °С и давлении 10 МПа изготавливались образцы в форме дисков диаметром 90 мм.

Для оценки влияния степени ацетилирования целлюлозы на свойства композиционного материала на основе пластифицированного ацетата целлюлозы и древесной муки (ПКМ) были получены лабораторные образцы с различными рецептурами, приведенными в табл. 1.

Для полученных образцов ПКМ определялись следующие свойства ( $Y_i$ ): твердость по Бринеллю, водопоглощение за 30 суток и биоразложение

по потере массы после выдержки в активированном грунте в течение 120 суток. Экспериментально-статистические зависимости свойств ПКМ от степени ацетилирования целлюлозы ( $Z$ ), полученные с применением метода регрессионного анализа при доверительной вероятности 0,95 приведены в табл. 2.

Таблица 1

Рецептуры ПКМ

Номер образца	Степень ацетилирования целлюлозы ( $Z$ )	Содержание компонентов, мас. %			
		Ацетат целлюлозы	Триацетин	Трибутил-фосфат	Древесная мука
1	2,41	31	15	4	50
2	2,29				
3	2,19				
4	2,07				
5	1,81				

Таблица 2

Экспериментально-статистические зависимости свойств ПКМ от степени ацетилирования целлюлозы ( $Z$ )

Свойство	Регрессионная зависимость $Y_i$	Статистические параметры уравнения регрессии $Y_i$ для доверительной вероятности 0,95		
		Значение $F$	Коэффициент детерминации $R^2$	Стандартная ошибка
Твердость по Бринеллю, МПа ( $Y_1$ )	$Y_1 = 71,71 \cdot Z - 9,31 \cdot Z^2$	0,000	1,00	4,1МПа
Водопоглощение за 30 суток, мас. % ( $Y_2$ )	$Y_2 = 44,88 \cdot Z - 15,70 \cdot Z^2$	0,008	0,99	3,4мас. %
Потеря массы после выдержки в грунте в течение 120 суток, % ( $Y_3$ )	$Y_3 = 30,02 \cdot Z - 11,64 \cdot Z^2$	0,028	0,96	2,9 %

Для показателя твердости образцов ПКМ характерен рост с увеличением степени ацетилирования целлюлозы (рис. 1). Наибольшее значение показателя твердости (121,0 МПа) наблюдается у образца, полученного на основе пластифицированного АЦ со степенью ацетилирования 2,41 и 50 %-ным наполнением ДМ.

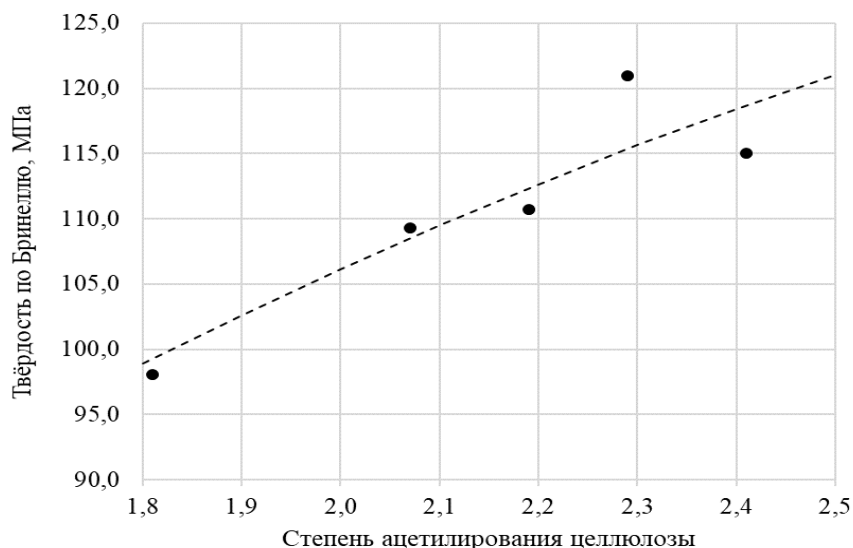


Рис. 1. График зависимости твердости ПКМ от степени ацетилирования целлюлозы

Показатель водопоглощения за 30 суток образцов ПКМ снижается с увеличением степени ацетилирования целлюлозы (рис. 2). Наибольшее значение водопоглощения (33,0 %) наблюдается у образца, полученного на основе пластифицированного АЦ со степенью ацетилирования 1,8 и 50 %-ным наполнением ДМ.

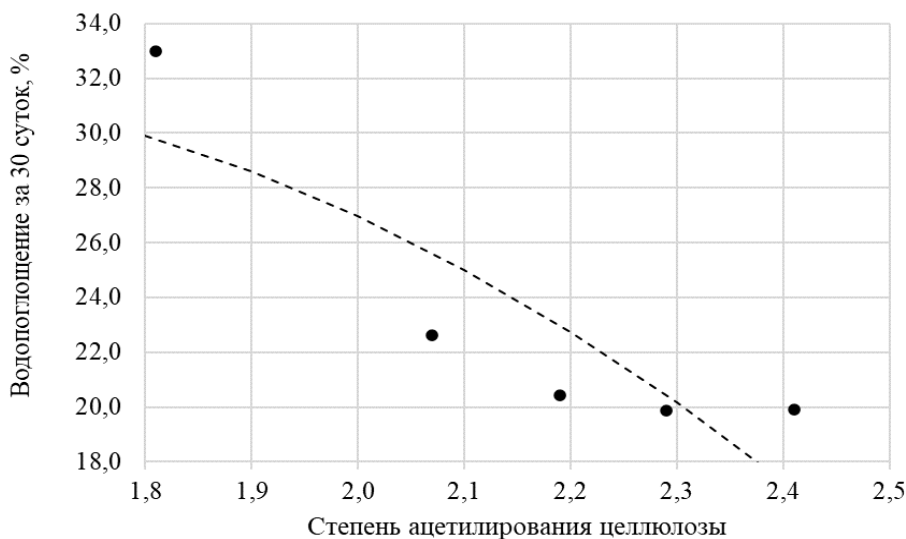


Рис. 2. График зависимости водопоглощения за 30 суток этролов от степени ацетилирования целлюлозы

С увеличением степени ацетилирования целлюлозы способность образцов ПКМ к биоразложению снижается (рис. 3). Наибольшую потерю массы демонстрирует образец, полученный на основе пластифицированного АЦ с минимальной степенью замещения 1,8 и 50 %-ным наполнением ДМ. Для композита названного состава потеря массы за 120 суток выдержки в грунте составила 19 %.

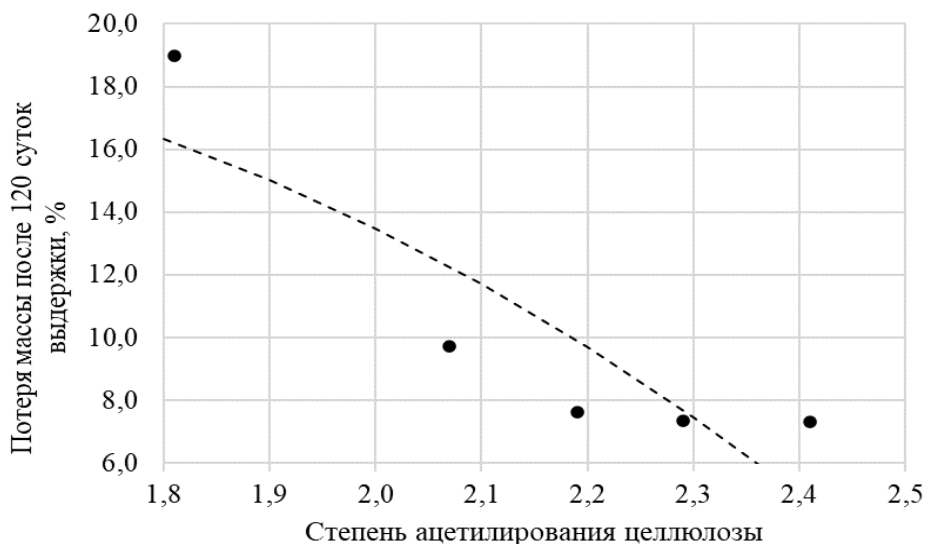


Рис. 3. График зависимости потери массы ПКМ после выдержки в грунте в течение 120 суток от степени ацетилирования

Таким образом, в ходе работы получены полимерные материалы на основе пластифицированного ацетата целлюлозы с 50%-ным содержанием древесной муки. Увеличение степени ацетилирования целлюлозы в составе композита приводит к снижению показателей водопоглощения и биоразложения, при этом наблюдается рост твердости композитов. Доказана также возможность применения щелочного гидролиза триацетата целлюлозы для повышения скорости биоразложения композитов, полученных на основе пластифицированного ацетата целлюлозы и древесной муки.

#### *Список источников*

1. Крутько, Э. Т. Технология биоразлагаемых полимерных материалов / Э. Т. Крутько, Н. Р. Прокопчук, А. И. Глоба. – Минск : БГТУ, 2014. – 105 с.
2. Screening of hydrogen bonds in modified cellulose acetates with alkyl chain substitutions / R. Nilsson [et al.] // Carbohydrate Polymers. – 2022. – Vol. 285. – P. 1–11.
3. Кудрявцев, А. Д. Исследование физико-механических свойств ацетилцеллюлозных этролов / А. Д. Кудрявцев, А. Е. Шкуро, П. С. Кривоногов // Вестник технологического университета. – 2019. – Т. 22, № 12. – С. 28–31.

Научная статья  
УДК 66.021

## КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА КОРЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОНОЭТАНОЛАМИНА

**Владимир Сергеевич Федоров<sup>1</sup>, Татьяна Васильевна Рязанова<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

<sup>1</sup> fedorovvladimir1996@yandex.ru

<sup>2</sup> tatyana-htd09@mail.ru

**Аннотация.** Предложена комплексная переработка коры сосны обыкновенной *Pinus Sylvestris*, позволяющая выделить из сырья экстрактивные вещества с использованием водного раствора моноэтанолamina с получением дубильного экстракта и переработать твердый послеэкстракционный остаток, используя его в качестве субстрата для культивирования грибов.

**Ключевые слова:** кора сосны, экстракция, моноэтанолamin, дубильные вещества, биоконверсия

**Благодарности:** работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Глубокая переработка растительного сырья» проекта «Технология и оборудование химической переработки биомассы растительного сырья» (Номер темы FEFE-2020-0016).

Scientific article

## COMPLEX PROCESSING OF THE BARK OF THE COMMON PINE USING MONOETHANOLAMINE

**Vladimir S. Fedorov<sup>1</sup>, Tatiana V. Ryazanova<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,  
Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup> fedorovvladimir1996@yandex.ru

<sup>2</sup> tatyana-htd09@mail.ru

**Abstract.** A complex processing of the bark of the common pine *Pinus Sylvestris* is proposed, which allows extracting extractive substances from raw materials using an aqueous solution of monoethanolamine to obtain a tannic extract, and processing the solid post-extraction residue using it as a substrate for mushroom cultivation.

**Keywords:** pine bark, extraction, monoethanolamine, tannins, bioconversion

**Acknowledgments:** the research was conducted under the governmental task issued by the Ministry of Education and Science of Russia for the “Technology and Equipment for the Chemical Processing of the Plant Biomass Material” project by the Plant Material Deep Conversion Laboratory (topic number FEFE-2020-0016).

Российская Федерация является лидирующей страной по лесным запасам; согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), общая площадь насаждений составляет 815 млн га [1]. Леса являются стратегически важным объектом для многих стран, так как их функции весьма разнообразны. Большая часть российских лесов располагается в Красноярском крае. Основные лесобразующие породы в Красноярском крае – хвойные; они занимают более 75,9 % покрытой лесом площади, что составляет 9,7 млрд м<sup>3</sup> [2].

Древесные отходы (кора, пни, ветки, древесная зелень), образующиеся в результате заготовительных и перерабатывающих работ, в полном объеме не используются, а находятся в отвалах. Количество таких отходов колеблется от 30 % до 50 % от общей биомассы дерева. Многомиллионные отходы создают угрозу для экологии, а в летний период являются пожароопасными. Такие отходы могут использоваться в качестве сырья для получения различной гаммы продуктов за счет рациональной и глубокой переработки [3].

В настоящее время древесную кору используют в качестве топлива, что является нерентабельным способом из-за низкой теплотворной способности и высокого содержания влаги и золы. Применяют кору в производстве стружечных плит для увеличения прочностных свойств [4]. В сельском хозяйстве кора используется для повышения аэрации почвы в виде мульчированной добавки [5].

Отличительной особенностью коры в сравнении с древесиной является высокое содержание экстрактивных веществ. В экстрактах коры сосны обыкновенной *Pinus Sylvestris* обнаружены следующие соединения: фенолокислоты, кемпферол, кверцетин, дигидрокверцетин, резвератролозид, пиностильбенозид, дигидрокверцетин, (+)-катехин, гликозиды кемпферола, дигидрокверцетина и (+)-катехина, димерные и тримерные проантоцианидины [6]. Экстрактивные вещества сосновой коры обладают биологической, фармакологической и дубящей способностью, что вызывает интерес к этому сырью.

Одним из способов переработки является экстракция. В основе процесса лежит способность экстрагента извлекать компоненты в неизменном виде из сырья, движущей силой процесса экстракции является разница концентраций. На процесс экстракции влияет ряд

факторов: селективность и концентрация экстрагента, продолжительность, температура и жидкостный модуль.

Для получения дубильного экстракта из коры сосны используют водно-щелочной экстрагент NaOH с концентрацией 2 %, при этом выход сухих веществ составляет 26,5 г/л [7].

Увеличить выход извлекаемых веществ можно с использованием органического растворителя амфолита – моноэтаноламина в качестве добавки к основному экстрагенту – воде. Присутствие моноэтаноламина в экстрагенте способствует переходу в жидкую фазу веществ различной природы; он является антиоксидантом и слабым деструктурирующим агентом для лигнина; способен предотвращать окислительные процессы, а также ингибировать конденсацию полифенольных соединений (которые являются преобладающими компонентами экстрактивных веществ коры) и обеспечивать сохранность углеводного комплекса. Растворитель является хорошим агентом набухания для растительного сырья, что позволяет повысить скорость и полноту извлечения.

Отходом экстракционной переработки коры является твердый лигноцеллюлозный остаток, так называемая одубина. Лигноцеллюлозный отход в настоящее время не нашел широкого применения и не используется. Одним из способов утилизации его является микробиологическая переработка.

Целью исследования была разработка метода комплексной переработки коры сосны обыкновенной *Pinus Sylvestris*.

Объектом исследования являлась кора сосны обыкновенной *Pinus Sylvestris*, отход деревообрабатывающего производства (г. Красноярск). Измельченную воздушно-сухую кору экстрагировали водным раствором моноэтаноламина с концентрацией 5 %, жидкостный модуль 10, в течение 5 часов при температуре кипения. Для оценки извлечения экстрактивных веществ в полученных экстрактах определяли содержание сухих веществ гравиметрическим методом. Химический состав определяли по методикам, принятым в химии растительного сырья [8]. Послеэкстракционный остаток использовали для микробиологической переработки. Поскольку на деревообрабатывающих предприятиях наряду с отходами окорки образуется еще весьма существенное количество отходов в виде опилок, то в данной работе в качестве субстрата использовали смесь одубины и опилок сосны в соотношении 1:1, которые подвергали предварительной гидродинамической обработке в аппарате кавитационного типа.

В качестве биодеструктора применяли гриб *Pleurotus pulmonarius* штамм PP-3.2. Субстрат увлажняли до 65–70 %, а также вводили соли  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  в количестве 1,0 и 0,5 г/л соответственно и подвергали глубокой стерилизации при давлении 1 атм. Инокулят вносили в виде блоков, вырезанных микробиологическим пробойником из семисуточной



культуры. Твердофазное культивирование осуществляли при температуре 25 °С до полного зарастания субстрата.

Как показали результаты исследований, приведенные в таблице, по химическому составу кора отличается от древесины, в первую очередь, более высоким содержанием экстрактивных веществ, которые, как было отмечено ранее, представляют наибольший практический интерес.

#### Компонентный состав

Наименование компонента	Содержание, %		
	Исходная кора	Древесина	Субстрат после биоконверсии
Минеральные вещества	1,37	1,69	6,80
Экстрактивные вещества	25,20	4,37	34,4
Легкогидролизуемые полисахариды	14,07	15,40	7,90
Трудногидролизуемые полисахариды	28,07	47,94	10,20
Лигнин	24,44	28,95	13,60

Содержание экстрактивных веществ в исходной коре составляет 25,20 %, основную часть которых составляют дубильные вещества фенольной природы. Кроме того, существенное различие наблюдается в содержании трудногидролизуемых полисахаридов, их содержание в коре меньше, чем в древесине, разница составляет около 20 %. Различие в содержании других компонентов менее существенно.

При использовании в качестве экстрагента моноэтаноламина выход экстрактивных веществ увеличивается практически в 2 раза и составляет 53,6 %, из них на долю флавоноидов приходится более 60 %.

Твердый остаток после экстракции коры (одубина) практически не содержит экстрактивных веществ и представляет собой лигноуглеводный комплекс, состоящий из гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина, на долю которого приходится более 90 %.

Химическая и кавитационная обработка, связанная с извлечением экстрактивных веществ, способствует увеличению доступности субстрата для биологического воздействия [9].

Под воздействием *P. Pulmonarius*, также, как и другого базидиомицета [9], происходят существенные изменения в субстрате, особенно в лигноуглеводном комплексе, содержание которого после биоконверсии сокращается до 31,7 %, а доля экстрактивных веществ увеличивается до 34,4 %. Кроме того, в составе конвертированного субстрата более 4 % приходится на долю белковых веществ, а перевариваемость продукта составляет 46,0 %. По питательной ценности продукт сопоставим с кормовой осажаренной древесной волокнистой массой (КОВДМ), отличается наличием белка. Питательная ценность КОДВМ 0,3–0,4 кормовых единицы (ТУ 46 РСФСР 258–82).

Таким образом, проведенные исследования показали возможность комплексного использования коры сосны обыкновенной *Pinus Sylvestris* на основе экстракции ее водным раствором моноэтаноламина, позволяющей извлечь более 50 % экстрактивных веществ, а образующийся в процессе экстрагирования твердый остаток использовать для биотехнологической переработки совместно с древесными опилками, например, для получения кормовой углеводно-белковой добавки для животных.

#### Списокисточников

1. FAO. Global Forest Resources Assessment 2020-Key Findings. FAO: Rome. – Italy, 2020. – DOI 10.4060/ca8753en.
2. Указ Губернатора Красноярского края от 21 декабря 2018 г. № 332-УГ «Об утверждении Лесного плана Красноярского края». 01 января 2019. – Красноярск. – 2018, С. 73. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/550303431> (дата обращения: 02.02.2023).
3. Fedorov, V.S., Ryazanova, T.V. Bark of Siberian Conifers: Composition, Use, and Processing to Extract Tannin // *Forests*. – 2021. – № 12. –1043. – DOI 10.3390/f12081043.
4. Макарычев, С. В. Теплофизические свойства термопластов, изготовленных на основе древесины из отходов лесной промышленности / С. В. Макарычев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (128). – С. 139–142.
5. Zribi, W., Aragües, R., Medina, E., Faci, J. M. Efficiency of inorganic and organic mulching materials for soil evaporation control. // *Soil Tillage Res.* – 2015. – № 148. – P. 40–45.
6. Определение количественного содержания экстрактивных веществ из древесины, коры и коры деревьев хвойных пород Сибири: лиственницы (*Larix Sibirica L.*), сосны (*Pinus Sylvestris L.*), пихты (*Abies Sibirica L.*), ели (*Picea Obovata L.*) и кедра (*Pinus Sibirica Du Tour.*) / Л. А. Остроухова [и др.] // Химия растительного сырья. – 2018. – № 4. – С. 185–195.
7. Моделирование процесса экстракции коры сосны водно-щелочным раствором / Ю. А. Тюлькова [и др.] // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. – 2013. – Т. 6, № 3. – С. 321–327.
8. Оболенская, А. В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы / А. В. Оболенская, З. П. Ельницкая, А. А. Леонович. – Москва, 1991. – 320 с.
9. Гидродинамически активированные опилки сосны обыкновенной *Pinus sylvestris L.* – субстрат для культивирования штамма G14-16A *Ganoderma lucidum* / В. С. Федоров [и др.] // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 90–101. – DOI 10.17516/1998-2836-0274.

Научная статья  
УДК 663.479

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МЕДОВУХИ

**Сергей Валерьевич Филатов<sup>1</sup>, Татьяна Михайловна Панова<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> wor1998@list.ru

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

**Аннотация.** Рассмотрены преимущества и сложности производства медовухи. Изучено влияние состава сусла на процесс ферментации культурными и дикими дрожжами.

**Ключевые слова:** медовуха, мед, дрожжи, ферментация

Scientific article

## INVESTIGATION OF THE PROCESS OF PREPARING MEAD

**Sergey V. Filatov<sup>1</sup>, Tatiana M. Panova<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> wor1998@list.ru

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

**Abstract.** The paper considers the advantages and difficulties of the production of mead. The influence of wort composition on the fermentation process by cultured and wild yeasts has been studied

**Keywords:** mead, honey, yeast, fermentation

Медовуха – слабоалкогольный напиток на основе меда, ее можно назвать легким столовым вином, так как обычно содержание спирта не превышает 6 об. %.

В настоящий время, по статистическим данным, полученным на основе анализа российского рынка алкогольной продукции, спрос на слабоалкогольные напитки, такие, как пиво, специальное пиво, сидр, медовуха, вырос на 13% в сравнении с 2020 г. Все больше внимания производители обращают на старинные традиционно русские напитки, и медовуха является их ярким представителем.

Рассмотрим основные достоинства и сложности производства медовухи. К достоинствам медовухи можно отнести оригинальные

органолептические характеристики – вкус, аромат, а также повышенные биологические свойства, обусловленные химическим составом используемого меда. Так как вкус и аромат каждой партии меда уникальны, получаемый напиток будет удивлять покупателей своими неповторимыми свойствами [1].

Возможно, вы задались вопросом, если медовуха так полезна и легка в приготовлении, почему ее не производят в таких же количествах, что и пиво? Давайте разберем сложности, с которыми может столкнуться производитель медовухи.

Во-первых, это стоимость сырья. Учитывая высокую стоимость меда, некоторые производители стараются заменить его сахарным сиропом или другими сахаросодержащими продуктами. Согласно п. 12.6 ст. 2 171-ФЗ, медовуха должна производиться в результате брожения медового сусла, содержащего не менее 8 % меда. Поэтому при разработке технологии получения медовухи важно так организовать режим внесения меда, чтобы его влияние на вкусо-ароматические свойства напитка было максимальным при приемлемых технико-экономических показателях [2].

Во-вторых, это нестабильность меда и необходимость его обработки. Мед – достаточно капризный продукт, качество которого во многом зависит от различных факторов. Свойства меда могут изменяться даже из-за погодных условий, поэтому даже у одного производителя он может быть разным. Натуральный мед содержит в своем составе микроорганизмы, источниками которых могут быть пыльца, почва, вода, пищеварительный тракт медоносных пчел, а также нарушение санитарно-гигиенических требований при обработке, транспортировке и хранении меда. Находясь в меде в состоянии анабиоза в результате повышенного осмотического давления на клетки, некоторые патогенные и условно-патогенные микроорганизмы в процессе ферментации представляют серьезную опасность. Во избежание негативных рисков производители вынуждены включать стадию пастеризации, в процессе которой происходит не только гибель вегетативных клеток микроорганизмов, но и заметно снижается содержание биологически активных веществ.

Целью данной работы являлось изучение возможности использования в качестве продуцента медовухи диких дрожжей, обладающих большей устойчивостью в отношении микроорганизмов, содержащихся в меде.

На первом этапе была выделена чистая культура диких дрожжей из природных продуктов. В качестве источника использовали изюм.

Для сравнения была выбрана чистая культура коммерческих винных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. В качестве сусла использовали питательную среду, приготовленную из меда, сахарного сиропа с внесением минеральных веществ – источников азота, калия и фосфора. Сусло готовили на кипяченой водопроводной воде. Начальная концентрация углеводов в сусле составила 10 %. Ферментацию проводили в периодических условиях

при температуре 18–20 °С. Ежедневно пробы анализировали на содержание сахара, биомассы дрожжей, этанола, на кислотность, а также морфологические и физиологические показатели дрожжей. Использовали физико-химические и микроскопические методы анализа, принятые в бродильной промышленности.

На рис. 1 и 2 представлены изменения роста дрожжей в процессе ферментации.

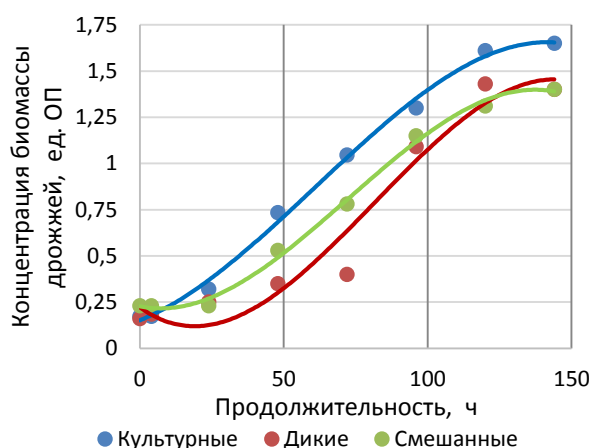


Рис. 1. Изменение концентрации биомассы дрожжей в среде с сахарным сиропом

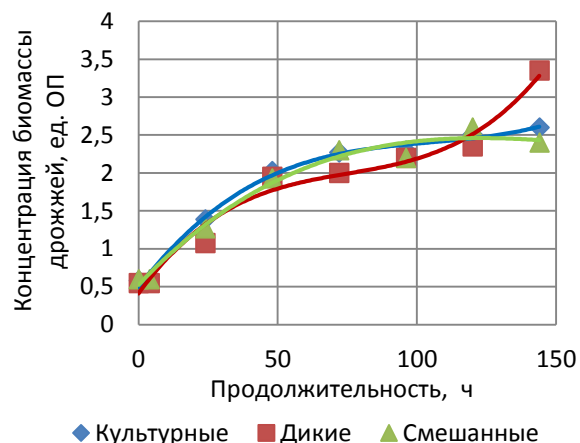


Рис. 2. Изменение концентрации биомассы дрожжей в среде с медом

Данные графиков свидетельствуют о заметной активации роста дрожжей в среде, содержащей мед, всеми исследуемыми видами продуцентов. Характер роста культурных и смешанных культур дрожжей практически идентичен. Рост диких дрожжей в течение 4-суточной ферментации оказался ниже на 10 %, но на 6-е сутки ферментации, когда создаются неблагоприятные условия за счет снижения концентрации субстрата и накопления продуктов метаболизма, обладающих ингибирующим действием, дикие дрожжи оказались более живучими.

В среде с сахарным сиропом лучше проявили себя культурные дрожжи, прирост которых за 5 суток ферментации оказался выше на 18 % в сравнении с дикими и смешанными культурами. Дикие дрожжи также показывают хорошую устойчивость в неблагоприятных условиях.

На рис. 3 и 4 представлены графики изменения концентрации субстрата и биосинтеза этанола в процессе ферментации сусла культурными дрожжами. В случае использования сусла, приготовленного из меда, наблюдаются хорошие скорости как потребления субстрата, так и биосинтеза этанола в сравнении с суслом из сахарного сиропа, что свидетельствует об активации дрожжей биологически активными

веществами меда. При использовании сахарного сиропа процесс ферментации замедляется.

