

**ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Материалы Международной научной конференции ученых и студентов

Воронеж, 26 сентября 2024 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Г.Ф. МОРОЗОВА»

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Материалы Международной научной конференции ученых и студентов

Воронеж, 26 сентября 2024 г.

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION  
OF THE RUSSIAN FEDERATION  
FEDERAL STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION  
OF HIGHER EDUCATION  
«VORONEZH STATE UNIVERSITY OF FORESTRY AND TECHNOLOGIES  
NAMED AFTER G.F. MOROZOV»

ENERGY-SAVING  
AND ENVIRONMENTALLY FRIENDLY TECHNOLOGIES  
IN THE FORESTRY INDUSTRY

Materials of the International Scientific Conference of Scientists and Students

Voronezh, September 26, 2024

УДК 630\*:504

Э65

**Э65** Энергоресурсосберегающие и экологически безопасные технологии лесопромышленного комплекса : материалы Международной научной конференции ученых и студентов, Воронеж, 26 сентября 2024 г. / отв. ред. Е. В. Украинская ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2024. – 238 с. – URL: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2024/mezhdunarodnaya-nauchnaya-konferenciya-uchenyh-i-studentov/> – Текст : электронный.

ISBN 978-5-7994-1130-5

Оригинальные статьи включают новые подходы к разработке технических решений при проектировании оборудования и разработке энергоресурсосберегающих и экологически безопасных технологий лесопромышленного комплекса, разработку новых материалов на основе природных полимеров, разработку энергоресурсосберегающих и экологически перспективных технологий лесопромышленного комплекса. Также предлагаются инновационные технологии и технические решения в деревообрабатывающей отрасли.

Материалы конференции предназначены для научных работников, аспирантов и студентов.

УДК 630\*:504

ISBN 978-5-7994-1130-5

© ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2024

## Содержание

<i>Ашмарова Т.С., Платонов А.Д.</i> Влияние породного состава древесины на разбухание ДВП .....	6
<i>Беспалов Р.С., Угрюмов С.А.</i> Классификация лесосек по геометрической форме при организации лесозаготовки.....	10
<i>Бухтояров Л.Д., Жукова К.А., Чеботарь В.Р., Зейдлерс С.Э.</i> Применение теории массового обслуживания для оптимизации работы деревообрабатывающего цеха.....	14
<i>Варгузина М.Г., Шацких В.А., Грезнева О.А.</i> Особенность создания композиционных объектов озеленения на территории монастырских комплексов.....	19
<i>Гоптарев С.М.</i> Выбор проектных решений, направленных на повышение пассивной безопасности движения на лесовозных дорогах.....	26
<i>Грачев Д.С., Ищенко Т.Л., Ефимова Т.В.</i> Типы склеивания шпона и получение более качественной фанеры.....	31
<i>Гудкова Н.А., Томина Е.В.</i> Оценка каталитических свойств $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ в реакции окисления метиленового оранжевого.....	35
<i>Дмитриев А.С., Куницкая О.А., Дьяченко В.М.</i> Обоснование эффективности использования полугусеничных тракторов на лесозаготовительных и лесохозяйственных операциях.....	40
<i>Должиков И.С., Хитров Е.Г., Григорьев И.В.</i> Применение методов машинного обучения для выбора лесных гусеничных машин.....	44
<i>Дорошенко А.В., Томина Е.В.</i> Сравнение фотокаталитических свойств $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ и $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ в реакциях окислительной деструкции органических загрязнителей сточных вод .....	49
<i>Жужукин К.В., Жужукин Н.В., Грачев Д.С., Дмитренко А.И.</i> Основные способы очистки стоков предприятий.....	53
<i>Зарытовских А.В., Пономаренко Л.В., Кантиева Е.В.</i> Моделирование элементов художественного дизайна по принципам биоморфизма и биомимикрии.....	57
<i>Ищенко Т.Л., Ефимова Т.В., Буланая М.С.</i> Особенности организации и дизайна смарт-кухонь.....	63
<i>Кантиева Е.В., Пономаренко Л.В., Киреева А.С.</i> Исследование физико-механических свойств ДСтП периодического и непрерывного способа прессования.....	67
<i>Киселева А.В., Ускова И.Д.</i> Влияние ширины и возраста годичного слоя на процент поздней древесины сосны из зоны южной тайги.....	72

<b>Котова А.В., Новикова Л.А., Томина Е.В., Мещерякова А.А.</b> Оценка эффективности извлечения ионов никеля из водной среды новыми магнитными сорбентами цеолит/ $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ .....	79
<b>Краснухина А.А., Дмитренко А.И., Томина Е.В., Смирнова Т.С., Жужукин К.В.</b> Применение наночастиц оксида магния в составах для модифицирования древесины.....	84
<b>Курдюков Д.П., Курдюков Р.П., Шамарин Н.И., Мануковский А.Ю.</b> Расчёт сопротивления грунтов основания при устройстве малых искусственных сооружений.....	89
<b>Курдюков Д.П., Курдюков Р.П., Шамарин Н.И., Мануковский А.Ю.</b> Разработка технологии строительного- монтажных работ лесовозных автомобильных дорог с применением лесозаготовительных комплексов и машин- механизмов для лесовосстановления.....	95
<b>Курзанова А.В., Донцов А.И.</b> Мембрана Pd-Sc для получения сверхчистого водорода .....	109
<b>Лавлинская О.В., Лавлинская А.М.</b> Гибкая фанера – новые возможности в декоре и мебельном производстве.....	114
<b>Мануковский А.Ю., Курдюков Д.П., Курдюков Р.П., Шамарин Н.И.</b> Унификация использования машин-механизмов для лесовосстановления при строительстве лесовозных автомобильных дорог.....	119
<b>Медведев И.Н., Стородубцева Т.Н., Шакирова О.И.</b> Методика формирования цифровой модели рельефа местности и алгоритм ее работы.....	128
<b>Молчанова О.Н., Новикова Л.А., Томина Е.В., Мещерякова А.А.</b> Влияние pH раствора и массы сорбента на сорбцию и степень очистки воды от ионов меди ферритами магния и цинка.....	133
<b>Морковин В.А., Медведев И.Н., Стородубцева Т.Н., Шакирова О.И.</b> Проведение качественно новых геодезических изысканий местности на территории Пригородного лесничества Воронежской области.....	139
<b>Опара М.В., Врагов С.А., Опара М.А.</b> Аспекты развития лесной сертификации в России.....	144
<b>Пеньков В.А., Морковин В.А., Стородубцева Т.Н., Ни Гуаниун.</b> Принципы обеспечения точности геодезических работ при реконструкции автомобильных дорог.....	147
<b>Пеньков В.А., Морковин В.А., Стородубцева Т.Н.</b> Оценка качества формообразования при земляных работах.....	153
<b>Поздняков В.А., Ищенко Т.Л., Апанасевич К.Н.</b> Проблемы, перспективы и стратегические направления развития лесной и деревоперерабатывающих отраслей России.....	158

<i>Полукаров Д.А., Абрамов В.В., Гудков А.Ю., Лысыч М.Н., Савченко С.И., Майер Е.И., Потапенко К.А.</i> Технологические варианты выполнения трелевки в условиях малолесных районов.....	163
<i>Путилин И.Н., Платонов А.Д., Шалтабаева С.Т.</i> Влияние качества подготовки поверхности древесины на продолжительность процесса ее сплачивания.....	169
<i>Савченко С.И., Полукаров Д.А., Абрамов В.В., Гудков А.Ю., Лысыч М.Н., Майер Е.И., Алексеева М.А.</i> Выбор технических средств для эффективного выполнения трелевки древесины.....	173
<i>Снегирева С.Н., Мазекина О.М., Платонов С.А.</i> Древесина как основной элемент этно-стиля.....	179
<i>Снегирева С.Н., Васильева П.А., Струкова М.И.</i> Современные технологии в дизайне интерьера.....	182
<i>Стородубцева Т.Н., Медведев И.Н., Ковалев А.С.</i> Метод Бринелля для исследования физико-механических свойств древесины.....	186
<i>Сытник Е.С.</i> Роль автомобильных дилерских центров в развитии технического потенциала и экономики ДНР.....	192
<i>Трушевский П.В., Николаев В.В., Григорьев И.В.</i> Пути повышения эффективности использования порубочных остатков в энергетических целях на лесных терминалах.....	198
<i>Ходосова Н.А., Томина Е.В., Мануковская В.Е., Ищенко Т.Л.</i> Применение биоугля на основе осадка сточных вод в природоохранных целях.....	203
<i>Черных А.С., Рублев И.Ю.</i> Проблемы переработки древесных отходов в виде коры березы.....	208
<i>Черных А.С., Рублев И.Ю.</i> Технологические аспекты создания нового композиционного материала из коры березы.....	213
<i>Чиклдаев Б.Д., Ищенко Т.Л., Ефимова Т.В.</i> Особенности разработки дизайна интерьеров самолетов.....	217
<i>Шабанов М.Л., Черников Э.А., Новиков А.П., Шабанов Р.М.</i> Повышение качества лесопродукции за счет замены импортного оборудования на оборудование отечественного производства.....	220
<i>Шамаев В.А., Стородубцева Т.Н., Медведев И.Н., Трубников Н.А., Руссу А.В.</i> Композиционный материал из древесины лиственницы <i>Larix sibirica</i> .....	227
<i>Шамаев В.А., Стородубцева Т.Н., Медведев И.Н., Трубников Н.А., Руссу А.В.</i> Прогресс в модифицировании древесины: вызовы и успехи.....	231
<i>Шарыгин Н.С., Ищенко Т.Л., Ищенко Е.В.</i> Технология отделки сотовых панелей интерьера натуральным шпоном.....	235

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_6-9

УДК 674.817.41

**ВЛИЯНИЕ ПОРОДНОГО СОСТАВА ДРЕВЕСИНЫ НА РАЗБУХАНИЕ ДВП**  
**THE EFFECT OF THE SPECIES COMPOSITION OF WOOD ON THE SWELLING**  
**OF FIBERBOARD**

**Ашмарова Т.С.**, магистрант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия; технолог ООО «ЭГГЕР Древопродукт Гагарин», Гагарин, Россия  
**Ashmarova T.S.**, Master of Forestry Faculty Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia; Technologist, EGGER Drevprodukt Gagarin LLC, Gagarin, Russia

**Платонов А.Д.**, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия  
**Platonov A.D.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia

**Аннотация:** В статье рассматривается влияние породного состава щепы на разбухание древесноволокнистых плит. Целью исследования является снижение себестоимости продукции за счет изменения породного состава. Сравниваются характеристики плит, произведенных из различного древесного сырья. Устанавливается минимальная допустимая дозировка клеевой смеси при использовании различных древесных пород. Оценивается целесообразность использования древесины хвойных пород на данном производстве.

**Abstract:** The influence of the wood species composition of the chip on the swelling of the finished board is considered. Production testing is carried out aimed at reducing the cost of production by changing the wood species composition. The characteristics of boards made from different wood raw materials are compared. The minimum permissible dosage of the adhesive mixture is established when using different wood species. The feasibility of using coniferous wood in this production is assessed.

**Ключевые слова:** древесноволокнистая плита сухого способа производства, древесная порода, разбухание.

**Keywords:** dry process fibreboard, wood mix, thickness swelling.

Статья посвящена производству ДВП сухого способа производства, а именно – HDF (Hard Density Fiberboard – древесноволокнистая плита высокой плотности).

Породный состав оказывает значительное влияние на физико-механические показатели ДВП. Как правило, при производстве древесноволокнистых плит мокрым



способом предпочтение отдается древесному сырью из хвойных пород. Хвойная древесина имеет более длинные волокна (трахеиды), что позволяет получить структуру ковра с хорошо переплетенным волокнистым каркасом. Также древесина хвойных пород требует меньшего количества связующего благодаря высокому содержанию смолы (2,5 % от общей массы у хвойных пород против 1 % у лиственных).

При сухом способе производства формирование процесс построен иначе: волокно сушится и транспортируется, ковер формируется в воздушной среде. Качественная плита подразумевает минимальное колебание плотности и физико-механических свойств в разных ее участках. Для этого необходимо сформировать максимально однородный ковер. Данная задача упрощается, если фракция волокна достаточно мелкая и фракционный состав однороден. Поэтому при сухом способе производства принято использовать волокно из лиственной древесины, которое удовлетворяет этим требованиям [1].

Таблица 1 – Химический состав пород древесины, %

Порода	Целлюлоза	Лигнин	Гексозаны	Пентозаны	Вещества, растворимые в горячей воде	Вещества, растворимые в эфире
Сосна	50,6	27,5	11,8	10,2	2,3	3,4
Осина	43,6	20,1	2,0	26,0	2,3	1,6

На данный момент технические возможности оборудования позволяют получать волокна нужной фракции из щепы практически любой древесной породы. Смолистость и клейкость древесной массы хвойных пород позволяет снизить дозировку клея, сохранив при этом физико-механические показатели ДВП без снижения производительности технологического оборудования. Таким образом снизятся затраты на производство.

При существующей технологии производства ДВП в качестве сырья используется древесина лиственных пород (осины и березы) в определенной пропорции.

Экспериментальные исследования выполнены на древесине березы и сосны. Древесина сосны была использована в качестве заменителя древесины осины. Древесное сырье из древесины березы и его доля в общей массе древесины сохранены.

Экспериментальные исследования выполнены на плитах HDF толщиной 7,6 мм. В процессе изготовления одного производственного блока HDF толщиной 7,6 мм постепенно понижали дозировку смолы. После изготовления плиты выдерживали на промежуточном складе и подвергали шлифовке. После этого из плит ДВП вырезали образцы для проверки их физико-механических показателей.

На графике рис. 1 приведены результаты экспериментальных исследований по разбуханию древесноволокнистой плиты. Под «Дозировкой 1» подразумевается количество смолы, подаваемое в волокнистую массу при стандартном производстве на обычном древесном составе. Шаг снижения дозировки составляет 3 %: «Дозировка 2» на 3 % ниже «Дозировки 1», «Дозировка 3» – ниже первой на 6 %. То есть, разница между «Дозировкой 1» и «Дозировкой 8» равна 21 %. Под «Нормой» понимается максимально

допустимое значение показателя «Разбухание» в соответствии с внутренней спецификацией. «Осина» – среднее значение разбухания плиты из стандартного сырья.

Разбухание по толщине плиты определяли в соответствии с EN317. Из исследуемой плиты выпиливали образцы размером 50×50мм в количестве 10 штук. Толщину каждого образца измеряли в центральной части толщиномером. После этого все образцы были погружены в дистиллированную воду на 24 часа. По окончании выдержки в воде образцы доставали, промакивали тканью и измеряли толщину повторно. Значение разбухания приводится в процентах от исходной толщины плиты.

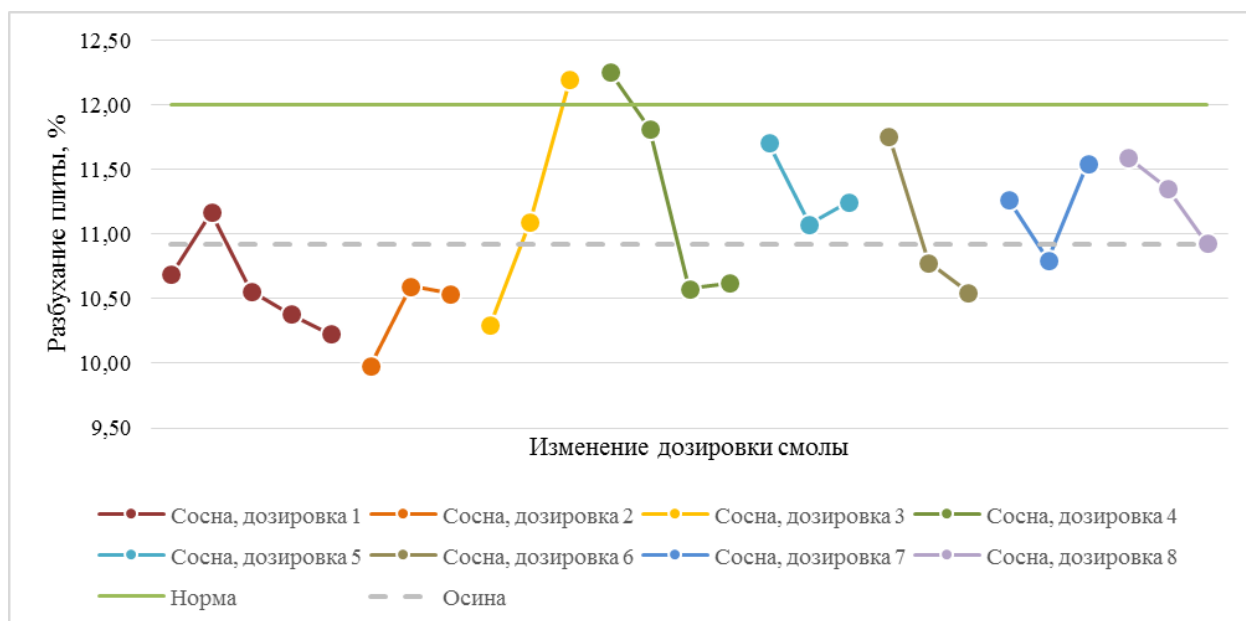


Рисунок 1 – Сравнение разбухания ДВП, содержащих различное количество смолы

Замена осиновой щепы на сосновую действительно позволяет снизить количество клея. Минимальная дозировка, позволяющая получить величину разбухания ДВП меньше, чем при стандартном производстве, – это Дозировка 2. При дальнейшем снижении дозировки мы получаем нестабильные результаты; возможны отклонения, превышающие допустимое значение. Таким образом, экономия за счет количества смолы составляет всего 3-6%. При этом сама по себе стоимость древесины хвойных пород в Смоленской области выше стоимости осиновой примерно на 46 %.

Себестоимость ДВП была рассчитана с учетом стоимости и количества расходуемого сырья и производительности линии. Себестоимость ДВП из хвойного сырья на 6,6% выше по сравнению с ДВП, изготовленной из осинового сырья.

Немаловажным фактором является и фактор нагрузки на оборудование. Так, древесины осины по Бриннелю – 1,86, а у древесины сосны – 2,49. Данный фактор влечет за собой повышенную нагрузку на размольную установку, и как следствие этого снижение её производительности и быстрый износ сегментов конструкции. Другим немаловажным фактором является корректировка режимных параметров процесса прессования. Более высокая плотность и твердость древесины сосны требует и больших усилий при прессовании сырья в производстве ДВП.

Незначительное снижение количества расходуемого клея не перекрывает затрат на повышенный расход затрат на сосновую древесину и затрат, связанных с обслуживанием оборудования. Поэтому при производстве ДВП использование хвойной древесины в центральной части РФ при сложившемся уровне цен на готовую продукцию не представляется целесообразным. Замена древесины осины на хвойную возможна при изготовлении ДВП на предприятиях, расположенных в восточной части РФ, где преобладает древесины хвойных пород. А отсутствие древесины осины затруднительно, вследствие более высокой стоимости её доставки.

#### **Список литературы**

1. Мерсов Е.Д. Производство древесноволокнистых плит. – М. : Высшая школа, 1989. – 232 с.

#### **References**

1. Mersov E.D. Production of wood-fiber boards. – M.: Publishing house "The Highest School", 1989. – 232 p.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_10-13

УДК 630\*308

**КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСОСЕК ПО ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЕ  
ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕСОЗАГОТОВКИ**  
CLASSIFICATION OF CUTTING AREAS BY GEOMETRIC SHAPE  
WHEN ORGANIZING LOGGING

**Беспалов Р.С.**, аспирант ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский лесотехнический университет имени С.М. Кирова», Санкт-Петербург, Россия

**Bespalov R.S.**, PhD student, Saint-Petersburg state forest engineering university named after S.M. Kirov, Saint-Petersburg, Russia

**Угрюмов С.А.**, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский лесотехнический университет имени С.М. Кирова», Санкт-Петербург, Россия

**Ugryumov S.A.**, doctor of technical sciences, professor, Saint-Petersburg state forest engineering university named after S.M. Kirov, Saint-Petersburg, Russia

**Аннотация:** В статье рассмотрен вопрос применения разделения и классификации лесосек по геометрической формы для повышения эффективности лесозаготовки с увеличением производительности и снижения производственных затрат на освоения лесосек, а также снижения воздействия на почво-грунты и биоразнообразия леса.

**Abstract:** The article considers the issue of applying the division and classification of cutting areas by geometric shape to increase the efficiency of logging with an increase in productivity and reduce production costs for the development of cutting areas, as well as reduce the impact on soils and forest biodiversity.

**Ключевые слова:** лесозаготовка, комплекс системы машин, харвестер, форвардер, производительность, стоимость освоения лесосек, классификация лесосек.

**Keywords:** logging, complex machine systems, harvester, forwarder, productivity, cost of development of cutting areas, classification of cutting areas.

В ходе организации рационального технологического процесса лесозаготовки требуется детальный подход как при выборе системы машин, так и анализ участков лесосек, [1]. На территории Российской Федерации преобладают мелкие лесозаготовительные предприятия [2], которые не имеют в большинстве случаев финансов для проектирования хорошей дорожной-транспортной сети, а также качественного планирования разработки лесосек. Выбирая лесосеки, уже прилегающие к имеющейся сети лесной дорог, зачастую игнорируется рациональное проектирование основных элементов лесного участка, таких как пасечные и магистральные волока, лесопогрузочные пункты и др., вызывая только дополнительные затраты, которые обуславливают увеличение себестоимости заготовки 1 м<sup>3</sup> обезличенной древесины.

В таких условиях оптимизация подбора лесозаготовительного комплекса рассматривается и учитывается редко, за исключением крупных компаний. Следует учитывать, что на лесозаготовках в Европейской части России преобладают средние машины, в Азиатской – тяжелые.

Исследование производительности систем лесозаготовительных машин проведено путем анализа отчетных данных лесозаготовительных предприятий Северо-Западного Федерального округа РФ, работающих с применением комплексов системы машин харвестер John Deer 1270 и форвардера John Deer 1210g на 28 лесосеках с типовыми природно-производственными условиями для СЗФО. Анализ базируется на теоретических положениях, введенных отечественными учеными в области лесозаготовительного производства и методики расчета производительности [3,4].

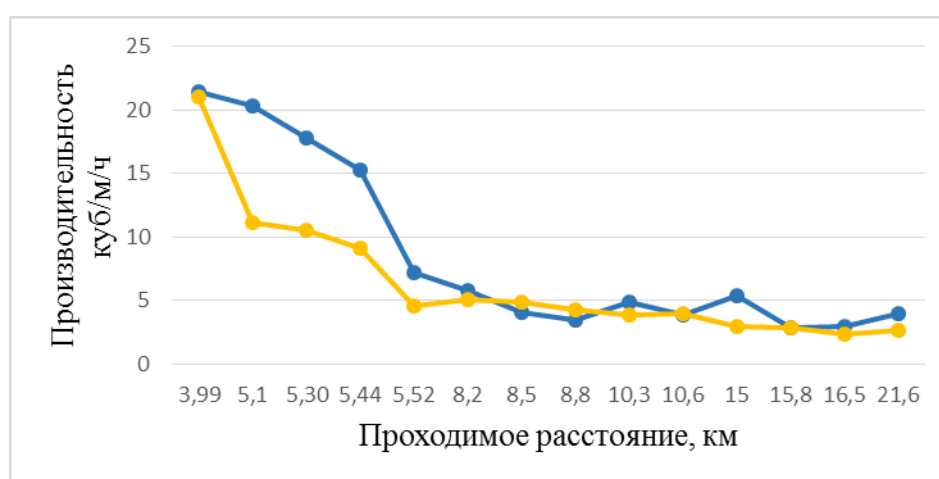
Наиболее значимый вклад в работу комплекса несет на себе форвардер за счет большего количества проделываемых операции на участке, в то время как работа харвестера в свою очередь стабильна и имеет незначительные изменения.

Изложим методику расчета производительности, использованную при проведении нашего исследования. Часовая производительность трелевки определяется по формуле:

$$\Pi_{\text{ч}}^{\text{ВСРМ}} = \frac{Q_{\text{л}}}{T_{\text{общ}}^{\text{ВСРМ}} \cdot k_{\text{квал}}}, \quad (1)$$

где  $\Pi_{\text{ч}}^{\text{ВСРМ}}$  – часовая производительной харвестера, м<sup>3</sup>/час,  $Q_{\text{л}}$  – объем древесины подлежащей лесозаготовке, м<sup>3</sup>;  $T_{\text{ч}}^{\text{ВСРМ}}$  – время, затрачиваемое на выполнение технологической операции, час,  $k_{\text{квал}}$  – коэффициент, учитывающий квалификацию оператора харвестера (1,0...1,15).

В ходе работы рассматриваемые лесосеки были разделены на классификации по геометрической форме, а именно прямоугольные и многоугольные. Проведенные расчеты показали результаты, представленные на рис. 1.



● многоугольные лесосеки; ● прямоугольные лесосеки

Рисунок 1 – График зависимости производительности от расстояния трелевки

Анализ зависимости производительности трелевочной техники от проходимого им расстояния показал, что наиболее значимое влияние оказывает проходимое расстояние форвардером по лесосеке. С учетом того, что форвардер циклически воспроизводит операции холостого, груженого и движения по набору пачки сортиментов, происходит влияние на почво-грунты, а также возможны заезды за территории пасечных и магистральных волоков, вызывая повреждение лесного подроста.

В табл. 1 приведена общая информация по результатам расчетов среднего проходимого расстояния форвардера на 1 га.

Таблица 1 – Среднее проходимое расстояние форвардера по лесосекам различной конфигурации

Среднее расстояния по формам, км/га	
Прямоугольные	9,67
Многоугольные	10,07

Исходя из этого по формуле (2) можно произвести расчет, который позволит определить стоимость освоения лесосек:

$$C_{осв}^{\phi} = \frac{Q_{п}}{P_{ч,JD}} \cdot C_{м-ч}, \quad (2)$$

где  $C_{м-ч}$  – стоимость машино-часа. Значение данного показателя было получено с лесозаготовительной организации Вологодской области и составляет 2690 руб.

Результаты расчета стоимости освоения лесосек пржставлены в табл. 2.

Таблица 2 – Стоимость освоения лесосек.

Средняя стоимость освоения лесосеки, руб				
По форме		По площади		
Прямоугольные	Многоугольные	до 10 га	от 10 до 20 га	от 20 га
1692036,889	1974903,6	548909,8462	1708937,8	3122607,083

Таким образом, исследование вопроса разделения лесосек на классификации по геометрической форме показало, что многоугольные лесосеки отличаются меньшим проходимым расстоянием трелевки форвардером и более низкой ценой освоения лесосеки. Многоугольные лесосеки в виду своей особой формы, наличия природных преград и биотопов, уступают как в проходимом расстоянии, так и в стоимости их освоения. При рассмотрении типовых лесосек со схожими параметрами, но разного вида классификации по форме, наблюдается спад производительности – на многоугольных лесосеках на 87,3%, на прямоугольных лесосеках на 81,5% (при достижении расстояния более 21,6 км). Так же меньшее проходимое расстояние при освоении прямоугольных лесосек позволят не только увеличить производительность комплекса лесозаготовительных машин, но и снизить воздействие на почву и подрост на лесосеке.

### Список литературы

1. Средооадающие технологии разработки лесосек в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации / И.В. Григорьев, А.И. Жукова, О.И. Григорьева, А.В. Иванов. – Санкт-Петербург: СПбГЛТА, 2008. – 176 с.
2. Жемулин С.Б. Российская лесная промышленность и пути решения / С.Б. Жемулин // Российское предпринимательство, 2011. – №10(1). – С. 119-124.
3. Кочегаров В. Г. Технология и машины лесосечных работ: учебник для вузов / В. Г. Кочегаров, Ю. А. Бит, В. Н. Меньшиков. – Москва : Лесная промышленность, 1990. – 392 с.
4. Каляшов В. А. Обоснование рациональной технологии несплошных рубок при заготовке сортиментов многооперационными машинами : автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. А. Каляшов – Санкт-Петербург: СПбГЛТА. 2004. – 20 с.