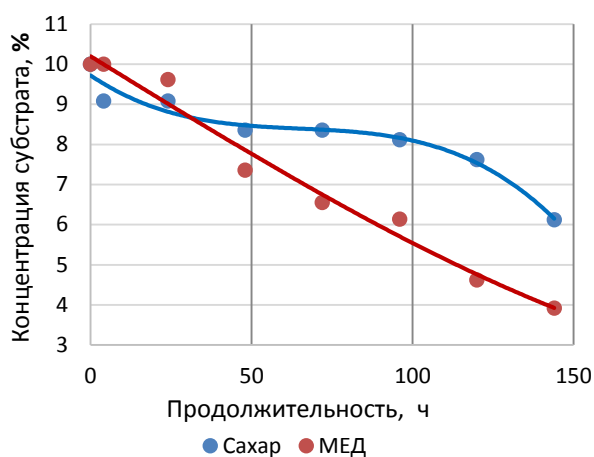


Рис. 3. Изменение концентрации субстрата в процессе ферментации культурными дрожжами

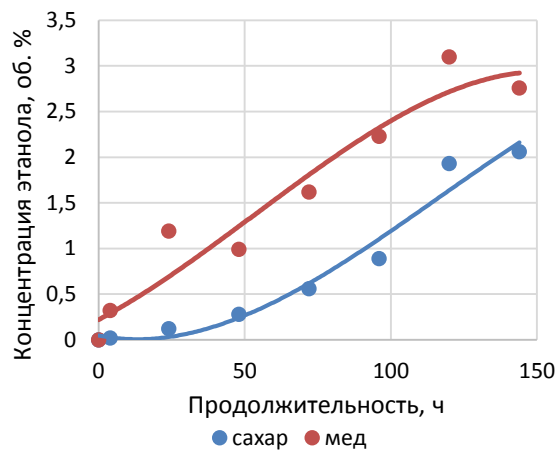


Рис. 4. Изменение концентрации этанола в процессе ферментации культурными дрожжами

На рис. 5 и 6 представлены графики изменения концентрации субстрата и биосинтеза этанола в процессе ферментации сусла дикими дрожжами.

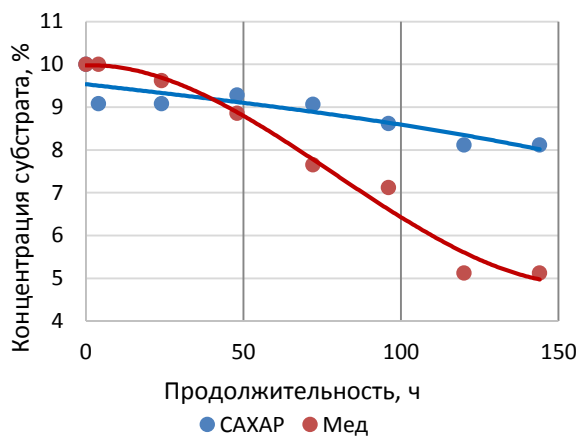


Рис. 5. Изменение концентрации этанола в процессе ферментации дикими дрожжами

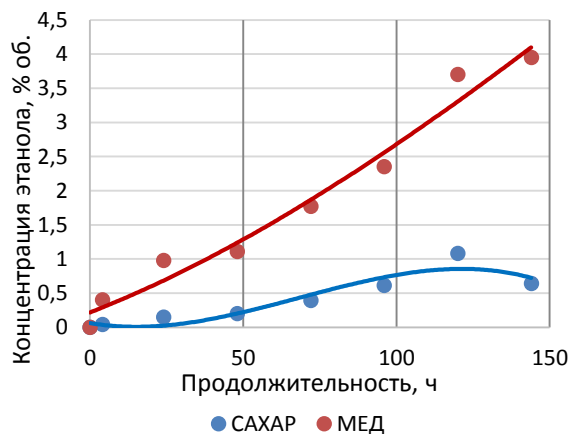


Рис. 6. Изменение концентрации этанола в процессе ферментации дикими дрожжами

Из данных графиков видно, что характер кривых аналогичен опыту с культурными дрожжами, однако при ферментации сусла с сахарным сиропом дикими дрожжами процесс замедляется еще в большей степени. В этом случае конечная концентрация этанола не превышает 1 об. %, что свидетельствует об неудовлетворительном протекании процесса. При

использовании меда активность диких дрожжей сопоставима с активностью культурных дрожжей.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) для получения медовухи с ярко выраженным вкусом и ароматом необходимо использовать мед в количестве не менее 30 % от всех сухих веществ;

2) рекомендуется следующий порционный режим внесения меда: 10 % вносить в сусло до проведения стадии главного брожения и 20 % перед стадией дображивания. Такой режим обеспечит хорошую скорость ферментации, выраженные вкусо-ароматические свойства напитка при удовлетворительных технико-экономических показателях;

3) необходимо провести исследование процесса ферментации дикими дрожжами до 5-й генерации. Возможно, увеличение генераций повысит активность диких дрожжей;

4) для расширения ассортимента медовухи можно при ее получении дополнительно использовать пряно-ароматические добавки, такие, как цитрусая цедрa, корица, бадьян и другие.

#### *Список источников*

1. Как приготовить медовуху и медовое вино // Литрес : офиц.сайт. – URL: <https://www.litres.ru/gleb-karpinskiy/kak-prigotovit-medovuhu-i-medovoe-vino-posobie-dlya-nachin/> (дата обращения: 12.11.2022).

2. Пат. 2741812 Российская Федерация, МПК С12С 12/00. Способ производства пива с медом / И. Н. Мишин, А. И. Мишин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия». – №2019121440 ; заявл. 05.07.2019 ; опубл. 28.01.2021. – Бюл. N 4.

Научная статья  
УДК 620.92

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИХ ТЕСТИРОВАНИЯ

Сергей Владимирович Шильников<sup>1</sup>, Алексей Вадимович Шолин<sup>2</sup>,  
Павел Валерьевич Терентьев<sup>3</sup>, Дмитрий Алексеевич Филатов<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия,  
Нижний Новгород, Россия

<sup>1</sup> shilnikov.serzhik2006@gmail.com

<sup>2</sup> leha.sholin@mail.ru

<sup>3</sup> terentyevpv@inbox.ru

<sup>4</sup> filatov\_da@inbox.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается лабораторный стенд, применяются различные фотоэлектрические солнечные модули, а также проводится сравнение контроллеров заряда с MPPT- и PWM- технологиями.

**Ключевые слова:** нетрадиционные источники энергии, фотоэлектрические солнечные модули, контроллеры заряда

Scientific article

## STUDY OF PHOTOELECTRIC SOLAR MODULES BY DEVELOPING A LABORATORY STAND FOR THEIR TESTING

Sergey V. Shilnikov<sup>1</sup>, Alexey V. Sholin<sup>2</sup>, Pavel V. Terentiev<sup>3</sup>,  
Dmitriy A. Filatov<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>1</sup> shilnikov.serzhik2006@gmail.com

<sup>2</sup> leha.sholin@mail.ru

<sup>3</sup> terentyevpv@inbox.ru

<sup>4</sup> filatov\_da@inbox.ru

**Abstract.** The article considers a laboratory stand in which various photovoltaic modules are used, as well as a comparison of charge controllers with «MPPT» and «PWM».



**Keywords:** non-traditional energy sources, photovoltaic solar modules, charge controllers

В Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии на кафедре МЖиЭСХ разработан и используется лабораторный стенд «Исследование фотоэлектрических солнечных модулей». С помощью лабораторного стенда можно изучить устройство и принцип работы фотоэлектрических солнечных модулей (ФСМ) [1, 2], а также контроллеров заряда MPPT и PWM.

Использование альтернативных источников электрической энергии сегодня набирает большую популярность. Многие люди устанавливают ФСМ, которые могут позволить нагревать воду, накапливать энергию в аккумуляторные батареи, а также питать различные электрические приборы, используя энергию солнца [3, 4].

Внешний вид опытного образца лабораторного стенда «Исследование фотоэлектрических солнечных модулей» представлен на рис. 1, блок-схема лабораторного стенда дана на рис. 2.



Рис. 1. Внешний вид лабораторного стенда «Исследование характеристик ФСМ»

В качестве источника света фотоэлектрического солнечного модуля мы использовали галогеновый светильник. С помощью диммера происходит регулирование мощности источника света. Электрическим приводом изменяли угол наклона ФСМ. С помощью контроллера заряда происходит управление параметрами заряда и разряда. Аккумуляторная батарея сохраняет электричество, преобразованное от солнечной батареи инвертором из 12 В в 220–230 В. Данные напряжения, частоты тока, минимальной и максимальной мощности, времени измеряли ваттметром [5].

На лабораторном стенде были проведены 6 лабораторных работ:

- 1) изучение лабораторного стенда;
- 2) исследование характеристик монокристаллических и поликристаллических солнечных модулей в зависимости от температуры;

3) исследование характеристик монокристаллических и поликристаллических солнечных модулей в зависимости от угла наклона (угла падения лучей);

4) исследование характеристик монокристаллических и поликристаллических солнечных модулей в зависимости от затемнения участков рабочей поверхности;

5) исследование характеристик контроллеров заряда аккумуляторной батареи. Исследование PWM- и MPPT-технологий.

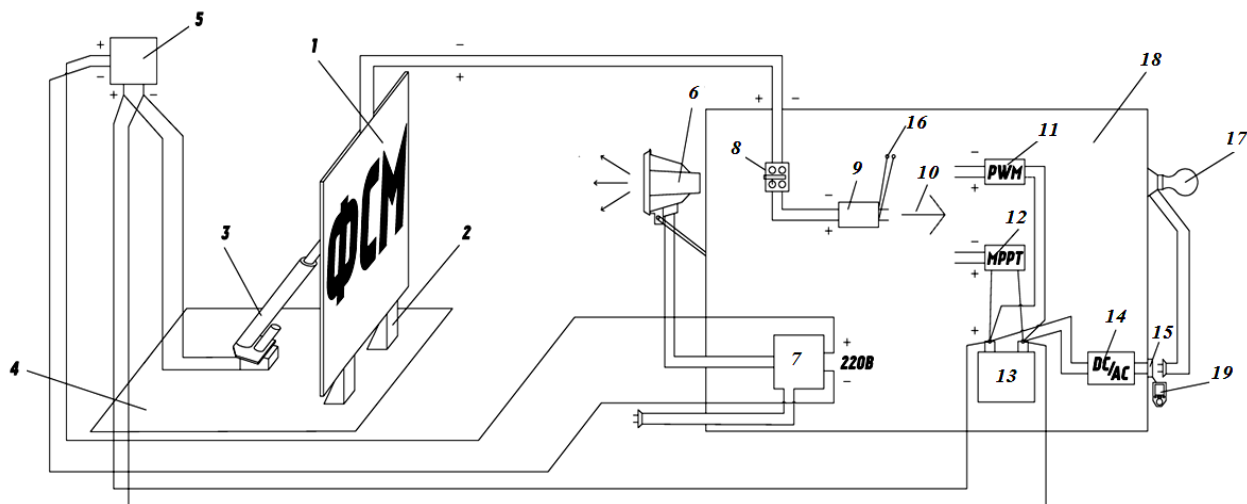


Рис. 2. Блок схема лабораторного стенда:

- 1 – фотоэлектрический солнечный модуль; 2 – поворотный крепеж;
- 3 – актуатор; 4 – основание (фанера); 5 – блок управления к актуатору;
- 6 – прожектор галогенный; 7 – диммер; 8 – автоматический выключатель;
- 9 – ваттметр DC; 10 – переключатель; 11 – контроллер заряда АКБ PWM;
- 12 – контроллер заряда АКБ MPPT; 13 – АКБ гелевый;
- 14 – инвертор 400 Вт; 15 – розетка 220В; 16 – выводы для измерения  $I_{кз}$ ,  $U_{хх}$ ;
- 17 – нагрузка; 18 – электрический шкаф; 19 – ваттметр AC

В ходе работы изучались характеристики поликристаллических и монокристаллических фотоэлектрических солнечных модулей, а также контроллеров заряда аккумуляторной батареи с PWM- и MPPT-технологиями [6, 7]. По полученным данным были построены графики зависимости напряжения (рис. 3) и вырабатываемой мощности от изменения угла наклона ФСМ (рис. 4).

По результатам построенных графиков видно, что характеристики монокристаллического солнечного модуля выше характеристик поликристаллического. Поэтому можно сделать вывод, что данный тип ФСМ более эффективен для использования и внедрения в солнечные электрические станции.

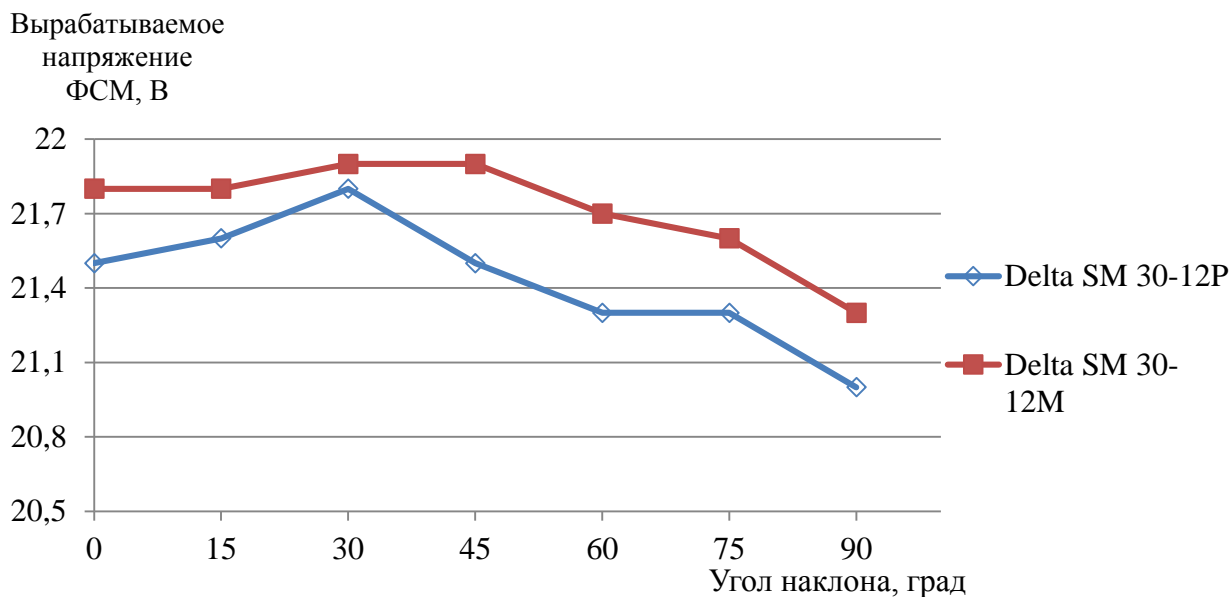


Рис. 3. График зависимости напряжения от изменения угла наклона ФСМ

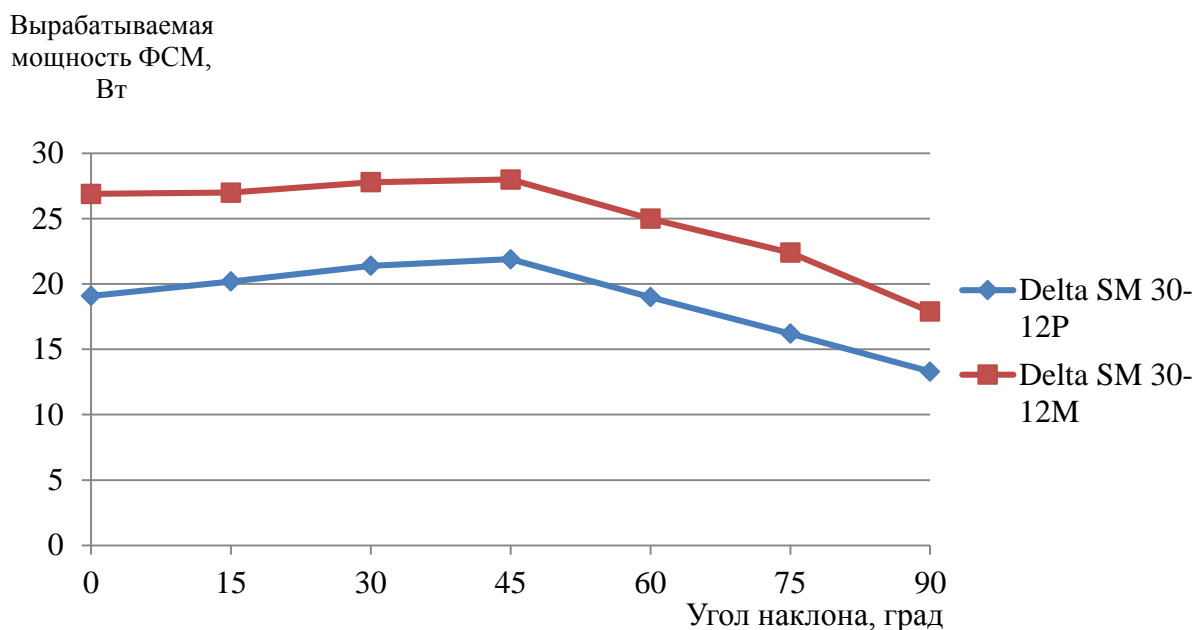


Рис. 4. График зависимости вырабатываемой мощности от изменения угла наклона ФСМ

Также были проведены исследования характеристик контроллеров заряда аккумуляторной батареи с PWM- и MPPT-технологиями. По полученным данным были построены графики зависимости тока нагрузки и мощности от времени (рис. 5, 6). Видно, что характеристики контроллера с MPPT-технологией превосходят характеристики контроллера с PWM-технологией. Поэтому можно сделать вывод о том, что контроллер заряда АКБ Delta с MPPT-технологией эффективнее контроллера заряда АКБ с PWM-технологией приблизительно на 20 %.

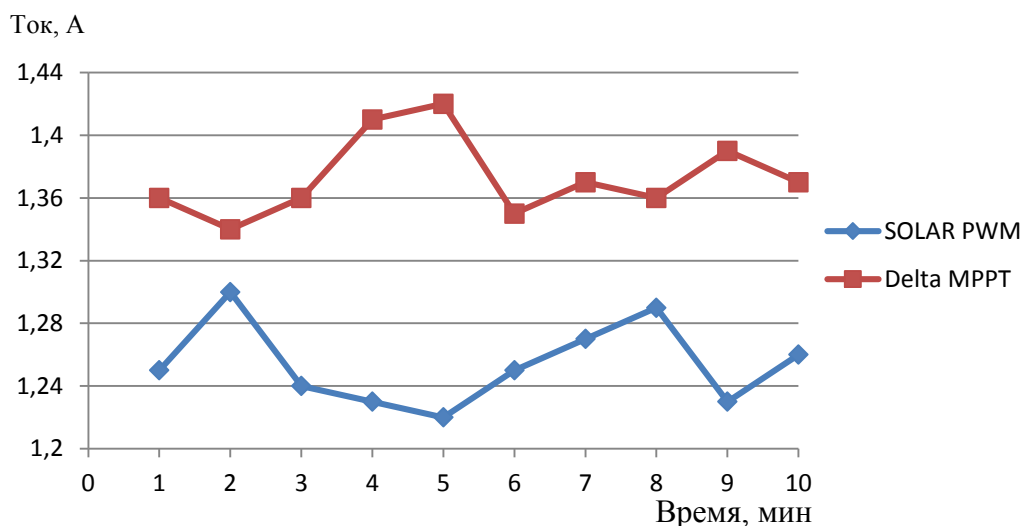


Рис. 5. График зависимости тока нагрузки от времени

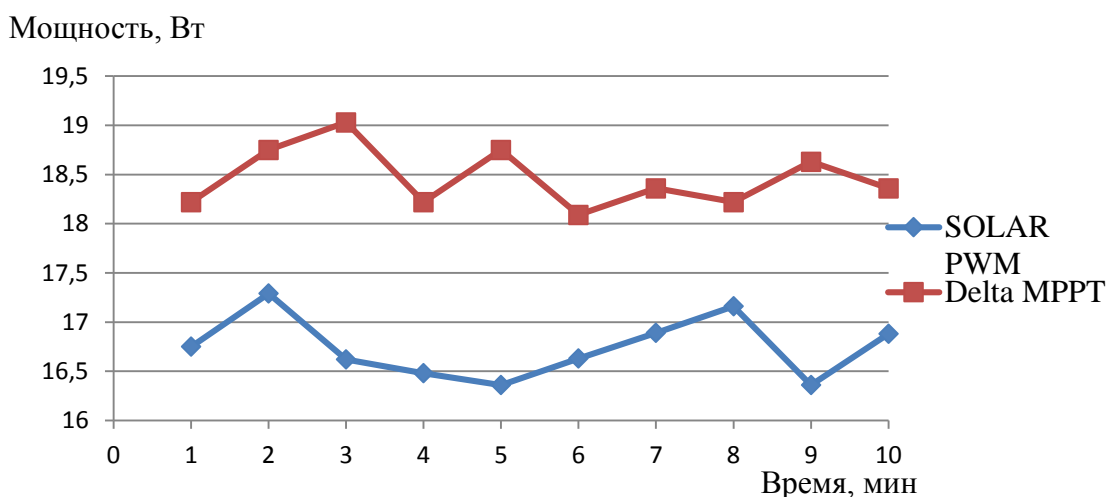


Рис. 6. График зависимости вырабатываемой мощности от времени

С помощью лабораторного стенда «Исследование характеристик ФСМ» были рассмотрены 2 типа фотоэлектрических солнечных модулей: поликристаллические и монокристаллические, доказана эффективность применения монокристаллических фотоэлектрических солнечных модулей по их превосходящим характеристикам. Также были проанализированы 2 типа контроллеров заряда аккумуляторной батареи: с PWM- и MPPT-технологиями; выяснено, что контроллеры заряда с MPPT-технологией эффективнее на 20 % [8].

Проводя лабораторные работы по исследованию характеристик ФСМ на разработанном лабораторном стенде, обучающиеся смогут получить не только теоретические знания, но и практические навыки в одной из сфер возобновляемых источников электроэнергии, а именно, солнечной энергии.

*Список источников*

1. Солнечная панель (модуль) DeltaSM 30-12 P (12В / 30Вт) // Интернет-магазин аккумуляторных батарей Delta (Дельта). – URL: <https://www.delta-battery.ru/solar/delta-sm/sm-poli/Delta-SM-30-12-P/> (дата обращения: 02.02.2023).
2. Солнечная панель (модуль) DeltaSM 30-12 M (12В / 30Вт) // Интернет-магазин аккумуляторных батарей Delta (Дельта). – URL: <https://www.delta-battery.ru/solar/delta-sm/sm-mono/Delta-SM-30-12-M/> (дата обращения: 02.02.2023).
3. Безруких, П. П. Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии / П. П.Безруких, Д. С. Стребков. – Москва : ГНУ ВИЭСХ, 2005. – 264 с.
4. Земсков, В. И. Возобновляемые источники энергии в АПК: учебное пособие / В. И. Земсков. – Санкт-Петербург : Лань. – 2014. – 368 с.
5. Правила устройства электроустановок (седьмое издание). – Москва : Моргкнига, 2018. – 584 с.
6. Значение солнечной инсоляции в г. Нижний Новгород (Нижегородская область). – URL: <https://www.betaenergy.ru/insolation/nizhniy-novgorod>
7. Рывкин, С. М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках / С. М. Рывкин. – Москва : Физматгиз, 1963. – 496 с.
8. Соснина, Е. Н. Современное состояние и перспективы развития нетрадиционной энергетике в Нижегородской области / Е. Н. Соснина, П. В. Терентьев // Возобновляемые источники энергии: материалы Всероссийской научной молодежной школы с международным участием. – Москва : МГУ, 2010. – С. 329–333.

Научная статья  
УДК 606

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЧАГИ

Ева Андреевна Ширинкина<sup>1</sup>, Дарья Сергеевна Бурцева<sup>2</sup>,  
Ильдар Касимович Гиндулин<sup>3</sup>

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

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

<sup>2</sup> burtseva\_ds@mail.ru

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

**Аннотация.** Рассматривается искусственное культивирование чаги, решающее проблему получения чаги как сырья для производства различных фармацевтических и косметических продуктов. Природная чага имеет множество недостатков: наличие посторонней микрофлоры, сезонность сбора; у культивируемой чаги исключается возможность контаминации, значительно уменьшается продолжительность роста.

**Ключевые слова:** чага (*Inonotus obliquus*), искусственное культивирование, питательная среда, технология

Scientific article

## DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR ARTIFICIAL CULTIVATION OF CHAGA

Yeva A. Shirinkina<sup>1</sup>, Daria S. Burtseva<sup>2</sup>, Ildar K. Gindulin<sup>3</sup>

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

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

<sup>2</sup> burtseva\_ds@mail.ru

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

**Abstract.** The article discusses the artificial cultivation of chaga, which solves the problem of obtaining chaga as a raw material for the production of various pharmaceutical and cosmetic products. Natural chaga has many disadvantages: the presence of extraneous microflora, seasonality of collection. While the cultivated chaga eliminates the possibility of contamination, the duration of growth is significantly reduced.

**Keywords:** chaga (*Inonotus obliquus*), artificial cultivation, nutrient medium, technology

В чаге содержится большое количество биологически активных веществ, поэтому ее используют в качестве сырья для производства различных препаратов в фармацевтической и косметической промышленности. На сегодняшний день вся перерабатываемая чага имеет природное происхождение. Но у природной чаги есть ряд недостатков: непостоянство химического состава, наличие посторонней микрофлоры, труднодоступность, малая сырьевая база.

В отличие от природной чаги у чаги, полученной искусственно, исключается возможность контаминации, она легка в переработке, у нее нормализованный химический состав; искусственное культивирование обеспечивает постоянный процесс получения чаги. Благодаря этому березовый гриб (*Inonotus obliquus*), полученный методом искусственного культивирования, является оптимальным сырьем для создания различных видов продукции.

Целью наших исследований стала разработка технологии искусственного культивирования чаги (гриба *Inonotus obliquus*).

Уникальностью гриба *Inonotus obliquus* является высокое содержание биологически активных веществ. Плодовое тело гриба содержит хромогенный полифенол-карбоновый комплекс, гуминоподобную чаговую и агарициновую кислоты, красящие и смолистые вещества, тритерпиноид, инотодиол, полисахариды, стерины, органические кислоты, небольшое количество алкалоидов, натрий, калий и значительное количество марганца. В водных экстрактах чаги определяются разные комплексы меланина. В наростах чаги содержится золы до 12,3 %, в состав которой входят окиси Al, Fe, Si, K, Mg, Cu, Mn, Zn, Na. Выявлены некоторые органические кислоты: щавелевая, муравьиная, уксусная, масляная, ванилиновая, параоксибензойная, две тритерпеновые кислоты из группы тетрациклических тритерпенов, обликвиновая, инонотовая, а также свободные фенолы, полисахариды [1, 2].

Установлено, что березовый гриб повышает защитные реакции организма, активизирует обмен веществ в мозговых тканях, снижает артериальное и венозное давление, оказывает противовоспалительное действие при внутреннем и при наружном применении. Из-за своего состава, а именно, наличия многообразных биологически активных веществ чага имеет широкий спектр фармакологической активности, обладает антитоксическими, иммуномодулирующими, противовирусными и антиоксидантными свойствами, которые позволяют эффективно применять ее в медицине при лечении различных заболеваний, в том числе онкологических. Также гриб применяется в пищевой и косметической промышленности [3].

На сегодняшний день основной проблемой является сложность переработки природной чаги, являющейся сырьем для производства различных продуктов. Обработка и очистка чаги – очень трудоемкий

и кропотливый процесс. Одним из основных плюсов культивируемой чаги является ее чистота, отсутствие посторонней микрофлоры и тяжелых металлов (таблица). Ее состав постоянен в отличие от природной чаги, но может варьироваться в зависимости от компонентов питательной среды. При культивировании чаги расширяется сырьевая база и уменьшается продолжительность роста чаги примерно в 10 раз.

### Сравнение природной и культивируемой чаги

Параметры	Природная чага	Культивируемая чага
Чистота	Присутствует посторонняя микрофлора	Нет посторонней микрофлоры
Постоянство состава	Непостоянный состав	Постоянный состав
Сырьевая база	Ограниченная, непостоянная сырьевая база	Расширенная сырьевая база
Продолжительность роста (по накоплению необходимых БАВ)	От 5 лет	Около 30 дней

В лабораторных условиях был найден оптимальный способ стерилизации природного гриба чаги, который использовался для выделения чистой культуры, проведены эксперименты по культивированию чаги на различных субстратах: глюкозно-картофельном агаре, глюкозно-пептонном агаре, агаризованном овсяном отваре (рис. 1).

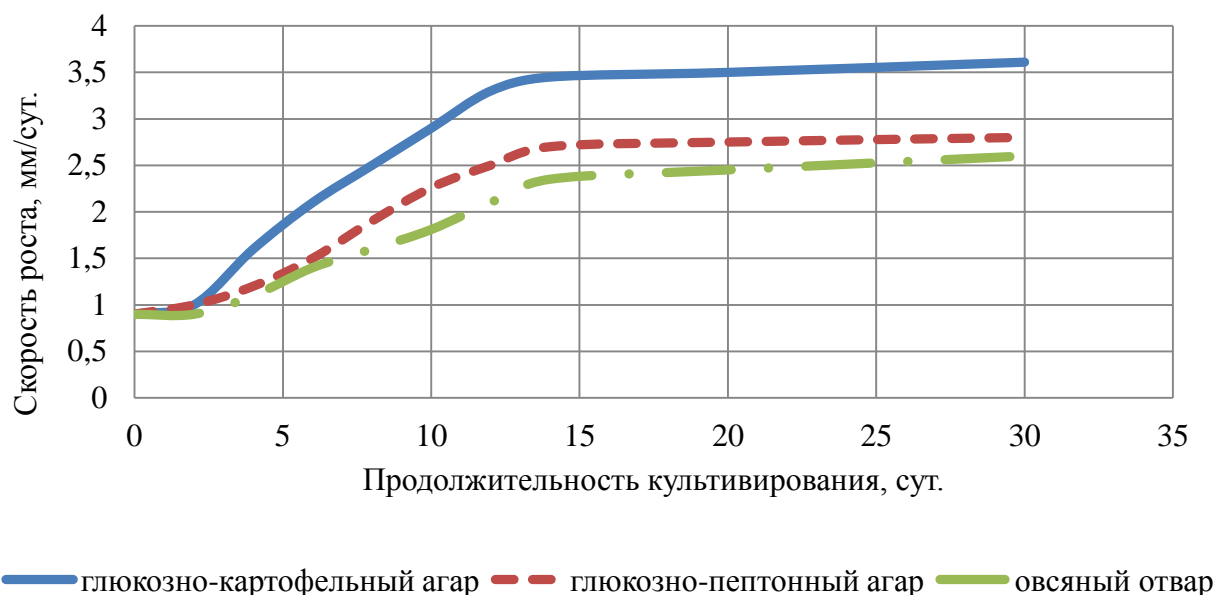


Рис. 1. Рост биомассы *Inonotusobliquus* на различных субстратах

Максимальные значения прироста биомассы наблюдаются при выращивании культуры на глюкозно-картофельном агаре. Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию питательной среды.



В ходе исследования была разработана лабораторная схема искусственного получения чаги (рис. 2). На первом этапе происходит выделение чистой культуры *Inonotus obliquus*. Далее проводится культивирование чаги. Затем проводится отделение культуры от субстрата. На последнем этапе полученная культура высушивается и получается конечный продукт (порошок чаги).



Рис. 2. Лабораторная схема получения чаги

Разработка технологии искусственного культивирования чаги является актуальной задачей, так как данная технология позволит расширить производство препаратов и продуктов на основе чаги.

#### Список источников

1. Анализ компонентов петролейного извлечения из чаги (*Inonotus obliquus* (Pers.) PIL.) методом ГЖХ-МС / Я. Ф. Копытько, О. Ю. Куляк, С. А. Пашенко, Н. И. Вдовина // От растения до лекарственного препарата: материалы Международной научной конференции, Москва, 04–05 июня 2020 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений», 2020. – С. 204–210.

2. Сысоева, М. А. Исследование золя водных извлечений чаги / М. А. Сысоева, В. Р. Хабибрахманова // Химия растительного сырья. – № 1. – 2009. – С. 131–136.

3. Антивирусная, антибактериальная и антигрибковая активность компонентов трутовика скошенного, чаги *Inonotus obliquus* (Fr.) PIL / Т. В. Теплякова, Т. А. Косонова, И. С. Андреева, Н. А. Соловьянова // Успехи медицинской микологии. – 2019. – Т. 20. – С. 535–540.

Научная статья  
УДК 543.63

## СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ КИСЛОТНОЙ ИОНИЗАЦИИ АРСЕНАЗО III

Никита Русланович Ширяев<sup>1</sup>, Татьяна Анатольевна Мельник<sup>2</sup>,  
Татьяна Ивановна Маслакова<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> nik02.shi@mail.ru

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

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

**Аннотация.** Изучен процесс ионизации реагента арсеназо III с использованием спектрофотометрического метода. Рассчитаны показатели констант ионизации и выявлены возможные закономерности ионизации кислотных групп.

**Ключевые слова:** арсеназо III, кислотная ионизация, спектрофотометрический метод

Scientificarticle

## SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF THE ACID IONIZATION CONSTANT OF ARSENAZO III

Nikita R. Shiryaev<sup>1</sup>, Tatiana A. Melnik<sup>2</sup>, Tatiana I. Maslakova<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> nik02.shi@mail.ru

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

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

**Abstract.** The article discusses the process of ionization of the arsenazo III reagent based on the spectrophotometric method. Indicators of ionization constants have been calculated and possible patterns of ionization of acid groups have been revealed.

**Keywords:** arsenazo III, acid ionization, spectrophotometric method

Арсеназо III (3,6-бис-[(2-арсонофенил)азо]-4,5-дигидрокси-2,7-нафталиндисульфокислота) – биазосоединение на основе хромотроповой и *o*-аминофениларсоновой кислот, успешно используемое для аналитического определения более чем 25 элементов [1].

Арсенazo III является восьмиосновой кислотой. Известны некоторые закономерности ионизации кислотных групп биазосоединений на основе хромотроповой кислоты: ионизация –  $\text{SO}_3\text{H}$ , –  $\text{AsO}_3\text{H}_2$  протекает уже в кислых средах, водород второй арсогруппы ионизирует в щелочной области, ионизация оксигрупп происходит только в сильнощелочной среде [1, 2].

Для изучения комплексообразования арсенazo III с ионами металлов в растворе и на твердофазном носителе необходимо знать состояние реагента в растворе при различных значениях рН, т. е. установить соотношение ионных форм органического соединения.

Предварительные исследования показали, что раствор арсенazo III изменяет окраску в зависимости от значений рН от красно-малиновой до фиолетовой с последующим углублением (рис. 1).

При изучении процессов ионизации реагента использован спектрофотометрический метод. Промежуточные значения рН получены последовательным добавлением 0,01 н, 0,1 н, 1 н раствора гидроксида калия к 25 см<sup>3</sup> водного раствора арсенazo III с концентрацией  $5 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup> и первоначальным значением рН 3,4.

Значения рН раствора реагента контролировали на иономере рН-эксперт. Спектры поглощения раствора арсенazo III записывали на спектрофотометре UV-1800.

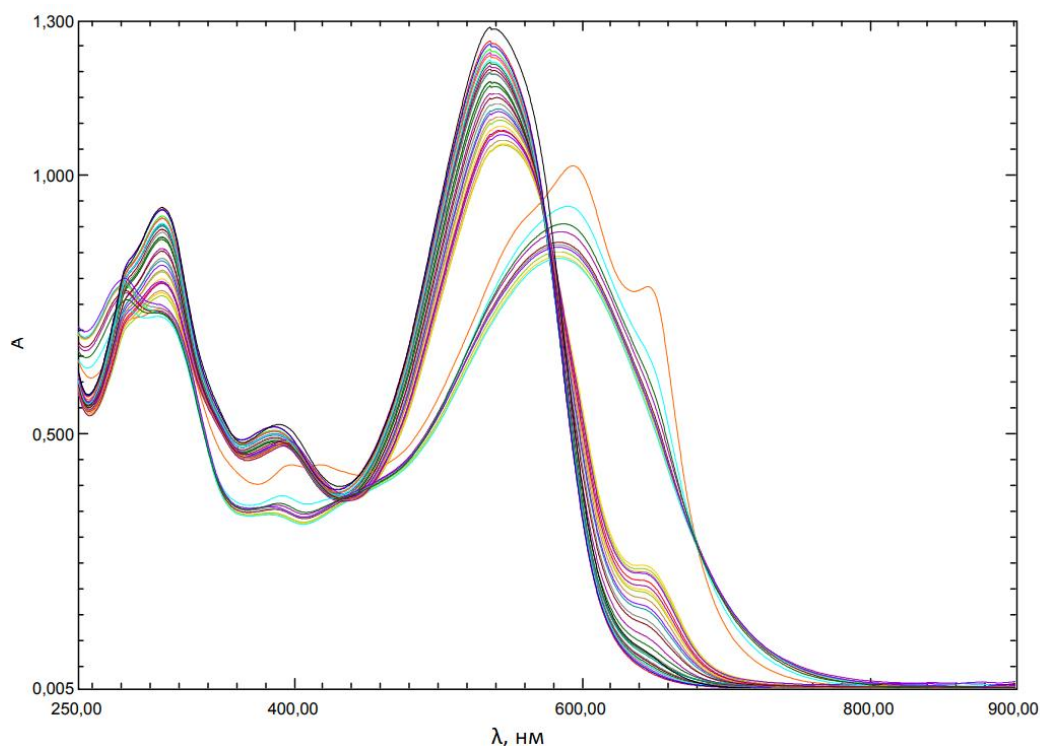


Рис. 1. Спектры поглощения арсенazo III при последовательном изменении рН от 3,4 до 12,9

Кривая зависимости оптической плотности раствора арсенazo III на длине волны  $\lambda = 538$  нм от значения рН от 3,4 до 12,9 показана на рис. 2.

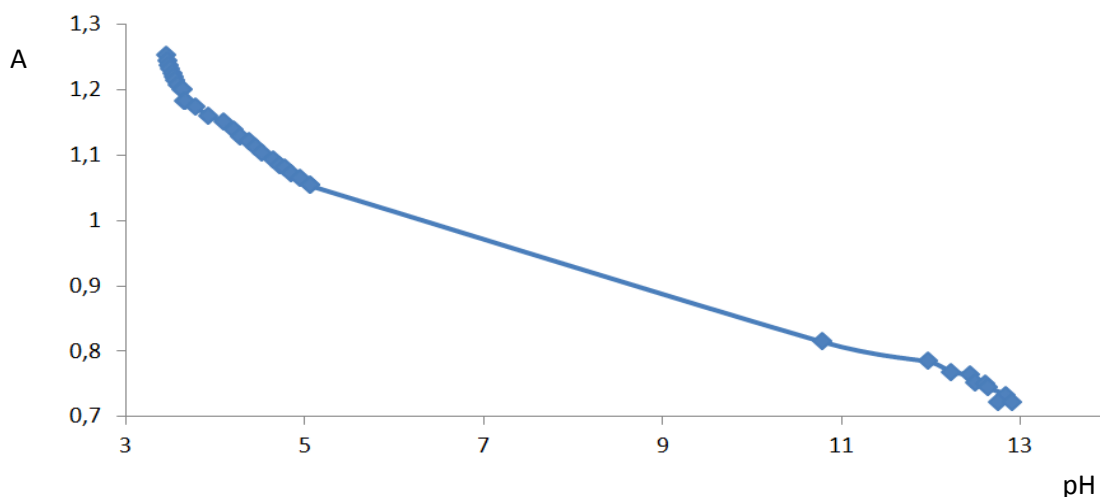


Рис. 2. Зависимость оптической плотности арсеназо III от значения pH

На кривой зависимости  $A=f(\text{pH})$  не наблюдается явного перегиба; это свидетельствует о том, что происходит только одна ступень ионизации, либо значения показателя констант ионизации  $\text{pK}$  очень близки между собой.

Расчет показателя константы ионизации проведен по формуле

$$\text{pK} = \text{pH} + \lg \frac{A_R - A}{A - A_{RH}},$$

где  $A_R$  – оптическая плотность раствора, содержащего ионизированную форму реагента;

$A$  – оптическая плотность раствора, содержащего неионизированную и ионизированную формы реагента, соответствующие определенному значению pH;

$A_{RH}$  – оптическая плотность раствора, содержащего неионизированную форму реагента.

После статистической обработки получены следующие значения показателей констант ионизации:  $\text{pK}_1 = 4,86 \pm 0,49$  и  $\text{pK}_2 = 11,09 \pm 1,02$ .

С большой вероятностью можно предположить, что в слабокислой среде происходит ионизация первой арсогруппы ( $\text{pK}_1 = 4,86 \pm 0,49$ ), а в щелочной – ионизация второй арсогруппы либо оксигрупп ( $\text{pK}_2 = 11,09 \pm 1,02$ ).

Полученные в ходе эксперимента данные позволяют выделить формы реагента, ответственные за образование комплексных соединений с ионами металлов, в том числе в случае иммобилизации арсеназо III на твердофазном носителе.

*Список источников*

1. Саввин, С. Б. Органические реагенты группы арсеназо III / С. Б. Саввин. – Москва : Атомиздат, 1971. – 349 с.
2. Иванов, В. М. Оптические и цветометрические характеристики комплексов эрбия с арсеназоI, арсеназоIII и хлорфосфоназо III / В. М. Иванов, Н. В. Ермакова // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. – 2000. – Т. 41, №3. – С. 174–177.

# СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ, УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ И ГУМАНТИРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Научная статья  
УДК 630.90 332

## ЛЕС КАК СТРАТЕГИЧЕСКИЙ РЕСУРС РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

**Олеся Сергеевна Вакуленко<sup>1</sup>, Сергей Александрович Грачев<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, Россия

<sup>1</sup> vakulenko.olesya2016@yandex.ru

<sup>2</sup> grachev-sa@yandex.ru

*Аннотация.* Лесные ресурсы являются важной составляющей российской экономики, однако ресурсная база истощается и восстанавливается через длительный срок. Поэтому необходимы направления, поддерживающие развитие экономики с минимальным сокращением лесных массивов. В рамках данной работы с позиции лесного туризма предлагается авторский подход по выявлению территорий для развития «безопасного» использования леса.

*Ключевые слова:* лесные ресурсы, лесной туризм, регион, оценка, комплексность развития

Scientific article

## FOREST AS A STRATEGIC RESOURCE FOR REGIONAL DEVELOPMENT

**Olesya S. Vakulenko<sup>1</sup>, Sergey A. Grachev<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir, Russia

<sup>1</sup> vakulenko.olesya2016@yandex.ru

<sup>2</sup> grachev-sa@yandex.ru

*Abstract.* Forests are an important component of the Russian economy, but the resource base is recovering for a long time. We need directions that support the development of the economy with minimal reduction of forests. Within the framework of this work, from the point of view of forest tourism, the author's approach to the definition of territories for the development of “safe” use of forests is proposed.

**Keywords:** forest resources, forest tourism, region, assessment, complexity of development.

Общемировое значение российских лесов высоко, что обусловлено благоприятным климатом, позволяющим использовать биоразнообразие для влияния на международную торговлю [1]. Однако ориентация на лесозаготовку, которая подразумевает сокращение лесных ресурсов и требует длительного периода для восстановления, должна и может реализовываться не во всех субъектах. Поэтому в рамках данной работы исследовательский интерес представляет рассмотрение функции, не требующей сокращения ресурсов, а скорее ориентированной на поддержание и (или) минимизацию сокращения лесных запасов. Данная функция будет способствовать «духовным» природным услугам и обеспечивать поддержание здоровья людей [2]. В современных условиях цифровизации и восстановительного периода после пандемии лесной туризм может рассматриваться с позиции оздоровительной меры как для людей (организация рекреационных комплексов), так и для леса (очистка загрязненных территорий) [3], что в целом должно способствовать гармоничному развитию экономических, социальных и экологических сфер.

С расчетной точки зрения необходимо подобрать территории, которые не заняты сырьевым направлением, поэтому предлагаемый подход имеет следующую структуру.

1. Определение показателей, характеризующих наличие лесного ресурса, его неиспользование для экономической деятельности «Лесозаготовки», а также безопасность при возможном дальнейшем развитии.

2. Выделение регионов России, соответствующих заявленным факторам.

3. Выявление территорий с наиболее благоприятными условиями для развития лесного комплекса с учетом достаточности и безопасности ресурсов посредством годичного ранжирования, сводимого в среднее за период.

В качестве показателя, отражающего наличие ресурса, примем лесистость территорий (в % от общей площади). Для обозначения безопасности – количество лесных пожаров. Наиболее важным является наличие в финансовых результатах по «Лесозаготовкам» нулевого значения, что позволит сделать вывод о неиспользовании ресурса в процессе вырубki, а значит его сохранении на территории в растущем виде. Последнее закладывает предпосылки использования, например, с рекреационной позиции

На основании вышеизложенного был сформирован перечень регионов, отвечающих требованиям как качества, так и достаточности статистических данных, имеющихся в статистическом сборнике [4].

За период с 2007 по 2020 гг. из числа регионов России выделились 13: Белгородская, Липецкая, Тамбовская, Ростовская, Оренбургская, Саратовская и Магаданская области, Ненецкий автономный округ (НАО), Кабардино-Балкарская Республика, Республики Северная Осетия (Алания),

Марий Эл и Татарстан, а также Камчатский край. Финансовые результаты по виду деятельности «Лесозаготовки» рассматриваемых субъектов нулевые, поэтому обратимся к показателям достаточности ресурсов и их безопасности.

В наибольшей степени облесенными территориями за период являются Магаданская область, Камчатский край и Республика Марий Эл, в которых покрытая лесом площадь от общей составляет в среднем 37,49, 42,66 и 55,06 % соответственно.

Наименьшая лесистость представлена в Ростовской и Оренбургской областях и Ненецком автономном округе – 2,41, 4,61, 4,72 % соответственно. Стоит отметить, что в НАО с 2007 по 2017 гг. покрытие лесом составляло 1,1 % от общей площади региона, а с 2018 по 2020 гг. 18 %. В иных субъектах ситуация не характеризуется резкими скачками.

Обратимся к показателю числа лесных пожаров, характеризующему безопасность лесов в субъектах. В числе лидеров по среднему значению за период находятся Республика Марий Эл с 97,79 пожаров, Магаданская область – 112,21 и Оренбургская – 202,64. Если в Республике Марий Эл число пожаров сократилось в среднем на 9,16 %, то в Оренбургской и Магаданской областях произошел прирост в среднем на 6,89 и 11,19 % соответственно.

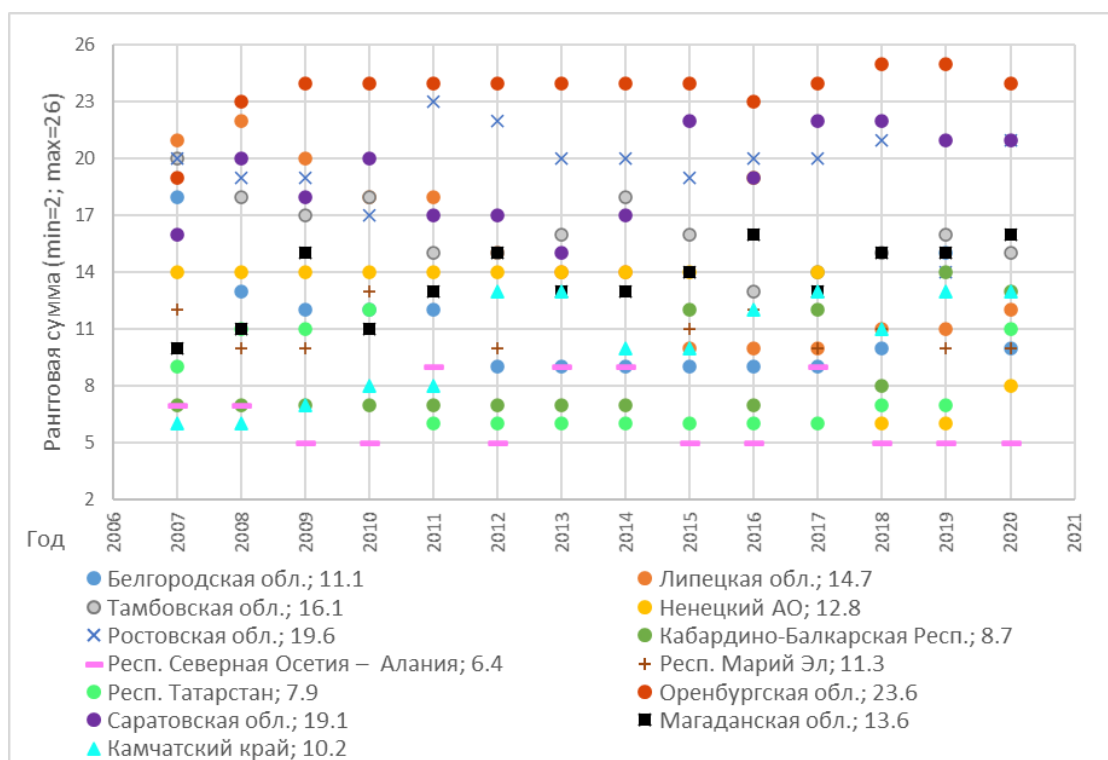
Аутсайдерами по аналогичному расчету являются НАО, Алания и Кабардино-Балкарская Республика с числом пожаров равным 0,14, 0,93 и 1,21 соответственно. Необходимо добавить, в НАО зафиксировано по одному пожару в 2016 и 2020 годы, в иные годы пожаров не наблюдалось. В Кабардино-Балкарской Республике за последние 2 года зафиксировано 9 и 5 пожаров, до этого их число было минимальным, близким к 0. Наиболее изменчивая ситуация в НАО: в течение 8 лет по 0 пожаров (2009, 2010, 2012, 2015, 2016, 2018–2020 гг.), 4 года по одному (2007, 2013, 2014, 2017 гг.) и по два и семь пожаров в 2008 и 2011 гг. соответственно.

После первичного анализа распределим исследуемые регионы по рангам в рамках показателей. Подчеркнем, что пожары оказывают негативное влияние на потенциальное использование ресурсов территории, а значит, ранги, полученные субъектами, будут обратными относительно лесистости. Приведя ранги за конкретные годы к сопоставимому виду: от максимального, равного 13 к минимальному – 1, найдем среднее по сумме рангов за год внутри одного региона. Среднегодовые оценки лягут в основу среднего по периоду.

Отметим, что максимальное годовое значение 26 (13+13), минимальное 2 (1+1). Наиболее благоприятные регионы для развития лесных ресурсов должны стремиться к среднегодовому, равному 2. Аналогично и среднему значению за период.



Полученные результаты представлены на рисунке, где отмечены как среднегодовые значения, так и средние за период (в легенде). Рассмотрим их подробнее.



Ранговое распределение регионов по годам

Исходя из расчетов, следует, что в тройку наиболее благоприятных регионов для развития в различные годы входили Кабардино-Балкарская Республика (2007–2014, 2016), Республика Северная Осетия (2007–2011, 2012–2020), Республика Татарстан (2011–2019), Ненецкий АО (2018–2020), Камчатский край (2007–2011) и Белгородская область (2013–2015, 2017, 2019).

В тройку наименее благоприятных вошли Липецкая (2007–2011), Тамбовская (2007, 2010, 2013, 2014, 2019), Ростовская (2007, 2009, 2011–2018, 2020), Оренбургская (2008–2020) и Саратовская (2008, 2010, 2012, 2015–2020) области, Ненецкий АО (2016).

Обобщая сказанное следует, что наиболее подготовленными территориями с учетом достаточности и безопасности лесных ресурсов являются Республика Северная Осетия (Алания), Республика Татарстан и Кабардино-Балкарская Республика со средними значениями за период, равным 6,43, 7,86 и 8,71 соответственно. Противоположными, т. е. менее подготовленными, являются Саратовская, Ростовская и Оренбургская области с величинами 19,07, 19,64 и 23,64 соответственно.

Явный лидер – Республика Северная Осетия (Алания) по плотности дорог с твердым покрытием занимает четвертое место в России, а значит у данного региона есть преимущество, которое может способствовать притоку людей, что может использоваться для развития как внутреннего, так и внешнего туризма и рекреационной составляющей.

Логическим продолжением заявленного направления видится рассмотрение региональных особенностей лесного ресурса: его вовлеченность в экономические процессы, а также исследование готовности населения к развитию лесного туризма и (или) смежных направлений, которые отвечают как требованиям достаточности вовлекаемых ресурсов, так и их безопасности.

### *Список источников*

1. Кожемяко, Н. П. Роль лесного комплекса в развитии национальной экономики / Н. П. Кожемяко // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник : [сайт]. – 2008. – № 2. – URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_10331799\\_12876717.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_10331799_12876717.pdf) (дата обращения: 01.12.2022).

2. Бобылев, С. Н. Лесные ресурсы и экономика / С. Н. Бобылев // На пути к устойчивому развитию России – Устойчивое природопользование – 2009. – № 47. – URL: [http://www.ecopolicy.ru/upload/File/Bull\\_47.pdf](http://www.ecopolicy.ru/upload/File/Bull_47.pdf) (дата обращения: 01.12.2022).

3. Альмухамедова, О. А. Лесной туризм как неотъемлемая составляющая устойчивого развития / О. А. Альмухамедова // Сервис в России и за рубежом : [сайт]. – 2022. – Т. 16, № 4(101). – URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_49426199\\_70495889.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49426199_70495889.pdf) (дата обращения: 01.12.2022).

4. Регионы России. Социально-экономические показатели: статья сборника / Росстат : [сайт]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 30.11.2022).

Научная статья  
УДК 378.147.88

**ИГРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ  
НА ПРИМЕРЕ ИГРОВОГО СИМУЛЯТОРА  
«FARMING SIMULATOR 22»**

**Ярослав Дмитриевич Егоров<sup>1</sup>, Кирилл Вячеславович Мандрыгин<sup>2</sup>,  
Юрий Валерьевич Ефимов<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> egorovyaroslav02@mail.ru

<sup>2</sup> Илаберма228@mail.ru

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

***Аннотация.*** Приводятся описание и функционал игрового симулятора «FARMING SIMULATOR 22» в качестве примера использования игровых технологий в образовательном процессе студентов, а также его сравнение с симулятором фирмы Komatsu.

***Ключевые слова:*** игровой симулятор, тренажер-симулятор, харвестер, форвардер

Scientific article

**GAME TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS  
ON THE EXAMPLE OF A GAME SIMULATOR  
“FARMING SIMULATOR 22”**

**Yaroslav D. Egorov<sup>1</sup>, Kirill V. Mandrygin<sup>2</sup>, Yury V. Efimov<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup> egorovyaroslav02@mail.ru

<sup>2</sup> Илаберма228@mail.ru

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

***Abstract.*** The description and functionality of the game simulator “FARMING SIMULATOR 22” as the use of gaming technologies in the educational process of students and its comparison with the Komatsu simulator is given.

***Keywords:*** game simulator, simulator, harvester, forwarder

В настоящее время наибольшее распространение получают интерактивные образовательные технологии, в том числе игровые.