### References

1. Environmental technologies for the development of cutting areas in the conditions of the north-Western region of the Russian Federation / I.V. Grigoriev, A.I. Zhukova, O.I. Grigorieva, A.V. Ivanov. – St. Petersburg: SPbGLTA, 2008. – 176 p.
2. Zhemulin S.B. Russian forestry industry and solutions / S.B. Zhemulin // Russian Entrepreneurship, 2011. – No. 10(1). – PP. 119-124.
3. Kochegarov, V. G. Technology and machines of logging operations: textbook for universities / V.G. Kochegarov, Yu.A. Bit, V.N. Menshikov. – Moscow: Forest Industry, 1990. – 392 p.
4. Kalyashov V.A. Substantiation of the rational technology of non-continuous logging when harvesting sortings with multi-operation machines / V.A. Kalyashov: abstract dissertation. Candidate of Technical Sciences - St. Petersburg: SPbGLTA. 2004. – 20 p.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_14-18

УДК 630.3:519.217

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ  
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХА**  
APPLICATION OF QUEUING THEORY TO OPTIMIZE  
THE OPERATION OF A WOODWORKING SHOP

**Бухтояров Л.Д.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Bukhtoyarov L.D.**, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Жукова К.А.**, магистр ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Zhukova K.A.**, master, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Чеботарь В.Р.**, магистр, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Chebotar V.R.**, master, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Зейдлерс С.Э.**, магистр, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Zeidlers S.E.**, master, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** Рассмотрены возможности применения теории массового обслуживания и методов оптимизации для повышения эффективности работы деревообрабатывающего цеха. Проведен расчет загрузки оборудования и предложены методы оптимизации, позволяющие увеличить производительности работы цеха.

**Abstract:** The possibilities of applying the theory of queuing and optimization methods to improve the efficiency of the woodworking shop are considered. The calculation of equipment loading was carried out and optimization methods were proposed to increase the productivity of the workshop.

**Ключевые слова:** теория массового обслуживания, деревообработка, цех, оптимизация, производительность.

**Keywords:** theory of queuing, woodworking, workshop, optimization, productivity.

Эффективность производственных систем деревообрабатывающих цехов является ключевым фактором успешного функционирования предприятия. В современных условиях деревообрабатывающие предприятия, сталкиваются с задачей повышения



производительности, сокращения простоев оборудования и минимизации затрат. Для оценки и оптимизации работы таких систем могут быть использованы различные показатели эффективности, в том числе: пропускная способность системы; время ожидания; загрузка оборудования; вероятность возникновения очереди [1].

Для решения задач повышения производительности деревообрабатывающих цехов применяются методы математического моделирования. Одним из наиболее эффективных инструментов в данной области является теория массового обслуживания. Она позволяет моделировать производственные процессы как системы с переменными параметрами, учитывая случайный характер поступления сырья на обработку и временные характеристики работы оборудования [2,3].

Производственные структуры могут быть рассмотрены как системы массового обслуживания, где оборудование выполняет роль обслуживающих станков, а поток поступающих заготовок — роль заявок. В таких системах параметры обслуживания (скорость обработки, загрузка станков) могут изменяться в зависимости от различных факторов, таких как тип заготовок или состояние оборудования. Моделирование подобных процессов с переменными параметрами позволяет более точно оценивать текущую ситуацию в производственном цикле и разрабатывать стратегии для повышения эффективности [4].

Для анализа и оптимизации технологических процессов деревообработки применяются аналитические методы, основанные на теории массового обслуживания. Эти методы позволяют определить оптимальную конфигурацию оборудования, минимизировать время ожидания и увеличить пропускную способность производственных линий. Важнейшими задачами в данном контексте являются балансировка потоков сырья, рациональное распределение заготовок между станками и выбор оптимального числа обслуживающих приборов для минимизации затрат и времени простоев [5].

Деревообрабатывающие цеха являются сложными производственными системами, в которых используется разнообразное оборудование для обработки древесины и выпуска продукции, например, вагонки. Оптимизация работы такого цеха является важной задачей для повышения эффективности производства и снижения издержек. Для решения подобных задач могут быть использованы методы теории массового обслуживания и методы оптимизации. В данной статье рассмотрим возможность применения этих методов для оптимизации работы деревообрабатывающего цеха, в котором установлено оборудование: Wood-Mizer LT40, Altendorf F 45, Walter Multirip MR300, Weinig Powermat 700, Nardi ES и Costa Levigatrici.

Параметры модели массового обслуживания:

- $\lambda$  – интенсивность потока заявок (в нашем случае — поступление заготовок для обработки);
- $\mu$  – средняя производительность оборудования (скорость обработки одной заготовки);
- $n$  – число обслуживающих станков;
- $P(n)$  – вероятность наличия свободного станка.

Основной целью оптимизации работы цеха будет минимизация времени ожидания обработки заготовок и увеличение пропускной способности системы. Применение теории массового обслуживания позволяет моделировать очереди на каждом этапе обработки и выстраивать систему с минимальными потерями времени.

Для оптимизации работы деревообрабатывающего цеха введем следующие входные параметры:

Количество поступающих заготовок  $\lambda=20$  заготовок в час.

Скорость обработки заготовок на станках ( $\mu$ ): для каждого станка будет различной в зависимости от его мощности: Wood-Mizer LT40 – 10 заготовок в час; Altendorf F 45 – 12 заготовок в час; Walter Multirip MR300 – 15 заготовок в час; Weinig Powermat 700 – 8 заготовок в час; Nardi ES – 20 заготовок в час; Costa Levigatrici – 18 заготовок в час.

Количество станков для каждого типа – по одному ( $n = 1$ ). Таким образом, поток заявок должен быть равномерно распределен между станками.

Используем модель M/M/1 с очередью (одноканальная система с пуассоновским потоком заявок и экспоненциальным распределением времени обслуживания). Вероятность того, что система находится в состоянии ожидания обработки (загрузка станка) определяется формулой

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{n \cdot \mu} \quad (1)$$

где  $P_0$  – вероятность того, что станок простаивает

Вероятность того, что система загружена и в ней находится хотя бы одна заявка рассчитаем по формуле

$$P_q = 1 - P_0 \quad (2)$$

Пример расчета для одного станка (Wood-Mizer LT40):

$$P_0 = 1 - \frac{20}{1 \cdot 10} = 1 - 2 = -1 \quad (3)$$

Вероятность не может быть отрицательной, но из за того что интенсивность потока заявок превышает производительность она ушла в минус. Это означает что станок будет постоянно загружен и можно принять что вероятность ожидания  $P_0=0$ .

Таким образом, станок Wood-Mizer LT40 работает с полной загрузкой. Для других станков можно провести аналогичные расчеты, чтобы оценить степень их загрузки и вероятность возникновения очередей.

Для улучшения работы цеха рассмотрим несколько методов оптимизации:

- улучшение производительности оборудования за счет модернизации или настройки станков. Это позволит увеличить скорость обработки  $\mu$ , что снизит нагрузку на систему и уменьшит время ожидания.

- рационализация распределения заготовок между станками с учетом их производительности и загрузки.

- добавление дополнительных станков одного типа (например, увеличение числа Wood-Mizer LT40 до двух). Это позволит увеличить общую пропускную способность цеха.

Пример применения метода оптимизации: если добавить еще один станок Wood-Mizer LT40, система превращается в многоканальную ( $n=2$ ), и расчет вероятности простоя будет следующим:

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{2 \cdot \mu} = 1 - \frac{20}{2 \cdot 10} = 0 \quad (4)$$

Для комплексной оценки работы цеха можно использовать подход системы массового обслуживания без очередей.

В этом случае вероятность отказа определил по формуле

$$P_{\text{отк}} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \quad (5)$$

Для примера с Wood-Mizer LT40 формула примет вид

$$P_{\text{отк}} = \frac{20}{20 + 10} = \frac{20}{30} = 0,6667 \quad (6)$$

Это означает, что вероятность отказа в обслуживании составляет 66.67%, что указывает на значительные потери производительности при текущей конфигурации (один станок и перегрузка системы).

Таким образом, использование теории массового обслуживания и методов оптимизации может значительно улучшить работу деревообрабатывающего цеха. Анализ и оптимизация потоков заготовок и загрузки оборудования позволяют снизить время ожидания, уменьшить простои и увеличить общую производительность. Методы оптимизации, такие как увеличение количества станков и оптимизация распределения заготовок, оказывают значительное влияние на повышение производительности работы цеха.

### Список литературы

1. Маликов, М. С. Основные показатели эффективности систем массового обслуживания / М. С. Маликов // Образование и наука в России и за рубежом. – 2018. – № 6(41). – С. 143-145.
2. Дручинин, Д. Ю. Математические методы в инженерии : учебное пособие / Д. Ю. Дручинин, Л. Д. Бухтояров. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2019. – 103 с.
3. Мамматов, В. О. Решение производственных задач при помощи методов математического моделирования / В. О. Мамматов // Экономика и эффективность организации производства. – 2016. – № 24. – С. 124-126.
4. Смирнов, И. Н. Производственные структуры как системы массового обслуживания с переменными параметрами / И. Н. Смирнов // Актуальные вопросы науки и практики, Уфа, 20 июня 2023 года. Том 1. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2023. – С. 70-75.
5. Чамеев, В. В. Аналитические методы исследования технологических процессов лесопромышленного производства с применением теории массового обслуживания : учебное пособие / В. В. Чамеев, В. В. Побединский, А. В. Солдатов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – 120 с.

### References

1. Malikov, M. S. Key performance indicators of queueing systems / M. S. Malikov // Education and Science in Russia and Abroad. - 2018. - No. 6 (41). - P. 143-145.
2. Druchinin, D. Yu. Mathematical methods in engineering: a tutorial / D. Yu. Druchinin, L. D. Bukhtoyarov. - Voronezh: Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 2019. - 103 p.
3. Mammatov, V. O. Solving production problems using mathematical modeling methods / V. O. Mammatov // Economy and efficiency of production organization. – 2016. – No. 24. – P. 124-126.
4. Smirnov, I. N. Production structures as systems of mass, Ufa, June 20, 2023. Volume 1. – Ufa: Limited Liability Company "Scientific Publishing Center "Bulletin of Science", 2023. – P. 70-75.
5. Chameev, V. V. Analytical methods for studying technological processes of forest industry production using the theory of mass service: a tutorial / V. V. Chameev, V. V. Pobedinsky, A. V. Soldatov. - Ekaterinburg: USLTU, 2018. - 120 p.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_19-25

УДК 674

**ОСОБЕННОСТЬ СОЗДАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ  
НА ТЕРРИТОРИИ МОНАСТЫРСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

**THE PECULIARITY OF CREATING COMPOSITE LANDSCAPING OBJECTS  
ON THE TERRITORY OF MONASTERY COMPLEXES**

**Варгузина М.Г.**, доцент кафедры **Varguzina M.G.**, Associate Professor of  
древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский the Department of Wood Science, Voronezh  
государственный лесотехнический State University of Forestry and  
университет имени Г.Ф. Морозова», Technologies named after G.F. Morozov,  
Воронеж, Россия Voronezh, Russia

**Шацких В.А.**, преподаватель кафедры **Shatskikh V.A.**, teacher of the Department  
древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский of Wood Science, Voronezh State  
государственный лесотехнический University of Forestry and Technologies  
университет имени Г.Ф. Морозова», named after G.F. Morozov, Voronezh,  
Воронеж, Россия Russia

**Грезнева О. А.**, студентка группы ТЛЛ4-241- **Grezneva O.A.**, student of the TLL4-241-  
ЗМ по направлению подготовки «Технология ZM group in the field of training  
лесозаготовительных и "Technology of logging and wood  
деревоперерабатывающих производств» processing industries", Voronezh State  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный University of Forestry and Technologies  
лесотехнический университет имени named after G.F. Morozov, Voronezh,  
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия Russia

**Аннотация:** Данная научная статья посвящена исследованию особенностей создания композиционных объектов озеленения на территории монастырских комплексов. Рассматривается роль зелёных насаждений в формировании духовной и эстетической атмосферы монастырей, а также их влияние на архитектурный облик и экологическую устойчивость данных пространств. В работе подчёркивается важность интеграции природных элементов с историческими и культурными традициями, характерными для монастырских комплексов. Особое внимание уделено принципам проектирования и выбору растительных видов, соответствующих религиозным и функциональным потребностям, а также созданию зон медитации и покоя. Статья акцентирует необходимость комплексного подхода к озеленению территорий монастырей, где важна гармония между архитектурой, природой и духовным наследием.

**Abstract:** This scientific article is devoted to the study of the features of creating composite landscaping objects on the territory of monastery complexes. The role of green spaces in the formation of the spiritual and aesthetic atmosphere of monasteries, as well as their impact

on the architectural appearance and environmental sustainability of these spaces, is considered. The work emphasizes the importance of integrating natural elements with the historical and cultural traditions characteristic of monastic complexes. Special attention is paid to the principles of design and selection of plant species that meet religious and functional needs, as well as the creation of meditation and rest zones. The article emphasizes the need for an integrated approach to landscaping the territories of monasteries, where harmony between architecture, nature and spiritual heritage is important.

**Ключевые слова:** монастыри, ландшафтный дизайн, ландшафтное проектирование, озеленение, архитектура, экология, природа, история.

**Keywords:** monasteries, landscape design, landscape design, landscaping, architecture, ecology, nature, history.

Для начала следует уточнить значение слова «монастырь» – это церковное учреждение, единый комплекс богослужбных, жилых, хозяйственных построек и территория, принадлежащая ему, в котором проживает и осуществляет свою деятельность мужская или женская община, состоящая из православных христиан, добровольно избравших монашеский образ жизни для духовного и нравственного совершенствования и совместного исповедания православной веры [1].

Первые монастыри появились на Руси в XI в. в связи с принятием христианства и сыграли существенную роль в развитии письменности и укреплении государственности [2].

Актуальность темы создания композиционных объектов озеленения на территории монастырских комплексов обусловлена рядом факторов:

1. *Духовное и культурное значение монастырей:* Монастыри занимают особое место в духовной и культурной жизни общества и испокон веков были местами уединения, где верующие могли удалиться от мирской суеты для молитвы и духовных размышлений. Они служат не только религиозными центрами, где практикуются молитва, медитация и аскеза, но и являются хранителями культурного наследия, традиций и архитектурных ценностей. Зелёные насаждения вокруг монастырей усиливают эту атмосферу уединения и покоя, создавая естественные границы, которые помогают сосредоточиться на духовной жизни. Озеленение монастырских территорий имеет глубокий символический и практический смысл, способствуя созданию пространства, которое отражает духовные и культурные идеалы. Окружающая природа способствует медитативной тишине, поддерживая внутренний мир и баланс, что особенно важно для монахов и паломников.

В религиозной символике природа нередко ассоциируется с Божественным началом. В христианской традиции сады и зелёные пространства часто воспринимаются как отражение райского сада, места идеальной гармонии между человеком и Богом. Монастыри, окруженные зеленью, символизируют стремление к возвращению к этим истокам, гармонии с природой и Творцом. Композиционные элементы озеленения могут

включать растения с символическим значением: например, лавр как знак победы духа, оливковое дерево как символ мира или лилия как знак чистоты.

Монастыри веками сохраняли традиции и знания, в том числе связанные с садоводством и ландшафтным дизайном. В средневековой Европе монастыри были центрами агрономических и ботанических исследований, где выращивались лекарственные травы, фруктовые деревья и декоративные растения. Сегодня создание зелёных композиций на территории монастырей помогает сохранить эти культурные традиции, воспроизводя исторические сады, травники и плодовые сады, которые являются частью наследия.

Эстетическая красота монастырей, дополненная зелёными насаждениями, способствует духовному переживанию. Гармоничное сочетание архитектурных форм с природными элементами усиливает чувство единства с природой и создает благоприятные условия для медитации и духовных размышлений. Простота и умеренность в озеленении подчеркивают ценности смирения и аскетизма, важные для монашеской жизни.

Монастыри играют важную роль в жизни верующих как места паломничества. Привлекательное озеленение монастырских комплексов делает их более доступными и комфортными для паломников и туристов. Красота окружающей природы способствует усилению духовных переживаний и помогает посетителям глубже проникнуться религиозной атмосферой.

Таким образом, озеленение монастырей не только улучшает эстетическое восприятие и экологическую устойчивость территорий, но и оказывает глубокое духовное воздействие, подчёркивая символическую связь между природой, культурой и религией.

*2. Экологические аспекты:* В современных условиях урбанизации и изменения климата озеленение монастырских комплексов играет важную роль в улучшении экологической обстановки. Такие объекты не только обогащают территорию зелёными насаждениями, но и создают благоприятные условия для биоразнообразия, регулирования микроклимата, улучшения качества воздуха и снижения уровня шума.

Монастырские территории часто включают большие площади, где можно сохранить и развивать разнообразные виды растений и животных. Исторически монастыри служили убежищем для редких и лекарственных растений, которые культивировались в монастырских садах и оранжереях. Сохранение этих растений способствует поддержанию биоразнообразия, что важно в условиях ускоренной урбанизации и потери природных территорий.

Монастырские комплексы могут стать своеобразными экосистемами, где создаются благоприятные условия для развития флоры и фауны. Разнообразные зелёные зоны (сады, лесопарковые участки, фруктовые сады) обеспечивают среду для проживания насекомых, птиц и мелких животных, что также способствует восстановлению естественного баланса в окружающей среде.

Зелёные насаждения на территории монастырей положительно влияют на микроклимат. Деревья и кустарники снижают температуру воздуха в летние месяцы, создавая тень и испаряя влагу через листья, что способствует охлаждению окружающего пространства. Это особенно важно в городских и пригородных условиях, где зелёные

насаждения помогают бороться с так называемым «городским тепловым островом» — эффектом, при котором температура в населённых пунктах выше, чем в окружающих природных зонах.

Кроме того, зелёные зоны улучшают качество воздуха, поглощая углекислый газ и выделяя кислород. Деревья и кустарники способны улавливать пыль и загрязнители, что снижает уровень загрязнения воздуха, особенно вблизи крупных городов или промышленных объектов.

3. *Историко-архитектурная интеграция*: Правильное создание композиционных объектов озеленения способствует гармоничному сочетанию природных элементов с историко-архитектурными особенностями монастырей. Это важно для сохранения исторического облика комплекса и создания пространства, которое подчёркивает его уникальность и культурную ценность.

Монастыри представляют собой уникальные объекты, где гармонично сочетаются духовные, природные и архитектурные аспекты. Историко-архитектурная интеграция монастырей подразумевает сохранение и развитие их уникальных пространств через учёт исторических и культурных традиций в процессе благоустройства, включая создание зелёных зон. Озеленение монастырских комплексов, являясь частью архитектурного ансамбля, играет важную роль в формировании целостного восприятия комплекса и подчеркивании его значимости.

Монастыри традиционно строились в гармонии с природой, что нашло отражение как в их расположении, так и в использовании природных элементов в архитектуре. Стены, башни и храмы монастырских комплексов нередко органично вписывались в окружающий ландшафт — на холмах, среди лесов или вдоль рек. Озеленение при этом служило продолжением архитектурной композиции, помогая соединить искусственно созданные формы с природными. Деревья, сады и виноградники становились естественным обрамлением архитектурных построек, усиливая их величие и духовное значение.

Каждый монастырь несёт отпечаток той эпохи, в которую он был построен, что отражается в архитектурных решениях и благоустройстве его территории. Например, в Византии и на Руси монастыри окружались массивными стенами и башнями, которые защищали их от набегов, а внутри этих стен располагались небольшие, но ухоженные сады и цветники, олицетворявшие райский сад. В Западной Европе монастыри часто имели большие сады для выращивания лекарственных трав и овощей, а также декоративные парки, спроектированные в соответствии с симметрией и строгими геометрическими линиями ренессансной или барочной архитектуры.

Ландшафтно-архитектурный образ православных соборов и монастырей сложился на основе того, что подавляющее большинство их были не отгорожены от природного ландшафта, не страдали европейским гигантизмом размеров, а напротив, сливались с местностью, даже в городской черте застройки. Часто они строились с учетом открывающегося вида на большую воду или на просторы русской природы. Близость водной стихии, ориентация храмов на реку, озеро являются типично русской чертой ландшафта близ храма, монастыря. Сады в православных монастырях существенно



отличались от западноевропейских и планировкой, и смыслом. Они, во-первых, были больше по размерам. Церковь реально владела большими наделами земли, занимаясь реальным товарным земледелием (садоводством и огородничеством). При этом часть насаждений утилитарного назначения всегда оставалась в пределах монастырских стен, так как монахи опасались потери части земель в результате политической нестабильности, государственных указов о секуляризации и т.д. Следует выделять *три характерные типа садов при культовых сооружениях Православной Руси – сад утилитарный, декоративный и священная роща*. В разных сочетаниях эти сады присутствовали в монастырях и при храмах [3].

Монастыри являются хранителями культурного и исторического наследия, а их архитектура часто содержит элементы, отражающие местные традиции и особенности. Например, использование местных материалов и технологий строительства, а также декоративные элементы, характерные для данного региона, создают уникальный облик монастыря. Это позволяет сохранять и передавать культурные традиции через поколения, усиливая связь между прошлым и настоящим.

В условиях современности вопрос сохранения и восстановления исторических монастырских комплексов становится особенно актуальным. Устойчивый подход к реставрации и реконструкции монастырей подразумевает внимание не только к архитектурным особенностям, но и к окружающей среде. Это включает в себя использование экологически чистых технологий, сохранение исторических ландшафтов и создание новых озеленённых зон, что помогает поддерживать историко-архитектурную целостность.

*4. Функциональная роль:* Озеленение монастырских территорий помогает структурировать пространство, создавая зоны для медитации, отдыха и общения. Композиционные объекты могут формировать маршруты движения, акцентировать внимание на ключевых архитектурных элементах, а также способствовать развитию пространственной организации комплекса.

Архитектура монастырей должна удовлетворять специфическим требованиям религиозной жизни: от мест для молитвы до жилых помещений для монахов, одним из таких примеров служит схема генерального плана Храма в честь Владимирской иконы Божией Матери в Южном Бутове (рис. 1). Зелёные насаждения, включая огороды и фруктовые сады, интегрируются в структуру монастыря и служат не только для эстетических целей, но и для обеспечения самодостаточности и устойчивого образа жизни. Функциональное зонирование территории озеленения монастырского комплекса включает различные зоны, такие как центральная церковь, клуатры, тихие сады для медитации, огороды и жилые кварталы для монахов (рис. 2).



Рисунок 1



Рисунок 2

5. *Социальная и психологическая значимость:* Зелёные насаждения благоприятно влияют на психологическое состояние людей, создавая атмосферу умиротворения и покоя, что особенно важно в монастырских комплексах, где люди ищут духовного уединения и релаксации. Озеленение монастырей способствует формированию мест для молитвы, медитации и размышлений. Сады, аллеи и тихие уголки предоставляют возможность уединения и внутреннего сосредоточения, что особенно важно для монахов и паломников. Это пространство способствует углублению духовного опыта и практики. Природа положительно влияет на психическое здоровье человека. Исследования показывают, что наличие зелёных насаждений снижает уровень стресса, тревожности и депрессии. В монастырских садах и парках люди могут испытывать чувство спокойствия и умиротворения, что важно для их эмоционального восстановления. В монастырских садах и парках люди могут испытывать чувство спокойствия и умиротворения, что важно для их эмоционального восстановления.

Монастыри создают условия для социальной связи между монахами и паломниками. Озелененные территории могут служить местом для общения, совместных мероприятий и культурных обменов. Это укрепляет связи внутри общины, формируя

чувство принадлежности и поддержки. Монастырские учреждения могут играть роль образовательных центров, продвигая идеи экологии и устойчивого развития. Озеленение может включать учебные программы, которые обучают паломников и местное население заботе о природе. Это помогает развивать экологическую сознательность и поощряет активное участие в охране окружающей среды.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что озеленение монастырей не только улучшает эстетическое восприятие и экологическую устойчивость территорий, но и оказывает глубокое духовное воздействие, подчёркивая символическую связь между природой, культурой и религией.

### Список литературы

1. Православная энциклопедия // Монастырь: блог. – URL: <https://www.pravenc.ru/text/2564106/> (дата обращения: 29.09.2024).
2. Культура наших предков «Меднолит» // Древнерусские монастыри и монастырский уклад: журнал. – URL: <https://mednolit.com/drevnerusskie-monastyri-monastyrskij-uklad/> (дата обращения: 29.09.2024).
3. Питомник растений Серебряковых // Ландшафт территорий христианских храмов и монастырские сады: блог. – URL: <https://rusbotanik.ru/stati/landshaft-territorij-xristianskix-xramov.html> (дата обращения: 29.09.2024).

### References

1. The Orthodox Encyclopedia // Monastery: blog. – URL: <https://www.pravenc.ru/text/2564106/> (date of request: 29.09.2024).
2. The culture of our ancestors "Mednolit" // Ancient Russian monasteries and monastic way of life: journal. – URL: <https://mednolit.com/drevnerusskie-monastyri-monastyrskij-uklad/> (date of request: 29.09.2024).
3. Serebryakov plant nursery // Landscape of the territories of Christian churches and monastery gardens: blog. – URL: <https://rusbotanik.ru/stati/landshaft-territorij-xristianskix-xramov.html> (date of application: 29.09.2024).

**ВЫБОР ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ  
ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГАХ  
SELECTION OF DESIGN SOLUTIONS, AIMED AT IMPROVING PASSIVE SAFETY  
ON FOREST ROADS**

**Гоптарев С.М.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия  
**Goptarev S.M.**, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** В статье рассматриваются мероприятия направленные на обеспечение безопасности движения по автомобильным дорогам. Рассмотрены варианты установки ограждений вместо устройства пологих откосов насыпи, изменение геометрических параметров земляного полотна. При этом для решения вопроса конструктивные и планировочные решения между собой следует сравнивать по минимуму суммарных приведенных затрат.

**Abstract:** The article discusses measures aimed at ensuring traffic safety on highways. The options for installing fences instead of the device of gentle embankment slopes, changing the geometric parameters of the roadbed are considered. At the same time, in order to solve the issue, constructive and planning solutions should be compared with each other at a minimum of the total reduced costs.

The article considers activities aimed at ensuring traffic safety on roads. The options of installation of fences instead of the device of weak breakers of embankment, change of geometrical parameters of earthing ground were considered. In order to solve the problem, constructive and planning solutions should be compared with each other by a minimum of total costs.

**Ключевые слова:** проезжая часть, напряженность, дорога, ограждения, автомобиль, безопасность.

**Keywords:** roadway, tension, road, fences, car, safety.

Лесовозные дороги представляют собой специфическую категорию транспортных магистралей, на которых осуществляется перемещение большегрузных автомобилей, использующихся для транспортировки древесины. Уникальные условия этих дорог, включая их часто ненадлежащее состояние и высокую интенсивность движения лесовозов и сортиментовозов, создают значительные риски для безопасности участников дорожного движения. Пассивная безопасность подразумевает мероприятия, предотвращающие

дорожно-транспортные происшествия. В данной статье рассмотрены проектные решения, направленные на повышение пассивной безопасности на лесовозных дорогах.

В соответствии с реальными условиями, при проектировании поперечных профилей дороги, в каждом конкретном случае, ограждения следует рассматривать не только как элемент инженерного оборудования дороги, но и как элемент поперечного профиля дороги.

Конструктивные и планировочные решения между собой следует сравнивать по минимуму суммарных приведенных затрат. При этом могут быть рассмотрены и такие варианты, как строительство низовых подгорных стен, установка ограждений вместо устройства пологих откосов насыпи и др., не исключается и изменение геометрических параметров плана и продольного профиля, а также изменение рабочей отметки земляного полотна.

Установлено, что особую роль для безопасности и эффективности движения играет ширина проезжей части дороги. Известно также, что наиболее капиталоемкой операцией при строительстве является устройство дорожной одежды. Поэтому, как отмечает В.К. Курьянов [4], «изменение ширины проезжей части хотя бы на 5 см. может с одной стороны, уменьшить или увеличить средства, вкладываемые в строительство дороги, а с другой стороны – ухудшить или улучшить её эксплуатационные качества», т.е. расчет изменения ширины проезжей части следует считать одной из основных задач при проектировании автомобильных дорог.

Если дорога не оборудована ограждениями, обочины выполняют роль буферного пространства, обеспечивающего безопасность движения. Поэтому ширину обочины следует определять в результате решения экстремальной технико-экономической задачи с учетом затрат на установку, эксплуатацию обочины, расчетной ширины и потерь при вероятных дорожно-транспортных происшествиях.

Действующие указания [1] по проектированию дорожных услуг предусматривают неодинаковую интенсивность движения по полосам. Это дает возможность в некоторых случаях проектировать дорожную одежду на соседних полосах разной толщины и позволяет, не ухудшая условий движения, уменьшить стоимость дорожной одежды и расход дефицитного каменного материала, но требует дополнительных расчетов. Кроме того, усложняется технология производства строительных работ. В практике такая возможность используется редко только из-за отсутствия данных о закономерностях распределения транспортного потока относительно ширины проезжей части.

Другим вопросом, при решении которого необходимо знать также данные и число наездов автомобилей на обочину дороги, является вопрос проектирования толщины обочины.

Расчеты показывают, что учет распределения автомобилей по ширине проезжей части позволяет сохранить толщину основания дорожной одежды в зоне границ соседствующих полос движения. Другой технической возможностью дорожной одежды разной толщины является устройство более крутого поперечного уклона дорожного покрытия, т.е. толщина дорожной одежды должна иметь минимальное значение у осевой линии (применительно к двухполосным дорогам) с постоянным утолщением к кромке [5].

Такое решение позволяет избежать усложнений технологии устройства ступенчатой дорожной одежды.

Участки дорог, где ограждения установлены без учета их влияния на режим движения автомобилей, должны быть проверены с точки зрения изменения напряженности движения. При этом сравниваются коэффициенты стеснения на участке, оборудованном, и на соседних участках. В этом случае должны выполняться следующие условия: если  $Q1 \geq Q2$ , то  $Q1 \geq Q0 \geq Q2$ , или если  $Q1 \leq Q2$ , то  $Q1 \leq Q0 \leq Q2$ .

где  $Q0$  - величина коэффициента стеснения на участке, оборудованном ограждениями;

$Q1$  - то же, на участке после ограждения (по ходу движения автопоезда);

$Q2$  - то же на участке до ограждений. Коэффициенты стеснения можно считать равными друг другу, если они отличаются на величину не более, чем 5 %.

Если условия не выполняются, то на одном (или двух) из трех прилегающих участков осуществляют административное регулирование скоростных режимов движения путем установки запрещающих предписывающих или информационно-указательных дополнительных знаков, информирующих водителя о наиболее целесообразных режимах движения автомобилей.

Известно, что для легковых и грузовых автомобилей при движении по участкам дороги с разными геометрическими параметрами плана и продольного профиля необходима разная ширина проезжей части [2, 3]. При этом немаловажное значение имеет скорость движения автомобилей.

Величину теоретической ширины проезжей части рассматривают как наиболее желательную для обеспечения работы водителя без дополнительного напряжения при встречном разъезде автомобилей. Но в большинстве случаев строить дороги с такой шириной проезжей части экономически невыгодно. При строительстве дорог с меньшей шириной проезжей части следует прежде всего оценивать увеличение напряженности движения.

На рис. 1 приведены графики зависимости напряженности движения от различной ширины проезжей части для прямого горизонтального участка автомобильной дороги. Их можно учитывать при сравнении конкурирующих вариантов. Напомним, что отрицательные величины коэффициента напряженности говорят об изменении ширины проезжей части автомобильной дороги.

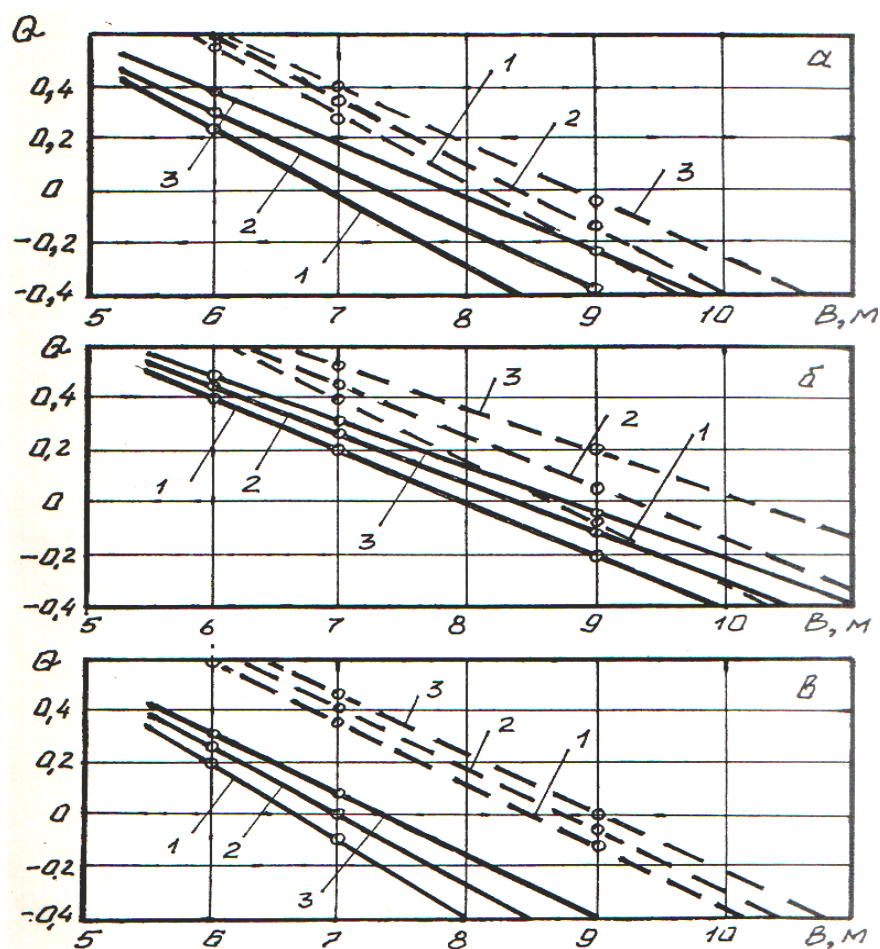


Рисунок 1 – Коэффициент напряженности в зависимости от ширины проезжей части: а – на дороге без ограждений и краевой разметки; б – на дороге с ограждениями высотой 0,8 м, установленными на расстоянии 1,5 м от края проезжей части; в – на дороге с краевой разметкой;  
 — при движении легковых автомобилей; — — — грузовых автомобилей.  
 при  $V = 1 - 60$  км/ч; 2-80 км/ч; 3 - 100 км/ч.

Анализ графиков (см. рис. 1) позволяет утверждать, что если ограждения повышают напряженность движения, то краевая разметка практически не влияет на этот показатель.

Пассивная безопасность на лесовозных дорогах - задача многогранная и требует комплексного подхода. Реализация предложенных проектных решений может значительно снизить уровень риска дорожно-транспортных происшествий и повысить безопасность для всех участников дорожного движения.

#### Список литературы

1. ВСН 46-83 Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. – М. : Транспорт , 1985 ,112 с.

2. Анохин Б.Б. Исследования влияния параметров геометрических элементов поперечного профиля автомобильных дорог на скоростные режимы движения транспортных средств и безопасность дорожного движения // Дороги и мосты. 2011. Т. 26. № 2. С. 275-286.

3. Методика и средства метрологического обеспечения измерений контролируемых параметров лесовозных автомобильных дорог / С.М. Гоптарев, А.Ю. Гудков // Актуальные проблемы науки и образования на современном этапе : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 39-43.

4. Обеспечение пассивной безопасности лесовозных автомобильных дорог / В.К. Курьянов, С.М. Гоптарев, Т.Н. Стородубцева. – Депонированная рукопись № 2426-B95 10.08.1995.

5. СП 34.13330.2021. Свод правил. Автомобильные дороги. СНиП 2.05.02-85\* (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 09.02.2021 N 53/пр).

### References

1. VSN 46-83 Instructions for the design of non-rigid road surfaces. - M.: Transport, 1985, 112 p.

2. Anokhin B.B. Research of the influence of parameters of geometric elements of the cross-section of roads on the speed modes of vehicles and road safety. Roads and bridges. 2011. Vol. 26. No. 2. Pp. 275-286.

3. Goptarev S.M., Gudkov A.Yu. Methodology and means of metrological support for measurements of controlled parameters of logging roads. Actual problems of science and education at the present stage : collection of articles of the All-Russian scientific and practical conference. Voronezh, 2021. Pp. 39-43.

4. Ensuring passive safety of logging roads Kuryanov V.K., Goptarev S.M., Storodubtseva T.N. Deposited manuscript No. 2426-B95 10.08.1995.

5. SP 34.13330.2021. Code of Practice. Highways. SNiP 2.05.02-85\* (approved and put into effect by Order of the Ministry of Construction of Russia dated 09.02.2021 N 53/pr).



DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_31-34

УДК 691.11

## ТИПЫ СКЛЕИВАНИЯ ШПОНА И ПОЛУЧЕНИЕ БОЛЕЕ КАЧЕСТВЕННОЙ ФАНЕРЫ

TYPES OF VANNER GLUING AND OBTAINING BETTER QUALITY PLYWOOD

**Грачев Д.С.**, студент группы ТЛК4-241-ОМ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Grachev D.S.**, student of TLC4-241-OM group, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Ищенко Т.Л.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Ishchenko T.L.**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Ефимова Т.В.**, кандидат технических наук, доцент, Воронеж, Россия

**Efimova T.V.**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh, Russia

**Аннотация:** в статье рассматриваются различные типы склеивания шпона при изготовлении фанеры и другой клееной продукции. Были рассмотрены типы склеивания продольного, перпендикулярного и поперечного типа, и их влияние на физико-механические свойства готового материала, а именно влагостойкость, прочность и долговечность. Были выявлены преимущества и недостатки каждого типа, а также факторы, которые оказывают влияние на выбор оптимального способа склеивания для разных промышленных задач. Статья представляет собой анализ современных технологий склеивания шпона, а также новейших клеевых составов и инновационных технологий прессования.

**Abstract:** The article discusses various methods of gluing veneer in the manufacture of plywood and other glued products. Methods of gluing of longitudinal, perpendicular and transverse type were considered, and their influence on the physical and mechanical properties of the finished material, namely moisture resistance, strength and durability. The advantages and disadvantages of each method were identified, as well as factors that influence the choice of the optimal gluing method for various industrial tasks. The article is an analysis of modern technologies for gluing veneer, as well as the latest adhesive compositions and innovative pressing technologies.

**Ключевые слова:** шпон, склеивание, фанера, прессование, механические свойства.

**Keywords:** veneer, gluing, plywood, pressing, mechanical properties.

Фанера – это композитный материал, который содержит несколько слоев древесного шпона, склеенных между собой под высоким давлением. Свойства фанеры зависят от различных факторов, таких как: порода древесины; используемые клеевые составы; методы склеивания. Одним из важнейших факторов, влияющих на характеристики фанеры, является направление волокон в слоях шпона, а также способ их склеивания. В данной статье рассмотрено три основных типа склеивания шпона: продольный, поперечный и перпендикулярный. Будет проведен анализ положительных и отрицательных сторон каждого типа, а также влияние на долговечность и эксплуатационные свойства фанеры.

Продольное склеивание – это метод, при котором все слои шпона укладываются параллельно друг друга. Данный метод обеспечивает хорошую гибкость исходного продукта, однако он значительно снижает прочностные свойства по сравнению с перпендикулярным и поперечным соединением. Продольное склеивание используют, когда важнее гибкость фанеры, чем ее прочность, например, в декоративной мебели.

Преимущества данного вида склеивания заключаются в относительной простоте изготовления. Технологический процесс менее трудозатратный, чем перпендикулярный или поперечный тип склеивания, что в свою очередь снижает затраты на производство. Но стоит учесть, что фанера, изготовленная таким способом, менее устойчива к поперечным нагрузкам, поэтому ее практически не используют в несущих конструкциях.

Поперечное склеивание представляет собой процесс, при котором слои шпона укладываются с чередованием направлением волокон. Данный тип склеивания придает более сбалансированное распределение нагрузки на всю площадь фанеры и улучшает ее физическую устойчивость к деформациям. Этот тип является практически основным для производства фанерных плит, поскольку обеспечивает оптимальное сочетание прочности и гибкости. Положительные аспекты поперечного склеивания очевидны при сравнении с другими методами. Фанера, склеенная данным типом, обладает прекрасной стабильностью формы и устойчивостью к механическим воздействиям-повреждениям [1]. Это делает ее фаворитом для использования в условиях, где необходима как гибкость, так и прочность – например, при производстве шкафов, дверей и других изделий, подвергающихся регулярным нагрузкам. Есть и недостатки данного метода склеивания: более высокая сложность производственного процесса, необходимость обеспечения верного расположения каждого слоя, чтобы избежать искривление и гарантировать качественное склеивание.

Перпендикулярное склеивание представляет собой метод, при котором каждый слой шпона укладывается под определенным углом 90 градусов по отношению к предыдущему. Этот метод широко используется при производстве фанеры для строительных нужд, так как обеспечивает отличные механические свойства материала. Именно из-за перпендикулярной укладки волокон, фанера и получает столь высокую устойчивость к изгибу, деформации и сжатию в различных направлениях. Такая прочность делает ее незаменимой для использования в строительстве несущих конструкций и наружных панелей. Основные плюсы перпендикулярного склеивания является равномерное распределение напряжений в фанере, что в свою очередь

минимизирует шансы ее разрушения при воздействиях внешних сил. Это придает фанере, изготовленной данным методом, большую устойчивость к разломам и трещинам, особенно это заметно при повышенной влажности или температурных колебаниях [2]. Важно учесть, что этот метод увеличивает и влагостойкость материала, что является жизненно важным фактором для фанеры, используемой на улице.

Влияние клеевых составов на качество склеивания. Одним из важнейших аспектов производства фанеры является выбор клеевого состава. В данный момент времени промышленности зачастую используются различные типы клеев, влияющих значительное влияние на свойство готового продукта. Широко используемыми являются клеи на основе фенолформальдегидных и карбамидоформальдегидных смол. Данные клеи обладают высокой адгезией и устойчивостью к воздействию внешней среды. Фенолоформальдегидные клеи дают более прочное и долговечное клеевое соединение, которое устойчиво к влаге и термическим воздействиям, что делает их одними из лучших для производства фанеры, предназначенной для наружного применения. Карбамидоформальдегидные клеи также часто используют для производства фанеры используемой для внутренних работ, потому что они дают хорошую адгезию, имеют весьма невысокую стоимость, но менее устойчивы к температурно-влажностным изменениям.

Технологические особенности прессования. Для склеивания шпона необходимо высокое давление и температура чтобы обеспечивать надежное сцепление слоев. Одним из важных факторов служит равномерное распределение давления по всему пространству фанеры. На сегодняшний день фанерные производства используют гидравлические прессы с соблюдением температуры и давления. Однако, применение вакуумных прессов дает возможность достигать более равномерного давления, которое уменьшает риск появления пустот и дефектов в фанере. Данное условие особенно важно во время производства фанеры для ответственных конструкций, например, несущие панели и внешние обшивки зданий. Температура прессования изменяется от типа клеевого состава и толщины шпона и пакета, что влияет на окончательное качество фанеры.

Современные технологии и инновации. Современное производство фанеры представляет собой внедрение разнообразных инновационных решений, нацеленных на рост качества итогового продукта. Одна из подобных технологий представляет собой лазерная резка и формирование шпона, позволяющая достигать более точного размера и формы листов шпона обеспечивающее высокое качество и равномерное склеивание. Помимо этого, быстрое развитие получили экологически чистые клеевые составы, которые основаны на растительных компонентах, минимизирующих выбросы вредных веществ в атмосферу и повышающих экологичность готовой продукции [3]. Наиболее перспективной технологией является использование ультразвуковых клеевых систем, позволяющих пропорционально распределить клей по всей площади шпона. Данная технология позволяет увеличивать прочность соединения и уменьшает время, затраченное на прессование. Современные клеевые составы на водной основе с использованием наноматериалов имеют повышенные адгезионные свойства, а также помогают получить фанеру наиболее устойчивой к внешним воздействиям [4].

Изучив поставленную задачу можно сделать вывод, что выбор метода склеивания шпона напрямую влияет на прочность склеивания, гибкость и долговечность конструкции. Перпендикулярное склеивание позволяет достичь максимальной прочности и устойчивости, делающего его наиболее подходящим для строительных конструкций. Продольное склеивание наделяет материал гибкостью, но при этом уменьшает его прочность, которое ограничивает его применение в ответственных деталях и изделиях. Компромиссным вариантом представляет собой поперечное склеивание, сочетающее в себе гибкость и устойчивость к изменениям формы. На сегодняшний день вакуумное прессование, лазерная резка шпона и применение экологически чистых клеевых составов, позволяющих улучшить качество фанеры и расширить её область применения. Введение новых технологий в процесс склеивания и прессования шпона делает готовый материал наиболее долговечной и надежной, а также соответствовать современным стандартам строительной и мебельной промышленности.

### Список литературы

1. Справочник по производству фанеры / под ред. Качалина Н.В. – М. Лесная промышленность, 1984. 432 с.
2. Уголев, Б.Н. Деформативность древесины и напряжения при сушке / Б.Н. Уголев. – М.: Лесная промышленность, 1971. 173 с.
3. Наноцеллюлоза и получение бумаги на ее основе / О. П. Прошина, Г. Л. Олиференко, Ю. М. Евдокимов [и др.] // Лесной вестник МГУЛ. – 2012. – № 7 (90). – С. 112-114.
4. Исследование склеивания фанеры с применением нанокристаллической целлюлозы / В. А. Шамаев, Е. М. Разиньков, Т. Л. Ищенко [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2014. Т. 4. – № 1 (13). – С. 151-155.

### References

1. Handbook of plywood production / Ed. by Kachalin N.V. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1984. 432 p.
2. Ugolev, B.N. Deformability of wood and stresses during drying / B.N. Ugolev. Moscow: Lesnaya Promyshlennost, 1971. 173 p.
3. Nanocellulose and production of paper based on it / O.P. Proshina, G.L. Oliferenko, Yu.M. Evdokimov [et al.] // Forest Bulletin of Moscow State University of Forestry. – 2012. – No. 7 (90). – P. 112-114.
4. Study of plywood gluing using nanocrystalline cellulose/ V.A. Shamaev, E.M. Razinkov, T.L. Ishchenko [et al.] // Lesotekhnicheskii zhurnal. – 2014. Vol. 4. No. 1 (13). – P. 151-155.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_35-39

УДК 544.723.2

**ОЦЕНКА КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  В РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ  
МЕТИЛЕНОВОГО ОРАНЖЕВОГО**

**ASSESSMENT OF THE CATALYTIC PROPERTIES OF  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  IN THE OXIDATION  
REACTION OF THE METHYLENE ORANGE**

**Гудкова Н.А.**, преподаватель среднего профессионального образования кафедры химии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

**Gudkova N.A.**, teacher of secondary vocational education of chemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Томина Е.В.**, доктор химических наук, доцент, зав. кафедрой химии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

**Tomina E.V.**, Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, chairwoman of chemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** образец нанопорошка феррита кобальта, синтезированного методом спрей-пиролиза, изучен в отношении каталитической активности в модельной реакции окисления метиленового оранжевого пероксидом водорода. Установлено, что скорость реакции с добавлением катализатора  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  в первые 15 минут превысила скорость реакции без добавления катализатора в 17 раз. Показано, что эффективность окисления красителя метиленового оранжевого в присутствии катализатора феррита кобальта составляет 83,09%, что в 2,75 раза больше по сравнению с эффективностью окисления в отсутствие катализатора.

**Abstract:** the sample of cobalt ferrite nanopowder synthesized by spray pyrolysis was studied with respect to catalytic activity in a model oxidation reaction of methylene orange with hydrogen peroxide. It was established that in the presence of a catalyst, the reaction rate with the addition of a  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  catalyst in the first 15 minutes exceeded the reaction rate without the addition of a catalyst by 17 times. It is shown that the oxidation efficiency of the methylene orange dye in the presence of a cobalt ferrite catalyst is 83,09%, which is 2,75 times more than the oxidation efficiency in the absence of a catalyst.

**Ключевые слова:** феррит кобальта, ферриты-шпинели, катализатор, деструкция красителя, метиленовый оранжевый, очистка воды.

**Keywords:** cobalt ferrite, spinel ferrites, catalyst, dye degradation, methylene orange, water purification.

Одним из перспективных направлений современного материаловедения является разработка методов синтеза, исследование состава, структуры и возможностей применения наноразмерных материалов с различными функциональными свойствами и создание новых материалов на их основе [1]. В то же время актуальна проблема разработки новых, более дешёвых, но не менее эффективных катализаторов.

Известно, что каталитические системы на основе ферритов активны во многих процессах, таких как окислительная дегидратация углеводов, разложение спиртов и пероксида водорода, обработка выхлопных газов автомобилей, окисление различных соединений и т.д. [2]. Разработка новых катализаторов на основе ферритов является перспективным направлением в промышленности, т.к. они гораздо дешевле, чем катализаторы на основе платиновых и редкоземельных элементов.

Ферриты со структурой шпинели являются хорошими катализаторами различных процессов. Ионы  $\text{Fe}^{3+}$  могут легко перемещаться между октаэдрическими и тетраэдрическими пустотами, стехиометрически варьируя концентрацию других замещающих катионов. Каталитические свойства ферритов в решающей степени зависят от природы ионов, их зарядов и их распределения по октаэдрическим и тетраэдрическим пустотам структуры шпинели [3]. Ферриты-шпинели имеют чрезвычайно стабильную структуру с узкополосными промежутками, что позволяет использовать весь солнечный спектр для разложения токсинов и загрязняющих веществ. Более того, ферриты шпинели, обладающие дисперсной и ферромагнитной природой, могут быть легко извлечены с помощью внешнего магнитного поля [4].

Феррит кобальта входит в класс ферритов переходных металлов со структурой обратной шпинели, где ионы  $\text{Co}^{2+}$  занимают октаэдрические позиции, а ионы  $\text{Fe}^{3+}$  неравномерно распределены в тетраэдрических и октаэдрических позициях. Феррит кобальта является хорошо известным магнитотвердым материалом, обладающим сильной магнито-кристаллической анизотропией, умеренной намагниченностью насыщения, большим коэффициентом магнитострикции, износостойкостью, электрической изоляцией, замечательной химической стабильностью, механической твердостью [4].

Цель данной работы включала синтез методом спрей-пиролиза наночастиц феррита кобальта  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  и оценку его каталитических свойств в модельной реакции окисления метиленового оранжевого пероксидом водорода.

Каталитические свойства феррита кобальта были исследованы в модельной реакции окисления метиленового оранжевого пероксидом водорода. Реакционный раствор, содержал 0,1 мг/мл метиленового оранжевого и 10% масс. пероксида водорода. Уровень pH раствора – 4.5. Для поддержания pH на постоянном уровне, в ходе реакции, раствор содержал ацетатный буфер. Таким же образом был приготовлен раствор сравнения, содержащий те же компоненты, что и реакционный раствор за исключением метиленового оранжевого.

Каталитическую активность порошка феррита кобальта проверяли, сравнивая концентрации метиленового оранжевого в растворах с катализатором и без него с течением времени.

Измерение концентрации красителя проводили с использованием фотоколориметра «КФК-2». Для измерений использовали кварцевые кюветы с длиной оптического пути 10,00 мм. Перед началом исследования, определили аналитическую длину волны для метиленового оранжевого и построили калибровочный график для расчёта концентрации метиленового оранжевого в растворе.

Измерение концентрации для исследования каталитических свойств проводили с интервалами в 15 и 30 минут. Перед измерением оптической плотности реакцию останавливали, удаляя из реакционной смеси катализатор.

Так как концентрация одного из реагентов (пероксида водорода) была намного больше, чем концентрация другого (метиленовый оранжевый) то, возможно определить частный порядок реакции по метиленовому оранжевому методом изолирования Оствальда. Порядок реакции по компоненту (метиленовый оранжевый) определяли графическим методом.

На рис. 1 представлены кинетические кривые реакции окисления метиленового оранжевого без добавления катализатора и в присутствии феррита кобальта.

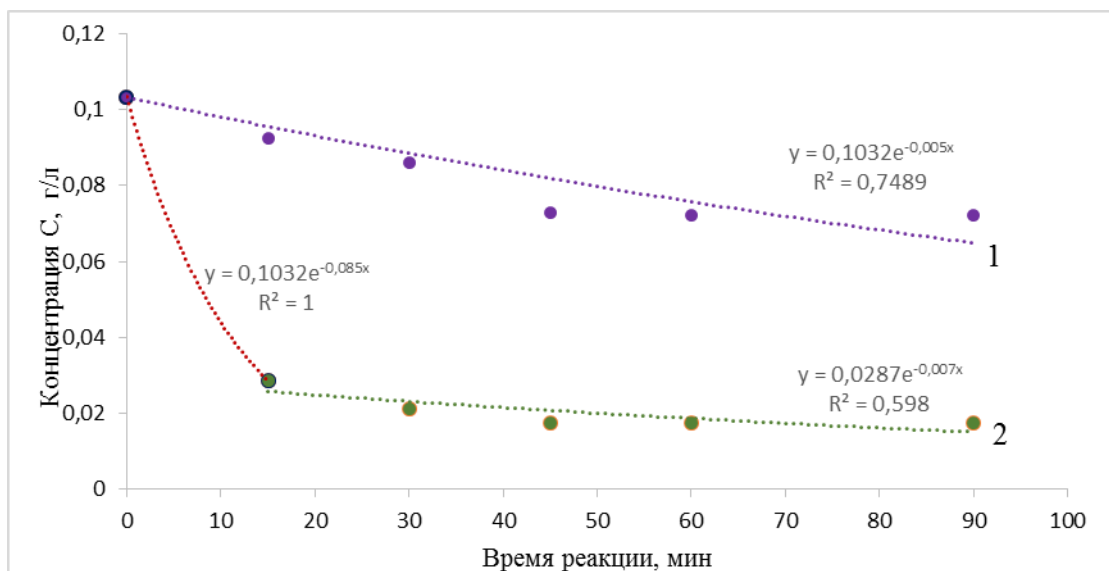


Рисунок 1. Кинетические кривые реакции:

1 – без добавления катализатора, 2 – с добавлением катализатора

Точки аппроксимировали экспоненциальным уравнением, исходя из предположения, что в обоих случаях протекает реакция первого порядка.

Таким образом, константа скорости реакции без добавления катализатора составляла  $k_{(бк)} = 0,005 \text{ с}^{-1}$ . Константа скорости реакции с добавлением катализатора в первые 15 минут реакции –  $k_{1(к)} = 0,085 \text{ с}^{-1}$ , далее скорость реакции снижалась, и константа реакции составила  $k_{2(к)} = 0,007 \text{ с}^{-1}$ . Из уравнений аппроксимации видно, что в присутствии катализатора скорость реакции значительно увеличивается.

Степень деструкции красителя рассчитывали по формуле:  $W = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \cdot 100\%$ , где  $W$  – степень деструкции %,  $C_0$  – концентрация красителя в начальный момент

времени,  $C_t$  - концентрация красителя в данный момент времени. По данным расчета строили график (рис. 2).

Через 90 минут реакции с добавлением катализатора степень деструкции составила 83 %, в то время как для реакции без добавления катализатора через 90 минут степень деструкции красителя составила 30 %.

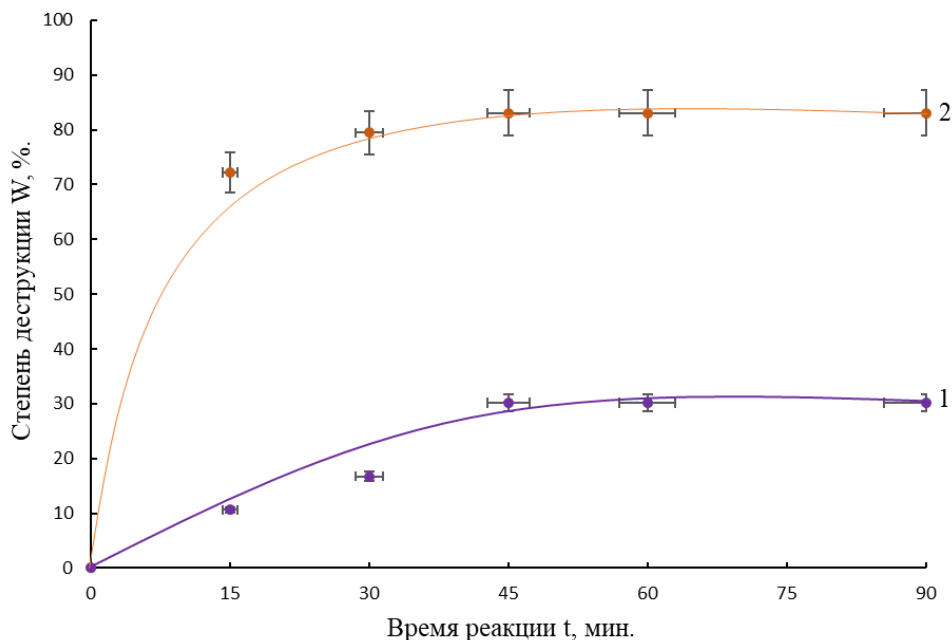


Рисунок 2. Степень деструкции красителя в реакции: 1 – без добавления катализатора; 2 – с добавлением катализатора

В данном случае реакция предположительно протекает аналогично механизму для реакции Фентона. Сначала происходит каталитическое разложение молекулы пероксида водорода в результате её взаимодействия с частицами феррита кобальта. В результате этого взаимодействия образуются радикалы, которые вступают во взаимодействие с молекулой красителя и окисляют её, в общем виде по схеме:



Предположительно, наиболее вероятным местом атаки в молекуле красителя для радикалов послужит азогруппа или бензольные кольца (рис. 3). При этом возможно образование радикалов метиленового оранжевого, гидрирование метиленового оранжевого по бензольному кольцу или образование азоксисоединения.