Использование игровых технологий в образовательном процессе позволяет повышать мотивацию у обучающихся и желание изучать что-то новое в процессе игры. Обучающиеся выполняют необходимые правила игры, разыгрывают различные сюжеты и получают результаты эффективным способом [1].

“FARMING SIMULATOR 22” – симулятор фермерской, а также лесохозяйственной деятельности, который позволяет организовать собственный бизнес, в том числе и в области лесозаготовки и деревопереработки. В игре реализована возможность прохождения полного бизнес-цикла – от рубки леса – до продажи готовой продукции из древесины. Благодаря хорошо проработанной экономической системе, в игре можно проверить жизнеспособность бизнеса, рассчитать его стоимость, долгосрочные перспективы, ежемесячные затраты и срок окупаемости. Кроме того, “FARMING SIMULATOR 22” обладает обширным выбором лесозаготовительных машин и базовым функционалом для работы на харвестере и форвардере (рис. 1) [2].



Рис. 1. Фрагмент игрового экрана “FARMING SIMULATOR 22”

Наиболее функциональными, естественно, являются профессиональные тренажеры-симуляторы харвестера-форвардера различных фирм “KOMATSU”, “Ponsse”, “John Deere”. Отличительной особенностью таких симуляторов является практически полное погружение в процесс работы благодаря наличию оригинального рабочего кресла и органов управления, идентичных реальной машине. Симуляция задается лишь в плане формирования лесосеки, в остальном оператор как бы «чувствует» манипулятор и управляет им, заготавливая деревья либо погружая их в кузов коника. Для примера, на рис. 2 представлен современный тренажер-симулятор фирмы “KOMATSU”. Он отлично подходит для подготовки и формирования готовых специалистов для работы на лесозаготовительной технике.



Рис. 2. Современный тренажер-симулятор “KOMATSU”

В таблице представлена сравнительная оценка функционала тренажера-симулятора “KOMATSU” и игрового симулятора “FARMING SIMULATOR 22”.

Сравнительная оценка функционала  
тренажера-симулятора с игровым Симулятором

Пункты сравнения	Тренажер-симулятор “KOMATSU”	Игровой симулятор “FARMING SIMULATOR 22”
Возможность управления харвестером-форвардером с помощью джойстиков	+	+
Детальная настройка леса и ландшафта	+	+
Возможность подсчета кубатуры и определения породы	+	+
Вращение харвестерной головки	+	+
Захват харвестерной головкой дерева	+	–
Подъем и опускание харвестерной головки	+	+
Способы пиления дерева	ручной, автоматический	автоматический
Движения манипуляторной стрелы	+	+
Движение телескопической стрелы	+	+
Переломы оси при перенагрузке	+	+
Возможность разрыва гидролиний	+	–
Переключение рабочих режимов двигателя	+	–

## Окончание таблицы

Пункты сравнения	Тренажер-симулятор «KOMATSU»	Игровой симулятор «FARMING SIMULATOR 22»
Встроенный вычислитель цикла	+	–
Износ с выработкой моточасов	+	+
Реалистичность характеристик харвестера	+	+
Масса и возраст дерева	реалистичные	реалистичные

На обоих симуляторах можно в полной мере изучить способы рубки и принцип действия харвестера и форвардера. Тренажер-симулятор харвестера-форвардера «KOMATSU» позволяет подготовить специалиста для работы на лесозаготовительной технике в реальных условиях, чего нельзя сказать о «FARMING SIMULATOR 22». Здесь функционал разбивки на операционные циклы более упрощенный: отсутствуют захват дерева, ручное определение породы и ручной отмер распиловки дерева, также отсутствует система повреждений, что сказывается на работоспособности заготовительной машины [4]. Тем не менее данный игровой симулятор можно использовать в дополнение к тренажер-симулятору из-за наличия в нем интегрирования в игровой процесс бизнес-системы с возможностью прохождения полного лесозаготовительного цикла и разработкой собственного бизнес-плана.

## Список источников

1. Гареева, М. Б., игровые технологии в учебном процессе с применением компьютерного симулятора «Возобновляемые источники энергии» / М. Б. Гареева, Р. И. Гареев, Д. Ю. Чуйкин. // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 5. – С. 19.
2. Christian Ammann. Farming Simulator 22: Let the good times grow- this Fall! Schlieren, Switzerland, 2021. – URL: [https://www.farming-simulator.com/newsArticle.php?lang=en&country=us&news\\_id=214](https://www.farming-simulator.com/newsArticle.php?lang=en&country=us&news_id=214) (дата обращения: 05.12.2022).
3. Имитационный эксперимент на симуляторе харвестера-форвардера «KOMATSU» / А. А. Санталов, Е. В. Чернятьев, С. Б. Якимович, М. А. Тетерина // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов и конкурса по программе «Умник». – Екатеринбург : УГЛТУ, 2017. – С. 25–29.
4. Мохирев, А. П. Тренажеры-симуляторы лесозаготовительных машин при подготовке квалифицированных кадров / А. П. Мохирев // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2014. – № 40. – С. 12–15.

Научная статья  
УДК 51-74

## К ВОПРОСУ О КРИВИЗНЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

**Ксения Вадимовна Забелина<sup>1</sup>, Елена Сергеевна Федоровских<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> kseniya.zabelina2017@yandex.ru

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

**Аннотация.** При проектировании лесовозных автомобильных дорог создается план трассы, элементами которой являются кусочки кривых на плоскости. Авторы считают полезным рассмотреть некоторые способы аналитического представления плоских кривых. Целью работы является определение таких важных математических характеристик кривых как кривизна, радиус и центр кривизны. Данные показатели изогнутости кривой дают возможность достигнуть плавности кривой.

**Ключевые слова:** радиус кривизны, переходные кривые, лесовозные автомобильные дороги

Scientific article

## TO THE QUESTION OF CURVATURE IN THE DESIGN OF LOGGING ROADS

**Kseniya V. Zabelina<sup>1</sup>, Elena S. Fedorovskikh<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> kseniya.zabelina2017@yandex.ru

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

**Abstract.** When designing logging automotive highways, a route plan is created, elements of which are pieces of curves on a plane. The authors consider it useful to consider some methods of analytical representation of plane curves. The aim of the work is to determine such important mathematical characteristics of curves as curvature, radius and center of curvature. These curve curvature indicators make it possible to achieve a smooth curve.

**Keywords:** radius of curvature, transition curves, logging automotive roads

Одна из основных проблем, сдерживающих развитие лесопромышленного комплекса России, – очень низкая степень обеспеченности транспортной инфраструктурой. Слабо развитая дорожно-транспортная инфраструктура лесопользования ограничивает возможности более полного освоения эксплуатационных лесов и снижает экономическую доступность древесных лесных ресурсов [1]. Для увеличения вклада лесного комплекса в социально-экономическое развитие России необходимо совершенствовать существующие и строить новые лесовозные автомобильные дороги.

Основным назначением лесовозных автомобильных дорог является сбор и вывозка заготовленного леса. На структуру транспортной сети и размещение отдельных дорог в лесном массиве оказывает влияние целый ряд факторов [2]. Для устранения трудностей проектирования прибегают к использованию математического аппарата. Трасса лесовозных автомобильных дорог в плане состоит из совокупности элементов, к которым относятся прямая линия, круговые кривые, переходные кривые. Важной характеристикой степени искривленности кривых в различных их точках является кривизна.

На различных участках кривой средняя кривизна будет различной, но существует кривая, для которой средняя кривизна везде одинакова – это окружность [3]. Очень часто в качестве примера круговой кривой берут дугу окружности.

Рассмотрим параметрические уравнения окружности с центром в начале координат и радиусом  $r$ :

$$\begin{cases} x = r \cos t \\ y = r \sin t \end{cases}$$

Получим зависимость кривизны от радиуса кривизны, для этого воспользуемся формулой

$$k = \frac{y'' \cdot x' - x'' \cdot y'}{\sqrt{((x')^2 + (y')^2)^3}}$$

Найдем производные первого и второго порядка:

$$\begin{aligned} x'_t &= (r \cos t)' = -r \sin t & x''_{tt} &= (-r \sin t)' = -r \cos t \\ y'_t &= (r \sin t)' = r \cos t & y''_{tt} &= (r \cos t)' = -r \sin t \end{aligned}$$

Тогда

$$\begin{aligned} k &= \frac{(-r \sin t) \cdot (-r \sin t) - (-r \cos t) \cdot (r \cos t)}{\sqrt{((-r \sin t)^2 + (r \cos t)^2)^3}} = \frac{r^2 (\sin^2 t + \cos^2 t)}{\sqrt{(r^2 (\sin^2 t + \cos^2 t))^3}} = \\ &= \frac{r^2 \cdot 1}{\sqrt{r^6}} = \frac{r^2}{r^3} = \frac{1}{r} \end{aligned}$$



Следовательно,  $k = \frac{1}{r}$  или  $r = \frac{1}{k}$ . Нам удалось установить зависимость кривизны от радиуса кривизны.

*Пример*

Пусть дано общее уравнение окружности  $x^2 + y^2 - 4x + 10y - 7 = 0$   
Найдем кривизну линии.

*Решение*

Преобразуем уравнение окружности к каноническому виду

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = r^2.$$

Сгруппируем слагаемые, содержащие одинаковую переменную

$$(x^2 - 4x) + (y^2 + 10y) - 7 = 0.$$

Выделим полные квадраты по каждой переменной

$$(x^2 - 4x + 2^2) - 4 + (y^2 + 10y + 5^2) - 25 - 7 = 0,$$

откуда  $(x - 2)^2 + (y + 5)^2 - 36 = 0$  или  $(x - 2)^2 + (y + 5)^2 = 36$ .

Таким образом, радиус кривизны  $r = 6$ , а кривизна окружности  $k = \frac{1}{r} = \frac{1}{6}$ .

Переходные кривые используются для того, чтобы кривизна трассы изменялась равномерно и плавно, избегая скачкообразных изменений кривизны вдоль всей трассы [4]. Особенно необходимо избегать резких перемен в тех точках, где происходит соединение разных участков трассы, что может привести к дорожно-транспортному происшествию. Чаще всего в роли переходных кривых берут кубическую параболу, клофоиду, венскую дугу, кадиоиду.

В качестве примера возьмем параметрические уравнения кубической параболы:

$$\begin{cases} x = 2t + 1 \\ y = 3 - 4t^3 \end{cases}.$$

При построении математических моделей участков трассы можно привести данные уравнения линии к уравнению с двумя переменными.

Для этого выразим параметр  $t$  из первого уравнения, получим  $t = \frac{x-1}{2}$ ,

затем подставим во второе. Имеем  $y = 3 - 4\left(\frac{x-1}{2}\right)^3$  или  $y = 3 - \frac{4(x-1)^3}{8}$ .

Окончательно  $y = 3 - \frac{1}{2}(x-1)^3$ .

Это уравнение дает представление о кубической параболе в прямоугольных координатах.

Способы вычисления основных характеристик степени изогнутости кубической параболы приведены в таблице.

Способы вычисления показателей изогнутости кубической параболы

Характеристики кривой	Параметрические уравнения: $\begin{cases} x = 2t + 1 \\ y = 3 - 4t^3 \end{cases} \text{ при } t = \frac{1}{2}$	Уравнение в прямоугольных координатах: $y = 3 - \frac{1}{2}(x-1)^3$ в точке $M(2; 2, 5)$
$k$ (кривизна)	$k = \frac{y''_t \cdot x'_t - x''_t \cdot y'_t}{\sqrt{((x'_t)^2 + (y'_t)^2)^3}}$ $x'_t = 2; \quad x''_t = 0;$ $y'_t = -12t^2; \quad y''_t = -24t.$ <p>Тогда <math>y'_t\left(\frac{1}{2}\right) = -3; \quad y''_t\left(\frac{1}{2}\right) = -12.</math></p> $k = \frac{ (-12) \cdot 2 - 0 \cdot (-3) }{\sqrt{(2^2 + (-3)^2)^3}} = \frac{ -24 }{\sqrt{(4+9)^3}} =$ $= \frac{24}{13^{\frac{3}{2}}} \text{ или } k \approx 0,51$	$k = \frac{ y'' }{(1 + (y')^2)^{\frac{3}{2}}}$ $y'_t = -\frac{3}{2}(x-1)^2; \quad y''_t = -3x + 3.$ <p>Определим значения производных в точке <math>M(2; 2, 5)</math>:  <math>y'_t(2) = -1,5; \quad y''_t(2) = -3.</math></p> $k = \frac{ -3 }{\left(1 + \left(-\frac{3}{2}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}} = \frac{3}{\left(\frac{13}{4}\right)^{\frac{3}{2}}}$ $= \frac{3 \cdot 2^3}{13^{\frac{3}{2}}} = \frac{24}{13^{\frac{3}{2}}} \approx 0,51$
$r$ (радиус кривизны)	$r = \frac{1}{k}$ $r = \frac{1 \cdot 13^{\frac{3}{2}}}{24} = \frac{1}{0,51} \approx 1,96$	

<p style="text-align: center;"><math>C</math> (центр кривизны)</p>	$\begin{cases} \xi = x(t) - y'_t \frac{x'_t{}^2 + y'_t{}^2}{x'_t y''_t - y'_t x''_t}, \\ \eta = y(t) + x'_t \frac{x'_t{}^2 + y'_t{}^2}{x'_t y''_t - y'_t x''_t}. \end{cases}$ <p>Воспользуемся предыдущими вычислениями:</p> $x'_t = 2; \quad x''_t = 0;$ $y'_t\left(\frac{1}{2}\right) = -3; \quad y''_t\left(\frac{1}{2}\right) = -12.$ <p>Тогда</p> $\begin{cases} \xi = 2 - \frac{(-3) \cdot (4+9)}{2 \cdot (-12) - (-3) \cdot 0}, \\ \eta = 2,5 + \frac{2 \cdot (4+9)}{2 \cdot (-12) - (-3) \cdot 0}. \end{cases}$ $\begin{cases} \xi = 0,375, \\ \eta \approx 1,417. \end{cases}$ <p>Координаты центра кривизны: <math>C(0,375; 1,417)</math>.</p>	$\begin{cases} \xi = x + \frac{y'(1+(y')^2)}{ y'' }, \\ \eta = y - \frac{1+(y')^2}{ y'' }. \end{cases}$ <p>Воспользуемся предыдущими вычислениями:</p> $y'_t(2) = -1,5; \quad y''_t(2) = -3.$ <p>Центр кривизны в т. <math>M(2; 2,5)</math>:</p> $\begin{cases} \xi = 2 + \frac{\left(-\frac{3}{2}\right) \cdot \left(1 + \frac{9}{4}\right)}{ -6+3 }, \\ \eta = 2,5 - \frac{1 + \frac{9}{4}}{ -6+3 }. \end{cases}$ <p>Следовательно, <math>\begin{cases} \xi = 0,375, \\ \eta \approx 1,417. \end{cases}</math></p> <p>Координаты центра кривизны в т. <math>M(2; 2,5)</math>: <math>C(0,375; 1,417)</math>.</p>
--	--	---

Обратим внимание на построение графика кубической параболы для случая, если ее уравнение задано в виде  $y = 3 - \frac{1}{2}(x-1)^3$ .

График можно построить, применяя правила сдвига и растяжения. В качестве основной функции рассмотрим  $y_1 = -x^3$ , затем построим график функции  $y_2 = -\frac{1}{2}x^3$  и, наконец, график  $y_3 = 3 - \frac{1}{2}(x-1)^3$ . Графики рассмотренных ранее функций представлены на рисунке.

Таким образом, для достижения требуемой безопасности движения на лесовозных автомобильных дорогах необходимо учитывать количественные показатели изогнутости кривой: кривизну и радиус кривизны, а также уметь работать с разными способами задания кривых на плоскости.

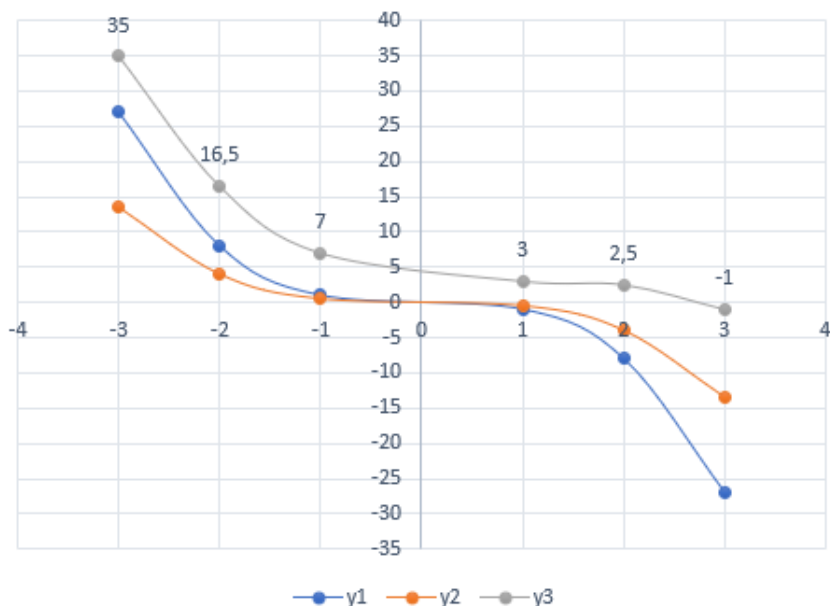


График кубической параболы

*Список источников*

1. Лесные дороги. НИИ леса Финляндии. – URL: <https://projects.luke.fi/bsrforest/wp-content/uploads/sites/40/2009/11/Lesnye-dorogi.pdf> (дата обращения: 02.12.2022).
2. Методы проектирования лесовозных автомобильных дорог, основанные на расчете однозначно определенной трассы / Е. В. Чирков, А. В. Скрыпников, В. Г. Козлов // Лесной вестник = Forestry Bulletin, – 2020. – Т. 24, № 5. – С. 128–137.
3. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3 томах. Том 1 / Г. М. Фихтенгольц. – 14-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 608 с.
4. Захаров Д. Д. Характеристики плоских и пространственных гладких кривых / Д. Д. Захаров, Г. В. Черников, А. И. Гусев. – Москва, 2013. – 35 с.

Научная статья  
УДК 338.012

## САНКЦИИ КАК УГРОЗА СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА.

Даниил Юрьевич Захаров<sup>1</sup>, Екатерина Сергеевна Григорьева<sup>2</sup>,  
Кирилл Викторович Зенько<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> d\_zakharov@inbox.ru

<sup>2</sup> ekaterina.grigoreva.grisha@gmail.com

<sup>3</sup> kirill.votyakov00@mail.ru

**Аннотация.** Дана характеристика понятия санкций. Проанализированы статистические данные лесного комплекса. Дана оценка влияния санкций на лесной комплекс и стратегию его развития.

**Ключевые слова:** санкции, недружественные страны, стратегия развития лесного комплекса

Scientific article

## SANCTIONS AS A THREAT TO THE DEVELOPMENT STRATEGY OF THE FOREST COMPLEX

Daniil Y. Zakharov<sup>1</sup>, Ekaterina S. Grigorieva<sup>2</sup>, Kirill V. Zenko<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> d\_zakharov@inbox.ru

<sup>2</sup> ekaterina.grigoreva.grisha@gmail.com

<sup>3</sup> kirill.votyakov00@mail.ru

**Abstract.** The characteristic of the concept of sanctions is given. Statistical data of the forest complex are analyzed. The impact of sanctions on the forest complex and its development strategy is assessed.

**Keywords:** sanctions, unfriendly countries, a strategy for the development of the forest complex

С 2014 г. Россия находится в режиме так называемых экономических санкций (ограничений), введенных как по инициативе недружественных стран, так и в рамках ответных действий [1]. В последнее время все шире проявляются негативные последствия уже от экстерриториальных санкций.

Под мощнейшим воздействием ограничительных мер попали как физические, так и юридические лица, как государственные институты и организации, так и частные предприятия. Ограничения по своей экономической сути являются методом недобросовестной конкуренции. Количество и направленность санкций обеспечили формирование так называемых секторальных санкций. Данные свидетельствуют, что на май 2022 года общее количество санкций превысило 10 тыс. (к 1 декабря 12 тыс.), и по их количеству Россия заняла первое место в мире. Отметим, что 83 % из их числа – санкции против физических лиц [2].

Трудно найти сектор экономики, который бы не был затронут санкциями. Лесной комплекс не стал исключением. Проявление санкций почувствовали руководители профильных министерств, промышленных предприятий, и дали соответствующие оценки [3, 4]. Экономика, предприятия и граждане почувствовали дефицит и резкий взлет цен на некоторые виды продукции лесного комплекса: белую офисную бумагу для печати, ленту для кассовых аппаратов, бумажную упаковку.

По последним данным Рослесинфорга, динамика производства и экспорта по видам продукции была разнонаправленной. Так, в период с января по сентябрь 2022 г. производство бумаги и картона выросло на 3 %, в целом целлюлозно-бумажной продукции – на 1,3 % [5]. Экспорт пиломатериалов за тот же период вырос на 3,4 %. Однако специалисты указывают на временный характер положительной динамики [6]. Снижение объемов производства произошло во всех иных подотраслях лесного комплекса. Спад в деревообработке (пиломатериалы, фанера, плиты) был значителен – 9,6 %. Наибольшее падение – в производстве фанеры и шпона, 25,6 и 23,6 % соответственно.

Прямое негативное воздействие лесной комплекс получил в результате введения пятого и восьмого пакетов санкций Евросоюза. Ограничения затронули широкий спектр продукции – от древесины и фанеры до отдельных видов бумаги. Экспорт лесопромышленной продукции, затронутый санкциями, значителен и составляет 6 млрд. долл. [7] Отметим, что за весь 2021 г. почти 46 % экспорта приходилось на «недружественные» страны, и из них 75 % на страны Евросоюза. За первую половину 2022 г. произошел спад, но 30 % экспорта также пришлось на указанные страны. Почти 20 % поставок удалось перенаправить в страны Ближнего Востока, Азию, Африку и Латинскую Америку. За этот же период в дружественные страны было отгружено 70 % экспорта, с сильным перевесом в пользу Китая. Очевидно, что изменить логистику, заключить новые контракты будет непросто.

В соответствии с Указом Президента планировалось за счет сокращения экспорта круглого леса простимулировать его глубокую переработку. Однако новые санкции препятствуют этой задаче [8].

В результате, как указывает вице-президент Союза лесопромышленников Андрей Фролов, значительная часть введенных новых производственных мощностей не используется. Строительство новых ЦБК, предусматриваемых в Стратегии как основа кластеров, под угрозой.

До введения санкций Россия являлась крупнейшим экспортером пиломатериалов и входила в десятку стран экспортеров лесоматериалов. В последние 5 лет экспорт лесной продукции рос высокими темпами, появились новые предприятия по переработке леса, инвестиционные проекты новых ЦБК на Дальнем Востоке и Сибири.

В июне 2022 г. в Совете Федерации состоялся круглый стол о состоянии лесопромышленного комплекса в условиях санкций. Ряд специалистов оценили ситуацию как крайне тяжелую, используя такие оценочные характеристики, как «апокалипсис», «катастрофа».

Можно констатировать, что если не по итогам года, то в ближайшие

- 1) падение объемов производства;
- 2) снижение экспорта;
- 3) недополучение инвестиций на развитие высокотехнологичных производств;
- 4) сворачивание новых проектов по глубокой переработке древесины;
- 5) разрыв цепочек поставок (в том числе за счет ограничений в контейнерных перевозках);
- 6) удорожание логистики;
- 7) срыв необходимых поставок техники и технологий из Европейского союза и США;
- 8) перенастройка системы расчетов (в том числе отход от валют недружественных стран);
- 9) появление зависимости от рынка сбыта в КНР, и инвестиций из нее.

Мнения отдельных специалистов и руководителей лесного комплекса, приведенные статистические данные, возможность новых санкций ставят под угрозу не только ключевые показатели стратегии развития лесного комплекса, но и, возможно, саму концепцию развития данного комплекса.

Если рассматривать цель и задачи Стратегии, то, в частности, новым дополнительным рискам подвергаются такие из них, как технологическое обновление и модернизация материально-технической базы и поддержка проектов развития перерабатывающих производств [9]. Более того, заявленная задача по обеспечению опережающего роста лесного сектора экономики выглядит недостижимой. Сценарий Стратегии – стимулирование развития производства инновационных продуктов из древесины и современной упаковки из бумаги и картона, развитие экспортного потенциала лесного комплекса, также может быть пересмотрен.

*Список источников*

1. Распоряжение Правительства РФ от 05.03.2022 № 430-р (ред. от 29.10.2022) «Об утверждении перечня иностранных государств и территорий, совершающих недружественные действия в отношении Российской Федерации, российских юридических и физических лиц» : [сайт]. – URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=430227&dst=100007#0hjt2PTSIeX4Wrhy> (дата обращения: 01.11.2022)
2. Russia sanctions dashboard // Russia sanctions [сайт]. – URL: <https://www.castellum.ai/russia-sanctions-dashboard> (дата обращения: 05.11.2022).
3. Катастрофа, апокалипсис и другие оценки ситуации в лесопромышленной отрасли : [сайт]. – URL: <https://www.interfax.ru/business/847503> (дата обращения: 05.11.2022).
4. В Рослесинфорге прокомментировали новый пакет санкций Евросоюза : [сайт]. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/15176133> (дата обращения: 05.11.2022).
5. В России стали производить больше бумажной продукции: [сайт]. – URL: <https://roslesinforg.ru/news/all/7642/> (дата обращения: 05.11.2022).
6. У экспорта пиломатериалов заканчиваются точки роста. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5459696> (дата обращения: 05.11.2022).
7. Под санкции ЕС попала лесопромышленная продукция на сумму до \$6 млрд : [сайт]. – URL: <https://www.vedomosti.ru/business/news/2022/04/15/918221-roslesinforg-sanktsii-lesopromishlennaya-produktsiya> (дата обращения: 05.11.2022).
8. Указ Президента РФ от 08.03.2022 № 100 (ред. от 26.10.2022) «О применении в целях обеспечения безопасности Российской Федерации специальных экономических мер в сфере внешнеэкономической деятельности» : [сайт]. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_411102/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_411102/) (дата обращения: 05.11.2022).
9. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400235155/> (дата обращения: 05.11.2022).



Научная статья  
УДК 330.11

## ДИНАМИКА КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСНОГО СЕКТОРА РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Алина Александровна Изранцева<sup>1</sup>, Юлия Александровна Капустина<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> ms.izrantseva@mail.ru

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

**Аннотация.** Кадры являются ключевым ресурсом каждой отрасли. К факторам трансформации кадрового потенциала лесного сектора России относятся социально-экономическая среда, уровень технической оснащенности отраслевых производств, инвестиционный климат в отрасли, состояние отраслевого образования.

**Ключевые слова:** лесной сектор, кадры, кадровый потенциал, численность занятых, высокопроизводительные рабочие места

Scientific article

## DYNAMICS OF THE HUMAN RESOURCE POTENTIAL OF THE RUSSIAN FOREST SECTOR

Alina A. Izrantseva<sup>1</sup>, Yuliya A. Kapustina<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> ms.izrantseva@mail.ru

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

**Abstract.** Human resources are a key resource in every industry. The transforming factors of the personnel potential of the Russian forest sector include the socio-economic environment, the level of technical equipment of industry production, the investment climate in the industry, the state of industry education.

**Keywords:** forest sector, personnel, personnel potential, number of employees, high-performance jobs

Основой успешного развития каждой отрасли являются кадры. Лесной сектор экономики не исключение. Без грамотных, способных к эффективному, качественному решению профессиональных задач кадров на всех уровнях управления и всех стадиях создания отраслевого продукта

невозможно достижение стратегических целей развития как отраслевого сектора, так и национального хозяйства.