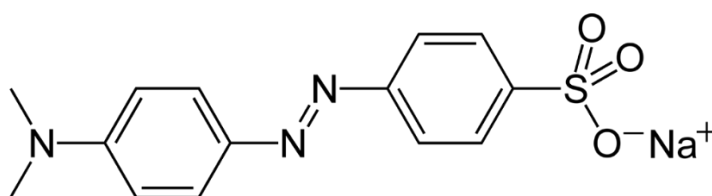


Рисунок 3. Молекула метиленового оранжевого



Таким образом, установлено, что наноразмерный  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  является эффективным катализатором реакции разложения пероксида водорода с образованием радикалов, выступающих активными окислителями органических соединений. Эффективность окисления красителя метиленового оранжевого в присутствии катализатора составляет 83,09 %.

### Список литературы

1. Миттова И. Я. Наноматериалы: синтез нанокристаллических порошков и получение компактных нанокристаллических материалов : учебное пособие для вузов / И. Я. Миттова, Е. В. Томина, С. С. Лаврушина. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2007. – 35 с. – EDN ХКРQOL.
2. Mechanochemically synthesized nano-dimensional iron–cobalt spinel oxides as catalysts for methanol decomposition / E. Manova et al. // *Applied Catalysis A: General*. – 2004. – Vol. 277, № 1. – P. 119-127.
3. Khan A., Smirniotis P. G. Relationship between temperature-programmed reduction profile and activity of modified ferrite-based catalysts for WGS reaction // *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*. – 2008. – Vol. 280. – № 1-2. – С. 43-51
4. Magnetic and structural properties of nano sized Dy-doped cobalt ferrite synthesized by co-precipitation / Y. Mohammadifar, H. Shokrollahi, Sh. Khameneh Asl, Gh. Yousefi, L. Karimi // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. – 2014. – Vol. 361. – P. 150-156.

### References

1. Mittova I. Ya. Nanomaterials: synthesis of nanocrystalline powders and production of compact nanocrystalline materials : a textbook for universities / I. Ya. Mittova, E. V. Tomina, S. S. Lavrushina. – Voronezh : Voronezh State University, 2007. – 35 p. – EDN ХКРQOL.
2. Mechanochemically synthesized nano-dimensional iron–cobalt spinel oxides as catalysts for methanol decomposition / E. Manova et al. // *Applied Catalysis A: General*. – 2004. – Vol. 277, № 1. – P. 119-127.
3. Khan A., Smirniotis P. G. Relationship between temperature-programmed reduction profile and activity of modified ferrite-based catalysts for WGS reaction // *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*. – 2008. – Vol. 280. – № 1-2. – С. 43-51.
4. Magnetic and structural properties of nano sized Dy-doped cobalt ferrite synthesized by co-precipitation / Y. Mohammadifar, H. Shokrollahi, Sh. Khameneh Asl, Gh. Yousefi, L. Karimi // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. – 2014. – Vol. 361. – P. 150-156.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_40-43

УДК 630.36

**ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛУГУСЕНИЧНЫХ  
ТРАКТОРОВ НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
ОПЕРАЦИЯХ**

**JUSTIFICATION OF THE EFFECTIVENESS OF USING SEMI-TRACKED TRACTORS  
IN LOGGING AND FORESTRY OPERATIONS**

**Дмитриев А.С.**, ассистент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, Россия  
**Dmitriev A.S.**, assistant, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia

**Куницкая О.А.**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Якутск, Россия  
**Kunitskaya O.A.**, Doctor of Technical Sciences, professor, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

**Дьяченко В.М.**, соискатель, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», Санкт-Петербург, Россия  
**Dyachenko V.M.**, applicant, St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Saint Petersburg, Russia

**Аннотация:** Статья посвящена обоснованию целесообразности перевода колесных тракторов малого класса тяги на полугусеничный ход в сложных условиях эксплуатации. Показано, что такое техническое решение позволяет повысить эффективность лесозаготовительных и лесохозяйственных работ, выполняемых колесными тракторами, широко используемыми малыми лесопромышленными предприятиями. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства». Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

**Abstract:** The article is devoted to substantiating the expediency of converting wheeled tractors of small traction class to a half-track under difficult operating conditions. It is shown that such a technical solution makes it possible to increase the efficiency of logging and forestry operations performed by wheeled tractors widely used by small timber enterprises. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of logging industry and forestry". The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, [https://rscf.ru/project/23-16-00092 /](https://rscf.ru/project/23-16-00092/).

**Ключевые слова:** колесные лесные машины, малообъемные лесозаготовки, полугусеничные тракторы.

**Keywords:** wheeled forestry machines, low-volume logging, semitracked tractors.

Многokратно отмечалось в различных публикациях и на совещаниях различных уровней, что после развала СССР отечественное лесное машиностроение практически перестало существовать и в настоящее время находится в крайне печальном состоянии [1]. Этого нельзя сказать об отечественном сельскохозяйственном машиностроении, которое благодаря мощной государственной поддержке, а главное, грамотному руководству, во многом может полностью решить задачу импортозамещения в этой важной отрасли, причем за счет достаточно широкой линейки машин.

В сельском хозяйстве, лесозаготовительном производстве и в лесном хозяйстве в настоящее время начинают доминировать колесные тракторы, различного класса тяги. Прежде всего, это связано с автономностью перемещения между полями, лесосеками, вырубками. Гусеничные тракторы нельзя своим ходом перегонять по дорогам общего пользования, а колесные возможно. Конечно, и колесные тракторы на достаточно дальние расстояния желательно перемещать при помощи троса и тягача, но при необходимости или на относительно короткие расстояния, возможно и своим ходом [2, 3].

Наиболее востребованными у владельцев небольших фермерских хозяйств, лесозаготовителей с малыми объемами заготовки, являются тракторы МТЗ, как одни из самых оптимальных по соотношению цена/качество. Колесные тракторы имеют большие скорости перемещения, поэтому в хороших почвенно-грунтовых и рельефных условиях они могут показывать большую производительность. Но, как известно, тракторы во многом предназначены для выполнения различных работ в тяжелых условиях, когда требуется большая сила тяги, повышенное сцепление с поверхностью движения.

Колесные тракторы легко перемещаются своим ходом между лесосеками при сильно фрагментированном лесосечном фонде, свойственном малым лесозаготовительным предприятиям. Это позволяет существенно экономить, по сравнению с гусеничными тракторами, на тросах и тягачах. Колесные тракторы имеют значительно большие эксплуатационные скорости, что существенно повышает производительность на трелевке. Но колесные тракторы показывают значительно худшие эксплуатационные свойства при работе в сложных условиях – глубокий снег, слабонесущие почвогрунты, пересеченный рельеф лесосеки. Эта проблема решается за счет оперативного переоснащения колесных тракторов на полугусеничный ход. Тракторы на полугусеничном ходу предпочтительно использовать на трелевке в сложных почвенно-грунтовых и рельефных условиях, а также на следующих основных видах работ: трелевка в полупогруженном, полностью погруженном, или полуподвешенном положении; погрузка сортиментов на лесовозный транспорт (в качестве фронтального погрузчика); сбор порубочных остатков; прокладка минерализованных противопожарных полос; нарезка борозд для искусственного лесовосстановления; перемещение прицепных лесопосадочных машин при искусственном лесовосстановлении; как база для мобильных вышек при сборе семенного материала на постоянных или временных лесосеменных плантациях.

На практике, обычно, в качестве базы под полугусеничный ход, используют колесные тракторы небольшого класса тяги, типа МТЗ. Оснащение колесных тракторов, типа МТЗ, полугусеничным ходом, за счет замены задней колесной пары на гусеницы, технически, позволяет получить следующие преимущества: во-первых, существенное

увеличение пятна контакта с почвогрунтом (примерно в семь раз), что, в свою очередь, дает существенное снижение давления движителя на почвогрунт, и существенно снижает его деформации (образование колеи и уплотнение). Во-вторых, это дает существенное увеличение тяги трактора (примерно в два раза). Фактически, за счет такой модернизации, возможно получить из трактора класса тяги 1,4 трактор класса тяги 2, и даже 3. При этом, по сравнению с более мощными по классу тяги при таком переоснащении трактора малого класса тяги наблюдается существенная экономия топлива (снижение энергоемкости) – от 6 до 10 литров в час. В-третьих, существенно снижаются нагрузки в трансмиссии и на раму трактора, в тяжелых условиях эксплуатации. Предотвращается скручивание лонжеронов. Все это повышает надежность – коэффициент технической готовности трактора, и снижает его стоимость владения (эксплуатации). Эти технические преимущества, более или менее точно, можно оценить в денежном выражении.

Снижение деформации почвогрунта (образования колеи и уплотнения) достоверно экономически оценить невозможно, ввиду отсутствия методик для такой оценки. Очевидно, что при сильных повреждениях почвогрунтов лесовосстановление будет стоить дороже, а его результаты будут менее качественными, как по приросту, так и по породному составу [4].

Увеличение тяги трактора, которое, прежде всего, полезно при использовании переоборудованного трактора на трелевке, и прокладке минерализованных (противопожарных) полос возможно оценить экономически, поскольку более мощный по классу тяги трактор имеет значительно большую начальную стоимость, и стоимость владения (запасные части, расходные материалы, и топливо).

В данном случае можно привести следующий расчет: в Республике Саха (Якутия), и во многих других субъектах РФ, для прокладки минерализованных полос используют гусеничные тракторы ДТ-75 [5]. Согласно результатам проведенных нами маркетинговых исследований, по сайтам реализующих такую технику компаний (на сентябрь 2024 г.), стоимость нового трактора ДТ-75 составляет 3,4 млн руб. не считая утилизационный сбор. Также согласно результатам проведенных нами маркетинговых исследований, по сайтам реализующих такую технику компаний (на 2024 г.), стоимость нового трактора МТЗ-80.1 составляет 1,8 млн. руб. То есть экономия в приобретении составляет 1,6 млн. руб.

Стоимость комплекта гусениц на трактор составляет 0,25 млн. руб. Следовательно:  $1,8+0,25=2,05$  млн. руб. стоимость универсального трактора, который в хороших условиях эксплуатации и при перегонах с лесосеки на лесосеку, с вырубке на вырубку своим ходом будет использоваться как колесный, а в тяжелых условиях эксплуатации и на работах с большой крюковой нагрузкой – как полугусеничный.

При этом такой универсальный трактор можно переоснащать с колесного на полугусеничный ход и обратно за 2 часа, и он стоит на 1,35 млн руб. дешевле, нежели гусеничный трактор, с большим расходом топлива, который необходимо будет перемещать с лесосеки на лесосеку, с вырубке на вырубку на специальном трале с тягачом, которые также стоят денег. При эффективном времени работы трактора 1200 мото-часов в год, и среднем разнице в расходе топлива 8 литров в час, а также стоимости дизельного топлива на начало 2024 г. 66,33 руб. за литр, экономия топлива в денежном выражении составит:  $1200*8*66,3=0,637$  млн руб. на один трактор в год.

Снижение расходов на ремонт и техническое обслуживание трактора, за счет снижения нагрузок в трансмиссии на его раму на данном этапе не представляется возможным оценить в денежном выражении с достаточной точностью. Поскольку для этого нужны широкомасштабные сравнительные производственные испытания.

Таким образом, оценка технико-экономической эффективности показала, что внедрение лесных машин на полугусеничном ходу в практику малообъемных лесозаготовок позволяет предприятию экономить 1,35 млн рублей на приобретение единицы техники и порядка 0,637 млн рублей в год на закупку топлива на единицу техники.

### Список литературы

1. Перспективы импортозамещения систем машин для искусственного лесовосстановления / О.И. Григорьева, В.А. Макуев, Е.В. Барышникова, О.Н. Бурмистрова, В.В. Швецова, И.В. Григорьев, В.А. Иванов // Системы. Методы. Технологии. 2022. № 3 (55). С. 78-84.
2. Григорьев И.В. Эффективные технологии и системы машин для малообъемных заготовок древесины / И.В. Григорьев, О.И. Григорьева, А.А. Чураков // Энергия: экономика, техника, экология. 2018. № 2. С. 61-66.
3. Григорьев И.В. Перспективная конструкция гусеничного форвардера / И.В. Григорьев, А.А. Чураков, О.И. Григорьева // Транспортные и транспортно-технологические системы. материалы международной научно-технической конференции. 2017. С. 140-144.
4. Григорьев И.В. Повышение экологической эффективности лесохозяйственного производства / И.В. Григорьев, О.И. Григорьева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 3-4 (8-4). С. 51-55.
5. Технология и машины лесовосстановительных работ : учебное пособие / Р.Р. Сафин, И.В. Григорьев, О.И. Григорьева, Е.Ю. Разумов. Москва : Деревообрабатывающая промышленность, 2015. 230 с.

### References

1. Prospects for import substitution of machine systems for artificial reforestation / O.I. Grigoreva, V.A. Makuyev, E.V. Baryshnikova, O.N. Burmistrova, V.V. Shvetsova, I.V. Grigorev, V.A. Ivanov // Systems. Methods. Technologies. 2022. No. 3 (55). pp. 78-84.
2. Grigorev I.V., Grigoreva O.I., Churakov A.A. Effective technologies and machine systems for low-volume wood blanks // Energy: economics, technology, ecology. 2018. No. 2. pp. 61-66.
3. Grigorev I.V., Churakov A.A., Grigoreva O.I. Perspective design of a tracked forwarder // Transport and transport-technological systems. materials of the international scientific and technical conference. 2017. pp. 140-144.
4. Grigorev I.V., Grigoreva O.I. Improving the environmental efficiency of forestry production // Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2014. Vol. 2. No. 3-4 (8-4). pp. 51-55.
5. Technology and machines of reforestation. Textbook / R.R. Safin, I.V. Grigorev, O.I. Grigoreva, E.Y. Razumov - M.: Woodworking industry, 2015. - 230 p.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_44-48

УДК 630.36

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА  
ЛЕСНЫХ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН**  
APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS FOR THE SELECTION  
OF FOREST TRACKED VEHICLES

**Должиков И.С.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, Россия

**Dolzhikov I.S.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia

**Хитров Е.Г.**, доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия

**Khitrov E.G.**, Doctor of Technical Sciences, associate Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

**Григорьев И.В.**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Якутск, Россия

**Grigorev I.V.**, Doctor of Technical Sciences, professor, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

**Аннотация:** Гусеничные тракторы, используемые в лесозаготовительном производстве и в лесном хозяйстве, отличаются большой вариативностью конструктивных параметров и эксплуатационных характеристик. Целью данного исследования является обоснование классификации гусеничных тракторов, для их эффективного выбора под конкретные природно-производственные условия лесозаготовительных и лесохозяйственных работ, на основе результатов анализа данных, полученных с использованием алгоритмов машинного обучения. Классификация предложена на основе разметки объектов (моделей тракторов), полученной при помощи метода кластеризации данных k-средних (k-means). Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства». Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

**Abstract:** Tracked tractors used in logging and forestry are characterized by great variability in design parameters and operational characteristics. The purpose of this study is to substantiate the classification of tracked tractors, for their effective selection for specific natural production conditions of logging and forestry operations, based on the results of data analysis obtained using machine learning algorithms. The classification is proposed based on the markup of objects (tractor models) obtained using the k-means data clustering method. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of

logging industry and forestry". The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

**Ключевые слова:** лесное машиностроение, системы машин, машинное обучение, гусеничные лесные машины.

**Keywords:** forest engineering, machine systems, machine learning, tracked forest machines.

Несмотря на доминирование, в настоящее время, на лесозаготовительных и в сельскохозяйственных предприятиях России импортных колесных лесных машин, особенно на лесосечных работах, гусеничные машины по-прежнему достаточно широко применяются [1, 2]. Их преимуществом, прежде всего, является большее тяговое усилие (при прочих равных условиях), а также меньшее давление на опорную поверхность, и, соответственно, меньшее уплотнение почвы и колеобразование [3, 4]. Основной проблемой гусеничных машин является невозможность их самостоятельного перебазирования с объекта на объект (с лесосеки на лесосеку, с вырубki на вырубку) по дорогам общего пользования, а также меньшие эксплуатационные скорости, но в условиях лесосек и вырубok последнее обстоятельство, обычно, не сильно влияет на производительность [5]. В условиях почвогрунтов со слабой несущей способностью, глубокого снега, гусеничные машины показывают значительно лучшую эксплуатационную и экологическую эффективность, что дает основания рассчитывать на их дальнейшее достаточно широкое применение в лесозаготовительном производстве, лесном и сельском хозяйстве.

Для упрощения разработки и применения рекомендаций по организации технологических процессов в области лесозаготовительного производства, лесного и сельского хозяйства используются различные классификации техники (машин и оборудования). Как правило, в классификациях используются такие характеристики машин, как масса, мощность двигателя, тяговое усилие, грузоподъемность, энергонасыщенность, тяговый класс (для машин, выполняющих транспортные и технологические операции). При этом диапазоны изменения значений характеристик (признаков) в различных источниках могут отличаться. Зачастую диапазоны получают путем деления размаха признака на равные интервалы, число которых принимается с учетом предыдущего опыта. Ввиду большого числа признаков и их значительной вариативности можно утверждать, что для экспертов разработка классификаций является нетривиальной трудоемкой задачей.

Ранее для разработки классификаций отдельных типов лесных машин результативно использованы методы интеллектуального анализа данных и машинного обучения. Доказано, что использование алгоритмов машинного обучения позволяет дополнительно обосновать экспертные оценки объективными числовыми метриками. Для гусеничных тракторов и вездеходных машин, предназначенных для лесозаготовительного производства, лесного и сельского хозяйства, такой подход до настоящего времени не использовался, несмотря на практическую потребность в уточнении результатов, полученных ранее.

Для проведения исследования использованы материалы, полученные из открытых источников в сети «Интернет» (данные производителей гусеничной техники Bobcat, Case, Caterpillar, JCB, Komatsu, Kubota, Takeuchi, Volvo, Wacker Neuson, Yanmar; всего 104 модели гусеничных тракторов). Рассмотрены сведения о массе  $M$  [кг], мощности двигателя  $N$  [кВт], тяговом усилии  $TF$  [кН], длине  $L$  [мм], ширине  $W$  [мм], высоте  $H$  [мм] корпуса машины, длине  $TL$  [см] и ширине  $TW$  [см] гусеницы, дорожном просвете  $GS$  [мм] и максимальной скорости  $V$  [км/ч]. В результате были получены основные статистические данные по рассмотренным признакам гусеничных тракторов и выполнен расчет коэффициентов линейной корреляции этих признаков. Анализ данных показал, что признаки отличаются вариативностью (для ряда из них стандартные отклонения сопоставимы со средними значениями), признаки, часто, тесно коррелируют между собой.

Решаемая задача относится к классу задач обучения без учителя, однозначное определение числа кластеров  $k$  в общем случае невозможно. Для обоснования этого параметра была рассмотрена суммарную ошибку разбиения  $I$  при  $k = \text{var}$ . В результате было установлено, что при  $k \geq 4$  характер функции  $I(k)$  близок к линейному и дальнейшее подразделение объектов не целесообразно. Таким образом, принято число кластеров  $k = 4$ . В полученной разметке кластеры обособлены, пересечений в проекции на две первые главные компоненты не отмечается.

Предложим классификацию гусеничных тракторов для лесозаготовительного производства, лесного и сельского хозяйства на основе полученных результатов. Границы варьирования характеристик гусеничных машин в классах получим пропорционально стандартным отклонениям признаков в соседних кластерах:

$$\max x_{j,k} = \mu_{j,k} + (\mu_{j,k+1} - \mu_{j,k}) \frac{S_{j,k}}{S_{j,k+1}} = \min x_{j,k+1}, \quad (1)$$

для сверхлегких и тяжелых машин соответственно нижняя и верхняя границы определены по формуле

$$\min x_{j,0} = \max\{\min x_{j,0}; \mu_{j,0} - 2S_{j,3}\}, \max x_{j,3} = \mu_{j,3} + 2S_{j,3} \quad (2)$$

При оценке коэффициента энергонасыщенности  $KE$  гусеничных машин в рамках предлагаемой классификации отмечены близкие значения  $KE$  для сверхлегких, легких и средних машин по предлагаемой классификации, а также сравнительно более низкую оценку коэффициента для тяжелых машин. Если учесть положение о том, что соотношение мощности двигателя и массы машины продиктовано практическим опытом проектирования и эксплуатации гусеничной техники, то предлагаемая классификация подтверждает теоретические рекомендации о нецелесообразности оснащать более тяжелые машины пропорционально более мощными двигателями. Считаем целесообразным учесть данное наблюдение в дальнейших исследованиях, направленных на разработку отечественной техники, замещающей импортную.

В результате выполненного анализа данных предложена классификация гусеничных тракторов, предназначенных для работы в лесозаготовительном производстве, лесном и сельском хозяйстве. Машины подразделяются на 4 класса по эксплуатационным



характеристикам (сверхлегкие, легкие, средние и тяжелые машины). Полученные результаты позволяют уточнить диапазоны изменения параметров машин при реализации математических моделей, прогнозирующих показатели технологической и экологической эффективности техники. Это, в свою очередь может служить поддержкой принятия решений при выборе гусеничных лесных машин для конкретных природно-производственных условий эксплуатации. В дальнейших исследованиях предполагается выполнить тестирование устойчивости классификации с использованием дополнительных статистических и модельных данных.

### Список литературы

1. Чемшикова Ю.М. Транспортно-технологические системы для лесоразведения на базе гусеничных вездеходов / Ю.М. Чемшикова, А.Б. Давтян, О.И. Григорьева // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции ; отв. ред. Н.С. Захаров. 2020. С. 400-403.
2. Средооадающие технологии разработки лесосек в условиях Свердловской области / Э.Ф. Герц, О.А. Куницкая, В.А. Макуев, А.С. Дмитриев, Е.А. Тихонов, О.И. Григорьева // Деревообрабатывающая промышленность. 2023. № 1. С. 52-63.
3. О важности исследований экологической эффективности процесса трелевки / А.В. Калистратов, О.И. Григорьева, Г.В. Григорьев, И.Н. Дмитриева // Наука, образование, инновации в приграничном регионе. Материалы республиканской научно-практической конференции. Петрозаводский государственный университет. 2015. С. 7-9.
4. Forest preservation techniques in the Urals / E.F. Gerts, O.A. Kunitskaya, E.M. Runova, E.A. Tikhonov, R.S. Timokhov, E. Mikhaylenko, Ju. Chemshikova, P.N. Perfiliev // International Journal of Environmental Studies. 2023. Т. 80. № 4. С. 1055-1064.
5. Технологические процессы сплошных и выборочных рубок леса при помощи универсальных лесозаготовительных машин / О.А. Куницкая, А.А. Кривошеев, А.С. Швецов, М.В. Степанищева, С.И. Ревяко, В.П. Друзьянова // Системы. Методы. Технологии. 2023. № 4 (60). С. 106-112.

### References

1. Chemshikova Yu.M. Transport and technological systems for afforestation based on tracked all-terrain vehicles / Yu.M. Chemshikova, A.B. Davtyan, O.I. Grigorieva // Transport and transport-technological systems. Materials of the International Scientific and Technical Conference. Editor N.S. Zakharov. 2020. pp. 400-403.
2. Environmental technologies for the development of logging sites in the Sverdlovsk region / E.F. Hertz, O.A. Kunitskaya, V.A. Makeev, A.S. Dmitriev, E.A. Tikhonov, O.I. Grigorieva // The woodworking industry. 2023. No. 1. pp. 52-63.
3. On the importance of research on the ecological efficiency of the skidding process / A.V. Kalistratov, O.I. Grigorieva, G.V. Grigoriev, I.N. Dmitrieva // Science, education, innovations in the border region. Materials of the republican scientific and practical conference. Petrozavodsk State University. 2015. pp. 7-9.

4. Forest preservation techniques in the Urals / E.F. Gerts, O.A. Kunitskaya, E.M. Runova, E.A. Tikhonov, R.S. Timokhov, E. Mikhaylenko, Ju. Chemshikova, P.N. Perfiliev // *International Journal of Environmental Studies*. 2023. T. 80. № 4. C. 1055-1064.

5. Technological processes of continuous and selective logging using universal logging machines / O.A. Kunitskaya, A.A. Krivosheev, A.S. Shvetsov, M.V. Stepanishcheva, S.I. Revyako, V.P. Druzyanova // *The system. Methods. Technologies*. 2023. No. 4 (60). pp. 106-112.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_49-52

УДК 544.478:546.04:669.112.228.1

**СРАВНЕНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  И  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$   
В РЕАКЦИЯХ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ  
ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ СТОЧНЫХ ВОД**

**COMPARISON OF PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  AND  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$   
IN REACTIONS OF OXIDATIVE DEGRADATION OF ORGANIC POLLUTANTS  
OF WASTEWATER**

**Дорошенко А.В.**, магистрант кафедры материаловедения и индустрии наносистем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия, **Doroshenko A.V.**, master's student of the department of materials science and industry of nanosystems, Voronezh State University, Voronezh, Russia

**Томина Е.В.**, д-р хим. наук, зав. кафедрой химии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Воронежский лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия; доцент кафедры материаловедения и индустрии наносистем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия, **Tomina E.V.**, PhD, Head of the department of chemistry, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia; Associate Professor of the Department of materials science and industry of nanosystems, Voronezh State University, Voronezh, Russia

**Аннотация:** Осуществлен синтез феррита кобальта и феррита магния методом цитратного горения (метод Печини). Установлено, что данные ферриты имеют фотокаталитические свойства в реакции окислительной деструкции 2,4-динитрофенола. Помимо фотокаталитического окисления в растворе в присутствии перекиси водорода протекала фентоноподобная реакция с образованием активных радикалов. Рассчитана степень деструкции красителя в процессе окисления для каждого из ферритов.

**Abstract:** The synthesis of cobalt ferrite and magnesium ferrite was carried out by citrate combustion (Pechini method). It has been established that these ferrites have photocatalytic properties in the reaction of oxidative degradation of 2,4-dinitrophenol. In addition to photocatalytic oxidation in solution in the presence of hydrogen peroxide, a fountain-like reaction with the formation of active radicals took place. The degree of destruction of the dye during the oxidation process for each of the ferrites is calculated.

**Ключевые слова:** Феррит кобальта, феррит магния, наночастицы, гетерогенный фотокатализ, реакция Фентона.

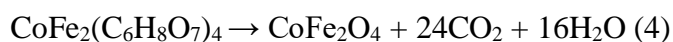
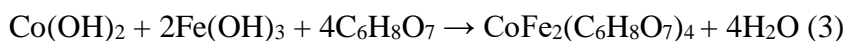
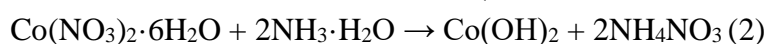
**Keywords:** Cobalt ferrite, magnesium ferrite, nanoparticles, heterogeneous photocatalysis, Fenton reaction.

Немалый ущерб наносится водным ресурсам пищевой, нефтехимической, деревообрабатывающей промышленностями [1]. При работе предприятий деревообрабатывающей промышленности может происходить загрязнение сточных вод различными веществами, такими как токсины, масла, жиры, органические вещества и другими поллютантами. Эти загрязнения могут привести к ухудшению качества водных ресурсов, отравлению животных и растений, а также негативно влиять на здоровье человека [1-2].

Гетерогенный фотокатализ стал одним из перспективных методов очистки воды за последние два десятилетия благодаря эффективному неселективному разложению органических поллютантов с образованием нетоксичных продуктов [3]. Так же фентоноподобное окисление органических соединений в гетерогенных системах характеризуется высоким процентом деструкции загрязнителей сточных вод [2-3].

Наночастицы ферритов со структурой шпинели с общей формулой  $MeFe_2O_4$  являются перспективными катализаторами в фентоноподобных реакциях благодаря ряду свойств: возможность легкого отделения использованного катализатора магнитным полем, большое количество каталитических активных центров, простота методов синтеза и низкая стоимость [4-5].