Отрасли экономики выступают конкурентами по отношению друг к другу в борьбе за квалифицированные кадры. Численность занятых в лесном секторе РФ в 2021 г. достигла максимального значения за последние пять лет, составив 1183,5 тыс. чел. (рис. 1). Показатель рассчитан путем суммирования занятых по трем укрупненным видам экономической деятельности, формирующим лесной сектор экономики:

- лесоводство и лесозаготовки;
- обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения (далее также – Обработка древесины и производство изделий из дерева, деревообработка);
- производство бумаги и бумажных изделий (далее – бумажное производство) [1, 2].

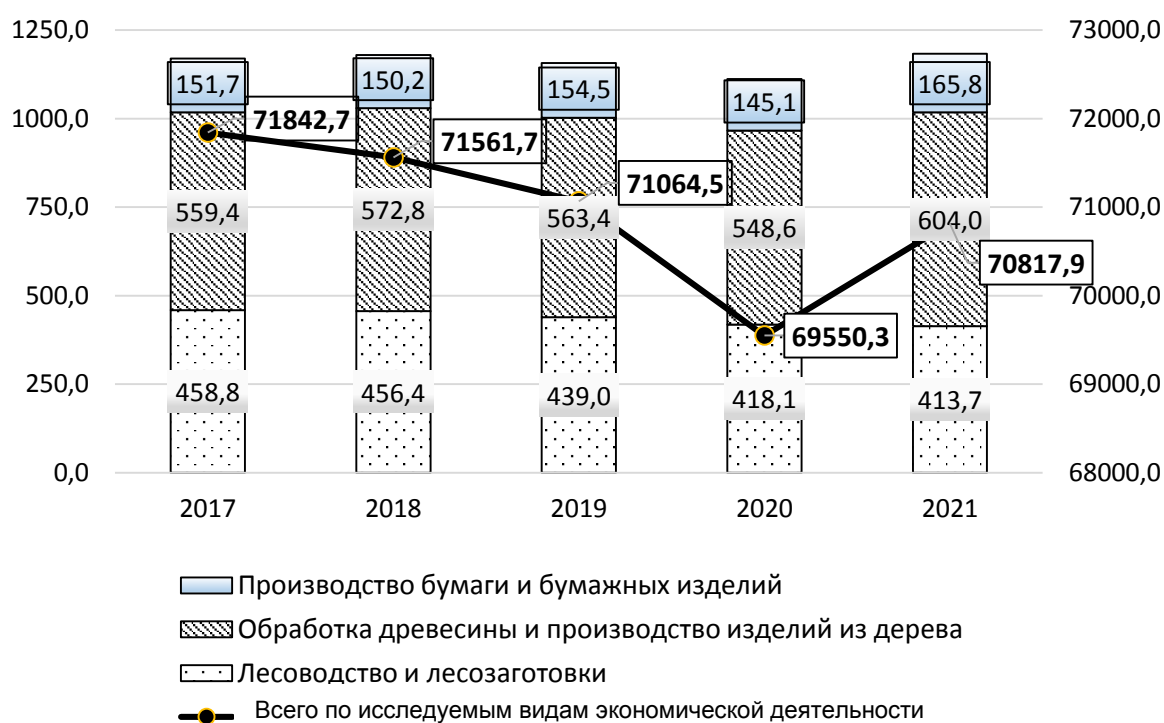


Рис. 1. Динамика численности занятых в лесном секторе РФ, тыс. чел. [3]

Характер изменения занятости в лесном секторе повторяет общероссийские тенденции: снижение к 2020 г. и рост в 2021 г. Аналогичные трансформации характерны для обрабатывающих видов деятельности: несмотря на падение показателя в «пандемийном» 2020 г., прирост занятых в бумажном производстве за пять лет составил 9,3 % (165,8 тыс. чел против 151,7 тыс. чел.), в деревообработке – 8,5 % (604,0 тыс. чел. против 559,4 тыс. чел.). Подобные изменения положительно

характеризуют динамику кадровой безопасности отрасли: прирост обусловлен вводом в действие новых производств.

В заготовительном сегменте лесного сектора наблюдается снижение численности работников на всем исследуемом временном интервале: минимальное значение 413,7 тыс. чел. отмечено в 2021 г., что на 11 % ниже величины 2017 г. (см. рис. 1).

Динамика среднесписочной численности работников лесного сектора иная (рис. 2). Подъем отраслевых значений в 2018 г. сменяется устойчивым снижением в последующие три года. В результате среднесписочная численность работников сектора в 2021 г. демонстрирует самые низкие значения за последние пять лет (474,6 тыс. чел.). В целом по экономике показатель устойчиво снижается и составляет в 2021 г. менее 43 млн чел.

Разрыв в значениях численности занятых и среднесписочной численности работающих в 2,5 раза обусловлен высокой долей в лесном секторе РФ хозяйствующих субъектов, не сдающих бухгалтерскую финансовую отчетность (индивидуальные предприниматели), сезонным характером работ в первичном сегменте отрасли, а также особенностями статистического наблюдения (показатель среднесписочной численности не включает внешних совместителей, сотрудников в неоплачиваемых отпусках, отпусках по беременности и родам) [4]. Разрыв между показателями в целом по российской экономике ниже, чем в лесном секторе – в 1,6 раз занятых больше в сравнении со среднесписочной численностью (см. рис. 1, рис. 2).

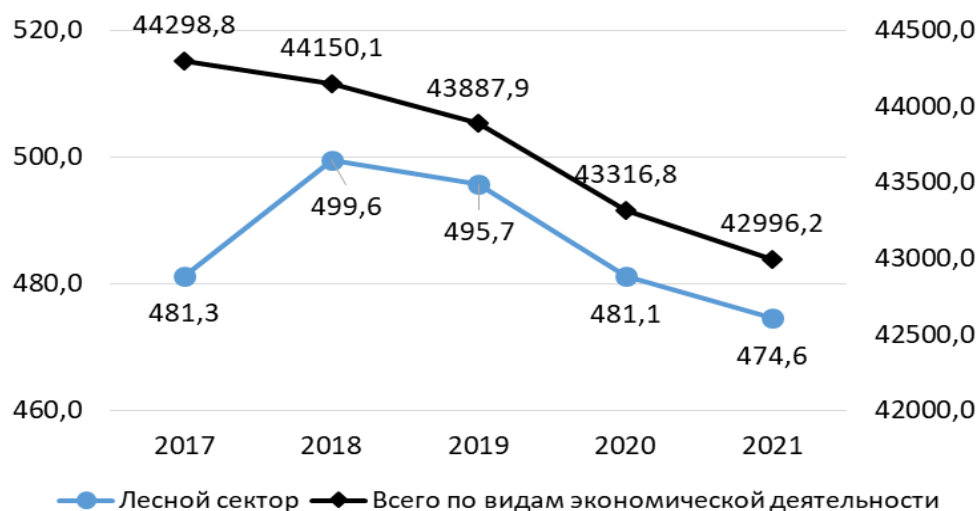


Рис. 2. Динамика среднесписочной численности работающих (по полному кругу предприятий), тыс. чел. [3]

Динамика числа высокопроизводительных рабочих мест противоположна среднесписочной численности, что отражает рост уровня технической оснащённости производств (рис. 3).

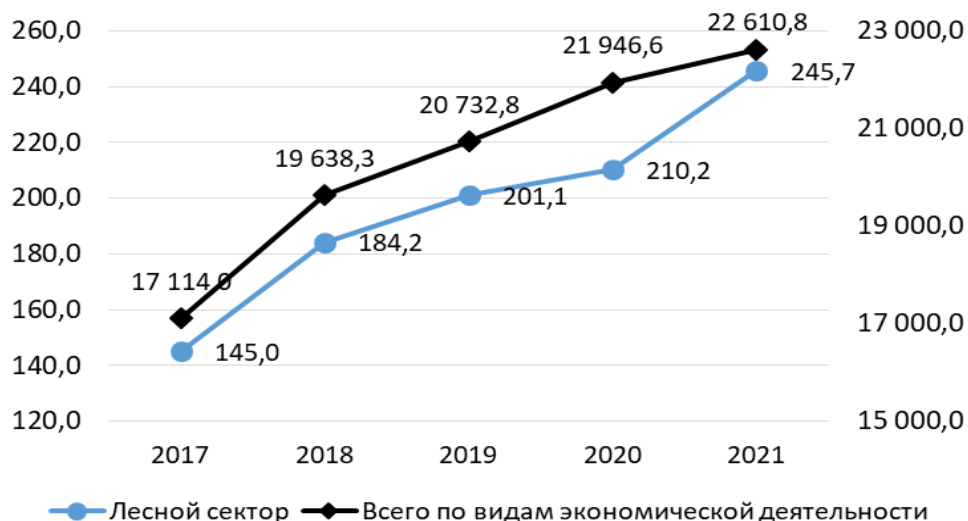


Рис. 3. Динамика количества высокопроизводительных рабочих мест, тыс. ед. [3]

Кадровый потенциал лесного сектора РФ и инновационно-технологический уровень его развития характеризуют доля высокопроизводительных рабочих мест в общей численности занятых в отраслевом комплексе (таблица).

#### Относительные показатели уровня кадровый потенциала лесного сектора РФ

Показатели	2017	2018	2019	2020	2021
Доля занятых в лесном секторе (в общем числе занятых в экономике РФ), %					
Лесоводство и лесозаготовки	0,64	0,64	0,62	0,60	0,58
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки	0,78	0,80	0,79	0,79	0,85
Производство бумаги и бумажных изделий	0,21	0,21	0,22	0,21	0,24
Лесной сектор РФ, всего	1,63	1,65	1,63	1,60	1,67
Доля высокопроизводительных рабочих мест (от числа занятых), %					
Лесоводство и лесозаготовки	8,28	11,05	11,04	13,03	13,13
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки	9,94	10,89	13,02	13,05	16,34
Производство бумаги и бумажных изделий	33,92	47,51	51,30	57,98	55,91
Лесной сектор РФ (в среднем)	12,40	15,62	17,38	18,90	20,76
Все виды экономической деятельности	23,82	27,44	29,17	31,55	31,93

Очевидна положительная динамика доли занятых в лесном секторе в 2017–2018, 2021 гг. Значение на конец исследуемого периода достигает 1,67 %, что сопоставимо с вкладом сектора в общероссийский ВВП.

Превышение доли занятых над долей отраслевого продукта в ВВП (на протяжении многих лет в пределах 1 %) говорит об экстенсивном характере развития сектора и отставании от иных отраслей по уровню производительности и эффективности [5].

Доля высокопроизводительных рабочих мест растет как по отдельным видам деятельности, так и по лесному сектору в целом. Среднероссийское значение (31,93 % в 2021 г.) превышает лишь бумажное производство – самый высокотехнологичный отраслевой сегмент (55,91 % в 2021 г.).

Инновационно-технологический уровень развития лесного сектора РФ характеризуется недостаточной степенью технической оснащенности отраслевых производств, неактуальными технологиями обработки отраслевого продукта, низким уровнем переработки отходов. Преодоление системных отраслевых проблем – комплексная задача, решать которую должны квалифицированные кадры.

#### *Список источников*

1. Капустина, Д. А. Развитие кадрового потенциала – условие обеспечения экономической безопасности региона / Д. А. Капустина, Ю. Н. Ростовская, Л. М. Долженко // Инновации – основа развития целлюлозно-бумажной и лесоперерабатывающей промышленности : сборник материалов VI Всероссийской отраслевой научно-практической конференции, Екатеринбург, 24 марта 2018 года. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – С. 285–291.

2. Капустина, Ю. А. Развитие методических инструментов сравнительной оценки потенциала региональных отраслевых комплексов на примере лесного сектора экономики / Ю. А. Капустина, Ю. Н. Ростовская, Е. Н. Стариков // Бизнес. Образование. Право. – 2018. – № 4 (45). – С. 121–129. – DOI 10.25683/VOLBI.2018.45.455.

3. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). – URL: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 16.11.2022).

4. Капустина, Ю. А. Управление затратами на персонал: теоретико-методический подход: монография / Ю. А. Капустина, Г. Р. Корнова. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2008. – 157 с. – ISBN 978-5-94984-178-5.

5. Ростовская, Ю. Н. Состояние и перспективы деревообрабатывающих предприятий / Ю. Н. Ростовская, О. В. Велиева, Ю. А. Капустина // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды IX Международного евразийского симпозиума (Екатеринбург, 23–25 сентября 2014 года) ; под научной редакцией В. Г. Новоселова. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. – С. 26–29.

Научная статья  
УДК 330.11

## ПРОБЛЕМЫ КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЕСНОГО СЕКТОРА РОССИИ

**Алина Александровна Изранцева<sup>1</sup>, Юлия Александровна Капустина<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> ms.izrantseva@mail.ru

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

**Аннотация.** Ключевым фактором наличия риска нехватки кадров в российском лесном секторе является низкий уровень заработной платы. Сформулированы направления повышения уровня кадровой безопасности лесного сектора. Установлена необходимость модернизации системы лесотехнического образования, повышения престижности профессии.

**Ключевые слова:** лесной сектор, кадры, кадровая безопасность, риск нехватки кадровых ресурсов, заработная плата

Scientific article

## PROBLEMS OF PERSONNEL SECURITY RUSSIAN FOREST SECTOR

**Alina A. Izrantseva<sup>1</sup>, Yuliya A. Kapustina<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> ms.izrantseva@mail.ru

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

**Abstract.** A key factor in the risk of shortage of personnel in the Russian forest sector is the low level of wages. Directions for improving the level of personnel security in the forest sector have been formulated. The need to modernize the system of forestry education, to increase the prestige of the profession has been established.

**Keywords:** forest sector, personnel, personnel security, risk of shortage of human resources, wages

Проблемы кадрового обеспечения носят системный характер: их решение приобретает определяющее значение для комплексного преодоления отраслевых кризисных явлений.

На основе изучения отраслевых стратегических и программных документов, научных публикаций основные проблемы развития отечественного лесного сектора систематизированы на схеме (рис. 1) [1, 2].



Рис. 1. Проблемы развития лесного сектора российской экономики

Кадровая безопасность отраслевого комплекса в научных исследованиях и программных документах противопоставляется риску нехватки человеческих ресурсов. Данный ресурсный риск рассматривается в количественном и качественном аспектах. Первый заключается в дефиците кадров, второй обусловлен низким уровнем их профессиональной подготовки либо несоответствием специализации кадров потребностям и профилю деятельности предприятия. Уровень кадровой безопасности отрасли может быть оценен при помощи системы абсолютных и относительных показателей: численность занятых, высокопроизводительные рабочие места, производительность, структура кадров по уровню образования, квалификации, возрасту, иным параметрам и др. [3, 4]. Массив показателей является информационной основой идентификации отраслевых рисков и формирующих их факторов.

Факторы наличия риска нехватки кадров в лесном секторе экономики РФ преимущественно носят социальный характер. Определяющими среди них являются низкий уровень оплаты труда в отрасли, снижение престижности профессии и специального лесотехнического образования, недостаточная мотивация, падение компетентности среднего и высшего звена «лесного» менеджмента, увеличение разрыва между уровнем развития сельских и городских территорий, разрушение социальной инфраструктуры отраслевых предприятий лесного сектора.

Среднемесячная номинальная заработная плата работников в РФ составляет 61,8 тыс. руб. (по данным Росстата за январь–сентябрь 2022 г.). Самый низкий уровень оплаты в России зафиксирован по виду деятельности «Сбор и заготовка пищевых лесных ресурсов, недревесных лесных ресурсов и лекарственных растений» – по итогам 9 месяцев 2022 г. составил 22,8 тыс. руб. в месяц. Самая высокая заработная плата у сотрудников по виду «Деятельность холдинговых компаний» – 437,3 тыс. руб. Стабильно высок уровень оплаты труда в области информации и связи (110, 1 тыс. руб.), в сфере нефте- и газодобычи (167,8 тыс. руб.).

Уровень оплаты труда в сегментах лесного сектора различается, как по отдельным видам производств, так и по регионам страны (таблица). Ожидаемо самым зарплатоемким сегментом лесного сектора РФ является бумажное производство: уровень оплаты труда превышает среднероссийское значение.

Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике РФ (январь-сентябрь 2022 года), руб. [5]

Вид экономической деятельности	Сумма		
	РФ	УрФО	Свердловская область
Лесоводство и лесозаготовки	46 205,6	38 033,5	30 679,9
Обработка древесины и производство изделий из дерева	40 116,0	37 026,9	34 128,1
Производство бумаги и бумажных изделий	64 385,8	36 648,3	34 183,0
Всего по видам экономической деятельности	61 794,3	65 847,2	52 970,7

В УрФО картина обратная: работники указанного сегмента получают самую низкую зарплату в отрасли (36,6 тыс. руб.). Соотношение между сегментами лесного сектора в Свердловской области различается: в деревообработке и бумажном производстве уровень оплаты труда практически одинаков (около 34 тыс. руб.).

С целью сопоставления номинальной заработной платы работающих лесного сектора РФ со средним уровнем в национальной экономике рассчитано отношение показателя в каждом отраслевом сегменте к средней заработной плате по всем видам экономической деятельности (рис. 2).

Ситуация на протяжении последних 9 лет меняется несущественно: уровень заработной платы в лесном секторе ниже среднероссийских значений, за исключением бумажного производства. Данное обстоятельство является ключевым фактором сохранения риска нехватки кадровых ресурсов в лесном секторе. Как следствие, в отрасли наблюдается дефицит квалифицированных специалистов: около четверти работников не имеют профильного образования. Происходит «старение» отраслевого персонала: около трети сотрудников старше 50 лет.

Очевидным представляется необходимость модернизации системы профессионального лесотехнического образования, которая не покрывает в настоящее время кадровую потребность отрасли. В РФ более 40 вузов осуществляют подготовку по «лесным» направлениям, однако профильных учебных заведений осталось только три (Екатеринбург, Санкт-Петербург, Воронеж). При текущей потребности кадров с высшим и средним



профессиональным образованием, составляющей по разным оценкам от 12 до 15 тыс. человек, ежегодный выпуск насчитывает около 8 тыс. специалистов. При этом высока доля выпускников, выбирающих профессии вне лесного сектора.

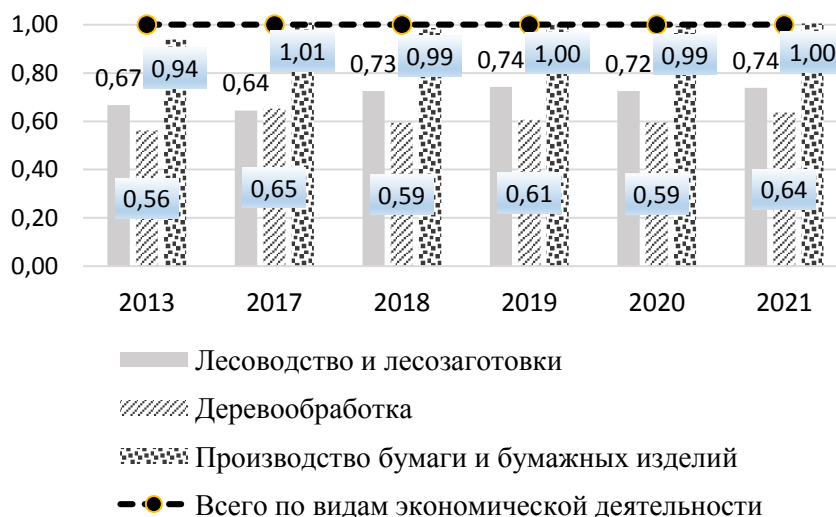


Рис. 2. Соотношение среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работающих лесного сектора со средней по экономике РФ [5]

Лесной сектор не интегрирован в список приоритетных для экономики отраслей, соответственно, финансирование системы лесотехнического образования находится на крайне невысоком уровне.

Для решения проблем кадровой безопасности лесного сектора целесообразно создать единый федеральный центр, объединяющий образовательные и научные организации, профильные ведомства и предприятия лесного сектора. Это позволило бы интегрировать усилия и вывести отраслевые процессы на качественно иной уровень.

#### Список источников

1. Распоряжение Правительства РФ от 11.02.2021 № 312-р «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года». – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400235155/> (дата обращения: 16.11.2022).

2. Развитие методологии структурно-отраслевой и экономико-технологической организации лесного сектора экономики: (на примере лесного сектора Республики Башкортостан) / А. В. Мехренцев, Е. Н. Стариков, Ю. А. Капустина [и др.]. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. – 300 с.

3. Капустина, Ю. А. Развитие инструментария оценки экономической безопасности региональных отраслевых комплексов (на примере лесного

сектора субъектов Приволжского федерального округа) / Ю. А. Капустина, Ю. Н. Ростовская // Экономико-правовые проблемы обеспечения экономической безопасности : материалы Всероссийской научно-практической конференции (Екатеринбург, 17 мая 2018 года) ; ответственные за выпуск Е. Г. Анимица, Г. З. Мансуров. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – С. 117–122.

4. Kapustina, Yu. A. Assessment of the economic security of the intersectoral complex: A regional aspect / Yu. A. Kapustina, Yu. N. Rostovskaya // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Voronezh, 09–10 сентября 2021 года). – Voronezh, 2021.

5. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). – URL: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 16.11.2022).

Научная статья  
УДК 330.11

## ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРУКТУРЫ ОТРАСЛЕВОГО ПРОДУКТА ЛЕСНОГО СЕКТОРА РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Александра Юрьевна Капустина<sup>1</sup>, Юлия Александровна Капустина<sup>2</sup>

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> sasha\_kapustina\_2017@mail.ru

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

**Аннотация.** Отраслевой продукт – универсальный показатель, позволяющий оценить динамику развития отрасли, ее масштаб и структуру. Отраслевой продукт лесного сектора экономики России демонстрирует положительную динамику натуральных и стоимостных показателей, увеличение доли продукции с повышенной добавленной стоимостью.

**Ключевые слова:** лесной сектор, отраслевой продукт, лесозаготовка, деревообработка, целлюлозно-бумажное производство

Scientific article

## STRUCTURAL TRANSFORMATION OF THE INDUSTRY PRODUCT OF RUSSIAN FOREST SECTOR

Aleksandra Yu. Kapustina<sup>1</sup>, Yuliya A. Kapustina<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> sasha\_kapustina\_2017@mail.ru

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

**Abstract.** The industry product is a universal indicator that allows you to assess the dynamics of the industry, its scale and structure. The industry product of Russian forest sector demonstrates positive dynamics in physical and cost indicators, an increase in the share of products with increased value added.

**Keywords:** forest sector, industry product, logging, woodworking, pulp and paper production

Основным показателем развития отрасли экономики является объем производимых ею товаров, работ, услуг как результат всех производственных процессов, обеспечивающих создание добавленной стоимости.

Отраслевой продукт – универсальный индикатор, позволяющий оценить динамику развития отрасли, ее масштаб и структуру. Под отраслевым продуктом лесного сектора следует понимать совокупность продукции, работ, услуг, производимых тремя укрупненными видами экономической деятельности:

- лесозаготовительной отраслью (ОКВЭД «Лесоводство и лесозаготовки»);
- деревообрабатывающей отраслью (ОКВЭД «Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения»);
- целлюлозно-бумажной отраслью (ОКВЭД «Производство бумаги и бумажных изделий») [1, 2, 3].

Перечень видов деятельности, формирующих лесной сектор экономики, отражает стадии создания отраслевого продукта.

Востребованность рынком отраслевого продукта наглядно демонстрирует показатель совокупной выручки (рис. 1).



Рис. 1. Динамика выручки от реализации отраслевого продукта лесного сектора РФ в текущих ценах, млрд руб. [4]

Положительную динамику на протяжении всего периода исследования (17 лет) демонстрирует только деревообрабатывающая отрасль: выручка увеличивается почти в 8 раз (со 112 до 884 млрд руб.). В лесозаготовительной и целлюлозно-бумажной отраслях наблюдается падение выручки в 2017 г., но именно эти сегменты преобладают в формировании отраслевого продукта (40 % и 55 %, соответственно).

Стоимостные показатели (см. рис. 1) приведены в текущих ценах соответствующего периода и не учитывают фактор инфляции. Использование индексов цен производителей по видам экономической деятельности лесного сектора позволило привести значения выручки к уровню базисного 2005 г. (рис. 2).

Объемы реализации отраслевого продукта в лесозаготовительной отрасли снижаются в течение всего периода: в 2021 г. падают по отношению к значению 2005 г. на 43 %. Заградительные таможенные пошлины в отношении необработанной древесины, стратегические инициативы законодателя направлены на развитие глубокой переработки и повышение добавленной стоимости совокупного отраслевого продукта.



Рис. 2. Динамика выручки от реализации отраслевого продукта лесного сектора РФ в сопоставимых ценах, млрд руб. [4]

Производство бумаги снижается в 2016–2017 гг. и возвращается к уровню 2015 г. в последнем периоде. Самый существенный прирост отраслевому продукту обеспечила деревообрабатывающая отрасль: 110 % за 17 лет. Тенденция обусловлена динамичным развитием секторов плитного и фанерного производства, топливных гранул и брикетов, деревянного домостроения [5, 6].

Детальному изучению процессов трансформации отраслевого продукта способствует анализ динамики его отдельных структурных элементов.

Тенденции изменения объемов производства в лесозаготовительном секторе представлены графически (рис. 3). Совокупная величина производства необработанных лесоматериалов достигает максимального значения в 2018 г., снижается на фоне геополитических событий

и пандемийных явлений в 2019–2020 гг., восстанавливая значения к 2021 г. Общий прирост объема производства необработанной древесины за 12 лет составил 33 % или 36,3 млн плотных кубометров. Структурные изменения выражены плавным снижением объемов топливной древесины с 14,4 % до 8,9 %. Хвойные лесоматериалы при увеличении натуральных объемов на 20 %, теряют долю с 66,7 % до 60,2 %. Единственным компонентом, демонстрирующим как абсолютный, так и относительный прирост, является заготовка лиственных лесоматериалов (рис. 3).

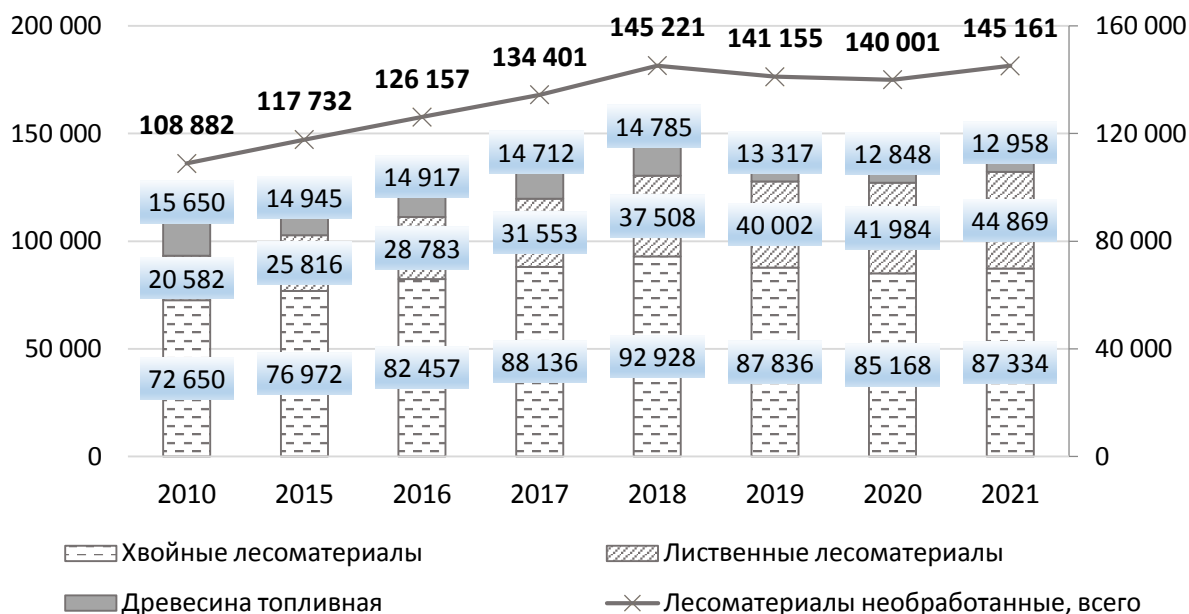


Рис. 3. Динамика производства лесоматериалов необработанных в РФ, тыс. плотных куб. м [4]

Основным сегментом деревообрабатывающей отрасли России является фанерное производство: в 2021 г. 30 % выручки от реализации отраслевых товаров по виду деятельности «Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки...». В целлюлозно-бумажной отрасли – производство бумаги и картона (28 % выручки по ОКВЭД «Производство бумаги и бумажных изделий»). С 2010 г. натуральные объемы производства фанеры выросли на 69 % (до 4,6 млн куб. м в 2021 г.), бумаги и картона – на 36 % (до 10,4 млн т в 2021 г.) (рис. 4).

Очевиден рост объемов производства компонентов отраслевого продукта лесного сектора экономики РФ в стоимостном и натуральном выражении, изменение его структуры, выражающееся в увеличении доли продукции с повышенной добавленной стоимостью. Вместе с тем, учитывая огромный ресурсный потенциал национального лесного сектора, современный уровень развития технологий деревообработки в мире, проявляется его отставание от мировых отраслевых лидеров.

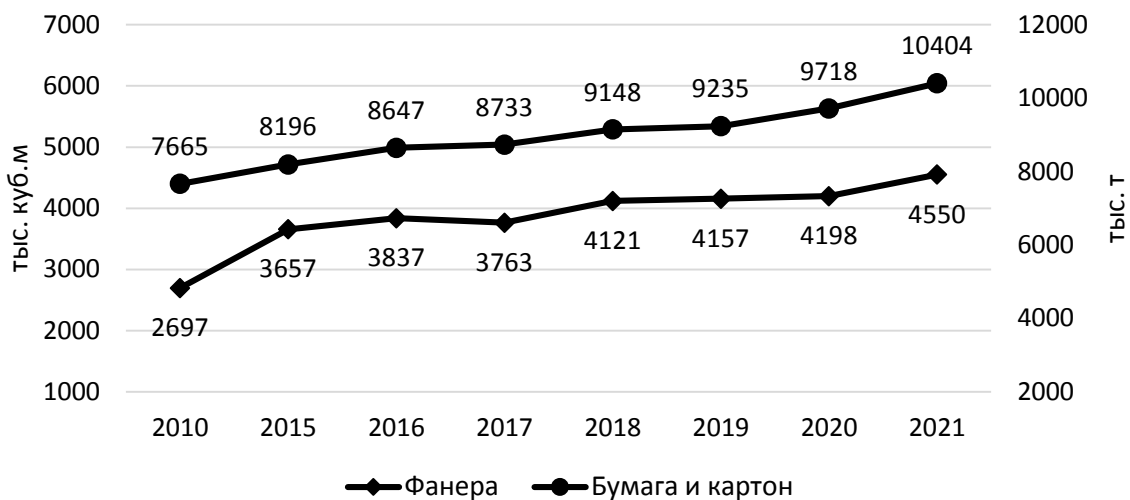


Рис. 4. Динамика производства основных товаров лесного сектора России [4]

### Список источников

1. Проблемы экономической безопасности: теория и практика. Том 2 / В. А. Плотников, В. И. Бабенков, Г. В. Федотова [и др.]. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. – 203 с. – ISBN 978-5-94984-806-7.

2. Проблемы экономической безопасности: новые решения в условиях ключевых трендов экономического развития / М. Стуль, Ш. А. Смагулова, А. Е. Ермуханбетова [и др.]. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 461 с. – ISBN 978-5-696-05149-9.

3. Капустина, Ю. А. Развитие методических инструментов сравнительной оценки потенциала региональных отраслевых комплексов на примере лесного сектора экономики / Ю. А. Капустина, Ю. Н. Ростовская, Е. Н. Стариков // Бизнес. Образование. Право. – 2018. – № 4 (45). – С. 121–129.

4. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). – URL: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 14.11.2022).

5. Ростовская, Ю. Н. Состояние и перспективы деревообрабатывающих предприятий. / Ю. Н. Ростовская, О. В. Велиева, Ю. А. Капустина // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: Труды IX международного евразийского симпозиума (Екатеринбург, 23–25 сентября 2014 года) ; под научной редакцией В. Г. Новоселова. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2014. – С. 26–29.

6. Развитие методологии структурно-отраслевой и экономико-технологической организации лесного сектора экономики: (на примере лесного сектора Республики Башкортостан) / А. В. Мехренцев, Е. Н. Стариков, Ю. А. Капустина [и др.]. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – 300 с.

Научная статья

УДК 630\*935.1: 630\*935.4

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСНОГО НАДЗОРА И ПЕРСПЕКТИВА ЕГО РАЗВИТИЯ В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

**Никита Олегович Мотырев<sup>1</sup>, Оксана Сергеевна Буланова<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

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

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

**Аннотация.** Проанализирована структура лесонарушений. Изучена трехлетняя динамика величины ущербов от противоправной деятельности лесопользователей в Енисейском и Кодинском лесничествах Красноярского края. Проведена оценка эффективности проверок, проводимых отделом государственного лесного надзора.

**Ключевые слова:** лесной надзор, лесонарушения, арендаторы, лесные земли, экономический ущерб

**Благодарности:** авторы выражают признательность руководству Министерства лесного хозяйства Красноярского края за предоставление данных.

Scientific article

## **THE EFFECTIVENESS OF STATE FOREST SUPERVISION AND THE POTENTIAL OF ITS DEVELOPMENT IN THE TAIGA ZONE OF THE KRASNOYARSK TERRITORY**

**Nikita O. Motyrev<sup>1</sup>, Oksana S. Bulanova<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,

Krasnoyarsk, Russia

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

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

**Abstract.** The structure of forest violations was analyzed. The three-year dynamics of damages caused by illegal activities of forest users in Yenisei and Kodinsk forest districts of Krasnoyarsk Krai was studied. The efficiency of inspections conducted by the State Forest Supervision Department was estimated.



**Keywords:** forest supervision, forest violations, tenants, forest lands, economic damage

**Acknowledgments:** the author expresses gratitude to the leadership of the Ministry of Forestry of the Krasnoyarsk Territory for providing the data.

В настоящее время отмечается тенденция роста числа правонарушений в лесной отрасли. Так, по данным МВД по Красноярскому краю только за два месяца 2021 г. было пресечено более 60 фактов незаконной рубки на сумму свыше 150 млн рублей [1]. Стоит отметить, что изучаемая проблема возникла по причинам несвоевременного обнаружения нарушений, сложности отслеживания нарушителей из-за давности событий и недостатка средств на предотвращение правонарушений со стороны органа исполнительной власти. Поэтому важно понять, что определяет эффективность государственного лесного надзора.

Для достижения поставленной цели нами были собраны данные о правонарушениях арендаторами лесных земель Енисейского и Кодинского лесничеств из базы Министерства лесного хозяйства Красноярского края.

Енисейское лесничество расположено в центральной части региона. Общая площадь земель лесного фонда составляет 4,23 млн га, лесистость территории – 86,3 %, преобладают эксплуатационные леса [2]. В районе большинство действующих предприятий связано с добычей и первичной переработкой древесины. На март 2018 г. более 985 тысяч га (23,2 %) лесного фонда передано в долгосрочную аренду с целью заготовки древесины [3].

Кодинское лесничество расположено на северо-востоке центральной части Красноярского края. Общая площадь земель лесного фонда составляет 3,19 млн га. В составе лесов преобладают хвойные породы – 83 % от покрытых лесной растительностью. По целевому назначению в Кежемском районе преобладают эксплуатационные леса – 2489,7 тыс. га (75 % территории всех лесов), 71,5 % от общей площади земель лесного фонда данного лесничества также переданы в долгосрочную аренду [4].

В соответствии с ежегодными планами Министерства лесного хозяйства, за период 2019–2021 гг. было запланировано от 23 до 64 проверок (рис. 1). В 2020 г. число запланированных проверок специалистами отдела государственного лесного надзора по региону увеличилось на 120 %. Рост числа проверок в сравнении с 2019 г. объясняется следующими главными причинами:

а) в план проверок с 2020 г. автоматически включаются случаи крупномасштабных воздействий на леса, выявленные при проведении непрерывного дистанционного мониторинга использования лесов;

б) произошло увеличение числа лесопользователей, а также рост площадей и объемов освоения лесного фонда;

в) в структуре федерального государственного лесного надзора Красноярского края с начала 2020 г. увеличилась численность должностных лиц до 192 ед. за счет краевого бюджета.

Анализ трехлетних данных показал, что большая часть (от 53 до 59 %) проверок результативна, то есть в процессе работы были зафиксированы правонарушения лесного законодательства. Для пресечения доминирующих лесонарушений стоит рассмотреть их структуру.



Рис. 1. Статистика проверок и нарушений лесного законодательства на территории Красноярского края за период с 2019 по 2021 гг.

За последние два года на территории края преобладающим видом нарушений – была незаконная рубка, число случаев которой достигло максимума в 2020 г. (2771 случаев нарушений). Наблюдается тенденция к увеличению доли незаконной рубки в структуре лесонарушений, в 2021 г. этот вид нарушения достиг показателя 78 % (рис. 2). Загрязнение и самовольное занятие леса варьируются в диапазоне от 1 до 15 %. Однако по максимальному числу случаев они отличаются десятикратно. Например, загрязнение лесов достигает величины 699 случаев (2020 г.), а самовольное занятие лесных участков не превышает 50 случаев в год (2021 г.).

Работа с реестрами данных показала, что в Козинском и Енисейском лесничествах (рис. 3) отмечается 6 основных групп лесонарушений (статей КоАП). Заметно, что преобладающими по суммарному за три года числу нарушений (от 62 до 116) являются статьи нарушений правил использования лесов (8.25), нарушение правил пожарной безопасности в лесах (8.32) в обоих лесничествах [5].

В отношении физических лиц это, вероятно, связано с тем, что для них штрафы незначительны (от одной до трех тыс. руб.), и по статистике физические лица чаще всего получают предупреждение.



Рис. 2. Структура и количественное соотношение лесонарушений на территории Красноярского края в 2019–2021 гг.

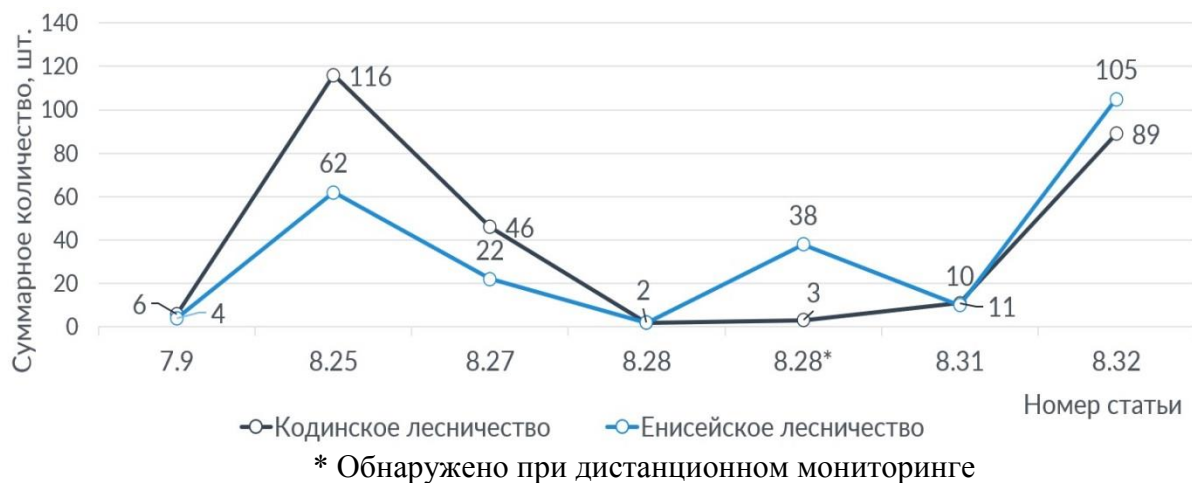


Рис. 3. Количество выявленных лесонарушений в обследуемых лесничествах в период 2019–2021 гг.

Юридическим лицам, скорее всего, не выгодно повышать траты на очистку местности от порубочных остатков, чего требуют правила лесного кодекса, а проще оплатить штраф за нарушение правил пожарной безопасности в лесах (50 тыс. руб.). Мало выявляется случаев незаконной рубки (8.28) при проведении плановых выездных проверок – 2 случая за три года в каждом лесничестве. Дистанционный мониторинг позволяет зафиксировать в 15 раз больше нарушений по совершению незаконных рубок (8.28\*), чем плановые выездные проверки. В сходных климатических и лесорастительных условиях структура лесонарушений в границах лесничеств может отличаться, она определяется спецификой деятельности и техническими возможностями лесопользователей.

По нарушениям, совершенным установленными лицами, выявляется тенденция к росту ущерба на протяжении трех лет в обоих лесничествах.

При этом до 2020 г. ущерб не достигал величины миллиона, а в конце 2020 г. стал составлять миллионы. Увеличение величины ущерба, причиненного лесам незаконной рубкой, может быть связано с увеличением на 17,3 % за последние три года применяемого при расчете коэффициента к ставкам платы за единицу объема лесных ресурсов: 2,17–2,38–2,62, соответственно, в 2018–2019–2020 гг. Сумма штрафов вслед за суммой ущерба увеличивается в разы. Замечено, что в Кюдинском лесничестве величина штрафов больше (до 9,4 млн руб.), чем в Енисейском лесничестве (до 3,9 млн руб.) на протяжении трех лет.

Таким образом, меры, принимаемые Министерством лесного хозяйства, Рослесхозом, правительством Красноярского края, положительно отражаются на качестве и эффективности лесного надзора. В свою очередь, это будет способствовать сокращению незаконной заготовки и оборотов древесины, профилактике и пресечению нарушений лесного законодательства.

При финансовой поддержке появится перспектива дальнейшего развития государственного лесного надзора в Красноярском крае. Для повышения результативности проверок и снижения числа правонарушений лесопользователям следует провести ряд мероприятий, которые включают в себя:

- разработку и внедрение новых технических средств для обнаружения правонарушений лесного законодательства и совершенствование технологий по систематизации данных;
- увеличение площадей лесов, переданных в аренду для лесовосстановления, а не на заготовки древесины (с последующим анализом эффективности данного мероприятия);
- включение требования по видеофиксации процессов использования лесных земель с применением координатных устройств (GPS) для арендаторов лесных земель;
- выделение средств на покупку устройств беспилотного авиационного мониторинга состояния лесов с обязательным обучением персонала для эффективного надзора за большей территорией и пресечения нарушений.

#### *Список источников*

1. Главное управление МВД России по Красноярскому краю // ГУ МВД : [сайт]. – URL: <https://24.мвд.рф/news/item/23410273?year=2021&month=12&day=1> (дата обращения: 04.11.2021).
2. Лесохозяйственный регламент Енисейского лесничества // Красноярский край. – URL: [http://www.krskstate.ru/dat/bin/docs\\_attach/83292\\_enisejskoe\\_lesnicestvo.doc](http://www.krskstate.ru/dat/bin/docs_attach/83292_enisejskoe_lesnicestvo.doc) (дата обращения: 04.11.2021).

3. Енисейское лесничество, КГБУ // Отраслевой журнал «ЛПК Сибири» : [сайт]. – URL: <https://lpk-sibiri.ru/wiki/enisejskoe-lesnichest/> (дата обращения: 04.11.2021).

4. Лесохозяйственный регламент Кодинского лесничества // Красноярский край : [сайт]. – URL: [http://www.krskstate.ru/dat/bin/docs\\_attach/83375\\_kodinskoe\\_lesnicestvo.doc](http://www.krskstate.ru/dat/bin/docs_attach/83375_kodinskoe_lesnicestvo.doc) (дата обращения: 04.11.2021).

5. Российская Федерация. Законы. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях : КоАП : текст с изменениями на 24 ноября 2022 года : принят Государственной Думой 20 декабря 2001 года : одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 года // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807667> (дата обращения: 03.12.2022).

Научная статья  
УДК 004.65

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ ПО ЛЕСНЫМ ПОЖАРАМ И ПО ЗАЩИТЕ ЛЕСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ WEB-ИНТЕРФЕЙСА

Максим Максимович Никонов<sup>1</sup>, Евгения Васильевна Анянова<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> maksimgrinberg01@gmail.com

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

**Аннотация.** В последние 20 лет наблюдается активное развитие информационных систем и сбор данных, для ведения статистики в цифровом виде. Благодаря этому у МЧС Российской Федерации имеется достаточный для анализа объем данных по количеству лесных пожаров, защите лесных зон и по воспроизводству лесов.

**Ключевые слова:** визуализация данных, web-интерфейс, web-приложение, лесной комплекс

## VISUALIZATION OF DATA OF FOREST FIRES AND FOREST CONSERVATION USING A WEB INTERFACE

Maxim M. Nikonov<sup>1</sup>, Evgenia V. Anyanova<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> maksimgrinberg01@gmail.com

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

**Abstract.** In the last 20 years, there has been an active development of information systems and data collection for digital statistics. Thanks to this the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation has a sufficient amount of data for analysis on: the number of forest fires, the protection of forest zones and the reproduction of forests.

**Keywords:** data visualization, web-interface, web-application, forest complex

Лесные пожары наносят значительный ущерб для народного хозяйства: нарушается экосистема лесов. Исходя из этого, необходимо предупреждать пожары, защищать леса.

Вследствие этого можно выделить задачу развития внедрения информационных систем в лесное хозяйство, то есть создание картографической базы данных лесов, с которой была бы возможность вносить в них изменения и получать актуальную информацию о лесных зонах. Ведение работ по непрерывному лесоустройству позволит сократить расходы на исполнение лесоперерабатывающих работ из-за того, что изменения в лесном фонде будут учтены по ходу работ в лесном секторе.

Для того, чтобы эффективно вести аналитическую деятельность со статистикой, необходимо иметь инструменты для ее визуализации. *Web*-интерфейсы предлагают в качестве преимущества то, что их удобно использовать для быстрого просмотра и редактирования данных, находясь даже в дороге или на рабочем объекте [1]. Также *web*-приложения могут быть встроены в разное прикладное оборудование.

Имеется статистика [2] по количеству лесных пожаров в период с 2009 г. по второй квартал 2021 г., которая представлена в табл. 1.

Таблица 1

Таблица количества лесных пожаров на территории Российской Федерации с 2009 г. по 2021 г.

Год	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Кол-во пожаров	60489	80244	51944	50628	25280	44539	31531	28172	28575	31429	35033	23291	22958

Данные по защите лесов на территории Российской Федерации представлены в табл. 2.

Таблица 2

Защита лесов в Российской Федерации

Года	Уничтожение или подавление численности вредных организмов авиационным способом, тыс. га	Уничтожение или подавление численности вредных организмов наземным способом:	
		с применением химических препаратов, тыс. га	с применением биологических препаратов, тыс. га
2017	1457,6	17,6	12,8
2018	488,6	2,9	24,6
2019	46,7	3,7	38,8
2020	178,9	17,6	27,2
2021	170,4	58,5	60,4

Статистика по воспроизводству лесных зон представлена в табл. 3.

Таблица 3

Воспроизводство лесов в Российской Федерации (тысяч гектаров)

Год	Всего, тыс. га	В % к общей площади лесовосстановления
2017	961,8	18,4
2018	940,4	18,3
2019	1067,5	16,6
2020	1133,7	17,8
2021	1059,0	19,7

Имея только численные показатели, трудно отследить динамику изменения количества пожаров и их соотношение с восстановленными лесными зонами. Для этого можно воспользоваться графической визуализацией в *web*-приложении.

Они показывают большой рост пользовательской базы благодаря широкому распространению мобильных устройств (рис. 1).

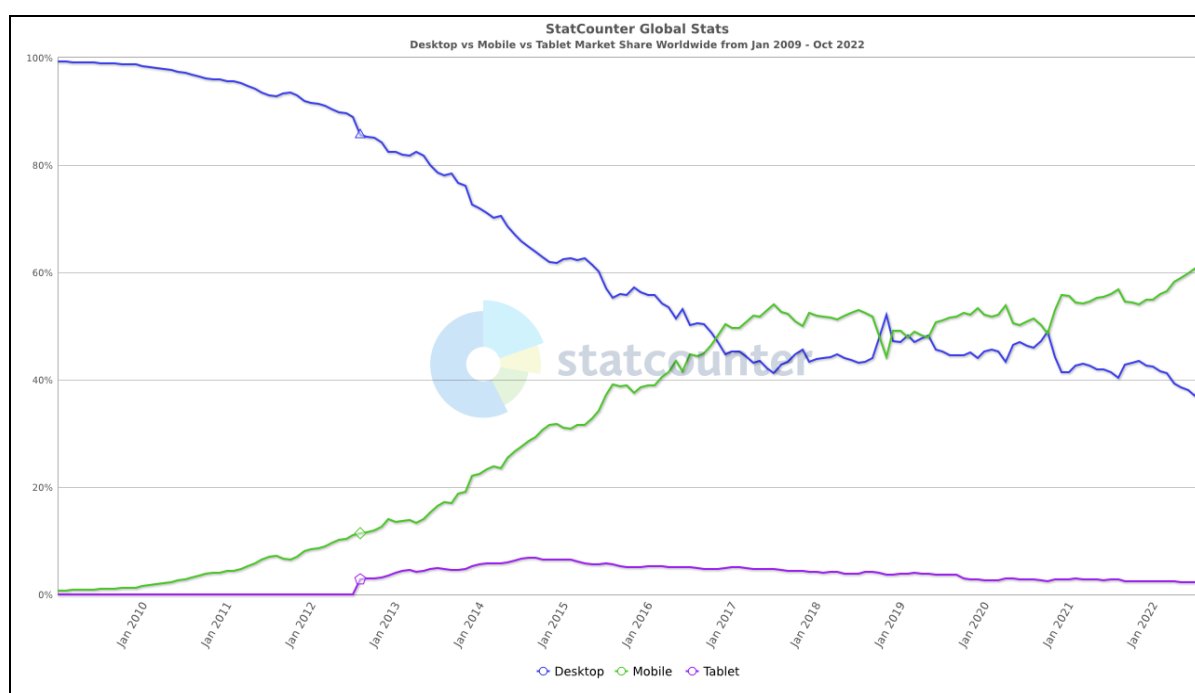


Рис. 1. Использование мобильных устройств при использовании интернета

Использование сторонних API сервисов [5] позволяет нам визуализировать имеющийся набор данных и представить в графическом виде для большей наглядности (рис. 2).

Современные *web*-приложения для работы на стороне клиента широко используют скриптовый язык программирования *JavaScript*.



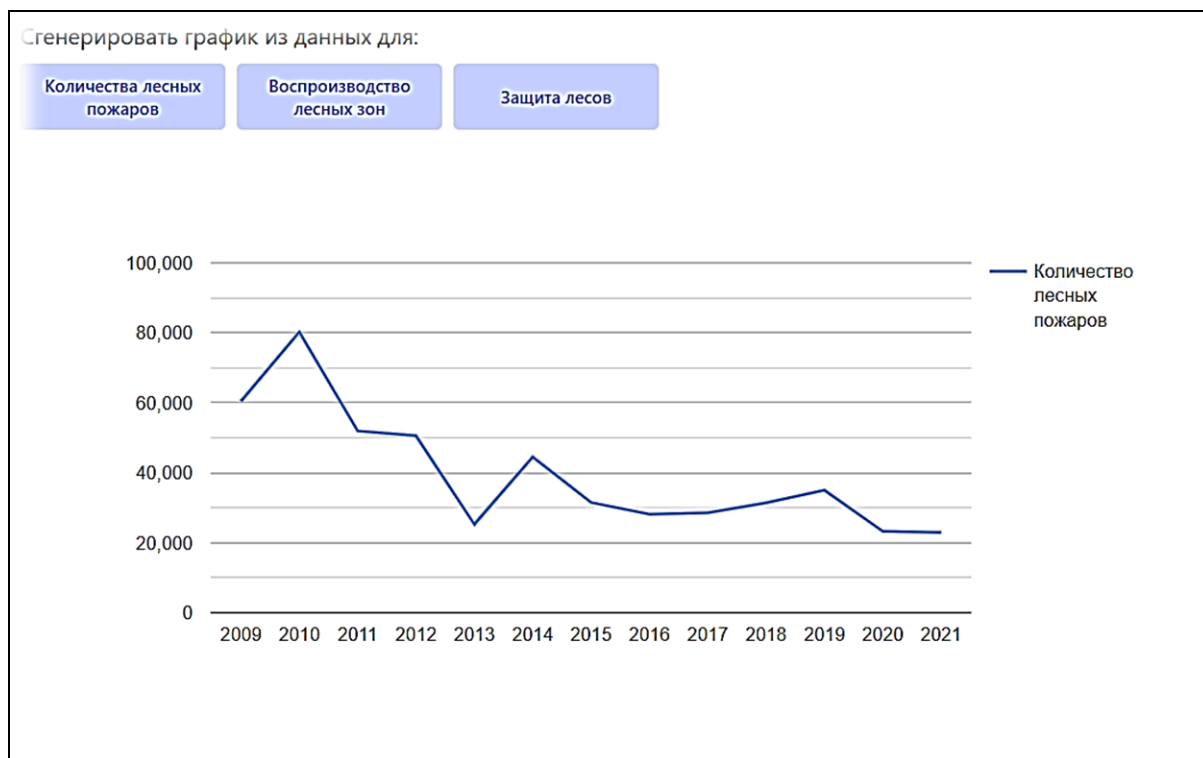


Рис. 2. Созданное web-приложение

Разработанное web-приложение разместим по URL адресу <https://data-visualization-usfeu.vercel.app/>. Исходный код приложения доступен на ресурсе GitHub: <https://github.com/mnik01/data-visualization-usfeu>

Информационные технологии бурно развиваются, вследствие этого мы получаем возможность использовать гибкие инструменты для анализа и визуализации данных. Таким образом, использование web-интерфейса позволяет изучить тенденции и динамику изменения данных. На основе этих тенденций можно делать выводы о том, каким из способов эффективнее защищать природный комплекс и лесные зоны в частности.

#### Список источников

1. Статистика использования мобильных устройств и настольных компьютеров для просмотра web-страниц. – URL: <https://gs.statcounter.com/platform-market-share/desktop-mobile-tablet/worldwide/#monthly-200901-202210> (дата обращения: 18.11.2022).

2. Данные по количеству лесных пожаров на территории Российской Федерации с 2009 г. по 2021 г. // ЕМИСС государственная статистика : [сайт]. – URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/38497> (дата обращения: 18.11.2022).

3. Данные по воспроизводству лесов на территории Российской Федерации // Росстат : [сайт]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy) (дата обращения: 18.11.2022).

4. Данные по защите лесов на территории Российской Федерации Росстат : [сайт]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy), <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/12-lh2021.xlsx> (дата обращения: 18.11.2022).