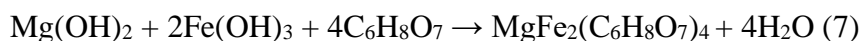
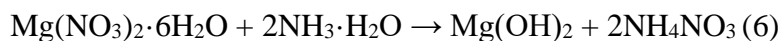
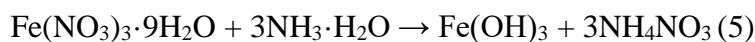
Синтез феррита кобальта методом цитратного горения проводили в несколько стадий согласно уравнениям реакций [6]:



В результате горения образовывался порошок чёрного цвета.

Образовавшийся чёрный нерастворимый порошок  $CoFe_2O_4$  промыли дистиллированной водой, отфильтровали, высушили на воздухе и растёрли в ступке. Синтезированный порошок подвергли отжигу в муфельной печи (SNOL 8.2/1100) при температуре  $600^\circ C$  в течение 1 часа.

Синтез феррита магния проводили аналогичным образом в несколько стадий:



Исследование каталитических свойств гетерогенных катализаторов феррита кобальта и феррита магния проводили, используя модельную реакцию окисления 2,4-ДНФ перекисью водорода. Измерение концентрации красителя осуществляли на фотоколориметре «КФК-3-01 “ЗОМЗ”». Результаты измерений представлены в табл. 1. Степень деструкции красителя рассчитывали по формуле (1):

$$R = (C_0 - C_t) \cdot 100\% / C_0, \quad (1)$$

где  $R$  – степень деструкции %,  $C_0$  – концентрация красителя в начальный момент времени,  $C_t$  – концентрация красителя в данный момент времени. Изменение степени деструкции 2,4-ДНФ для синтезированных фотокатализаторов показано на рис. 1.

Степень деструкции 2,4-динитрофенола с катализатором  $MgFe_2O_4$  и  $CoFe_2O_4$ 

Время протекания процесса, t, мин	Степень деструкции красителя в присутствии катализатора $MgFe_2O_4$ , %	Степень деструкции красителя в присутствии катализатора $CoFe_2O_4$ , %
0	0,0	0,0
15	20,1	13,5
30	31,5	21,7
60	61,6	34,8
90	89,0	57,2
120	98,3	79,5
150	98,8	95,6

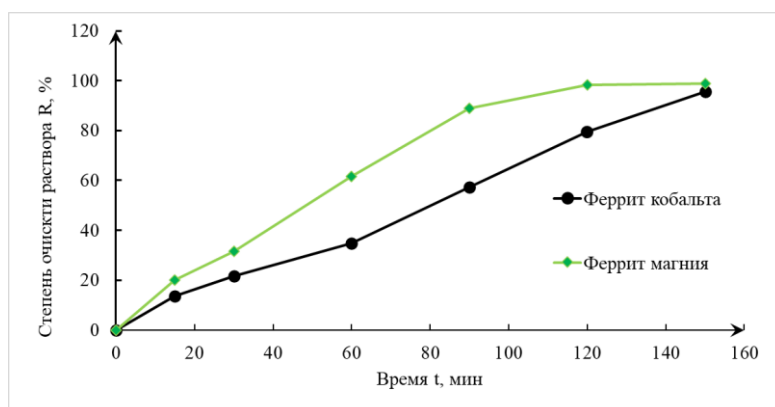


Рисунок 1. Зависимость степени деструкции красителя от времени для ферритов кобальта и магния в процессе окисления 2,4-ДНФ

Каталитическая активность наноразмерного  $MgFe_2O_4$  в процессе фентоноподобной окислительной деструкции 2,4-ДНФ выше, чем у нанопорошка  $CoFe_2O_4$ . Степень деструкции красителя в присутствии феррита магния через 2,5 часа составила 99 %, а в присутствии феррита кобальта – 96 %.

### Список литературы

1. Аминов Х. Х. Проблемы возникающие в следствии интеграции жизни современного человека и окружающей среды / Х. Х. Аминов // Вестник науки и образования. – 2023. – Т. 132, № 1. – С. 15-19.
2. Nanocrystalline ferrites with spinel structure for various functional applications / Tomina E.V., Sladkoptsev B.V., Tien N.A., Mai Vo.Q. // Inorganic Materials. 2023. Т. 59. № 13. С. 1363-1385.
3. Аванесов А. В. Открытые источники УФ излучения для поддержания фотокаталитических процессов очистки воды и воздуха / А. В. Аванесов, А. Т. Рахимов, В. Б Саенко // Фундаментальные исследования. – 2019. – № 1. – С. 102-104.
4. Mahajan H. Synthesis and investigation of structural, morphological, and magnetic properties of the manganese doped cobalt-zinc spinel ferrite / H. Mahajan, S. K. Godara, A. K. Srivastava // Journal of Alloys and Compounds. – 2022. – Vol. 896. – P. 162966.

5. Писарева В. С. Разработка способа фотокаталитического разложения органических поллютантов с использованием наноразмерных частиц оксида цинка: дис. ... канд. хим. наук / В. С. Писарева. – М., 2018. – 106 с.

6. Томина Е. В. Синтез наноразмерного феррита кобальта и его каталитические свойства в фентоноподобных процессах / Е.В. Томина, Н.А. Куркин, А.В. Дорошенко // Неорганические материалы. – 2022. – Т. 58, № 7. – С. 727-732.

### References

1. Aminov H. H. Problems arising as a result of the integration of modern human life and the environment / H. H. Aminov // Bulletin of Science and Education. - 2023. – Vol. 132, No. 1. – pp. 15-19.

2. Nanocrystalline ferrites with spinel structure for various functional applications / Tomina E.V., Sladkoptsev B.V., Tien N.A., Mai Vo.Q. // Inorganic Materials. 2023. Vol. 59. № 13. P. 1363-1385.

3. Avanesov A.V. Open sources of UV radiation for maintaining photocatalytic processes of water and air purification / A.V. Avanesov, A. T. Rakhimov, V. B. Saenko // Scientific journal "Fundamental Research". – 2019. – No. 1. – pp. 102-104.

4. Mahajan H. Synthesis and investigation of structural, morphological, and magnetic properties of the manganese doped cobalt-zinc spinel ferrite / H. Mahajan, S. K. Godara, A. K. Srivastava // Journal of Alloys and Compounds. – 2022. – Vol. 896. – P. 162966.

5. Pisareva V. S. Development of a method for the photocatalytic decomposition of organic pollutants using nanoscale zinc oxide particles: Dissertation of the Candidate of Chemical Sciences / V.S. Pisareva. - М., 2018. - 106 p.

6. Synthesis of nanoscale cobalt ferrite and its catalytic properties in fenton-like processes / E.V. Tomina, N.A. Kurkin, A.V. Doroshenko // Inorganic materials. – 2022. – Vol. 58, No. 7. – pp. 727-732.

**ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ОЧИСТКИ СТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ**  
**MAIN METHODS OF ENTERPRISE WASTEWATER TREATMENT**

**Жужукин К.В.**, кандидат технических наук, преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Zhuzhukin K.V.**, Candidate of Technical Sciences, lecturer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Жужукин Н.В.**, преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Zhuzhukin N.V.**, lecturer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Грачев Д.С.**, преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Grachev D.S.**, lecturer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Дмитренков А.И.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Dmitrenkov A.I.**, lecturer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** Очистка промышленных сточных вод стала серьезной экологической проблемой из-за быстрого прогресса экономики и промышленности. Загрязнение воды из-за присутствия тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Ni, Cd, Hg и т.д.) представляет значительную опасность для здоровья населения, а также проявляет различные токсикологические проявления. В статье приведен обзор наиболее перспективных и эффективных способов очистки сточных вод.

**Abstract:** Industrial wastewater treatment has become a serious environmental problem due to the rapid progress of the economy and industry. Water pollution due to the presence of heavy metals (Zn, Cu, Pb, Ni, Cd, Hg, etc.) poses a significant health hazard to the population and also exhibits various toxicological manifestations. The article provides an overview of the most promising and effective methods of wastewater treatment.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, устойчивое развитие, экологические выгоды, экономические выгоды, сточные воды, загрязнение окружающей среды.

**Keywords:** heavy metals, sustainable development, environmental benefits, economic benefits, wastewater, environmental pollution.

Быстрый рост численности населения планеты и истощение природных водных ресурсов в результате различных видов человеческой деятельности и непредсказуемые климатические условия привели к нехватке питьевой воды в большинстве регионов мира. Постоянный рост спроса на питьевую воду с допустимым содержанием тяжелых металлов (например, ртути (Hg), мышьяка (As), свинца (Pb), хрома (Cr), кадмия (Cd), цинка (Zn) и т.д.) делает очень важным удаление вредных загрязняющих веществ из водных сточных вод [1]. Вода играет ключевую роль в экономическом развитии (например, сельскохозяйственного сектора, энергетики, экосистем, промышленных секторов, городских районов и т.д.), а также в социальной стабильности (например, здорового и справедливого общества, сохраненной природы, хорошей экономики и т.д.) Нации [2]. Поэтому способы их очистки и сохранения всегда становятся ключевыми темами для обсуждения во всем мире. Почти 1/3 населения мира по-прежнему использует подземные воды в качестве питьевой. В настоящее время в результате бытовой, сельскохозяйственной и промышленной деятельности поступает огромное количество сточных вод, содержащих токсичные тяжелые металлы / ионы, которые наносят ущерб природе и, как следствие, здоровью людей и организмов других живых существ. Ионы тяжелых металлов требуют особого внимания из-за их канцерогенной и небиodeградируемой природы [3].

Ионы тяжелых металлов при попадании в данную систему либо из природного источника, или из антропогенного (такого как промышленные сточные воды и отходы промышленных предприятий, сельского хозяйства, горнодобывающей промышленности и металлургических процессов). Постоянное увеличение численности населения, а также прогрессивный рост нескольких промышленных секторов известны как один из ключевых факторов повышения уровня промышленных токсинов, в основном токсичных ионов тяжелых металлов.

Наличие тяжелых металлов в природе постоянно влияет на водные и наземные экосистемы. Уровень токсичности тяжелых металлов зависит от некоторых аспектов: ионов металлов и их биотическая роль в жизненном цикле.

В литературе доступны различные способы очистки сточных вод (бытовые сточные воды (бактерии, вирусы, санитарные отходы, мусор, токсичные и нетоксичные организмы, моющие средства и т.д.) и промышленные сточные воды (токсичные ионы тяжелых металлов, поступающие из шахтного дренажа, плавильных, металлургических, химических процессов и т.д.)). Известны различные методы удаления ионов тяжелых металлов, но выбор наиболее подходящей технологии очистки сточных вод зависит от различных параметров процесса (рН, совокупные затраты (капитальные вложения и эксплуатационные расходы), эффективность экстракции без учета других технологий, факторы окружающей среды и концентрация ионов металлов).

Используемые методы разделения, подразделяются на следующие: химическое осаждение, адсорбция, экстракция жидкость–жидкость, мембранные процессы разделения (такие как обратный осмос, ультрафильтрация, микрофильтрация), электродиализ, реактивная дистилляция и ионный обмен. Большинство из этих методов основаны на лабораторных исследованиях, которые в дальнейшем необходимо внедрить,



коммерциализировать и расширять в масштабе. Данные методы разделения являются дорогостоящими и, естественно, сложноприменимыми.

Метод химического осаждения приводит к образованию токсичного осадка, который небезопасен для осаждения в промышленных условиях, а также нежелателен для окружающей среды, но плохо работает при низких концентрациях ионов металлов. В настоящее время технология на основе эмульсионных жидких мембран (получила широкое распространение как единое целое для различных промышленных процессов (например, в биотехнологии, текстильной, целлюлозно-бумажной промышленности, пищевой промышленности и производстве напитков, очистке сточных вод, химической и фармацевтической промышленности, экологической инженерии и т.д.)

Метод адсорбции сравнительно лучше предыдущего для очистки сточных вод из-за того, что он образует мало осадка. Электрохимический метод - это еще один метод очистки сточных вод, при котором для очистки промышленных стоков используется электрическая энергия. Для удаления загрязняющих веществ не требуется никаких химических реагентов. Ключевой проблемой, связанной с этим методом, является короткий срок службы электродного материала. Таким образом, до настоящего времени все перерабатывающие отрасли ищут лучший альтернативный метод очистки загрязненных потоков. Продолжаются целенаправленные исследования, направленные на углубление понимания экономической технологии очистки для плодотворной рекультивации нескольких потоков промышленных отходов.

Таким образом, в настоящее время по всему миру проводится обширная исследовательская работа по разработке эффективной, устойчивой и рентабельной технологии разделения и очистки для удаления токсичных металлов из технологических потоков различных отраслей промышленности.

### **Список литературы**

1. Salman M., Shakir M., Yaseen M. Recent developments in membrane filtration for wastewater treatment // *Industrial Wastewater Treatment: Emerging Technologies for Sustainability*. – 2022. – С. 1-25.
2. Samuel M. S. et al. Adsorption of Pb (II) from aqueous solution using a magnetic chitosan/graphene oxide composite and its toxicity studies // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2018. – Т. 115. – С. 1142-1150.
3. Fang Z. et al. A neural network approach to simulating the dynamic extraction process of l-phenylalanine from sodium chloride aqueous solutions by emulsion liquid membrane // *Chemical Engineering Research and Design*. – 2016. – Т. 105. – С. 188-199.

### **References**

1. Salman M., Shakir M., Yaseen M. Recent developments in membrane filtration for wastewater treatment // *Industrial Wastewater Treatment: Emerging Technologies for Sustainability*. – 2022. – P. 1-25.

2. Samuel M. S. et al. Adsorption of Pb (II) from aqueous solution using a magnetic chitosan/graphene oxide composite and its toxicity studies // International Journal of Biological Macromolecules. – 2018. – Vol. 115. – P. 1142-1150.

3. Fang Z. et al. A neural network approach to simulating the dynamic extraction process of l-phenylalanine from sodium chloride aqueous solutions by emulsion liquid membrane // Chemical Engineering Research and Design. – 2016. – Vol. 105. – P. 188-199.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_57-62

УДК 674(075)+684.4

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ДИЗАЙНА  
ПО ПРИНЦИПАМ БИОМОРФИЗМА И БИОМИМИКРИИ**  
MODELING OF ELEMENTS OF ARTISTIC DESIGN BASED ON THE PRINCIPLES  
OF BIOMORPHISM AND BIOMIMICRY

**Зарытовских А.В.**, студентка ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Zarytovskikh A.V.**, student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Пономаренко Л.В.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Ponomarenko L.V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Кантиева Е.В.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Kantieva E.V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** За миллиарды лет эволюции природа доказала нам свою стойкость к негативным факторам, способность адаптироваться к изменениям и извлекать из них выгоду. Природа подчиняет форму функциональности, делает ставку на разнообразие видов, трансформирует трудности в преимущества, превращает отходы в натуральные ресурсы и усиливает местную специфику. Сегодня многие дизайнеры и архитекторы разрабатывают свои проекты применяя эти принципы.

**Abstract:** Over billions of years of evolution, nature has proven to us its resistance to negative factors, its ability to adapt to changes and benefit from them. Nature subordinates the form of functionality, relies on the diversity of species, transforms difficulties into advantages, turns waste into natural resources and enhances local specificity. Today, many designers and architects develop their projects using these principles.

**Ключевые слова:** моделирование, дизайн, биомимикрия, биоморфизм, природные формы, проектирование.

**Keywords:** modeling, design, biomimicry, biomorphism, natural forms, designing.

Биоморфизм и биомимикрия считаются относительно новыми понятиями, однако их принципы уже многие годы используются людьми в различных сферах деятельности.

Мы веками черпали вдохновение у природы. Одним из ярких примеров является Икар из греческой мифологии, стремящийся к полету при помощи перьев и воска. Эта история – лишь легенда, но она является показателем ранней попытки человека использовать окружающий мир в качестве модели для дальнейших достижений.

Понятия «биоморфизм» и «биомимикрия» связаны между собой, но все же имеют различия. Биомимикрия или биомиметика — это новая наука, которая изучает модели природы и имитирует их или вдохновляется ее конструкциями и процессами для решения человеческих проблем. А биоморфизм, также известный как зооморфизм или неоорганицизм, – это направление в искусстве и дизайне, которое использует природные формы исключительно в декоративных целях. Самыми яркими примерами биомимикрии являются скоростные поезда, вдохновленные клювом птиц-зимородков, ветряные турбины, созданные по образцу горбатых китов, даже всем нам известные ласты, созданные на примере плавников. А биоморфные дизайнеры создают яркие и инновационные работы, сливая воедино красоту природы и возможности, предлагаемые новыми материалами. Стальные лестницы, напоминающие нити ДНК, и биоморфные здания, напоминающие останки скелетов, – вот лишь несколько примеров того, как биоморфизм раздвинул границы дизайна.

Зарождение биоморфного дизайна пришлось на начало двадцатого века и прошло множество этапов. В основе любого современного дизайна сейчас лежат простота геометрии, лаконичность, функциональность и нейтральная цветовая гамма. Натуралистические формы, плавные биоэлементы, «вытекающие» друг из друга являются элементами биоморфизма, а значит дизайн, появившийся больше столетия назад является одним из ключевых в дизайне современного интерьера и его элементов. Пример биоморфизма представлен на рис. 1.



Рисунок 1 – Биоморфизм в интерьере

В середине прошлого века многие дизайнеры начали активно использовать эргономичные натуралистичные формы в своих работах, последовав за финским архитектором Ээро Саариненом и американскими дизайнерами Чарльзом и Рэем Имз, создававшим мебель из пластика. В 1980-е годы эту концепцию продолжил в своих работах итальянец Луиджи Колани. Его обвиняли в избыточном внимании формам, однако все его работы отличались высокой степенью эргономики [1].

Ярким примером биоморфизма в дизайне можно назвать кресло «Тюльпан» (Tulip Chair), созданное в 90-е годы прошлого века Ээро Саариненом, упомянутым ранее. Мебель создавалась из натуральных материалов и высокотехнологичного пластика. Цельные спинка и сиденье были выполнены из формованного стекловолокна по принципам биомимикрии. К сожалению, полностью изготовить стул из этого материала не удалось – ножку пришлось отливать из алюминия, чтобы конструкция выдерживала необходимую нагрузку [2]. Изображение этого кресла продемонстрировано на рис. 2. Оно и сейчас пользуется популярностью и используется как в офисах, так и в интерьерах жилых домов.



Рисунок 2 – Кресло «Тюльпан» (Tulip Chair)

Начало 21-го века ознаменовалось шедеврами архитектора и дизайнера Захи Хадид, разработавшей серию космической мебели. Несмотря на смелость ее проектов, многие были запущены в серийное производство. В своих работах она нередко использовала кориан и его производные, как альтернативу натуральному камню. В 2012 году по ее проекту был создан «ледяной» консольный стол, представленный на рис. 3. Нежные прозрачные волны и рябь, разлитые в прозрачном акриле под плоской поверхностью, создают глубину и сложность за счет бесконечных преломлений. Ножки стола «кружатся» в структурном вихре. Такая реалистичность имитации таяния льда и застывших круговоротов воды продолжает удивлять и восхищать [3].

Эпоха цифрового проектирования может вывести биоморфный дизайн на новый уровень. Важное место занимает трехмерная печать, позволяющая работать с поразительной гибкостью форм, недоступной ранее. Эти возможности добавляют неповторимости и оригинальности новым проектам, вдохновляют дизайнеров и в корне изменяют концепцию самого дизайна. Переосмысливая конструкцию мебели, выполняющую те же функции, что и естественная экосистема, дизайнеры мебели могут создать внутреннюю среду, позволяющую экономить ресурсы, энергию и затраты.



Рисунок 3 – The Liquid Glacial («Жидкий Ледник»)

Журнальный столик представил Альваро Урибе (Alvaro Uribe) – талантливый студент, обучающийся на факультете дизайна и искусств Института Пратта (Нью-Йорк). Он использовал в своих проектах элементы, аналогичные встречающимся в живой природе и мире людей. Так, проект "Mantis" ("Богомол") создан с использованием знаний о биомимикрии, и база этого стола действительно имитирует небольшие тонкие ноги богомола. Стол изображен на рис. 4. Он состоит из трех алюминиевых ножек, которые поддерживают столешницу из тонированного серого стекла. Большим плюсом данной модели является то, что все ее составляющие были получены благодаря вторичной переработке, а это важно с точки зрения охраны окружающей среды, кроме того, все элементы столика легко отделяются друг от друга, что очень удобно при транспортировке мебели [4].

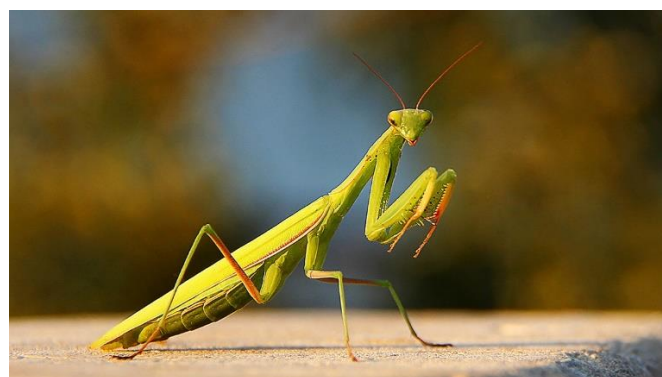


Рисунок 4 – Столик "Mantis" ("Богомол")

Природа давно уже решила за нас проблемы, над которыми многие ломают голову. Нам нужно лишь взять идеи и найти им применение в современном мире. Принципы дизайна природы – внедрение биомимикрии в процесс проектирования, имитация присущих природе эксплуатационных свойств, которые она развила, – являются ответом

на весь устойчивый дизайн. Аналогии между природой и мебелью откроют новые перспективы для инноваций в проектировании и дизайне [5-7].

### Список литературы

1. URL: <https://design-guru.moscow/chto-takoe-biomorfnyj-dizajn/>.
2. URL: <https://mydecor.ru/heroes/design-history/kultovyi-obekt-seriya-tulip-eero-saarinena-id6787471/>.
3. URL: <https://dzen.ru/a/Xdp1WsBH9hWZj5oK>.
4. URL: <https://kvartirakrasivo.ru/newsfeed/id-izjawnye-vewicy-nasekomoe-i-tancovwica/>.
5. URL: <https://blog.bluebeam.com/art-of-biomimicry-in-architecture/>.
6. URL: <https://www.researchgate.net/publication/281282496BiomimicryinFurnitureDesign>
7. URL: <https://knife.media/bio-mimic/>

### References

1. URL: <https://design-guru.moscow/chto-takoe-biomorfnyj-dizajn/>.
2. URL: <https://mydecor.ru/heroes/design-history/kultovyi-obekt-seriya-tulip-eero-saarinena-id6787471/>.
3. URL: <https://dzen.ru/a/Xdp1WsBH9hWZj5oK>.
4. URL: <https://kvartirakrasivo.ru/newsfeed/id-izjawnye-vewicy-nasekomoe-i-tancovwica/>.
5. URL: <https://blog.bluebeam.com/art-of-biomimicry-in-architecture/>.
6. URL: <https://www.researchgate.net/publication/281282496BiomimicryinFurnitureDesign>
7. URL: <https://knife.media/bio-mimic/>



DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_63-66

УДК 674

**ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И ДИЗАЙНА СМАРТ-КУХОНЬ**  
**PECULIARITIES OF SMART KITCHEN ORGANIZATION AND DESIGN**

**Ищенко Т.Л.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Ishchenko T.L.**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Ефимова Т.В.**, кандидат технических наук, доцент, Воронеж, Россия

**Efimova T.V.**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh, Russia

**Буланая М.С.**, магистрант группы ТЛК4-222-ЗБ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Bulanaya M.S.**, master's student of TLK4-222-ZB group, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** в статье рассмотрены особенности организации и дизайна смарт-кухонь.

**Abstract:** article discusses the features of the organization and design of smart kitchens.

**Ключевые слова:** смарт-кухня, мебель, техника, концепция, планировка.

**Keywords:** smart kitchen, furniture, appliances, concept, layout.

Смарт-кухня или умная кухня - это целая экосистема, основанная на разумной организации пространства, использовании функциональной кухонной мебели и электронной техники [1, 2].

Следует также сказать, что слово «умная» можно применять не только к просторным большим кухням, но и к небольшим кухням в компактных квартирах.

Мебель и «умная» техника дополняют друг друга, позволяя использовать помещение с максимальным комфортом. Электроника, встроенная в модули, может иметь множество функций: управлять датчиками звука и безопасности, экономить электроэнергию, автоматизировать освещение и работу кухонных приборов.

Кухня становится «умной», если она оснащена техникой, которая может:

- работать с помощью внешнего или встроенного пульта дистанционного управления;
- работать в сочетании с таймерами, датчиками движения, термостатами и другими датчиками;
- выполнять действия в соответствии с заданной программой.

Электроника гармонично сочетается с кухонной мебелью, создавая законченный и многофункциональный интерьер. Как правило, дизайнеры и конструктора закладывают комфортное расстояние между наиболее часто используемыми рабочими элементами, что облегчает процесс приготовления пищи.

Прежде чем заказать умную кухню, следует понимать, что любой отдельный элемент оборудования и мебели будет являться важной частью общей системы. Поэтому замена некоторых элементов или их установка на новом месте в будущем может оказаться технически невозможной.



Рисунок 1 – Пример исполнения смарт-кухни

Рабочий треугольник кухонь, как правило, состоит из холодильника, варочной панели или плиты и раковины. В настоящее время посудомоечная машина и вытяжка также являются обязательным элементом функциональности. Добавляется и мелкая бытовая техника - микроволновки, кухонные комбайны, блендеры, кофеварки. Список техники зависит от пожеланий клиента. Вся электроника относится к категории smart и ее использование именно на смарт-кухне является максимально комфортным.

Может показаться, что в компактном помещении недостаточно места для создания умной кухни. Например, для установки посудомоечной машины. Однако на самом деле встраиваемая техника доступна для помещений площадью в 6-7 квадратных метров. Встраиваемая умная техника выпускается с различными параметрами ширины и глубины, в том числе минимальными.

Общая концепция умной кухни включает пять зон: хранение столовых приборов, тарелок и других мелких предметов, хранение бытовых отходов и чистящих средств, хранение посуды и другой крупной утвари, приготовление пищи и хранение продуктов.

Эти сегменты грамотным образом отделены друг от друга. Зона для отходов и чистящих средств будет расположена рядом с раковиной. Зона для крупной посуды запланируется в доступной и просторной зоне. Опасная бытовая химия никогда не окажется в непосредственной близости от еды. А стаканы и чашки не окажутся в модулях для посуды [1, 3].

Кухонные смарт-гарнитуры различаются по внешнему виду, стилю и размерам. Однако можно выделить их несколько отличительных особенностей. Например, традиционные распашные дверцы нижних шкафов заменяются плавными и полностью

выдвижными ящиками. Стационарные полки уступают место выдвижным металлическим корзинам, которые обеспечивают хороший обзор содержимого. Верхние корпуса также снабжаются дверцами с подъемными механизмами.

Для хранения крупных предметов нижняя часть кухни оснащается вместительными отделениями. Высококачественная фурнитура позволяет открывать их легким нажатием.

Умная кухня может включать в себя различные варианты размещения модулей. Однако они всегда подбираются таким образом, чтобы сделать процесс приготовления пищи безопасным, удобным и быстрым.

При островной планировке кухни в центральной части помещения располагают зону приготовления пищи с зонтичной вытяжкой, мойкой, разделочным столом и варочной поверхностью. Такая гостиная - идеальное решение для кухонь, студий и просто больших помещений.

При П-образной планировке заняты две боковые стены и стена напротив входа. Проект также требует большого площади. При значительном количестве техники и мебели открытое пространство обустраивается наиболее профессионально.

Двухрядная планировка характеризуется тем, что торцевые стены остаются пустыми. Две стороны помещения, «обращенные» друг к другу, оснащаются техникой и кухонными модулями.

Угловую планировку выбирают для «хрущевок» и других небольших квартир в домах ранней постройки. Электроника и мебель устанавливаются в форме буквы L вдоль смежных стен. При линейной планировке все наполнение умной кухни выстраиваются в линию вдоль одной стены. Это решение позволяет освободить пространство для передвижения и поэтому рекомендуется для небольших помещений.

Смарт-кухни могут вписаться в помещение любого размера и дизайна. Чаще всего умная мебель выполнена в современном дизайнерском стиле - модерн, хай-тек, минимализм. Внешняя и встроенная техника с ее металлическими элементами и остеклением остается на первом плане, не создавая дисбаланса, а дополняя общий вид пространства.