5. API генерация SVG графиков по HTTP запросу. – URL: <https://yequalx.com/ru/chart/line> (дата обращения: 18.11.2022).

Научная статья  
УДК 502: 338.45

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО СЕКТОРА

Кирилл Андреевич Пирогов<sup>1</sup>, Юлия Николаевна Ростовская<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> k-pirogov00@mail.ru

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

**Аннотация.** Определена сущность и основные подходы к анализу экологической составляющей экономической безопасности субъектов хозяйствования. Дана общая оценка природоохранной деятельности предприятий лесного сектора экономики Свердловской области, намечены мероприятия, направленные на повышение их экологической безопасности.

**Ключевые слова:** лесной сектор, окружающая среда, экологическая безопасность

Scientific article

## ENVIRONMENTAL COMPONENT OF ECONOMIC SECURITY OF FOREST SECTOR ENTERPRISES

Kirill A. Pirogov<sup>1</sup>, Yuliya N. Rostovskaya<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> k-pirogov00@mail.ru

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

**Abstract.** The article defines the essence and main approaches to the analysis of the environmental component of business entities economic security. The General assessment of environmental protection activities of enterprises of the forest industry in the Sverdlovsk region is given, and measures aimed at improving their environmental safety are outlined.

**Keywords:** forest sector, environment, environmental security

Целью любого промышленного предприятия как структурной единицы эколого-экономической системы является рациональное использование природных ресурсов на входе и соблюдение установленных нормативов отрицательного воздействия производственных факторов на окружающую

среду на выходе [1]. В связи с этим, экологическая безопасность хозяйствующего субъекта выступает одной из основных функциональных составляющих его экономической безопасности.

Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» определяет экологическую безопасность как состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий [2].

В условиях современного техногенного типа развития экономики, эффективное управление лесопромышленным предприятием невозможно без проведения всестороннего комплексного эколого-экономического анализа его деятельности. В качестве индикаторов, позволяющих идентифицировать опасности и угрозы экологической составляющей экономической безопасности предприятия, используются нормативы предельно допустимых выбросов и сбросов вредных веществ, загрязняющих атмосферный воздух, воду, почву [3].

По данным Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, общий объем выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников в Свердловской области в 2021 г. составил 784,25 тыс. тонн. Это на 0,05 % больше, чем годом ранее и на 15,5 % меньше, чем в 2017 г. В большей степени загрязняют атмосферный воздух Свердловской области вносят предприятия, занимающиеся производством и распределением электрической энергии, газа, пара, а также предприятия черной и цветной металлургии. Объем выбросов, загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями лесного сектора экономики Свердловской области в 2021 г. составил 10,6 тыс. т, это менее 1,4 % совокупного объема выбросов в регионе. Из них 88,4 % приходится на деревообрабатывающие предприятия (табл. 1).

*Таблица 1*

Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками предприятий лесного сектора Свердловской области за 2017–2021 г., тыс. т [4]

№ п/п	Наименование предприятия	2017	2018	2019	2020	2021
1	НАО «СВЕЗА Верхняя Синячиха»	1,80	0,60	6,40	6,60	7,10
2	ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат»	1,10	0,84	0,56	0,56	0,56
3	ЗАО «Верхнесинячихинский лесохимический завод»	0,60	0,46	0,35	0,21	0,31
4	ООО «Лестех»	0,27	0,33	0,40	0,23	0,23

Необходимо отметить, что НАО «СВЕЗА Верхняя Синячиха» и ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» входят в пятерку лидеров по объему выбросов вредных веществ в атмосферный воздух в Восточном управленческом округе Свердловской области.

Основным источником загрязнения водных объектов является сброс загрязненных сточных вод промышленными предприятиями. Общий объем сброса сточных вод в поверхностные водные объекты Свердловской области в 2021 г. составил 655,8 млн куб. м, что на 5,5 % меньше, чем в 2020 г.. При этом сброс загрязненных сточных вод снизился на 5,9 % по сравнению с 2020 г. и составил 523,7 млн куб. м. Наибольший объем загрязненных сточных вод, порядка 62 %, поступает в поверхностные водные объекты региона от предприятий коммунального хозяйства.

На долю предприятий лесного сектора в совокупности приходится менее 1 % от общего объема отведения загрязненных сточных вод всеми предприятиями Свердловской области. Основными предприятиями отрасли – источниками загрязнения поверхностных водных объектов на территории Свердловской области являются АО «Туринский целлюлозно-бумажный завод» и ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» (табл. 2).

Таблица 2

Динамика отведения загрязненных сточных вод предприятиями ЛПК Свердловской области за 2017–2021 годы, млн куб. м [3]

№ п/п	Наименование предприятия	2017	2018	2019	2020	2021
1	АО «Туринский целлюлозно-бумажный завод»	5,21	2,30	2,61	2,82	2,79
2	ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат»	2,30	2,22	2,22	2,22	2,10

Значительное снижение объема отведения загрязненных сточных вод за последние пять лет с 5,21 до 2,79 млн куб. м в АО «Туринский целлюлозно-бумажный завод» связано в основном с уменьшением объемов производства продукции. При этом, следует отметить, что при практически одинаковом объеме отведения, масса сброса загрязняющих веществ в водные объекты Туринским ЦБЗ в 2021 г. в 10 раз превышала аналогичный показатель Тавдинского фанерно-плитного комбината.

Основной объем образования, утилизации и накопления отходов на территории Свердловской области (более 85 %) приходится на хозяйствующие субъекты, занимающиеся добычей полезных ископаемых. На долю предприятий лесного сектора приходится лишь 0,1 % общего объема образования отходов.

В 2021 г. лесопромышленными предприятиями Свердловской области образовано 70,4 тыс. т отходов производства, что на 11,2 % меньше, чем

в 2020 г. При этом большая часть отходов деревообработки относится к 4 и 5 классам опасности – малоопасные и практически неопасные. Объем утилизации и обезвреживания отходов в 2021 году составил 52,2 тыс. т, или 74,6 % от общего объема образования отходов (рис. 1).

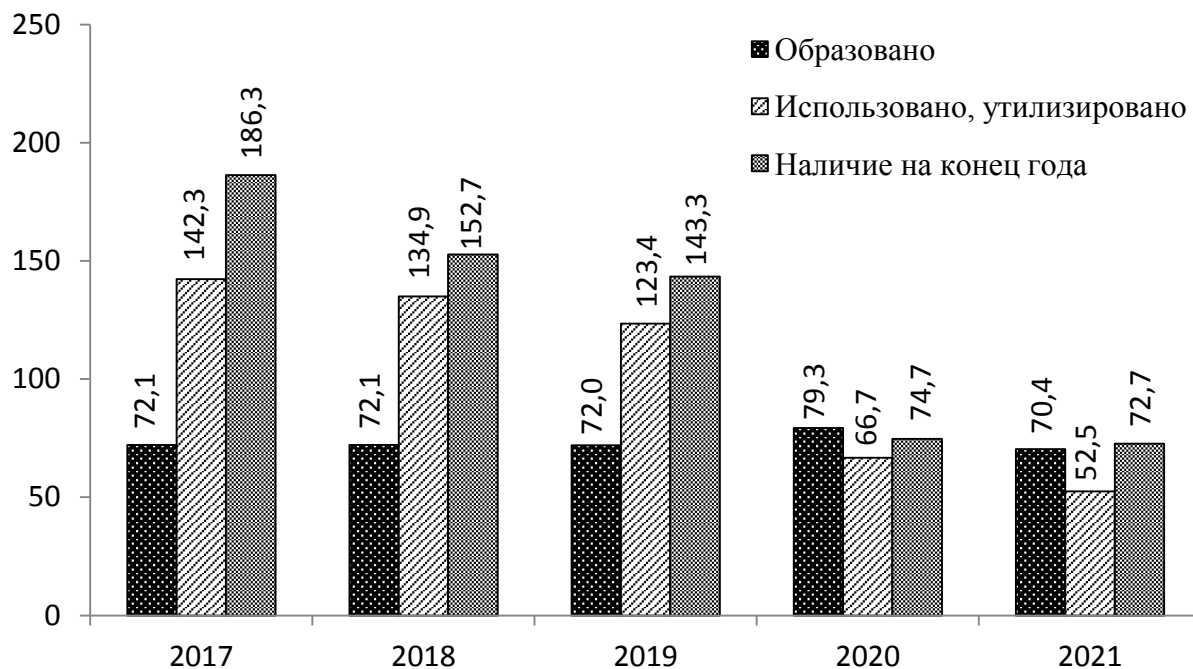


Рис. 1. Обращение с отходами производства и потребления на территории Свердловской области предприятиями лесного сектора за 2017–2021 годы, тыс. т

Особое внимание при проведении анализа экологической безопасности предприятий лесного сектора следует уделять оценке экономического ущерба от загрязнения окружающей среды, а также оценке эффективности расходов на проведение природоохранных мероприятий.

Основные направления повышения экологической безопасности предприятий лесного сектора представлены на рис. 2.

Эффективность комплекса мер по обеспечению экологической составляющей экономической безопасности предприятий лесного сектора рекомендуется оценивать на основе частного функционального критерия, определяемого как отношение величины предотвращенного ущерба от загрязнения окружающей среды к суммарным затратам на реализацию мер, направленных на предотвращение данного ущерба.



Рис. 2. Мероприятия, направленные на повышение уровня экологической безопасности предприятий лесного сектора

### Список источников

1. Кормишкина, Л. А. Экономическая безопасность организации (предприятия) : учебное пособие / Л. А. Кормишкина, Е. Д. Кормишкин, И. Е. Илякова. – Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2017. – 304 с.
2. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: [http://www.conrultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823](http://www.conrultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823) (дата обращения: 01.12.2022).
3. Проблемы экономической безопасности: новые решения в условиях ключевых трендов экономического развития / М. Стуль, Ш. А. Смагулова, Е. А. Ермуханбетова [и др.]. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 461 с.
4. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Свердловской области в 2021 году» // Министерство природных ресурсов и экологии Свердловской области : [сайт]. – URL: <https://mprso.midural.ru/uploads/2022/10/макет%20за%202021%20год.pdf> (дата обращения: 01.12.2022).

Научная статья  
УДК 811.81: 39

**ЯЗЫКОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ  
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТЕЗАУРУСА  
(НА ПРИМЕРЕ РУССКОГО И ТАДЖИКСКОГО ЯЗЫКОВ)**

**Сафарали Обидович Рахмонов<sup>1</sup>, Наталья Феликсовна Старыгина<sup>2</sup>**

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

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> safaraly.vose2001@mail.ru

<sup>2</sup> felixovna.711@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена анализу лесохозяйственной терминосистемы, в том числе тезауруса направления «Землеустройство и кадастры», профиль «Кадастр недвижимости» в рамках изучения курса «Культура речи и деловые коммуникации».

**Ключевые слова:** тезаурус, терминосистема, семантические единицы, калькирование

Scientific article

**LINGUISTIC DIVERSITY OF FORESTRY THESAURUS  
(BY THE EXAMPLE OF RUSSIAN AND TAJIK LANGUAGES)**

**Safarali O. Rakhmonov<sup>1</sup>, Natalia F. Starygina<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> safaraly.vose2001@mail.ru

<sup>2</sup> felixovna.711@mail.ru

**Abstract.** The article is devoted to the analysis of the forestry terminological system including the thesaurus of the direction “Land management and cadastres”. “The real estate cadaster” profile within the framework of the course “Culture of Speech and Business Communications”.

**Keywords:** thesaurus, term system, semantic units, calculus

Любой лесохозяйственный образовательный модуль предполагает объект и предмет изучения, цель и задачи, методологическую базу, апробацию результатов исследования, опирающихся на определенный набор знаний: понятий, концептов, представляющих лапидарную терминосистему (терминологическую систему лексических единиц) или тезаурус (словарное пространство, состоящее из специальной лексики) конкретной узкопрофильной сферы деятельности.



Так, землеустройство изучает состояние земель, их функциональное управление, государственный контроль природопользования. Также землеустройство необходимо для установления границ землепользования, изучения состояния земель, организации эффективного и рационального использования ресурса, решения юридических вопросов, которые связаны с производством и поддержанием территорий, которые принадлежат северным и коренным народам Дальнего Востока и Сибири [1]. В почвоведении описываются общие свойства и состав почв, при этом более детально дается характеристика лесных почв. Лесоведение занимается изучением рационального использования лесов, их восстановления, повышения продуктивности, улучшения состава. В лесных культурах рассматриваются вопросы искусственного выращивания леса [2]. Кадастр недвижимости рассматривает объекты учета недвижимого имущества (земельные участки и прочно связанные с землей объекты, включая здания, сооружения, помещения и объекты незавершенного строительства).

Вышеуказанные направления лесохозяйственного кластера характеризуются, с одной стороны, автономностью, независимостью, семантической неоднородностью, с другой – дают представление о клаузной природной структуре, ее концепции – о презентации леса как мощнейшей картины мира, отображающей все лесные ресурсы.

Терминосистема сферы землеустройства и кадастров (далее – СЗК) использует свою систему понятий, которая обуславливает наличие в ней профильного тезауруса. При этом включенная в него лексика может функционировать в текстах (например, в учебных пособиях) как узкоспециализированная (*геодезия, эллипсоид, фотометрия, дистанционное зондирование, равноугольная поперечно-цилиндрическая проекция и др.*), так и вицинальная – межотраслевая, смежная (*экономика недвижимости, земельные ресурсы, объекты недвижимости и пр.*). Таким образом, лесохозяйственный тезаурус представляет собой гетерогенную систему, состоящую из узкоспециальных и межотраслевых терминов, а также систему языковых единиц, применяемых в лесном хозяйстве, в том числе при лесоустройстве, таксации лесов и лесохозяйственном проектировании; при охране, защите и воспроизводстве лесов, при осуществлении лесопользования, включая рубки главного и промежуточного пользования, прочие рубки, заготовку живицы и второстепенных лесных ресурсов, побочное пользование лесом, пользование участками лесного фонда в целях рекреации, в научно-исследовательских и учебно-опытных целях, при сохранении биологического разнообразия и других аспектах ведения лесного хозяйства [3].

Лесохозяйственный тезаурус, выражающий те или иные научные определения, понятия, суждения в разных областях знаний может усваиваться не только носителями языка, но и билингвами-коммуникантами. Последние интерпретируют профильную терминологию как на русском, так и на таджикском языках. Конститутивные признаки таджикских лексико-

семантических (смысловых) номинативов в тезаурусном пространстве СЗК опираются на русско-язычные эквиваленты. При этом они не ограничиваются лексическим значением: тематический репертуар терминов-профессионализмов указывает на различные грамматические (морфологические, словообразовательные) способы варьирования их в словарном пространстве.

Лексическая СЗК (в особенности землеустройство) в таджикском языке особенно ярко выражена, многообразна и неординарна еще и потому, что Таджикистан является в большей степени аграрной страной, в которой большую часть производимой продукции дает сельское хозяйство. Кроме этого, формированию тезауруса СЗК благоприятствовало обилие мелиоративной, лесохозяйственной и аграрно-культурной лексики, значительная доля которой заимствована из русского языка разными способами (структурно-семантическим, лексико-семантическим, лексико-грамматическим, способом калькирования/заимствования и пр.). Последние наиболее актуальны в рамках изучения русского языка и культуры речи иностранными студентами, так как эти интегрированные лексические единицы определенным образом влияют на представление и смысл профильной терминосистемы в целом.

Так, для выражения понятий СЗК при заимствованном калькировании из таджикского языка были обнаружены лексические словоформы русского языка. При этом, как показал анализ, семантические единицы (наименования предметов действительности, явлений, действий) при поморфемном калькировании могут выражаться таджикскими лексемами, опираясь на интернациональные термины, зафиксированные в русском языке. Анализ показал, что при воздействии дословным калькированием, таджикская лексема предполагает дополнительные значения, взаимосвязанные с центральным понятием (таблица). Например, *благоустройство/обустройство/благообразие населенных мест* трактуется в таджикском языке как *ободони маеалеои аеолинишин (благоустройство жилых территорий)*.

Таблица 1

Профильные лексемы (русский и таджикский языки)

<i>Лексема (рус. яз.)</i>	<i>Лексема (тадж. яз.)</i>
Самовозгорающий	худсӯзондан
Землеустройство	Идоракунии / замин / дастгоҳи замин / заминдории
Сеять	Мекорад / киштукор / сабзии иавхез/ кишткупӣ
Землепользование	Истифодаи замин / идоракунии табиат / хочагии чангал
Собирать	Чамъ / кардан / захира кунед

Дальнейший анализ показал, что словарное пространство СЗС распространяется на межотраслевые термины, отражающие смежные коннотации специфических понятий (сравним: *кадастр недвижимости – экономика недвижимости; земельное право – гражданское право; земельный учет – налоговый учет – финансовый учет – бухгалтерский учет, цифровая картография – цифровая экосистема – цифровая платформа*) с опорой на универсальные, перекрестные признаки известных сегментов в экономике, юриспруденции, экологии, информатике и др.

Узкоспециализированная терминология СЗК охватывает достаточно большой тезаурус, который предполагает различные лексико-грамматические модели слов и словосочетаний. Мы попытались унифицировать некоторые. Рассмотрим их более подробно.

Лексические единицы СЗК в рамках языка лесного хозяйства можно объединить в семантические блоки и их внутривидовые типы:

1. Земля и недвижимость
  - 1.1. Землепользование и земельные отношения
  - 1.2. Структура земель в РФ
  - 1.3. Земельный фонд как базовые объекты недвижимости
  - 1.4. Право собственности и имущественные отношения
  - 1.5. Земельные реформы
2. Землеустройство и развитие территорий
  - 2.1. Природные свойства земли
  - 2.2. Структура земель по угодьям
  - 2.3. Градостроительная деятельность
3. Государственный кадастровый учет и оценка земель
  - 3.1. Кадастровая деятельность
  - 3.2. Идентификация земельного участка
  - 3.3. Классификация земель по категориям пригодности и признакам, влияющим на плодородие почв

Как показало исследование, упомянутые смысловые блоки имеют языковой фокус – центральное слово-понятие, которое связывает так или иначе остальные родовидовые лексемы. Зафиксированное нами многозначное слово *земля* в толковом словаре С. И. Ожегова отмечено следующими значениями.

1. Третья от Солнца планета Солнечной системы, вращающаяся вокруг Солнца и вокруг своей оси.
2. Суша в противоположность водному или воздушному пространству.
3. Почва, верхний слой коры нашей планеты, поверхность.
4. Рыхлое темно-бурое вещество, входящее в состав коры нашей планеты.
5. Страна, государство, а также вообще какая-н. большая территория.

6. Территория с угодьями, находящаяся в чьем-н. владении, пользовании.

7. В Австрии и Германии: административно-территориальная (федеративная) единица [4].

В профильных текстах, например, в учебных пособиях по дисциплинам «Землеустройство», «Мониторинг и охрана земель», «Геодезия», «Управление земельными ресурсами» и др. семантика указанного концепта и его словоформы зависит от коннотативных (дополнительных к основным) отношений внутри контекстов, от предметно-логической связи в предложении. Сравним некоторые: «освоение новых и преобразование освоенных земель», «земельный фонд», «земельные угодья»; «содержание геодезии за последнее время значительно расширилось в связи с запуском искусственных спутников Земли и космических ракет» [5], «деление земли на участки», «размеры земли», «изображение земной поверхности», «земля как карта», «землепользование как сфера человеческой деятельности», «земельные правоотношения», «земельное законодательство», «русские земли», «городские земли», «земельный кадастр», «земли под дорогами», «земли под болотами» и т. д. Получается, с одной стороны, коннотативные смыслы могут нести абсолютно разные значения в зависимости от уровней языка (лексического, морфологического и пр.) с другой – ядерной оказывается лексема *земля* (сегмент *зем/земл* – в морфемике), которая референтна и объединяет все другие смыслы, связанные с профильным тезаурусом (*почва, часть поверхности Земли, территория, дестинация* и т. п.).

В заключение важно отметить, что высказанные предположения о многообразии языковых элементов, употребляемых в профессиональной лексике с опорой на ее же терминосистему в целом в русском и таджикском языках позволяют предположить создание билингвального тезауруса (двуязычного профессионально-словарного пространства), на основе которого могут наметиться подходы к образованию русско-таджикского кластерного словника, словаря-минимума для иностранных студентов, обучающихся по направлениям «*Лесное хозяйство*», «*Природопользование*», «*Землеустройство и кадастры*» и др.

#### Список источников

1. Сизов, А. П. Введение в специальность. Землеустройство и кадастры : учебное пособие / А. П. Сизов. – Москва : Изд-во МИИГАиК, 2013. – 73 с.

2. Межотраслевая и узкоспециальная терминология учебных дисциплин по лесному хозяйству. – URL: <https://biznes-prost.ru/zemleustrojstvo.html> (дата обращения: 29.11.2022).

3. Гафиятова, Э. В. Язык лесного хозяйства: состояние и проблемы / Э. В. Гафиятова // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2013. – № 12 (30). – С. 45–51.
4. Толковый словарь С. И. Ожегова. – URL: [https:// dic.academic.ru/dic.nsf/ogegova/68486](https://dic.academic.ru/dic.nsf/ogegova/68486) (дата обращения: 29.11.2022).
5. Левитская, Т. И. Основы геодезии : учебное пособие / Т. И. Левитская. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2017. – 88 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

<b>Абишев К. Б., Демидова А. В., Уразова А. Ф.</b> Применение дистанционных методов зондирования защитных лесных полос Свердловской железной дороги (на примере участка Екатеринбург – Каменск-Уральский) .....	3
<b>Агапитов Е. М., Рогачев В. Е., Фомин В. В.</b> Оценка количественного распознавания деревьев на территории полигона «Урал-Карбон» (Коуровка) на примере одной пробной площади.....	7
<b>Алексеев Д. С., Носков А. А.</b> Браконьерство в Удмуртской Республике.....	12
<b>Ананьина А. В., Луганский В. Н.</b> Изучение общих физических свойств искусственных почвогрунтов на объектах озеленения Салехарда.....	17
<b>Аникина А. Д., Фролова Т. И.</b> История создания и озеленения парка «У фонтана» поселка городского типа Верхние Серги в Нижнесергинском районе Свердловской области .....	22
<b>Аникина А. Д., Фролова Т. И.</b> Ретроспективный анализ планировочных особенностей поселка городского типа Верхние Серги в Нижнесергинском районе Свердловской области.....	27
<b>Анчугов А. А., Семышев С. Г., Шевелина И. В., Нагимов З. Я.</b> Характеристика ветрового режима на южной аэрационной станции МУП «Водоканал» Екатеринбурга.....	32
<b>Аржанников Ю. А., Абзаиров М. Д., Панин И. А.</b> Влияние сплошнолесосечных и проходных рубок на запасы дикорастущих ягодных растений живого напочвенного покрова Березовского лесничества Свердловской области .....	38
<b>Ахматова Л. Ф., Абрамова Л. П.</b> Характеристика почв ООПТ «Соколиный камень».....	42
<b>Башегуров К. А., Клинов А. С., Залесов С. В., Попов А. С.</b> Эффективность лесовосстановления в рамках компенсационных мероприятий на территории Таркосалинского лесничества.....	46
<b>Белова Д. Н., Хисамутдинова А. Н.</b> Многостороннее влияние защитных лесных насаждений в условиях Бирского района Республики Башкортостан .....	51
<b>Беляева А. В., Воробьева Т. С.</b> Оценка антропогенного воздействия на насаждения парка Камвольного комбината.....	56
<b>Бураков М. В., Мехренцев А. В.</b> Разработка статистической модели по наведению и захвату, а также распилу и повалу дерева харвестером .....	61

<b>Васильева Е. В., Ермакова Д. О., Фролова Т. И.</b> Озеленение центральной части города Полевского и особенности реконструкции мемориальных зон на примере площади имени П. П. Бажова.....	66
<b>Верхуша М. А., Луганская С. Н.</b> Обзор дендрологических парков Екатеринбурга.....	70
<b>Волосов И. А., Фролова Т. И.</b> Особенности озеленения и проектных решений специализированного образовательного учреждения.....	75
<b>Вьюхин С. О., Вьюхина А. А., Тимофеев А. С., Григорьев А. А.</b> Современная экспансия древесной растительности в горные тундры и луга в горах Республики Алтай.....	81
<b>Вьюхина А. А., Гурская М. А.</b> Зависимость дендроклиматического отклика сосны на северной границе леса в Финляндии от возраста деревьев.....	86
<b>Громов А. М., Балакин Д. С., Гайсин И. К., Моисеев П. А.</b> Фитомасса сосны сибирской кедровой ( <i>Pinus sibirica</i> ) верхней границы леса в условиях Алтае-Саянского горно-таежного района.....	91
<b>Дегтярев А. И., Барайщук Г. В.</b> Применение биопрепаратов при размножении разных видов можжевельников в условиях южной лесостепи Западной Сибири.....	96
<b>Досманова А. Е., Абрамова Л. П.</b> Характеристика почв типов леса Уральского учебно-опытного лесхоза.....	101
<b>Дудко А. А., Азаренок В. А.</b> Технологические особенности лесопользования в районах добычи углеводородного сырья .....	105
<b>Евкович И. А., Протас П. А.</b> Методы прогнозирования последствий стихийных бедствий в лесном фонде .....	111
<b>Егоров Р. В., Кожевников А. П.</b> Внутривидовая изменчивость рябины обыкновенной и клена ясенелистного в Уктусском лесном парке Екатеринбурга .....	116
<b>Егоров Я. Д., Мандрыгин К. В., Ефимов Ю. В.</b> Чага – дорогостоящий и полезный недревесный продукт леса .....	120
<b>Ефимова Н. А., Сродных Т. Б.</b> Роль объектов ограниченного пользования при определении обеспеченности жителей города зелеными насаждениями .....	124
<b>Загидуллин Д. А., Герц Э. Ф.</b> Перспективы заготовки древесины ООО «Кроношпан ОСБ» .....	129
<b>Иванова М. А., Микеладзе Ш. Э., Бунькова Н. П.</b> Проектное покрытие живого напочвенного покрова в условиях Шарташского лесного парка Екатеринбурга .....	133

<b>Илюшина К. А., Кожевникова А. А., Щерба Ю. Е.</b> Изменчивость показателей пятилетних рамет на плантации «Мана» семенного потомства плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской .....	137
<b>Искендерова Е. С., Постникова С. С.</b> Методика проведения регулярных лесопатологических обследований и закладки пунктов наблюдения за состоянием лесов как основа лесного мониторинга.....	142
<b>Клинов А. С., Насыров Т. Я., Осипенко А. Е.</b> Причины низкой приживаемости культур сосны обыкновенной в условиях Южно-Уральского лесостепного района .....	148
<b>Коновалова Д. А., Пономарев Д. Д.</b> Влияние состава субстрата на размеры сеянцев с закрытой корневой системой кедра сибирского .....	152
<b>Корчагин И. Е., Дегтярев И. С., Осипенко А. Е.</b> Санитарное состояние лесных культур на золоотвале № 1 Рефтинской ГРЭС .....	154
<b>Крючкова А. И., Нагимов З. Я., Суслов А. В.</b> Динамика породной и возрастной структуры лесных насаждений Невьянского лесничества .....	159
<b>Кузьмина А. А., Абрамова Л. П., Сенькова Л. А.</b> Физические свойства почв парка XXII Партсъезда Екатеринбурга .....	165
<b>Ланецкая Е. А., Рожкова Е. А., Сродных Т. Б.</b> Динамика санитарного состояния насаждений клена остролистного Ф. Дебора в сквере у Пассажа в Екатеринбурге .....	170
<b>Лещина М. М., Барайщук Г. В.</b> Защита лесов Омской области от непарного шелкопряда <i>Lymantria dispar</i> L. ....	174
<b>Лопатин М. В., Сродных Т. Б.</b> Анализ больничных комплексов Екатеринбурга .....	179
<b>Луганский В. Н., Ананьина А. В.</b> Динамика кислотности лесостепных почв при зарастании сельхозземель древесной растительностью .....	182
<b>Мазейна К. Э., Бунькова Н. П.</b> Обзор функционала и сравнительная оценка применения систем «Ясень» и «Лесохранитель» в условиях Свердловской области .....	186
<b>Марковская А. Н.</b> Проблемы озеленения северных городов .....	191
<b>Маров Д. А., Зарубина Л. В.</b> Оценка санитарного состояния сосновых насаждений в Сокольском бору национального парка «Русский Север» .....	195
<b>Марушина К. А., Донгузов Д. С., Шевелина И. В., Тесля Д. Е.</b> Таблицы объемов стволов ели сибирской в озеленительных посадках Екатеринбурга .....	200
<b>Мезенина Я. В., Шестаков К. В.</b> Перспективы применения <i>Paulownia tomentosa</i> в санитарно-защитном озеленении Красноярска .....	205