Но можно найти и классические решения. В данном случае электроника будет полностью «спрятана» за кухонными фасадами, не нарушая стилистической целостности дизайна.

### **Список литературы**

1. Концепция и особенности смарт кухонь. – URL: <https://kukhni-lite.ru/article/smart-kukhna>. - Загл. с экрана.
2. Умная кухня: простые советы планирования для легкого быта. – URL: <https://dzen.ru/a/ZXWu8m2-axk4QOT3>. - Загл. с экрана.
3. Smart-кухня: тенденции в дизайне. – URL: <https://www.interior.ru/design/852-smart-kukhnya-tendentsii-v-dizajne.html>. - Загл. с экрана.

**References**

1. Concept and features of smart kitchens. – URL: <https://kuhni-lite.ru/article/smart-kuhna>. - Title from the screen.
2. Smart kitchen: simple planning tips for easy living. – URL: <https://dzen.ru/a/ZXWu8m2-axk4QOT3>. - Title from the screen.
3. Smart Kitchen: Trends in Design. – URL: <https://www.interior.ru/design/852-smart-kuhnya-tendentsii-v-dizajne.html>. - Title from the screen.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДСтП  
ПЕРИОДИЧЕСКОГО И НЕПРЕРЫВНОГО СПОСОБА ПРЕССОВАНИЯ**  
INVESTIGATION OF THE LAYERED DENSITY OF PARTICLE BOARD PERIODIC  
AND CONTINUOUS PRESSING METHOD

**Кантиева Е.В.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО "Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова", Воронеж, Россия

**Kantieva E.V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Пономаренко Л.В.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО "Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова", Россия, Воронеж.

**Ponomarenko L.V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Киреева А.С.**, студент магистратуры, Сапиенца Университет Рима, площадь Альдо Моро, 5, 00185, Рим, Италия,

**Kireeva A.S.**, Master's degree student, Sapienza – Università di Roma, Piazzale Aldo Moro 5 00185 – Roma, RM, Italia

**Аннотация:** В работе проведен сравнительный анализ физико-механических свойств древесностружечных плит, произведенных на прессовых установках периодического и непрерывного действия. Часть показателей, у плит, полученных периодическим способом прессования превышает аналогичные показатели у плит, полученных непрерывным способом. Плиты периодического способа прессования имеют более высокую плотность. При равной плотности  $700 \text{ кг/м}^3$  плиты непрерывного прессования имеют более высокую прочность на изгиб и меньшее разбухание. Непрерывный способ прессования позволяет получать ДСтП стандартного качества при меньшей плотности, а следовательно, и при меньшем расходе сырья.

**Abstract:** The paper presents a comparative analysis of the physical and mechanical properties of particle boards produced at periodic and continuous pressing plants. Some of the indicators for plates obtained by the periodic pressing method exceed similar indicators for plates obtained by the continuous method. The plates of the periodic pressing method have a higher density. With an equal density of  $700 \text{ kg/m}^3$ , continuous pressing plates have higher bending strength and less swelling. The continuous pressing method makes it possible to obtain particle board of standard quality with a lower density, and therefore with a lower consumption of raw materials.

**Ключевые слова:** древесностружечная плита, периодический и непрерывный способ прессования, плотность, прочность

**Keywords:** particle board, periodic and continuous pressing method, density, strength

Древесностружечные плиты (ДСтП) можно производить на прессовом оборудовании различного типа: одноэтажных и многоэтажных периодических прессах, проходных ленточных, каландровых и экструзионных прессах. Большинство цехов ДСтП, работающих в России оснащено прессами периодического действия. Современные производства оснащают ленточными проходными прессами, позволяющими выпускать до 500 м<sup>3</sup> плит в сутки.

Процессы изменения температуры и давления в течение цикла прессования в таких прессах отличаются [1, 2]. Следовательно, распределение плотности по толщине плит и зависящие от нее физико-механические показатели ДСтП, произведенном на различном виде оборудования будут различаться.

Плотность оказывает определяющее влияние на прочностные показатели древесностружечных плит. Известно, что уплотнение плит по толщине неравномерное, степень уплотнения наружных слоев выше [2,3]. Профиль плотности плит непрерывного и периодического способа прессования не совпадают [2]. Поэтому целью работы является исследование влияния способа прессования на основные физико-механические свойства ДСтП.

Исследования проводили на промышленно изготовленных шлифованных ДСтП марки P2 толщиной 16 мм непрерывного способа прессования: плита № 1 - «Шведский стандарт»; плита № 2 – ООО «Эггер Древпродукт Гагарин»; плита № 3 – АО «Череповецкий фанерно-мебельный комбинат» и периодического способа прессования: плита № 4 – ЗАО «Муром»; плита № 5 – ГК «Свеза» г. Кострома.

У отобранных плит контролировали физические свойства (плотность, водопоглощение, разбухание по толщине) и механические (предел прочности при изгибе, предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты, удельное сопротивление выдергиванию шурупов из пласти и кромки, удельное сопротивление нормальному отрыву наружного слоя). Отбор образцов и определение физико-механических свойств ДСтП производили по стандартным методикам (ГОСТ 10633-2018, ГОСТ 10634-88, ГОСТ 10635-88, ГОСТ 10636-2018, ГОСТ 10637-2019, ГОСТ 23234-2009).

Ранее нами был исследован профиль плотности плит, определенный при помощи лабораторной установки контроля профиля объемной плотности GreConDax 6000. Результаты показали, что ДСтП, изготовленные различными способами прессования имеют различный профиль плотности по толщине. Наружные слои плит непрерывного способа прессования более уплотнены, максимальная плотность у слоев, находящихся на расстоянии 0,1-0,4 мм от поверхности. Плотность наружных слоев плит периодического прессования ниже и максимальная плотность на расстоянии 1,6-2,3 мм от поверхности. Разброс плотности по сечению плиты меньше чем у плит непрерывного способа. [4]

Результаты испытаний физико-механических свойств плит приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, все плиты соответствуют требованиям действующего ГОСТ. Часть показателей, у плит, полученных периодическим способом прессования превышает аналогичные показатели у плит, полученных непрерывным способом. В частности, у плит, изготовленных периодическим способом более высокие значения предела прочности на изгиб, удельного сопротивления выдергиванию шурупов, удельного сопротивления

нормальному отрыву наружного слоя. Однако, плиты непрерывного способа прессования имеют плотность в среднем на  $100 \text{ кг/м}^3$  меньше.

Таблица 1 – Физико-механические свойства плит

Показатель	Значение					Значение по ГОСТ 10632-2014
	плита № 1	плита № 2	плита № 3	плита № 4	плита № 5	
1. Плотность, $\text{кг/м}^3$	662	668,4	652,1	759	763	550-820
2. Водопоглощение, %	98,03	71,52	86,47	90,57	87,35	-
3. Разбухание по толщине за 24 ч, %	33,47	21,1	25,33	53,02	45,6	-
4. Предел прочности при изгибе, МПа	12,624	17,87	17,049	21,15	17,8	не менее 11
5. Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты, МПа	0,285	0,382	0,578	0,444	0,45	не менее 0,35
6. Удельное сопротивление выдергиванию шурупов, Н/мм: из пласти из кромки	49,5 34,1	67,85 48,7	75,83 47,03	111,5 67,23	93 58	55-35 45-30
7. Удельное сопротивление нормальному отрыву наружного слоя, МПа	0,86	1,08	1,15	1,32	1,27	не менее 0,8

Для сравнения свойств плит разной плотности значения показателей привели к единой плотности  $700 \text{ кг/м}^3$  по известным формулам [5]:

$$\Delta h_{700} = \frac{\Delta h}{(0,00079\rho + 0,447)}, \% \quad (1)$$

где  $\Delta h_{700}$  – разбухание плит по толщине, % при плотности  $700 \text{ кг/м}^3$ ,

$\Delta h$  – разбухание плит по толщине, % при плотности  $\rho$ .

$$\sigma_{и700} = \frac{\sigma_{и}}{(0,0036\rho - 1,5)}, \text{ МПа} \quad (2)$$

где  $\sigma_{и700}$  – приведенный предел прочности при изгибе, МПа при плотности  $700 \text{ кг/м}^3$ ,

$\sigma_{и}$  – предел прочности при изгибе, МПа при плотности  $\rho$ .

$$\sigma_{р700} = \frac{\sigma_{р}}{(0,00197\rho - 0,38)}, \text{ МПа} \quad (3)$$

где  $\sigma_{и700}$  – приведенный предел прочности растяжении перпендикулярно пласти, МПа при плотности  $700 \text{ кг/м}^3$ ,

$\sigma_{и}$  – предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти, МПа при плотности  $\rho$ .

Анализируя табл. 2, можно увидеть, что при одинаковой плотности плиты непрерывного способа прессования демонстрируют более высокие характеристики. Они

менее подвержены разбуханию по толщине и обладают более высокой прочностью при изгибе и при растяжении перпендикулярно пласти плиты.

Таблица 2 – Физико-механические свойства плит, приведенные к плотности 700 кг/м<sup>3</sup>

Показатель	Значение при фактической плотности /приведенное к плотности 700 кг/м <sup>3</sup>				
	плита № 1	плита № 2	плита № 3	плита № 4	плита № 5
1. Разбухание по толщине за 24 ч, %	33,47	21,1	25,33	53,02	45,6
	34,51	21,64	26,33	50,66	43,44
2. Предел прочности при изгибе, МПа	12,624	17,87	17,049	21,15	17,8
	14,29	19,72	20,12	17,16	14,3
3. Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты, МПа	0,285	0,382	0,578	0,444	0,45
	0,31	0,46	0,64	0,398	0,4

Выводы. Результаты показали, то все исследуемые плиты соответствуют требованиям ГОСТ 10632-2014. Часть показателей выше, у плит, изготовленных периодическим способом прессования, а часть у плит, изготовленных непрерывным способом. Так у плит, изготовленных периодическим способом более высокие значения удельного сопротивления выдергиванию шурупов и удельного сопротивления нормальному отрыву наружного слоя. Плиты, полученные непрерывным способом прессования, имеют более высокую прочность на изгиб и растяжение перпендикулярно пласти плиты.

Плиты периодического способа имеют более высокую плотность. При равной плотности 700 кг/м<sup>3</sup> плиты непрерывного прессования имеют более высокую прочность на изгиб и меньшее разбухание. Это говорит о том, что непрерывный способ прессования позволяет получать ДСтП стандартного качества при меньшей плотности, а следовательно, и при меньшем расходе сырья.

### Список литературы

1. Васильев В.В., Хоссейни С.З. Экспертная оценка поверхностных свойств древесных плит // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2016. Вып. 215. С. 215-228.
2. Волынский В.Н. Технология древесных плит и композиционных материалов: учебно-справочное пособие / В.Н. Волынский. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 332 с.
3. Разиньков Е.М., Кантиева Е.В., Сладких Г.А. Прогиб мебельных щитов и прочность клеевого соединения на неравномерный отрыв бумажнослоистого пластика // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 4-3 (9-3). С. 106-110.



4. Кантиева Е.В., Пономаренко Л.В., Генералов М.И., Неделина Н.Ю. Исследование послойной плотности древесностружечных плит периодического и непрерывного способа прессования // Циркулярная экономика для целей устойчивого развития отраслей и территорий : материалы Национальной научно-практической конференции. – Воронеж, 14-15 мая 2024 г., С. 173-177.

5. Шварцман Г.М., Щедро Д.А. Производство древесностружечных плит / Г.М. Шварцман, Д.А. Щедро. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 319 с.

### References

1. Vasiliev V.V., Hosseini S.Z. Expert assessment of the surface properties of wood slabs // Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy. 2016. Issue 215, pp. 215-228.

2. Volynsky V.N. Technology of wood slabs and composite materials: textbook / V.N. Volynsky. – 3rd ed., stereotypical. – St. Petersburg : Lan, 2020. – 332 p.

3. Razinkov E.M., Kantieva E.V., Sladkikh G.A. Deflection of furniture panels and adhesive joint strength for uneven separation of paper-layered plastic // Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2014. Vol. 2. No. 4-3 (9-3). pp. 106-110.

4. Kantieva E.V., Ponomarenko L.V., Generalov M.I., Nedelina N.Yu. Investigation of the layered density of particle board periodic and continuous pressing method // Circular economy for sustainable development of industries and territories : materials of the National Scientific and Practical Conference. – Voronezh, May 14-15, 2024, pp. 173-177

5. Shvartsman G.M., Shchedro D.A. Production of particle boards / G.M. Shvartsman, D.A. Shchedro. – 4th edition, revis. and add. – М.: Lesnaya prom-st, 1987. – 319 p.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_72-78

УДК 630\*:630\*174.Т754:630\*81

**ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ И ВОЗРАСТА ГОДИЧНОГО СЛОЯ НА ПРОЦЕНТ  
ПОЗДНЕЙ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ИЗ ЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ**  
INFLUENCE OF THE WIDTH AND AGE OF THE ANNUAL LAYER  
ON THE PERCENTAGE OF LATE PINE WOOD FROM THE SOUTHERN TAIGA ZONE

**Киселева А.В.**, кандидат технических наук, доцент кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Kiseleva A.V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Ускова И.Д.**, студент группы ДМ2-221-ОБ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Uskova I.D.**, student of group DM2-221-OB, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** Лесные ресурсы нашей страны отличаются не только запасами древесины, но и многообразием древесных пород. Особенности каждой породы определяют ее сферу использования. Сосна обыкновенная отличается широким ареалом распространения, большой долей в общем объеме ресурсов, но и является широко и многообразно применяемой породой. Для успешного планирования использования древесины необходимо знание ее свойств, которые для разных регионов будут несколько различаться. Выявление закономерностей изменения свойств древесины, определяющих ее промышленную значимость в зависимости от различных факторов представляется важным. В работе были проведены исследования изменения процента поздней древесины сосны из зоны южной тайги с целью выявить его изменение от возраста и ширины годичного слоя. Это может облегчить способы оценки качественных характеристик древесины.

**Abstract:** The forest resources of our country are distinguished not only by timber reserves, but also by the diversity of tree species. The characteristics of each breed determine its scope of use. Scots pine is distinguished by a wide distribution area, a large share in the total volume of resources, but it is also a widely and diversely used species. For successful planning of the use of wood, it is necessary to know its properties, which will differ slightly for different regions. It is important to identify the patterns of changes in the properties of wood that determine its industrial importance depending on various factors. In this work, the changes in the percentage of late pine wood from the southern taiga zone were studied in order to identify its

change in the age and width of the annual layer. This can facilitate ways to assess the quality characteristics of wood.

**Ключевые слова:** древесина, сосна обыкновенная, годичный слой, ширина годичного слоя, процент поздней древесины, условия произрастания.

**Keywords:** wood, Scots pine, annual layer, width of annual layer, percentage of late wood, growing conditions.

Увеличение вклада лесопромышленного комплекса в экономику страны представляет собой настоятельную проблему. Ее решение сопряжено не только с физическим расширением заготовки и переработки древесного сырья, но и с рациональным использованием ресурсов. Потенциальная лесосека составляет 700 м<sup>3</sup>, но по данным Федерального агентства лесного хозяйства в 2023 году было заготовлено около 190 млн м<sup>3</sup>[1], при этом значительная часть в виде отходов лесозаготовки остается в лесу, а дальнейшая переработка сопряжена не только с получением качественной древесной продукции, но и с неизбежными отходами переработки. Рациональное использование лесных ресурсов нашей страны и глубокая переработка древесины являются одной из задач, которые ставит правительство перед лесным комплексом. Одним из многочисленных направлений для решения этих проблем является возможность разработки методов для достаточно быстрой и простой оценки качественных характеристик древесного сырья. Это позволит не только систематизировать его применение, но и прогнозировать получение материалов с определенными характеристиками. Разработка действенных методов возможна только при учете закономерностей, которые влияют на формирование свойств древесины и материалов из неё.

Оценка свойств древесины проводится на разных уровнях, это химические, физические, технологические свойства и так далее. Все эти свойства взаимосвязаны, их взаимозависимость и изменчивость определяются в первую очередь строением древесины. Оно, в свою очередь, зависит от многообразия факторов, которые традиционно делят на внутренние и внешние. Внутренние – это генотипические, сюда относятся особенности не только породы, но и конкретного дерева; внешние факторы отличаются большим разнообразием, но наиболее влиятельные из них экологические.

Хвойные породы, к которым относится сосна обыкновенная, составляют около 80% из общего запаса древесины нашей страны. Это ценное сырье, которое широко используется, в том числе и как конструкционный материал. Одной из определяющих характеристик конструкционных древесных материалов является плотность, которая влияет на прочность. Существует несколько способов определения плотности, но проще использовать неразрушающие способы контроля за прочностными показателями по косвенным признакам, Это возможно, если использовать показатели макроструктуры. Наиболее тесную связь с плотностью имеет процент поздней древесины [2]. Процент поздней древесины зависит от параметров годичного слоя. Ширина годичного слоя может быть без особых усилий определена на стволах при хранении, а затем быть учтена во время сортировки с целью рационального использования.

Целью данного исследования является выявление закономерностей влияния на процент поздней древесины сосны обыкновенной ширины годичного слоя, а также его возраста, в условиях южной тайги.

Объекты и методы исследования.

Таблица 1- Характеристики объекта исследования

Регион	Условия произрастания	Возраст насаждений, г	Бонитет	Количество образцов	Вид образца
Вологодская область, Устюжанский спецлесхоз, (географические координаты- 58 <sup>0</sup> 50`с.ш. и 36 <sup>0</sup> 5`в.д.)	бор чернично-брусничный	140	II	16	Керны, полученные возрастным буравом; выпилены из ствола на высоте 1,3м
	бор лишайниковый	140	III-IV	16	

Существующая методика определения процента поздней древесины согласно ГОСТ 16483.18-72 предусматривает его расчет по торцевым поверхностям образца размером 20x20 мм. В исследовании определяли показатель по каждому годичному слою начиная от коры. Измерения проводились с помощью микроскопа МБС-9. Выбранный способ позволил проследить динамику процента поздней древесины по радиусу ствола, тем самым выявить влияние возраста годичного слоя, а также стадии формирования структуры древесины на показатель [3,4,5]. Основные стадии формирования структуры древесины представлены в табл. 2.

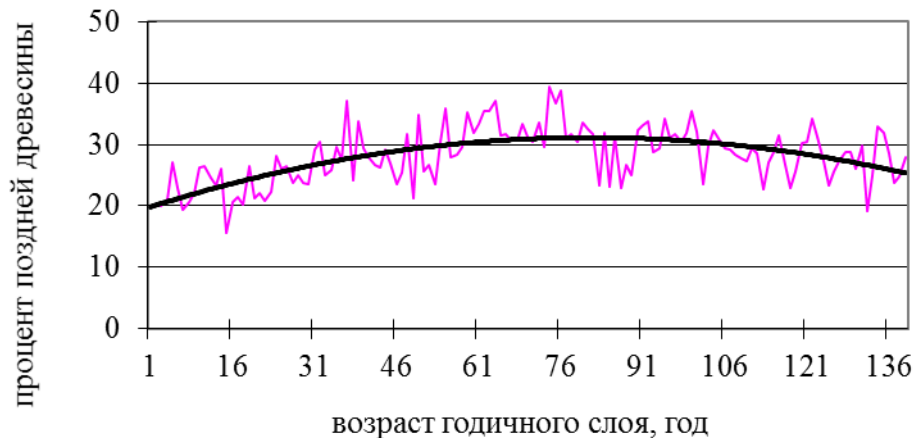
Таблица 2- Основные стадии (этапы) формирования структуры древесины

Название этапа	Продолжительность, лет	Степень развития древесины
Ювенильная (молодая древесина)	2-20	Нет сформированной структуры, гистологический состав неустойчив
Стадия формирования размеров древесины	65-70	Элементы строения древесины увеличиваются, достигая окончательных размеров
Стадия зрелой (дефинитивной) древесины	95-100	Установившиеся показатели структуры древесины изменяются только под действием внешних факторов
Стадия старения, деструкции структуры древесины	Более 100	деструкции отдельных элементов структуры древесины

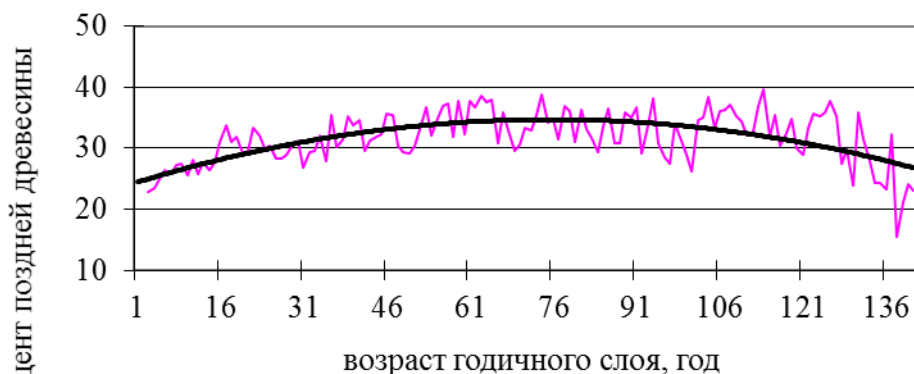
Результаты исследования ниже представлены в графической форме. На рис. 1 наглядно показано изменение процента поздней древесины при увеличении возраста годичного слоя. Годичный слой возрастом в один год находится рядом с сердцевиной.

С возрастом годичного слоя наблюдается некоторое увеличение процента поздней древесины. Своих наибольших значений он достигает к окончанию периода формирования древесных элементов. Затем, на этапе зрелой древесины, максимальные

значения параметра некоторое время сохраняются, после чего фиксируется постепенное снижение показателя. Эта тенденция характерна для всех типов условий произрастания, то есть эта динамика не зависит от экологических условий, а определяется возрастом годичного слоя, то есть внутренними факторами растущего дерева. В то же время влияние экологических факторов зафиксировано в изменчивости величины процента поздней древесины: он значительно варьирует в благоприятных условиях.



а) бор лишайниковый (неблагоприятные условия произрастания)



б) бор чернично-брусничный (благоприятные условия)

Рисунок 1 - Изменение процента поздней древесины с увеличением возраста годичного слоя

Зависимость процента поздней древесины от ширины годичного слоя представлена на рис. 2. Как видно, при наименьших и наибольших значениях ширины годичного слоя показатели минимальны. Оптимум приходится на ширину годичного слоя от 0,7 до 1,5мм в условиях бора лишайникового, в условиях бора чернично-брусничного нижний предел совпадает - это 0,7 мм, а верхний имеет несколько большие значения в 1,7 мм. По литературным данным, для древесины сосны, произрастающей в северных регионах

нашей страны, наиболее оптимальным с точки зрения плотности и прочности является ширина годичного слоя 1,0-1,2 мм, для центральных регионов РФ эта ширина составляет 1,2-1,3 мм [5,6]. Полученные нами данные укладываются в указанные рамки, но фиксируется некоторое смещение верхней границы ширины годичного в сторону увеличения.

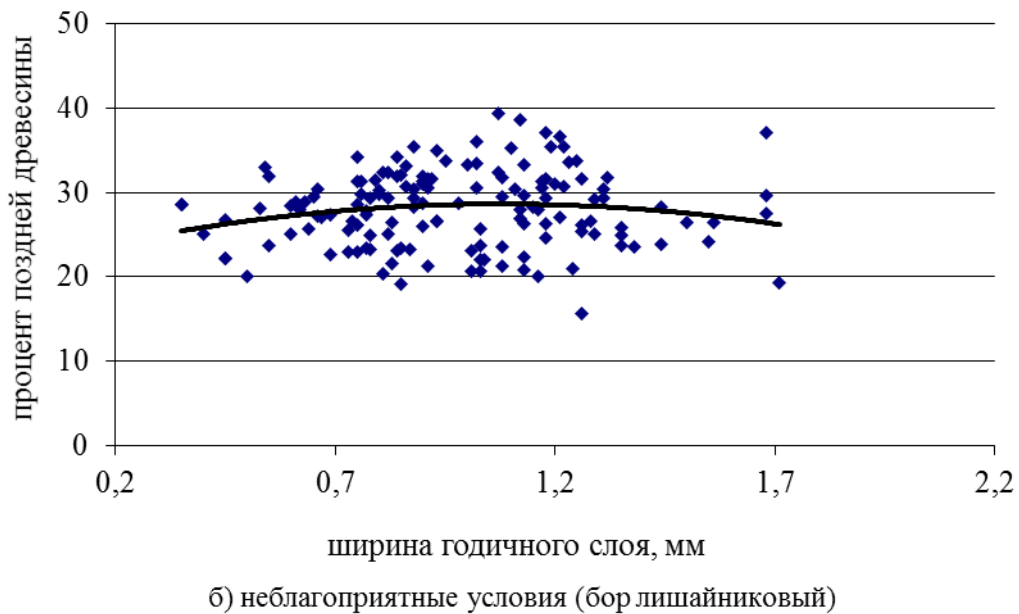


Рисунок 2- Изменение процента поздней древесины в зависимости от ширины годичного слоя

Были установлены для приведенных значений уравнения аппроксимации в виде полиномиальной функции второй степени. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3 - Уравнения зависимости процента поздней древесины от возраста и ширины годичного слоя

Фактор влияния	Условия произрастания	Формула зависимости	Достоверность аппроксимации
Возраст годичного слоя	Бор чернично-брусничный	$y = -0,0018x^2 + 0,2792x + 24,158$	$R^2 = 0,4055$
	Бор лишайниковый	$y = -0,0017x^2 + 0,2843x + 19,548$	$R^2 = 0,3891$
Ширина годичного слоя	Бор чернично-брусничный	$y = -17,798x^2 + 45,13x + 4,8768$ $R^2 = 0,1826$	$R^2 = 0,1826$
	Бор лишайниковый	$y = -6,0336x^2 + 12,988x + 21,609$	$R^2 = 0,0236$

Таблица 4 - Средние значения процента поздней древесины сосны обыкновенной из зоны южной тайги

Условия произрастания	
бор чернично-брусничный (благоприятные)	бор лишайниковый (неблагоприятные)
По радиусу ствола (весь период онтогенеза)	
<u>29,7±0,23</u> 10,0±0,62	<u>26,7±0,42</u> 16,3±1,04
период формирования размеров элементов древесины	
<u>28,9±0,36</u> 10,9±0,88	<u>25,9±0,57</u> 18,2±1,59
период зрелой структуры древесины	
<u>30,4±0,34</u> 8,7±0,72	<u>27,8±0,53</u> 13,6±1,14

Анализ результатов показывает увеличение изменчивости значений процента поздней древесины для условий бора лишайникового, то есть ухудшение условий произрастания привело к повышению вариабельности. Можно предположить, что это повлекло за собой и снижение показателя достоверности аппроксимации.

Таким образом, можно сделать вывод, что для условий южной тайги процент поздней древесины изменяется по параболе с достижением максимума после 65-70-летнего годичного слоя. Наибольшие значения определяемый показатель имеет при ширине годичного слоя от 0,7 мм. Наиболее мелкослойная древесина, которая обычно располагается либо рядом с сердцевиной, либо ближе к коре в зоне дефинитивной древесины, имеет наименьшие величину процента поздней древесины.

### Список литературы

1. Федеральное агенство лесного хозяйства. URL: <https://rosleshoz.gov.ru>.
2. Уголев Б. Н. Дровесиноведение и лесное товароведение / Б. Н. Уголев. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 351 с.
3. Косиченко, Н. Е. Закономерности формирования высококачественной древесины / Н. Е. Косиченко, А. В. Киселева, С. Н. Снегирева // Лесотехнический журнал. - 2011. - № 4 (4). - С. 68-72.
4. Киселева А. В. Возрастная динамика ширины годичного слоя на примере сосны обыкновенной / А. В. Киселева, Е. В. Рудько //Новое слово в науке: стратегии развития: материалы VIII Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 6 декабря 2019 г). – Чебоксары : ЦНС «Интерактив плюс», 2019. - С. 10-13. - ISBN 978-56043805-6-7.
5. Киселева А. В. Исследование изиенсивности процента поздней древесины / А. В. Киселева, Т. С. Ашмарова // ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА:"IFOREST" : Материалы международной научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-42.
6. Тюкавина О. Н. Плотность сосны обыкновенной в различных условиях произрастания / О. Н. Тюкавина, Д. Н. Клевцов, И. И. Дроздов, В.И. Мелехов // Изв. вузов. Лесной журнал. 2017. № 6. С. 14-18.

### References

1. Federal Forestry Agency URL: <https://rosleshoz.gov.ru>.
2. Ugolev B.N. Wood Science and Forest Commodity Studies. – М.: GOU VPO MGUL, 2007. - 351p.
3. Kosichenko N. E., Kiseleva A. V., Snegireva S. N. Regularities of Formation of High-Quality Wood. Lesotekhnicheskikh zhurnal. 2011. № 4 (4). P. 68-72.
4. Kiseleva A.V., Rudko E.V. Age dynamics of the width of the annual layer on the example of Scots pine. New word in science: development strategies: materials of the VIII International Scientific and Practical Conference (Cheboksary, December 6, 2019). Cheboksary: CNS "Interactive plus", 2019. P. 10-13. ISBN 978-56043805-6-7.
5. Kiseleva A.V., Ashmarova T.S. Study of the Isyensivnosti Percent of Late Wood. GREEN ECONOMY: "IFOREST". Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Voronezh, 2021. Pp. 38-42.
6. Tyukavina O.N., Klevtsov D.N., Drozdov I.I., Melekhov V.I. Density of Scots Pine in Various Conditions of Growth. Forest Journal. 2017. No. 6, pp. 14-18.



DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_79-83

УДК 544.723.2

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ НИКЕЛЯ ИЗ ВОДНОЙ СРЕДЫ НОВЫМИ МАГНИТНЫМИ СОРБЕНТАМИ

### ЦЕОЛИТ/ $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF EXTRACTION OF NICKEL IONS  
FROM AQUEOUS MEDIUM BY NEW MAGNETIC SORBENTS ZEOLITE/ $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$

**Котова А.В.**, студентка лесопромышленного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

**Kotova A.V.**, Student of woodworking faculty, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Новикова Л.А.**, кандидат химических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

**Novikova L.A.**, PhD in Chemical Sciences, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Томина Е.В.**, доктор химических наук, доцент, зав. кафедрой химии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

**Tomina E.V.**, Doctor of Chemical Sciences, associate professor, chairwoman of chemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Мещерякова А.А.**, аспирант кафедры материаловедения и индустрии наносистем химического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

**Meshcheryakova A.A.**, Postgraduate Student, Department of Materials Science and Industry of Nanosystems, Faculty of Chemistry, Voronezh State University, Voronezh, Russia

**Аннотация:** образцы новых магнитных композитных материалов на основе природного цеолита (Zt) с варьируемым содержанием (5-30%) наночастиц феррита кобальта-цинка  $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  (F) изучены в отношении сорбционной способности к извлечению ионов никеля из водного раствора с содержанием  $\text{Ni}^{2+}$  29,5 мг/л. Установлено время достижения равновесия в системах сорбент-водный раствор  $\text{NiSO}_4$ , составляющее 20 мин для всех исследуемых образцов. Величина сорбционной емкости сорбентов возрастает в ряду  $\text{Zt} < \text{Zt-5F} < \text{Zt-10F} < \text{Zt-20F} < \text{Zt-30F} < \text{F}$ . Показано, что при введении фазы феррита кобальта-цинка степень извлечения ионов  $\text{Ni}^{2+}$  из водной среды увеличивается в 1,5-1,7 раза по сравнению с цеолитом и достигает ~70-80%. Применение метода

магнитной сепарации позволяет быстро и эффективно извлекать полученные композитные сорбенты из водной фазы для последующей регенерации.

**Abstract:** the samples of new magnetic composite materials based on natural zeolite (Zt) with varied content (5-30%) of nanoparticles of cobalt-zinc ferrite  $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  (F) were studied in regard their sorption ability for nickel ions extraction from aqueous solution of 29,5 mg/dm<sup>3</sup> concentration of  $\text{Ni}^{2+}$ . It was established that the time of sorption equilibrium in the systems sorbent-aqueous solution of  $\text{NiSO}_4$  reach ~20 min for each investigated sample. The value of sorption capacity of the sorbents increased in the order  $\text{Zt} < \text{Zt-5F} < \text{Zt-10F} < \text{Zt-20F} < \text{Zt-30F} < \text{F}$ . It was shown that by addition of ferrite phase into composite the degree of nickel ions extraction from aqueous medium rose in 1,5-1,7 times as compared to zeolite, reaching ~70-80%. The obtained composite sorbents are capable of fast and effective magnetic separation from aqueous phase for further regeneration.

**Ключевые слова:** цеолит, феррит кобальта-цинка, нанокompозитный сорбент, ионы никеля, адсорбция, очистка воды.

**Keywords:** zeolite, cobalt-zinc ferrite, nanocomposite sorbent, nickel ions, adsorption, water purification.

Никель относится к тяжелым цветным металлам и является ценнейшей легирующей добавкой при производстве нержавеющей стали. В чистом виде никель в природе не встречается, обычно входит в состав сульфидных медно-никелевых руд и железоникелевых руд, из которых попадает в природные воды в концентрациях до 20 мг/дм<sup>3</sup> [1]. Для жизнедеятельности человека и животных никель необходим в микроколичествах, обеспечивающих эффективность кровяных и окислительно-восстановительных процессов в организмах, функционирование ДНК и РНК, белков, поступление витаминов. Высокие концентрации никеля токсичны, вызывают ингибирование ферментов, снижают иммунитет, угнетают ЦНС, проявляют канцерогенные свойства [2]. Соединения никеля поступают в водные объекты со сточными водами цехов никелирования, заводов синтетического каучука, никелевых обогатительных фабрик, а также при сжигании ископаемого топлива. Значения ПДК никеля для водной среды составляет - 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, для рыбохозяйственных водоёмов - 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. Современные технологии очистки промышленных сточных вод от никеля и других тяжелых металлов включают реагентный метод, ионный обмен, сорбцию, электрокоагуляцию, обратный осмос [3]. Для повышения эффективности сорбционного способа очистки воды перспективным является использование новых композитных материалов с высоким сродством к тяжелым металлам и способностью к магнитной сепарации [4].

Цель данной работы включала синтез новых композитных сорбентов на основе природного цеолита и наночастиц смешанного феррита кобальта-цинка и оценку сорбционной способности новых материалов к ионам никеля в водной среде.

Объектами исследования являлись природный цеолит (Zt), содержащий 95 % клиноптилолита, выпускаемый фирмой Zeoset, Словакия, синтетический образец смешанного феррита кобальта-цинка  $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ (F), полученный методом цитратного

горения и обладающий высокой магнитной восприимчивостью благодаря присутствию ионов  $\text{Co}^{2+}$  в структуре по сравнению с образцом феррита цинка, изученным ранее. Серия образцов композитов Zt-5F, Zt-10F, Zt-20F, Zt-30F синтезирована путем введения 5-10 масс.% фазы феррита в состав композита с цеолитом [5].

Сорбционная способность образцов изучена в водном растворе  $\text{NiSO}_4$  с содержанием ионов  $\text{Ni}^{2+}$  29,5 мг/л, при  $t=20$  °С и соотношении сорбент/раствор=1:100. Время сорбции варьировалось от 5 до 80 минут. Для количественного определения ионов никеля в растворе был использован фотоколориметрический метод анализа никеля в виде комплексов с диметилглиоксимом.

На рис. 1 представлены кинетические кривые сорбции ионов никеля из водного раствора, свидетельствующие об установлении сорбционного равновесия в исследуемых системах сорбент-раствор через 20 мин.

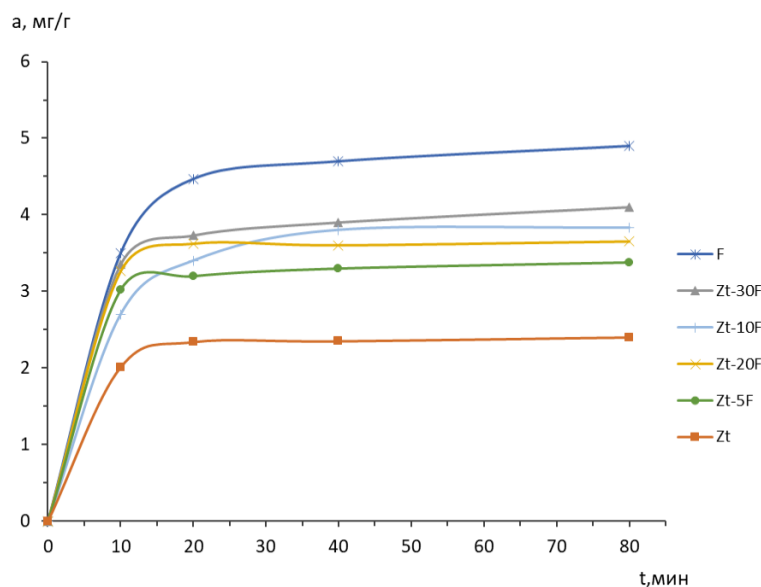


Рисунок 1. Кинетические кривые сорбции ионов  $\text{Ni}^{2+}$  из водного раствора 0,001 н  $\text{NiSO}_4$  сорбентами на основе цеолита и феррита кобальта-цинка

Сорбционная емкость цеолита ограничена его катионообменной способностью и в исследуемых системах составила 2,4 мг/г, что в два раза ниже в сравнении с емкостью образца феррита. При увеличении содержания фазы феррита в составе композитных материалов сорбционная емкость образцов возрастает в 1,4-1,6 раза, что обусловлено повышенным сродством фазы феррита к катионам  $\text{Ni}^{2+}$  аналогично [5].

На рис. 2 представлены значения степени очистки воды, которые вычисляли по формуле:  $R, \% = \frac{(C_0 - C_p)}{C_0} * 100\%$ , где  $C_0$  и  $C_p$  – начальная и равновесная концентрации раствора, моль-экв/л.

Как следует из рис. 2а, природный цеолит позволяет извлечь 48% ионов никеля из водной среды в отличие от композитных сорбентов и чистого феррита F, при использовании которых эффективность очистки воды существенно выше и составляет 68-80% и 99% соответственно. Другим преимуществом композитных сорбентов является их

способность к магнитной сепарации при действии внешнего магнитного поля (рис.2б). При введении 10 % фазы феррита в состав композит сорбент легко отделяется действием неодимового магнита и легко извлекается для регенерации и последующего использования.

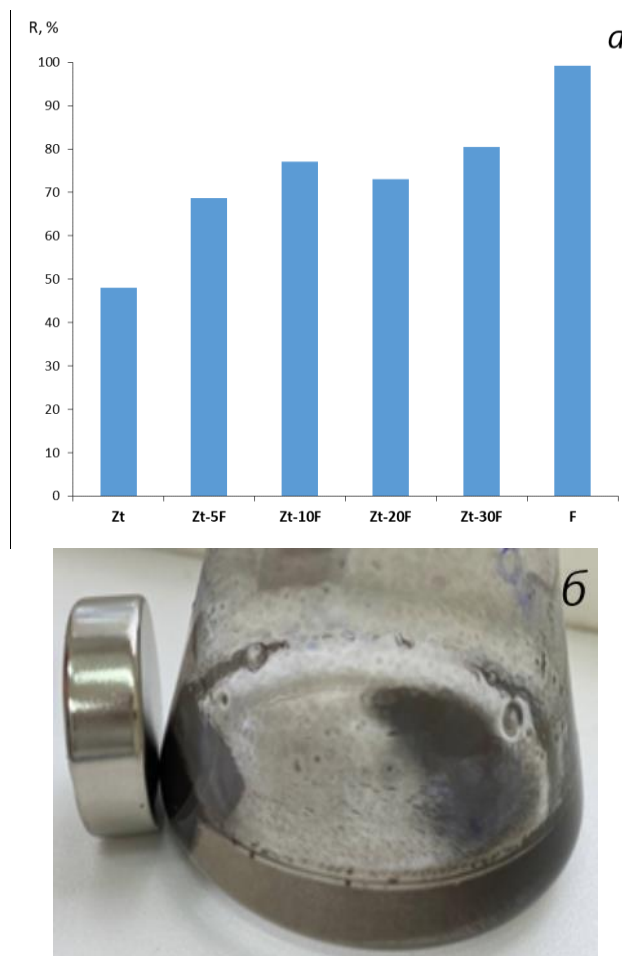


Рисунок 2. Степень очистки воды от ионов  $Ni^{2+}$  сорбентами на основе цеолита и феррита кобальта-цинка (2а) и магнитная сепарация композитного сорбента (2б)

Таким образом, при синтезе магнитных композитных сорбентов оптимальным можно считать состав Zt-10F, при котором обеспечивается высокая степень очистки воды и материал приобретает достаточную магнитную восприимчивость для эффективной магнитной сепарации.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского Научного Фонда, грант № 23-23-00122.*

### Список литературы

1. Харитонов Л.А., Гончаров Д.В. Определение никеля в водных объектах оптическим методом анализа // Проблемы теоретической и экспериментальной химии – XXIX ; Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия». – Екатеринбург, 2019. С. 85.

2. Яковлева М.Н., Перминова Е.В. Генотоксические эффекты соединений никеля и возможности модификации никель-индуцированного мутагенеза в клетках человека // Токсикологический вестник. 2007. № 4 (85). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/genotoksicheskie-effekty-soedineniy-nikelya-i-vozmozhnosti-modifikatsii-nikel-indutsirovannogo-mutageneza-v-kletkah-cheloveka-1>.
3. Belova T.P. Adsorption of heavy metal ions ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  and  $\text{Fe}^{2+}$ ) from aqueous solutions by natural zeolite // Heliyon. 2019 Vol. 5, № 9, e02320, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02320>.
4. Котова А.В., Новикова Л.А., Томина Е.В., Мещерякова А.А. Применение новых композитных сорбентов цеолит/ $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  для извлечения ионов тяжелых металлов из водных сред // Энергосберегающие и экологически перспективные технологии лесного и лесопромышленного комплекса : Матер. Всерос. науч.-практ. конференции молодых ученых и студентов, Воронеж, 25 мая 2023 года / отв. ред. А.Ю. Корчагина. – Воронеж, 2023. – С. 72-75. – DOI 10.58168/FTIC2023\_72-75.
5. Tomina E., Novikova L., Kotova A., Meshcheryakova A., Krupskaya V., Morozov I., Koroleva T., Tyupina E., Perov N., Alekhina Y.  $\text{ZnFe}_{204}/\text{Zeolite}$  Nanocomposites for Sorption Extraction of  $\text{Cu}^{2+}$  from Aqueous Medium. *AppliedChem* **2023**, 3, 452-476. <https://doi.org/10.3390/appliedchem3040029>.

### References

1. Kharitonova L.A., Goncharov D.V. Opredelenie nikelya v vodnykh obyektakh opticheskim metodom analiza // Problemy teoreticheskoy I eksperimentalnoy khimii – XXIX ; Voennyi uchebno-nauchnyi tsentr VVS “Voenno-vozdushnaya akademiya”, Ekaterinburg, 2019. S. 85.
2. Yakovleva M.N., Perminova E.V. Genotoksicheskie efekty soedineniy nikelya I vozmozhnosti modifikatsii nikel-indutsirovannogo mutageneza v kletkakh cheloveka // Toksikologicheskii vestnik. 2007. №4 (85). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/genotoksicheskie-effekty-soedineniy-nikelya-i-vozmozhnosti-modifikatsii-nikel-indutsirovannogo-mutageneza-v-kletkah-cheloveka-1>
3. Belova T. P. Adsorption of heavy metal ions ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  and  $\text{Fe}^{2+}$ ) from aqueous solutions by natural zeolite // Heliyon. 2019 Vol. 5, № 9, e02320, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02320>.
4. Kotova A.V., Novikova L.A., Tomina E.V., Meshcheryakova A.A. Primeneniye novykh kompozitnykh sorbentov zeolyt/ $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  dlya izvlecheniya ionov tyazhelykh metallov iz vodnykh sred // Energosberegauschiye I ekologicheski perspektivnye tekhnologii lesopromyshlennogo kompleksa : Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students, Voronezh, May 25, 2023 / ed.-in-chief A.Yu. Korchagina. – Voronezh, 2023. – S. 72-75. – DOI 10.58168/FTIC2023\_72-75.
5. Tomina E., Novikova L., Kotova A., Meshcheryakova A., Krupskaya V., Morozov I., Koroleva T., Tyupina E., Perov N., Alekhina Y.  $\text{ZnFe}_{204}/\text{Zeolite}$  Nanocomposites for Sorption Extraction of  $\text{Cu}^{2+}$  from Aqueous Medium. *AppliedChem* **2023**, 3, 452-476. <https://doi.org/10.3390/appliedchem3040029>.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_84-88

УДК 543.544

**ПРИМЕНЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МАГНИЯ  
В СОСТАВАХ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ**  
THE USE OF MAGNESIUM OXIDE NANOPARTICLES  
IN WOOD MODIFICATION FORMULATIONS

**Краснухина А.А.**, студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

**Krasnukhina A.A.**, student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Дмитренков А.И.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Dmitrenkov A.I.**, PhD in Engineering, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Томина Е.В.**, доктор химических наук, зав. кафедрой химии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Tomina E.V.**, Dr. Sci. (Chem.), head of the Department of Chemistry, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Смирнова Т.С.**, студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Smirnova T.S.**, student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Жужукин К.В.**, кандидат технических наук, старший преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Zhuzhukin K.V.**, PhD in Engineering, Senior lecturer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** В работе исследованы новые составы для обработки древесины сосны на основе отходов растительного масла с использованием наноразмерного оксида магния. В качестве наполнителя в составе пропиточных композиций использовали древесную муку хвойных пород в количестве от 1 до 3 %, а также нанопорошок оксида магния в дозировке от 0,01 до 0,1 %. Обработка древесины сосны составами на основе растительного масла с добавками оксида магния позволяет улучшить гидрофобные свойства поверхности древесины, снизить её разбухание, влаго- и водопоглощение.

**Abstract:** New formulations for processing pine wood based on waste vegetable oil using nanoscale magnesium oxide have been studied. As a filler in the composition of

impregnating compositions, coniferous wood flour was used in an amount from 1 to 3%, as well as magnesium oxide nanopowder in a dosage from 0.01 to 0.1%. Processing pine wood with compositions based on vegetable oil with additives of magnesium oxide allows to improve the hydrophobic properties of the wood surface, reduce its swelling, moisture and water absorption.

**Ключевые слова:** древесина, наноразмерный оксид магния, растительное масло, водопоглощение, влагопоглощение.

**Keywords:** wood, nanoscale magnesium oxide, vegetable oil, water absorption, moisture absorption.

Постоянно растущее загрязнение окружающей среды во всем мире и спрос на экологически чистые продукты обусловили активизацию исследований в области получения продуктов возобновляемого происхождения. К таким продуктам относятся натуральные растительные масла, такие как подсолнечное, льняное и другие. Поэтому в настоящее время очень актуальны исследования, направленные на создание покрытий для природной древесины на основе таких натуральных масел [1-2].

Растительные масла представляют собой триглицериды, образующиеся в результате этерификации глицерина насыщенными или ненасыщенными жирными кислотами с различным процентом ненасыщенности. Сочетание таллового масла с льняным маслом улучшает сохранность древесины. Включение льняного масла с борной кислотой снижает выщелачиваемость и повышает эффективность против термитов.

Цельные биомасла и их фракции, богатые лигнином, были изучены как потенциальные экологически безопасные консерванты древесины для замены систем на основе металлов ССА и меди, которые вызывают экологические проблемы. Пиролитическое биомасло, получаемое из скорлупы плодов пальмы, было эффективным против термитов сухой древесины и особенно против грибов с синевой, вида *Seraticystis*.

Динамически развивающееся промышленное производство создает все больше отходов, которые требуют утилизации. К таким широко распространенным отходам относятся отработанные растительные масла, которые образуются после обжаривания продуктов во фритюре. Эти фритюрные масла могут быть с успехом применены в качестве основы составов для защиты древесины.

Растительные масла чаще всего променяют в виде эмульсий. Сканирующей электронной микроскопией показано, что ряд штаммов грибов не могут прилипнуть к поверхности древесины после её обработки подсолнечным и рапсовым маслами. Кроме того, результаты показали, что адгезия четырех штаммов грибов была снижена при обработке оливковым и льняным маслами.

Перспективным в создании древесных композитов является использование наночастиц различной природы [3-5]. Исследования по применению нанотехнологий в деревообработке в основном сосредоточены на стабильности размеров и устойчивости к воздействию микроорганизмов. Основным преимуществом применения нанотехнологий в деревообработке является уникальная способность наночастиц легко, равномерно и на существенную глубину проникать в сложные структуры древесного вещества, что приводит к появлению новых свойств поверхности природной древесины и получаемых

самих древесных композитов. Это связано с тем, что наночастицы имеют размеры существенно меньшие, чем углубления в клеточной стенке природной древесины. Обработка на основе наноматериалов обеспечивает изделиям из древесины лучшие эксплуатационные характеристики изделий, чем обычная обработка древесины. Эти обработки могут улучшить устойчивость к царапинам и истиранию, блокировку ультрафиолетового излучения, способность реагировать на огонь и гигроскопичность, не влияя на внешний вид древесины.

Продление срока службы древесины с использованием наноматериалов в качестве консервантов древесины и антипиренов в настоящее время представляет собой привлекательный подход к защите древесины. Эти передовые материалы демонстрируют хороший потенциал для использования в качестве альтернативы обычным консервантам для древесины и антипиренам. Наноматериалы могут защищать древесину от различных факторов, влияющих на ее качество, включая микроорганизмы, атмосферные воздействия и ультрафиолетовое излучение. Необходимо изучить потенциальные области применения наноматериалов для продления срока службы древесины.

Наночастицы некоторых неорганических металлов замедляют процесс разложения, связанный с поражением грибками или бактериями и ультрафиолетовым излучением. Использование наночастиц на основе металлов выгодно из-за их высокого проникновения в древесину благодаря размеру и площади поверхности. Более высокое проникновение приводит к усилению защиты древесины. Однородное распределение и полное проникновение наночастиц на основе металлов внутрь древесины достижимы при условии, что размер наночастиц меньше диаметра углубления в клеточной стенке древесины.

Наночастицы на основе металлов, которые обычно и экстенсивно используются для защиты древесины, включают медь, серебро и золото. Причина такого распространенного использования заключается в их эффективности и стабильности после нанесения. Пропитка с использованием наночастиц оксида меди показала улучшение стабильности размеров древесины. Показано [6], что использование наноразмерного оксида цинка в сочетании с отработанными растительными маслами позволяет существенно улучшить водозащитные свойства древесины. Хотя нанотехнологии обладают рядом преимуществ, таких как снижение токсичности и более равномерное распределение биоцидных агентов, а также предотвращение выщелачивания и разложения, необходимы дополнительные исследования, чтобы полностью понять потенциальные возможности применения наноматериалов для консервации древесины.

Целью данной работы явилась исследование новых составов для обработки древесины сосны с применением наночастиц оксида магния.

В качестве объектов исследования были выбраны образцы древесины сосны стандартных размеров.

Пропиточный состав готовили на основе отработанного фритюрного масла. Для большей эффективности в него вводили древесную хвойную муку определенной фракции в количестве от 1 до 3 %, нанопорошок оксида магния с концентрацией от 0,01 до 0,1 %, а



также сиккатив НФ-1 с концентрацией от 1 до 3 %. Пропитку проводили при температуре модифицирующего состава 120 °С в течение 30 минут.

В табл. 1 приведены показатели влаго- и водостойкости древесины обработанных и необработанных образцов после 30 суток испытаний в воде.

Таблица 1 – Основные показатели обработанной и необработанной древесины сосны

Пропиточный состав	Показатель влагопоглощения, %	Показатель водопоглощения, %	Разбухание в тангенциальном направлении, %	Разбухание в радиальном направлении, %
Натуральная древесина	17,3	136,7	7,20	5,11
Чистое фритюрное масло	14,1	97,4	6,61	4,72
Фритюрное масло с 1% древесной муки и 0,1 % оксида магния	12,0	69,4	7,15	5,02
Фритюрное масло с 1% древесной муки и 0,01 % оксида магния	13,7	57,4,5	6,31	4,57
Фритюрное масло с 1% древесной муки, 0,01 % оксида магния и 1 % сиккатива	11,6	37,8	7,01	4,80

Применение в составах для модифицирования древесины наночастиц оксида магния позволяет улучшить водозащитные показатели натуральной древесины. Введение в состав пропиточной композиции древесной муки способствует её закреплению в полостях древесины, а наночастицы оксида магния создают дополнительные связи с компонентами древесины. Наилучшие значения влаго- и водостойкости отмечены у древесных композитов, содержащих 1 % древесной муки, 0,01 % наноразмерного оксида магния и 1 % сиккатива. Для таких образцов влагопоглощение после 1 суток испытаний снизилось почти в 4 раза по сравнению с необработанной древесиной и в 2,5 раза по сравнению с обработанной отработанным растительным маслом без добавок. Водопоглощение образцов, обработанных с применением наночастиц оксида магния, снизилось в 3,5 раза по сравнению с необработанной древесиной и в 2 раза по сравнению с обработанной чистым растительным маслом.

#### Список литературы

1. Salla J., Pandey K. K., Srinivas K. Improvement of UV resistance of wood surfaces by using ZnO nanoparticles // Polymer degradation and stability. – 2012. – Т. 97. – №. 4. – С. 592-596.

2. Santos L. P. et al. Environmentally friendly, high-performance fire retardant made from cellulose and graphite // *Polymers*. – 2021. – Т. 13. – №. 15. – С. 2400.
3. Tailong Cai, Xiaoyuan Shen, Erzhuo Huang, Yutao Yan, Xiaoping Shen, Fengqiang Wang, Zhe Wang, Qingfeng Sun. Ag nanoparticles supported on MgAl-LDH decorated wood veneer with enhanced flame retardancy, water repellency and antimicrobial activity, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2020. Vol. 598. P. 124878 ISSN 0927-7757. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.124878>.
4. Sulafa Holy, TemizA. et al. Physical properties, thermal and fungal resistance of Scots pine wood treated with nano-clay and several metal-oxides nanoparticles // *Wood Material Science and Engineering*. 2020. Vol. 16(1). P. 1. DOI: 10.1080/17480272.2020.1836023
5. Zhe Qiu, Zefang Xiao, Likun Gao, Jian Li, Haigang Wang, Yonggui Wang, Yanjun Xie. Transparent wood bearing a shielding effect to infrared heat and ultraviolet via incorporation of modified antimony-doped tin oxide nanoparticles // *Composites Science and Technology*. 2019. Vol. 172. pp. 43-48. ISSN 0266-3538, <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2019.01.005>.
6. Томина Е.В., Дмитренко А.И., Жужукин К.В. Использование наноразмерного зно в составах для защитной обработки древесины. *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2022. № 4. С. 173-184.

### References

1. Salla J., Pandey K. K., Srinivas K. Improvement of UV resistance of wood surfaces by using ZnO nanoparticles // *Polymer degradation and stability*. – 2012. – Т. 97. – №. 4. – С. 592-596.
2. Santos L. P. et al. Environmentally friendly, high-performance fire retardant made from cellulose and graphite // *Polymers*. – 2021. – Т. 13. – №. 15. – С. 2400.
3. Tailong Cai, Xiaoyuan Shen, Erzhuo Huang, Yutao Yan, Xiaoping Shen, Fengqiang Wang, Zhe Wang, Qingfeng Sun, Ag nanoparticles supported on MgAl-LDH decorated wood veneer with enhanced flame retardancy, water repellency and antimicrobial activity, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2020. Vol. 598. P. 124878 ISSN 0927-7757. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.124878>.
4. Sulafa Holy, TemizA. et al Physical properties, thermal and fungal resistance of Scots pine wood treated with nano-clay and several metal-oxides nanoparticles // *Wood Material Science and Engineering*. 2020. Vol. 16(1). P. 1. DOI: 10.1080/17480272.2020.1836023
5. Zhe Qiu, Zefang Xiao, Likun Gao, Jian Li, Haigang Wang, Yonggui Wang, Yanjun Xie, Transparent wood bearing a shielding effect to infrared heat and ultraviolet via incorporation of modified antimony-doped tin oxide nanoparticles // *Composites Science and Technology*. 2019. Vol. 172. pp. 43-48. ISSN 0266-3538, <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2019.01.005>.
6. Tomina E.V., Dmitrienko V. A.I., Zhuzhukin K.V. The use of nanoscale zno in compositions for protective wood processing. *News of higher educational institutions. Forest Journal*. 2022. No. 4. pp. 173-184.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_89-94

УДК 625.7/.8

**РАСЧЕТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ  
МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**CALCULATION OF THE RESISTANCE OF THE FOUNDATION SOILS  
IN THE CONSTRUCTION OF SMALL ARTIFICIAL STRUCTURES**

**Курдюков Д.П.**, аспирант ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени  
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Курдюков Р.П.**, аспирант ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени  
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Шамарин Н.И.**, аспирант ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени  
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Мануковский А.Ю.**, профессор, доктор  
технических наук, доцент ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени  
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Kurdyukov D.P.**, postgraduate student,  
Voronezh State University of Forestry and  
Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

**Kurdyukov R.P.**, postgraduate student,  
Voronezh State University of Forestry and  
Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

**Shamarin N.I.**, postgraduate student,  
Voronezh State University of Forestry and  
Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

**Manukovsky A.Y.**, Professor, Doctor of  
Technical Sciences, Associate Professor,  
Voronezh State University of Forestry and  
Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

**Аннотация:** В статье рассмотрена задача сокращения затрат и сроков на строительство лесовозных автомобильных дорог путем использования инновационной технологии укрепления грунтов с заменой дорогостоящей дорожно-строительной техники на комплексы для лесовосстановления и лесозаготовления.