<b>Мильков Н. С., Мухачева Е. М., Тишкина Е. А., Лангинова А. В.</b> Анализ инвазионной активности <i>Acer negundo</i> L. в Юго-Западном лесном парке Екатеринбурга .....	211
<b>Миронов А. М., Мехренцев А. В.</b> Особенности операционного планирования работ лесозаготовительных машин с системой интеллектуального управления при несплошных рубках .....	215
<b>Москаленко Е. В.</b> Основные тенденции цветочного оформления монастыря во имя Святых Царственных Страстотерпцев в урочище Ганина Яма .....	220
<b>Мухачева Е. М., Бочкарев И. И., Тишкина Е. А.</b> Оценка размерной и пространственно-временной структуры <i>Acer negundo</i> L. в лесопарковой зоне Екатеринбурга .....	225
<b>Никитина Е. С., Ланецкая Е. А., Сродных Т. Б.</b> Анализ состояния аллеи посадок в парках Екатеринбурга .....	230
<b>Никитина Е. С., Рожкова Е. А., Сродных Т. Б.</b> Анализ состояния аллеи посадок в скверах и на бульварах Екатеринбурга .....	235
<b>Одинаев Х. Д., Фролова Т. И.</b> К вопросу об озеленении Нижнего Тагила и необходимости создания новых парковых территорий .....	238
<b>Перетрухина Н. В., Якимович С. Б.</b> Методика синтеза границ эффективной области заготовки древесины различными лесозаготовительными комплексами .....	243
<b>Плотникова Ю. В., Хайруллина М. Д., Абрамова Л. П., Фролова Т. И.</b> Анализ почвенных условий участка пришкольной территории МАОУ СОШ № 53 Екатеринбурга .....	248
<b>Плюха Н. И., Корелина А. А., Суслов А. В.</b> Оценка стратификации лесов на территории Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ .....	253
<b>Побединский А. А., Чеснова Д. С.</b> Влияние влажности на внутреннее напряжение в стволе сосны сибирской .....	260
<b>Пономарев Д. Д., Коломыцев М. В., Герасимова О. А.</b> Показатели роста сеянцев яблони домашней ( <i>Malus domestica</i> Borkh) в ботаническом саду Вс. М. Крутовского .....	263
<b>Пономарева Е. Д., Луганский В. Н.</b> Оценка агрохимических свойств искусственно созданных почвенных субстратов под партерными газонами Салехарда .....	268
<b>Попова Т. И., Фролова Т. И.</b> Ассортимент фитонцидных растений для общеобразовательных учреждений .....	274
<b>Попова Т. И., Фролова Т. И.</b> Лесообразователи в озеленении сел Алапаевского района .....	277

<b>Проскуракова Д. А., Гесс М. С., Мезенина О. Б.</b> Анализ результатов мероприятий по приведению в соответствие сведений ЕГРН и ГЛР .....	281
<b>Пятыгина А. А. Мехренцев А. В.</b> Исследование качества производства пиломатериалов в условиях малообъемного производства .....	285
<b>Радченко Н. А., Азаренок В. А.</b> Организация чистого производства при переходе лесоперерабатывающих производств на низкоуглеродное развитие .....	291
<b>Разжигаева О. А., Моисеев П. А., Громов А. М., Воробьев И. Б.</b> Применение лазерного сканирования при таксации древостоя на верхней границе леса горы Дальний Таганай .....	295
<b>Рогачев В. Е., Агапитов Е. М., Фомин В. В.</b> Оценка официальной методики расчета запасов углерода на примере карбонового полигона Свердловской области «Урал-карбон» (Коуровка) .....	299
<b>Рожкова К. А., Мещерякова К. В., Тишкина Е. А., Мартюшов П. А.</b> Коллекция <i>Malus domestica</i> Borkh ботанического сада УГЛТУ «Уральский сад лечебных культур имени профессора Л. И. Вигорова» .....	304
<b>Рожкова К. А., Царев Ф. О., Тишкина Е. А.</b> Морфофизиологическая адаптация можжевельника обыкновенного на Южном Урале .....	308
<b>Рыбалова М. М., Межова Л. А.</b> Охрана лесов в Воронежской области .....	313
<b>Сальникова Е. А., Фролова Т. И.</b> Анализ состояния насаждений в Комсомольском сквере Екатеринбурга .....	318
<b>Сальникова Е. А., Фролова Т. И.</b> Экологический баланс Комсомольского сквера Екатеринбурга .....	323
<b>Санников С. А., Абрамова Л. П.</b> Характеристика лесного фонда Верхневилуйского лесничества Республики Саха (Якутия) .....	329
<b>Спицына К. С., Пашина О. А., Сычугова О. В., Орехова О. Н.</b> Особенности роста самосева и подроста сосны обыкновенной на вырубках древостоев сосняка зеленомошного Тавдинского лесничества .....	332
<b>Станислав Я. В., Жукова М. В.</b> Изучение взаимосвязи между колористической палитрой и визуальными полями пейзажей .....	335
<b>Станислав Я. В., Жукова М. В.</b> Степень агрессивности объектов общего пользования Екатеринбурга .....	340
<b>Танкова Ж. В., Колтунова А. И.</b> О некоторых особенностях состояния деревьев дуба в дубово-ясеневых насаждениях гослесополосы .....	345

<b>Тихонов Е. А., Панин И. А.</b> Оптимизация технологии сплошнолесосечных рубок в условиях Уфалейского лесничества Челябинской области .....	351
<b>Фарфель Д. В., Целева Н. Д., Тишкина Е. А.</b> Биологические особенности различных видов <i>Syringa</i> в коллекции Ботанического сада Уро РАН .....	357
<b>Филистеев А. С., Борзенко Е. В., Тишкина Е. А.</b> Особенности апикального роста побегов сортов сирени обыкновенной на Среднем Урале .....	361
<b>Целева Н. Д., Андропова Т. А., Тишкина Е. А.</b> Рост и развитие <i>Ligustrum</i> L. в Ботаническом саду Уро РАН .....	364
<b>Черник К. Н., Черник Д. В.</b> Обзор исследований производительности механизированной посадки сеянцев с закрытой корневой системой .....	368
<b>Черных П. А., Суслов А. В.</b> Применение геоинформационной системы Quantum GIS для лесопользования .....	373
<b>Чеснова Д. С., Побединский А. А.</b> Влияние влажности на внутреннее напряжение в березе .....	378
<b>Шашина А. В., Фарфель Д. В., Тишкина Е. А.</b> Состояние древесных растений семейства <i>Oleaceae</i> в коллекциях Ботанического сада Уро РАН .....	381
<b>Шашина А. В., Переходова Е. С., Абрамова Л. П., Тишкина Е. А.</b> Внедрение <i>Acer negundo</i> L. в Санаторном и Шарташском лесных парках Екатеринбурга .....	385
<b>Швецова Е. А., Бунькова Н. П.</b> Оценка применения методов черенкования к выращиванию тополя пирамидального ( <i>Populus pyramidalis</i> ) селекции Н. А. Коновалова и тополя итальянского ( <i>Populus italica</i> ) в условиях Екатеринбурга .....	389
<b>Шкуров А. В., Кудрявцев И. А.</b> Мотовездеход «Охотник за пожарами» для противодействия лесным пожарам .....	394
<b>Юмаков А. Д., Донгузов Д. С., Сальникова И. С.</b> Сравнительный анализ статистических пакетов для исследования рядов распределения деревьев .....	398
<b>Якимова А. Б., Сибэгатуллина А. Я., Юнусбаева В. Ф.</b> Создание и оформление искусственных водоемов в парках Уфы .....	404

### ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

<b>Бекк П. А., Агафонов А. С., Шишкина Е. Е., Гороховский А. Г.</b> О механизме конвективной сушки древесины .....	409
--	-----

<b>Иржигитова С. М., Яцун И. В., Чернышев О. Н.</b> Влияние наполнителей на свойства клеев при изготовлении клееных деревянных конструкций .....	412
<b>Катяев И. И., Газеев М. В.</b> Исследование напольных защитно-декоративных покрытий древесины, образованных лакокрасочными материалами .....	417
<b>Комягин И. В., Яцун И. В.</b> Древесные наполнители для кошачьего лотка и технология их производства .....	424
<b>Кощев В. С., Яцун И. В.</b> Стабилизация древесины методом вакуумной пропитки с последующей термической полимеризацией....	429
<b>Лошкарева М. П., Шарапкин А. А., Новоселов В. Г.</b> Применение 3D-печати для строительства домов из древесно-композиционных материалов .....	433
<b>Лыхина Е. Ю., Носоновских К. В., Газеев М. В., Свиридов А. В.</b> Эпоксидные смолы и клеи на их основе .....	441
<b>Мирошниченко Л. А., Мялицин А. В.</b> Современные тенденции в малоэтажном деревянном домостроении .....	446
<b>Мирошниченко Л. А., Мялицин А. В.</b> Цифровое производство каркасных домов .....	451
<b>Морозов Д. В., Никишова Е. Д., Романов В. А., Лукаш А. А.</b> Разноцветные рельефные щиты для производства мебели .....	455
<b>Пестов И. Е., Щепочкин С. В.</b> Аспирационная установка для исследования рабочих характеристик центробежных вентиляторов для деревообрабатывающих производств .....	459
<b>Плюснина А. С., Совина С. В.</b> Формирование покрытий на древесных материалах порошковыми красками .....	464
<b>Сергеева Т. С., Мехренцев А. В., Григорьева С. А.</b> Сравнительный анализ методик экспертной оценки эффективности технологических процессов деревянного домостроения .....	469
<b>Солдатова А. Н., Совина С. В.</b> Клеевые системы для производства фанеры и фанерных плит .....	474
<b>Тарбеева Н. А., Рублева О. А.</b> Систематизация способов и приемов улучшения свойств низколиквидной древесины для изготовления облицовочных изделий .....	478
<b>Чуваков А. В., Яцун И. В.</b> Обзор круглопильных станков для распиловки бревен и брусьев .....	483
<b>Шайдуров А. С., Чумарный Г. В.</b> Алгоритм оценки безопасности условий труда оператора деревообрабатывающего оборудования .....	488
<b>Эскин В. Д., Лопатин А. Ю., Тюменцева А. Е., Криворотова А. И.</b> Исследование характеристик плит без связующих веществ на основе коры .....	493

## МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

<b>Агафонов А. С., Бекк П. А., Гороховский А. Г., Шишкина Е. Е.</b> О критерии фазового превращения при конвективной сушке древесины .....	496
<b>Белова М. Ю., Назаревич С. А.</b> Промышленный дизайн как метод управления рисками в процессах организации производства .....	499
<b>Ведерников Я. Д., Рублева О. А.</b> Численное моделирование процесса местного торцового прессования на основе имитационной модели древесины в САЕ-системе .....	505
<b>Веренцова Д. Е., Санников С. П.</b> Актуальность создания поиско- туристического радиодатчика для особо охраняемых природных территорий России – на примере Байкальского биосферного заповедника .....	511
<b>Горяева В. М., Санников С. П.</b> О разработке измерительного устройства для определения возраста деревьев в лесу .....	516
<b>Дементьева Е. С., Санников С. П.</b> Концепция разработки измерительного устройства высоты дерева в лесу .....	520
<b>Донцов Н. В., Санников С. П.</b> Система автоматизированного процесса измерения объема дерева в лесу .....	524
<b>Зуев И. И., Казанцев Д. Д., Исаков С. Н.</b> Классификация приводов	529
<b>Калашников Д. А., Радченко Е. А., Камалова Н. С., Внукова С. В.</b> К вопросу о потенциале сил давления в различных средах в процессе адиабатического сжатия .....	533
<b>Книпенберг А. А., Исаков С. Н.</b> Исследование гидродинамических процессов в насосе НЦПН-40/100 .....	539
<b>Комаров В. Е., Санников С. П.</b> Зондирование лесного полога при помощи направленной электромагнитной волны .....	543
<b>Краснов М. Е., Исаков С. Н.</b> Модернизация автомобиля с установкой дополнительного моста .....	547
<b>Кузнецов А. П., Исаков С. Н.</b> Модернизация привода гидростанции устройства поштучной выдачи пиловочника КСП-10.....	550
<b>Кушицкая А. В., Исаков С. Н.</b> Диагностический паспорт тележечной лебедки башенного крана .....	554
<b>Ошуркова И. В., Исаков С. Н.</b> Трибологический стенд .....	559
<b>Полуяхтов Е. В., Тоймурзин Д. О., Исаков С. Н.</b> Математическое моделирование вибрации трубопровода .....	562
<b>Рычков А. С., Веренцова Д. Е., Шипилов В. В., Санников С. П.</b> К доктрине проектирования устройств сбора данных для предупреждения о возникновении лесного пожара в автоматизированном режиме .....	566

<b>Саляхов И. Р., Санников С. П.</b> Использование магнитострикционных преобразователей в разработке устройств измерения внутренних состояний дерева .....	571
<b>Сиваков В. П., Исаева К. С.</b> Температурное диагностирование циркуляционной смазки подшипников сушильных цилиндров .....	576
<b>Соленцова А. В., Санников С. П.</b> Концепция разработки измерительного устройства влажности дерева в лесу .....	581
<b>Старцев Г. Р., Исаков С. Н.</b> Исследование гидродинамических процессов в сушильном цилиндре .....	587
<b>Тимофеев И. А., Исаков С. Н.</b> Компьютерная модель вибродиагностического стенда для подвески легковых автомобилей	590
<b>Трофимов И. И., Санников С. П.</b> Автоматизация измерения высоты ствола дерева посредством ультразвуковых волн .....	594
<b>Федосеева Е. С., Исаков С. Н.</b> Обзор патентов «Асбестоцементный лист» .....	599
<b>Чевардина А. Ю., Побединский В. В.</b> Предмет труда в лесопромышленных технологиях .....	602
<b>Шпагин И. А., Санников С. П.</b> Замысел разработки измерителя влажности древесины дерева .....	606

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

<b>Байц О. Н., Чудинов С. А.</b> Оценка состояния транспортной инфраструктуры Свердловской области по целевым показателям.....	611
<b>Борисенко И. С., Мальцева А. А., Демидов Д. В.</b> Дефекты, деформации и разрушения как следствие ошибок на этапах жизненного цикла мостового сооружения .....	617
<b>Верхоляк А. О., Чудинов С. А.</b> Технология проектирования асфальтобетонной смеси по методике Supergrave .....	622
<b>Вопилова А. В., Чудинов С. А.</b> К вопросу проведения технико-экономических изысканий при проектировании автомобильных дорог .....	626
<b>Гавриленко Д. С., Гриневич Н. А.</b> Добавки для поддержания прочности, морозостойкости и водонепроницаемости бетонной смеси .....	631
<b>Елкина Т. С., Савсюк М. В.</b> Расчет устойчивости земляного полотна .....	634
<b>Квитко А. В., Горностаев И.</b> К вопросу об эксплуатационных свойствах автомобильных дорог с различными покрытиями .....	637

<b>Кононов И. А., Колногородов Г. К., Демидов Д. В.</b> Химические основы разрушения бетонных и железобетонных конструкций мостовых сооружений .....	641
<b>Ленков Д. Д., Чудинов С. А.</b> Системы автономного уличного освещения автомобильных дорог .....	646
<b>Лепинских А. В., Савсюк М. В.</b> Повышение износостойкости покрытия автомобильной дороги за счет устройства защитных слоев .....	650
<b>Маринских Д. М., Чудинов С. А.</b> К вопросу выбора полимера из переработанных пластиковых отходов для модификации битумного вяжущего .....	653
<b>Михаль О. А., Булдаков С. И.</b> Особенности подготовки дорожной полосы в современных условиях .....	658
<b>Мусин Р. Ф., Кручинин И. Н.</b> Улучшение физико-механических и эксплуатационных свойств базальтофибробетона .....	663
<b>Омельченко Э. Ю., Тарасова Г. А.</b> Восстановительные работы на Крымском мосту .....	667
<b>Пономарев В. В., Савсюк М. В.</b> Современные методы учета интенсивности движения транспортных средств на автомобильных дорогах .....	671
<b>Порин В. О., Чудинов С. А.</b> Особенности производства, устройства и преимущества дренающих асфальтобетонов .....	674
<b>Порицкая А. А., Чудинов С. А.</b> Интеллектуальные транспортные системы в городских агломерациях .....	678
<b>Сатов А. Г., Гриневич Н. А.</b> Защитные слои и слои износа дорожной одежды .....	683
<b>Сперанский Д. В., Гриневич Н. А.</b> Современные каменные материалы Баженовского месторождения для дорожного строительства .....	687
<b>Таран А. В., Шаров А. Ю.</b> Использование геосинтетических материалов в земляном полотне и дорожной одежде .....	692
<b>Усенко А. В., Гриневич Н. А.</b> Влияние шипованных шин на дорожное покрытие .....	697
<b>Чудинов С. А., Ладейщиков К. В.</b> Строительство зимних лесовозных дорог с увеличенным сроком эксплуатации .....	702
<b>Чудинов С. А., Ладейщиков Н. В.</b> Использование отходов целлюлозно-бумажной промышленности в строительстве лесовозных автомобильных дорог .....	708
<b>Чудинов С. А., Морозов С. М.</b> Перспективы применения вторичного щебня в дорожном строительстве .....	712
<b>Чудинов С. А., Чернавин А. М.</b> Вторичное использование металлургических шлаков в дорожном строительстве .....	716

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

<b>Андрианов С. А., Ласточкин Н. А., Гасилова О. С., Безсолицин Н. П.</b> Анализ аварийности с участием водителей транспортных средств юридических лиц .....	721
<b>Гаврилова А. С., Алексеева О. В.</b> Обеспечение безопасности дорожного движения в интеллектуальных транспортных системах...	726
<b>Катяев И. И., Пупышев А. П.</b> Восстановление электрических топливных насосов .....	729
<b>Конева О. В., Демидов Д. В.</b> Состояние аварийности, связанной с наездом автотранспортных средств на диких животных, по территории Свердловской области .....	732
<b>Новиков М. А., Гасилова О. С., Сидоров Б. А.</b> Анализ детского дорожного травматизма в Свердловской области .....	737
<b>Рай И. О., Кулакова Н. Г.</b> Совершенствование охраны труда и безопасности на объектах железнодорожного транспорта .....	741
<b>Сесюнин К. Д., Гайнутдинов Е. Р., Чусовитин А. А., Демидов Д. В.</b> Задачи транспортного типа и методы их решения .....	744
<b>Турушев А. Д., Полушин Е. А., Чусовитин А. А., Демидов Д. В.</b> О влиянии режимов движения транспортных средств на техническое состояние автодорожных мостовых сооружений .....	749
<b>Чащина А. В., Неволин А. С., Демидов Д. В.</b> О компоновке состава автотранспортных средств для вывозки древесины .....	753
<b>Шафигулина В. И., Кулакова Н. Г.</b> Правовое сознание как условие безопасности пассажирских перевозок .....	759

## ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ХИМИЧЕСКИЕ И БИОТЕХНОЛОГИИ

<b>Барина Н. С., Исаева Е. В.</b> Установление антимикробной активности экстрактов из листьев осины .....	762
<b>Беспалов Д. С., Егоров Д. М.</b> Получение суммы фуранокумаринов борщевика Сосновского .....	767
<b>Биктимирова О. Е., Кулаженко Ю. М., Чирков Д. Д., Шкуро А. Е.</b> Влияние фракционного состава наполнителя на свойства композитов на основе ПВХ .....	773
<b>Воронина Е. С., Панова Т. М., Старцева Л. Г.</b> Исследование процесса получения яблочного сидра .....	776



<b>Гарт М. С., Акинцева С. А., Савиновских А. В., Мартюшов П. А.</b> Разработка рецептуры сидра на основе яблок УСЛЖ им. Л. И. Вигорова .....	781
<b>Дворянкин Д. Ю., Первова И. Г., Мельник Т. А.</b> Исследование извлечения ионов Cr(VI) модифицированными сорбентами на основе сосновых опилок .....	785
<b>Дудорова А. Ю., Шестаков Д. И., Вураско А. В., Минакова А. Р.</b> Перспективы применения волокон конопли технической для получения альфа-целлюлозы .....	790
<b>Иштимирова Г. Р., Соловьева А. Е., Артёмов А. В., Бурындин В. Г.</b> Исследование возможности получения пластика без связующего на основе кокосового субстрата .....	795
<b>Корнилов И. С., Собянина А. Д., Ершова А. С., Савиновских А. В.</b> Исследование влияния технологических факторов на физико-механические показатели пластиков без связующих на основе хвои кедра.....	801
<b>Крутикова П. С., Шорикова А. Н., Панова Т. М.</b> Исследование процесса получения грушевого сидра из груш Уральского региона....	806
<b>Ладыгина А. Н., Сиражев В. В., Артёмов А. В., Савиновских А. В.</b> Исследование свойств пластика без связующего на основе отходов переработки кокосового ореха.....	810
<b>Мамадгулова Ш. Р., Захаров П. С., Шкуро А. Е., Глухих В. В.</b> Исследование влияния содержания карбоксиметилцеллюлозы и этилцеллюлозы на скорость биоразложения композиционных материалов .....	816
<b>Мамаев А. В., Гриншпан Д. Д.</b> Термохимический синтез мезопористых активированных углей из древесных отходов и их анализ .....	821
<b>Мамаева О. О., Лаходанова Е. О.</b> Углеводы водного экстракта листьев тополя бальзамического .....	827
<b>Медведева А. С., Каримов О. Х.</b> Способы сульфирования лигносульфоната .....	832
<b>Мягкова Е. Р., Красовская О. О., Мартиросян Ю. Ц.</b> Исследование антибактериального действия наночастиц серебра, полученных с помощью хвойных опилок методом «зеленого» синтеза .....	835
<b>Пиманкина В. А., Бурцева Д. С., Гиндулин И. К.</b> Применение бетулина в микробиологии .....	840
<b>Семкин Н. С., Чумарный Г. В.</b> Предложения по совершенствованию методики контроля качества кобальтсодержащих растворов на предприятии АО «КЗТС» .....	843

<b>Сербина Л. М., Исаева Е. В.</b> Переработка древесных отходов хвойных пород грибами К6-15 <i>Trichoderma Spp.</i> .....	847
<b>Солдатова О. В., Купчинская Е. В.</b> Разработка проекта полигона ТКО в Каменске-Уральском Свердловской области .....	851
<b>Сочнева К. М., Ширинкина Е. А., Гиндулин И. К.</b> Разработка технологии получения биологически активной добавки из растительного сырья .....	856
<b>Стягов Н. Н., Протазанов А. А., Дрикер Б. Н.</b> Защитные пленки пролонгирующего действия на основе органофосфонатов.....	861
<b>Татарина А. В., Панова Т. М., Малоземов О. Ю.</b> Исследование растительных белковых продуктов на содержание белка .....	865
<b>Тихонова А. О., Исаева Е. В.</b> Биодеструкция листьев тополя и осины базидиальными грибами .....	869
<b>Тычинкин И. В., Шишлов О. Ф., Глухих В. В.</b> Оценка влияния лигнина на теплопроводность фенольной пены .....	873
<b>Тюменцева А. Е., Лопатин А. Ю., Эскин В. Д., Криворотова А. И.</b> Изготовление древеснокорьевых плит на основе модифицированных отходов деревообработки .....	878
<b>Усов Н. А., Старыгин Л. А., Дрикер Б. Н., Панова Т. М.</b> Получение органоминерального удобрения из отходов птицефабрик .....	883
<b>Усова К. А., Шкуро А. Е., Глухих В. В.</b> Влияние степени ацетилирования целлюлозы на свойства композитов на основе ацетата целлюлозы и древесной муки .....	888
<b>Федоров В. С., Рязанова Т. В.</b> Комплексная переработка коры сосны обыкновенной с использованием моноэтаноламина .....	893
<b>Филатов С. В., Панова Т. М.</b> Исследование процесса получения медовухи .....	898
<b>Шильников С. В., Шолин А. В., Терентьев П. В., Филатов Д. А.</b> Исследование фотоэлектрических солнечных модулей путем разработки лабораторного стенда для их тестирования .....	903
<b>Ширинкина Е. А., Бурцева Д. С., Гиндулин И. К.</b> Разработка технологии искусственного культивирования чаги .....	909
<b>Ширяев Н. Р., Мельник Т. А., Маслакова Т. И.</b> Спектрофотометрическое определение константы кислотной ионизации арсеназо III .....	913

### **СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ, УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА**

<b>Вакуленко О. С., Грачев С. А.</b> Лес как стратегический ресурс развития регионов .....	917
--	-----

<b>Егоров Я. Д., Мандрыгин К. В., Ефимов Ю. В.</b> Игровые технологии в образовательном процессе на примере игрового симулятора «Farming Simulator 22» .....	922
<b>Забелина К. В., Федоровских Е. С.</b> К вопросу о кривизне при проектировании лесовозных автомобильных дорог .....	926
<b>Захаров Д. Ю., Григорьева Е. С., Зенько К. В.</b> Санкции как угроза стратегии развития лесного комплекса .....	932
<b>Изранцева А. А., Капустина Ю. А.</b> Динамика кадрового потенциала лесного сектора российской экономики .....	936
<b>Изранцева А. А., Капустина Ю. А.</b> Проблемы кадровой безопасности лесного сектора России .....	941
<b>Капустина А. Ю., Капустина Ю. А.</b> Трансформация структуры отраслевого продукта лесного сектора российской экономики .....	946
<b>Мотырев Н. О., Буланова О. С.</b> Эффективность государственного лесного надзора и перспектива его развития в таежной зоне Красноярского края .....	951
<b>Никонов М. М., Анянова Е. В.</b> Визуализация данных по лесным пожарам и по защите лесов с использованием Web-интерфейса .....	957
<b>Пирогов К. А., Ростовская Ю. Н.</b> Экологическая составляющая экономической безопасности предприятий лесного сектора .....	962
<b>Рахмонов С. О., Старыгина Н. Ф.</b> Языковое разнообразие лесохозяйственного тезауруса (на примере русского и таджикского языков) .....	967

Научное издание

**НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО  
МОЛОДЕЖИ – ЛЕСНОМУ СЕКТОРУ РОССИИ**

Материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической  
конференции студентов и аспирантов

Редакторы: Н. Ф. Тофан, З. Р. Картавцева, Л. Д. Черных,  
В. Д. Билык, Е. Л. Михайлова, Р. В. Сайгина, А. Л. Ленская  
Оператор компьютерной верстки О. А. Казанцева



Подписано к публикации 23.03.2023. Дата размещения на сайте 24.03.2023  
Уч.-изд. л. 58,3. Объем 29,40 Мб.  
Тираж 500 экз. (1-й завод 20 экз.)  
Заказ № 7607

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»  
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37.  
Редакционно-издательский отдел. Тел. 8 (343) 221-21-44

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ  
ЦЕНТР УПИ»  
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, Гагарина, 35а, оф.2  
Тел.: 8 (343) 362-91-16