**Abstract:** The article considers the task of reducing costs and deadlines for the construction of logging roads by using innovative soil reinforcement technology with the replacement of expensive road construction equipment with complexes for reforestation and logging.

**Ключевые слова:** строительство автомобильных дорог, лесовосстановление, лесозаготовка, укрепление грунтов.

**Keywords:** highway construction, reforestation, logging, soil strengthening.

На текущий момент при переходе с планово-распределительной экономики СССР на рыночную экономику Российской Федерации, каждое предприятие самостоятельно

должно организовывать свою хозяйственную деятельность полностью по всем жизненным циклам. Исключением не стали и лесохозяйственные предприятия, где остро стоит вопрос о необходимости наличия автомобильных дорог для ведения своей хозяйственной деятельности.

Протяженность лесовозных автомобильных дорог, которые постоянно используются для вывоза древесины из леса, на конец прошлого года составила 97,8 тысячи км. Показатель в 10,5 раза больше протяженности Транссибирской железнодорожной магистрали, которая соединяет Москву и Владивосток.

Самая протяженная сеть лесовозных дорог среди регионов зафиксирована в Приморье - 23,4 тысячи км, следом идет Кировская область - больше 16 тысяч км, и Республика Алтай - 10,6 тысячи км. В зоне интенсивной заготовки дороги есть практически везде. Но в зонах перспективного освоения ощущается нехватка. В прошлом году больше всего новых лесовозных дорог строилось в Сибири - порядка 4 тысяч км, на Северо-Западе - 3,4 тысячи км и на Дальнем Востоке - 2,4 тысячи км. Лидеры по строительству лесовозных дорог среди регионов Иркутская область - почти 2 тысячи км, а также в Красноярский край и Архангельская область - по 1,9 тысячи км в каждом регионе.

Обеспечение целостности земляного полотна лесных автодорог обеспечивается только путем пропуска постоянных и временных водотоков без изменения гидравлических характеристик, таких как увеличение подпора, увеличение скорости течения, изменение направления русел и т.д. Для обеспечения вышеуказанных требований в местах пересечения автодорог с постоянными и временными водотоками устраиваются искусственные сооружения, такие как водопропускные трубы и мосты (рис. 1).

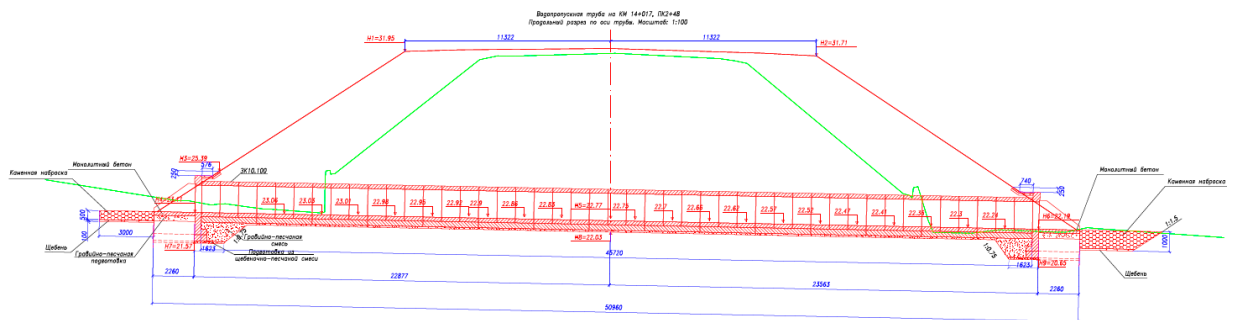


Рисунок 1. Чертеж водопропускного сооружения

Целостность устраиваемого сооружения на прямую зависит от правильно выбранного типа фундамента.

Далее в статье будет изложена методика определения типа фундамента водопропускных труб зависимости от величины нагрузки на грунты основания и оказываемое сопротивление грунтов основания на оказываемую нагрузку. Устойчивость устраиваемого сооружения будет обеспечена при соблюдении условия, когда «Р» расчетное давление на грунт по подошве фундамента будет меньше «R/γ<sub>п</sub>» величины сопротивления грунтов основания на оказываемую нагрузку.

Для определения «Р» расчетного давления на грунт по подошве фундамента требуется определить следующие параметры:

$$\tau_n = tg^2(45 - \frac{\varphi_n}{2}),$$

где  $\tau_n$  - коэффициент нормативного бокового давления;

$\varphi_n$  - нормативный угол внутреннего трения грунта засыпки, град.

$$B = \frac{3}{\tau_n tg \varphi_n} \cdot \frac{sa}{h},$$

где  $s$  – площадь контакта при передачи нагрузки, м<sup>2</sup>;

$a$  - расстояние от основания насыпи до верха звена трубы, м;

$h$  - высота засыпки, м.

$$C_v = 1 + B(2 - B \frac{d}{h}) \tau_n tg \varphi_n,$$

$$p_{vp} = C_v \gamma_n h,$$

где  $d$  – требуемый диаметр трубы, определяемый на основании гидравлических расчетов, м;

$\gamma_n$  - нормативный удельный вес грунта, т/м<sup>3</sup>.

$$p_{vk} = \frac{\psi}{a_0 + h},$$

где  $p_{vk}$  - нормативное вертикальное давление грунта от подвижного состава, тс/м<sup>2</sup>;

$\psi$  - линейная нагрузка, тс/м;

$a_0$  - длина участка распределения, м.

$$P = 1.3 p_{vp} + 1.2 p_{vk},$$

$$\mu = tg^2(45^\circ - \frac{\varphi_n}{2}),$$

$$M = r_d^2 p (1 - \mu) \delta,$$

где  $r_d$  - средний радиус звена.

Для упрощения определения расчетного давления на грунт по подошве фундамента результатов результаты расчетов сведены в следующий график расчетного давления на грунт по подошве фундамента в зависимости от высоты насыпи и диаметра водопропускной трубы (рис. 2).

Для определения « $R/\gamma n$ » величины сопротивления грунтов основания на оказываемую нагрузку требуется определить следующие параметры:

$$R = 1,7 \{R_0 [1 + k_1 (b - 2)] + k_2 \gamma (d - 3)\},$$

где  $b$  - ширина (меньшая сторона) подошвы фундамента, м;

$d$  - глубина заложения фундамента, м;

$h_f$  – высота от естественной поверхности земли до низа фундамента (подушка ПГС), м;

$H_{нас}$  – высота насыпи от бровки зем. полотна до естественной поверхности земли, м;

$\gamma$  - удельный вес грунта, тс/м<sup>3</sup>

$R_0$  - условное сопротивление грунта в зависимости от наименования, коэффициента пористости « $e$ », показателя текучести « $IL$ » (табл. 1).

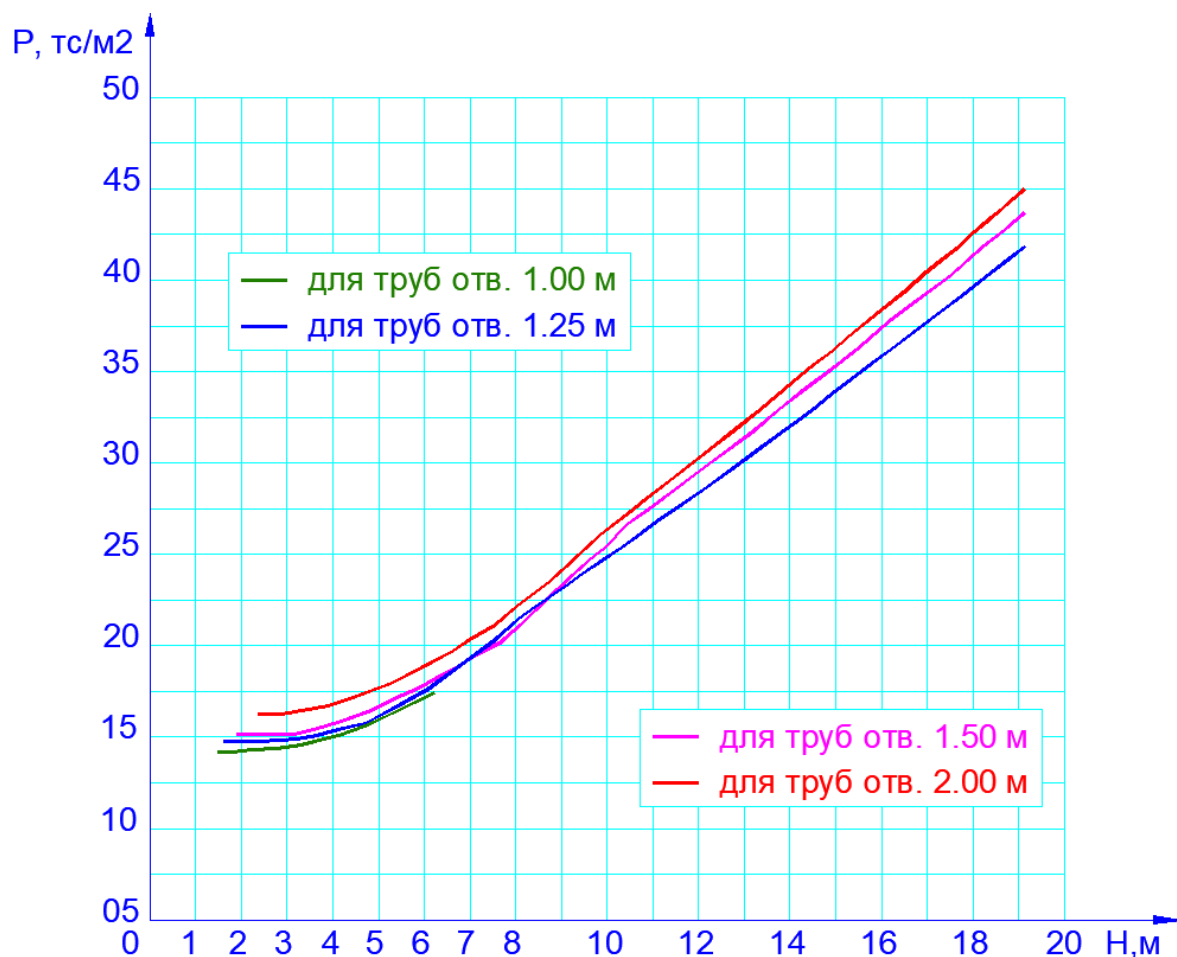


Рисунок 2. График расчетного давления на грунт по подошве фундамента в зависимости от высоты насыпи и диаметра водопропускной трубы

Таблица 1. Условное сопротивление грунта, кПа

Грунты	Коэффициент пористости $e$	Условное сопротивление $R_0$ пылевато-глинистых (непросадочных) грунтов основания, кПа, в зависимости от показателя текучести $I_L$						
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Супеси при $I_p < 5$	0,5	343	294	245	196	147	98	-
	0,7	294	245	196	147	98	-	-
Суглинки при $10 < I_p < 15$	0,5	392	343	294	245	196	147	98
	0,7	343	294	245	196	147	98	-
	1,0	294	245	196	147	98	-	-
Глины при $I_p > 20$	0,5	588	441	343	294	245	196	147
	0,6	490	343	294	245	196	147	98
	0,8	392	294	245	196	147	98	-
	1,1	294	245	196	147	98	-	-

Расчет требуется выполнять от наименее трудозатратного и материалоемкого исполнения фундамента к более трудозатратным и материалоемким исполнениям фундамента до достижения следующего неравенства:

$$R/\gamma n > P.$$

Расчет по вышеописанной методике обеспечит выбор оптимального решения по назначению фундаментов для водопропускных труб в кратчайшие сроки.

### Список литературы

1. СП 288.1325800.2016 Дороги лесовозные. Правила проектирования и строительства. - ЗАО «ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ».
2. Математическое моделирование при проектировании лесных машин: краткий курс лекций для аспирантов 2 курса направления подготовки 35.06.04 Технологии и средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве / С.В. Фокин // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 51 с.
3. ВСН 166-70 «Технические указания по возведению земляного полотна автомобильных дорог из переувлажненных грунтов».
4. Реконструкция лесовозных автомобильных дорог : учебное пособие / О. Н. Бурмирова, И. Н. Кручинин, В. А. Бурмиров, А. Ю. Мануковский; Ухтинск. гос. техн. ун-т. - Ухта : Изд-во УГТУ, 2022. - 80 с.
5. Курдюков Д.П., Курдюков Р.П. Устройство оснований из органо-минеральных смесей с использованием комплексных вяжущих в автодорожном строительстве // Проблемы военного строительства, военной экономики финансового и квартирно-эксплуатационного обеспечения ВС РФ : матер. междунар. открытой конференции. Санкт-Петербург: ВИ(ИТ)ВА МТО, 2022.

6. Курдюков Р.П., Курдюков Д.П., Мануковский А.Ю. Регенерация асфальтобетонного покрытия // ЛЕСА РОССИИ В XXI ВЕКЕ : сборник научных трудов по итогам междунар. науч.-техн. интернет-конференции. 2015. С. 130-135.

7. Мануковский А.Ю., Курдюков Д.П., Курдюков Р.П. Применение природных полимеров в автодорожном строительстве для лесозаготовительных нужд // АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ XXI ВЕКА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА. – ISSN: 2308-8877.

### References

1. SP 288.1325800.2016 Logging roads. Rules of design and construction. - CJSC PROMTRANSNIIPROEKT.

2. Mathematical modeling in the design of forest machines: a short course of lectures for postgraduates of the 2nd year of the training course 35.06.04 Technologies and means of mechanization and energy equipment in agriculture, forestry and fisheries / S.V. Fokin // Saratov State Agrarian University. – Saratov, 2014. – 51 p.

3. VSN 166-70 "Technical instructions for the construction of the roadbed from waterlogged soils".

4. Reconstruction of logging roads: a textbook / O. N. Burmistrova, I. N. Kruchinin, V. A. Burmistrov, A. Yu. Manukovsky; Ukhbinsk State Technical University. Ukhbinsk University : Publishing House of UGTU, 2022. - 80 p.

5. Kurdyukov D.P., Kurdyukov R.P. (2022) The device of bases from organo-mineral mixtures using complex binders in road construction. Problems of military construction, military economics, financial and housing maintenance of the Armed Forces of the Russian Federation materials of the international open conference. Saint Petersburg: VI (IT)VA MTO.

6. Kurdyukov R.P., Kurdyukov D.P., Manukovsky A.Yu. (2015) Regeneration of asphalt concrete pavement. FORESTS OF RUSSIA IN THE XXI CENTURY: collection of scientific papers based on the results of the international scientific and technical Internet conference. pp. 130-135.

7. Manukovsky A.Yu.; Kurdyukov D.P.; Kurdyukov R.P. Application of natural polymers in road construction for logging needs. CURRENT DIRECTIONS OF SCIENTIFIC RESEARCH OF THE XXI CENTURY: THEORY AND PRACTICE. ISSN: 2308-8877.



DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_95-108

УДК 625.7/.8

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ  
ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ И МАШИН-МЕХАНИЗМОВ  
ДЛЯ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR CONSTRUCTION AND INSTALLATION  
OF LOGGING ROADS WITH THE USE OF LOGGING COMPLEXES AND MACHINERY  
FOR REFORESTATION**

**Курдюков Д.П.**, аспирант ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени  
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Kurdyukov D.P.**, postgraduate student,  
Voronezh State University of Forestry and  
Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

**Курдюков Р.П.**, аспирант ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени  
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Kurdyukov R.P.**, postgraduate student,  
Voronezh State University of Forestry and  
Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

**Шамарин Н.И.**, аспирант ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени  
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Shamarin N.I.**, postgraduate student,  
Voronezh State University of Forestry and  
Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

**Мануковский А.Ю.**, профессор, доктор  
технических наук, доцент ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени  
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Manukovsky A.Y.**, Professor, Doctor of  
Technical Sciences, Associate Professor,  
Voronezh State University of Forestry and  
Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

**Аннотация:** В статье рассмотрена задача сокращения затрат и сроков на строительство лесовозных автомобильных дорог путем использования инновационной технологии укрепления грунтов с заменой дорогостоящей дорожно-строительной техники на комплексы для лесовосстановления и лесозаготовки.

**Abstract:** The article considers the task of reducing costs and deadlines for the construction of logging roads by using innovative soil reinforcement technology with the replacement of expensive road construction equipment with complexes for reforestation and logging.

**Ключевые слова:** строительство автомобильных дорог, лесовосстановление, лесозаготовка, укрепление грунтов.

**Keywords:** highway construction, reforestation, logging, soil strengthening.

На текущий момент при переходе с планово-распределительной экономики СССР на рыночную экономику Российской Федерации, каждое предприятие самостоятельно должно организовывать свою хозяйственную деятельность полностью по всем жизненным циклам. Исключением не стали и лесохозяйственные предприятия, где остро стоит вопрос о необходимости наличия автомобильных дорог для ведения своей хозяйственной деятельности.

Протяженность лесовозных автомобильных дорог, которые постоянно используются для вывоза древесины из леса, на конец прошлого года составила 97,8 тысячи км. Показатель в 10,5 раза больше протяженности Транссибирской железнодорожной магистрали, которая соединяет Москву и Владивосток.

Самая протяженная сеть лесовозных дорог среди регионов зафиксирована в Приморье - 23,4 тысячи км, следом идет Кировская область - больше 16 тысяч км, и Республика Алтай - 10,6 тысячи км. В зоне интенсивной заготовки дороги есть практически везде. Но в зонах перспективного освоения ощущается нехватка. В прошлом году больше всего новых лесовозных дорог строилось в Сибири - порядка 4 тысяч км, на Северо-Западе - 3,4 тысячи км и на Дальнем Востоке - 2,4 тысячи км. Лидеры по строительству лесовозных дорог среди регионов Иркутская область - почти 2 тысячи км, а также в Красноярский край и Архангельская область - по 1,9 тысячи км в каждом регионе.

Предприниматели используют лесовозные дороги для подъезда к делянкам и вывоза древесины. Транспортная сеть лесопользователя состоит, как правило, из примыкающей к дорогам общего пользования магистрали, нескольких веток и большого количества лесовозных усов и вспомогательных волоков. Эксплуатация предполагает не только использование, но и содержание "автотроп" в рабочем состоянии.

Согласно имеющихся статистических данных средний перерасход человек/часов связанный с неудовлетворительным состоянием или отсутствием лесных автодорог составляет 27,31% (табл. 1). Данные перерасходы вызваны исключением возможности проезда и необходимостью доставками трудовых резервов и материалов путем пешего перемещения и необходимостью обеспечения мобильности застрявшего автомобильного транспорта при распутице. Исключение вышеуказанных перерасходов и потерь благоприятно скажется на хозяйственной деятельности предприятий.

Таблица 1. Статистические данные экономических потерь Лесничеств

Лесничества Воронежской области	Перерасход человек/часов	
	Исключение возможности проезда	Восстановление подвижности застывшей в колее техники
1	2	3
Аннинское	35%	18%
Бобровское	22%	19%
Богучарское	37%	19%
Бутурлиновское	43%	22%
Воронежское	48%	15%

1	2	3
Воронцовское	36%	18%
Давыдовское	37%	13%
Донское	41%	15%
Калачеевское	25%	19%
Кантемировское	53%	16%
Новоусманское	55%	22%
Острогжское	24%	19%
Павловское	26%	18%
Пригородное	34%	14%
Росошанское	46%	13%
Савальское	38%	22%
Семилукское	29%	19%
Сомовское	34%	22%
Теллермановское	33%	22%
Хреновско	33%	19%
<i>Среднее значение</i>	<i>27,31%</i>	

Согласно п.4.1 СП 288.1325800.2016 «Дороги лесные. Правила проектирования и строительства» выделено две группы лесных дорог по назначению: лесовозные лесные и лесохозяйственные лесные дороги.

Лесовозные лесные дороги предназначены для вывозки заготовленной древесины с мест заготовки, перевозки лесозаготовительной техники, технических грузов и доставки персонала к местам работы и обратно, а также для лесохозяйственных целей (охраны, защиты и воспроизводства лесов). Лесовозные лесные дороги строят в эксплуатирующихся лесах. Лесохозяйственные лесные дороги предназначены для доставки людей, лесохозяйственной и специальной техники и грузов к местам производства работ и лесным пожарам, а также для патрулирования лесных массивов. Лесохозяйственные лесные дороги строят в защитных и резервных лесах и не используют для вывозки древесины.

По срокам действия выделяют лесовозные лесные дороги постоянного действия и временные.

Лесовозные лесные дороги постоянного действия являются объектами капитального строительства и подразделяются на грузосборочные (лесовозные магистрали), лесовозные ветки - ответвления от лесовозной магистрали и лесовозные усы - ответвления от лесовозных веток.

Временные лесные дороги не являются объектами капитального строительства и создаются без разработки проекта, соответствующего требованиям настоящего свода правил и правил заготовки древесины. Временные лесные дороги подразделяются на лесные дороги летнего действия и зимнего (зимники).

Лесохозяйственные лесные дороги предназначены для доставки людей, лесохозяйственной и специальной техники и грузов к местам производства работ и лесным пожарам, а также для патрулирования лесных массивов. Лесохозяйственные лесные дороги строят в защитных лесах и не используют для вывозки древесины.

Таблица 2. Категории лесных дорог

Назначение автомобильных лесовозных дорог	Основные транспортные средства движущиеся по лесной дороге	Среднегодовая суточная интенсивность движения авт/сут	Годовой грузооборот, млн т нетто	Категория лесной дороги
Лесовозные лесные дороги				
Постоянного действия	Лесовозы автопоезда	Более 200	От 0,35 до 0,7	I-ВЛ
		100-200	От 0,14 до 0,7	II-ВЛ
		50-100	Менее 0,14	III-ВЛ
		Менее 50	Не установлен	IV-ВЛ
Временные:	Лесовозы автопоезда			
• летнего действия		Менее 50	Не установлен	IV-ВЛ-л
• зимнего действия		50-100 Менее 50	Менее 0,14	IV-ВЛ-з
Лесозаготовительные лесные дороги				
• зимнего действия	Грузовой и специальный транспорт осевой нагрузкой на ось до 8 т	50-100	Не установлен	I-ЛХ
		Менее 50	Не установлен	II-ЛХ

Проблематика лесовозных дорог как постоянного, так и временного действия имеет следующую специфику:

На лесных дорогах, предназначенных для вывоза заготовленной древесины, основным транспортным средством являются лесовозные автопоезда, составляющие до 80 % интенсивности движения. Кроме того, по лесной дороге осуществляются перевозка технических грузов, преимущественно лесозаготовительной техники, и доставка рабочих к местам работ.

С учетом значительной нагрузки на покрытия лесовозных дорог от большегрузного транспорта, состояние конструкций дорожных одежд, выполненных из «традиционных» материалов с каждым сезоном катастрофически ухудшается.

По данным статистики Рослесинфорг в районах с продолжительными неблагоприятными периодами производства работ состояние лесовозных дорог менее чем на 60 % соответствует требованиям нормативной документации, что составляет более чем 50 тыс км лесовозных дорог.

Таким образом конструкция дорожных одежд лесовозных лесных дорог после выполнения работ по заготовке древесины, как правило не более 2 лет, должна иметь возможность к быстрому демонтажу для исключения ограничений дальнейших работ по лесоводству. Конструкция же дорожных одежд лесохозяйственных лесных дорог в отличие от лесовозных лесных дорог должна обеспечивать функции проезда автотранспорта без ограничений потери прочности и целостности конструкции во времени.

Таким образом основной задачей лесозаготовительной отрасли можно назвать приведение лесовозных дорог в нормативное состояние для обеспечения бесперебойного доступа к районам как лесозаготовки так и лесохозяйственной деятельности.

Сокращение затрат и времени строительства лесовозных дорог с целью исключения экономических потерь предприятий, связанных с неудовлетворительным состоянием или отсутствием лесных автодорог возможно за счет:

- 1) применение инновационных технологий стабилизации грунтов, которые позволяют исключить от 70% до 100% необходимость применения дополнительных строительных материалов;
- 2) замена применяемой специализированной дорожно-строительной техники на лесозаготовительных комплексах и машин-механизмов для лесовосстановления.

Развивая тему применения инновационных технологий стабилизации грунтов в теле насыпи лесовозных дорог и в конструкции дорожной одежды можно отметить необходимость соблюдения технологии и применение специализированной техники на участках дорог постоянного действия.

Технология укрепления грунта предполагает использование двух вариантов проведения работ:

- смешивание извлеченного грунта в специальных установках с последующим его вывозом обратно на объект и укладкой
- смешивание грунта с вяжущим непосредственно «на дороге» при глубине перемешивания от 20 до 40 см с последующими профилированием и уплотнением катками.

За частую полоса земельного участка для производства работ по строительству лесовозных дорог не позволяет выделять достаточные площадки под нужды складирования и дальнейшего смешивания грунта в установках.

Значительное распространение получила метод смешивания грунта «на дороге».

Современный уровень механизации позволяет проводить работы по смешиванию «на дороге» практически в любых условиях и использовать одновременно несколько компонентов как в порошкообразном, так и в жидком виде. В случае стесненных условий или вследствие особенностей грунта, когда проходка тяжелой техники невозможна,

используется навесное оборудование как для распределителя вяжущего (спредер), так и для перемешивающей техники (ресайклер).

Наглядно процесс производства работ путем смешивания «на дороге» можно отобразить в виде следующей технологической карты с использованием дорожной фрезы.

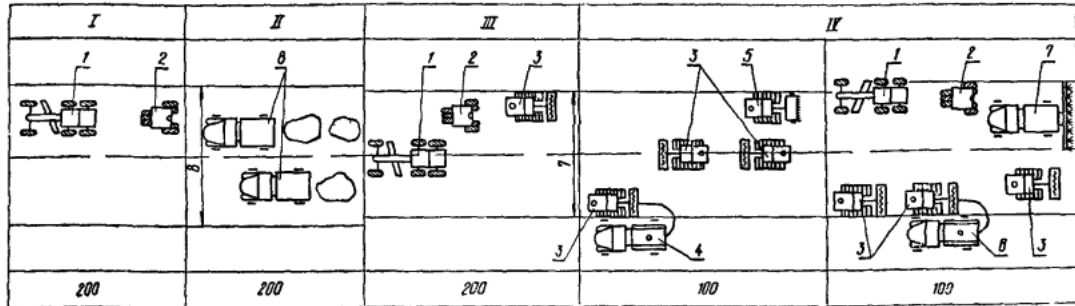


Рисунок 1. Технологический процесс производства работ путем смешивания «на дороге»

I – подготовка верха земляного полотна, II – вывозка грунта, III – подготовка грунта к укреплению вяжущим, IV – укрепление грунта органическими и неорганическими вяжущими, планировка и уплотнение смеси, уход за готовым основанием

Помимо имеющихся на балансе строительных организаций дорожных фрез, широкими темпами внедряется применение специализированных комплексов по технологии холодного ресайклинга. Такие машины и механизмы имеют название «ресайклеры».

На данном изображении показан комплекс с ресайклером Виртген, выполняющем поточное смешивание укрепленного грунта с вяжущим материалом.

Указанная технология позволяет получить высокую степень однородности смеси грунта и вяжущих материалов, что повышает качество конечного укрепленного слоя земляного полотна. Однако данный метод имеет значительный минус в дороговизне специализированного звена, ограниченное количество специализированной техники, недостаток опытных специалистов.



Рисунок 2. Ресайклер Виртген

Также в сегодняшних реалиях санкционного давления, крайне сузилась возможность качественного обслуживания и ремонта ресайклеров, что заставляет искать пути к оптимизации применяемых машин и механизмов.

Для достижения целей оптимизации затрат на реализацию строительно-монтажных работ, а также сокращения сроков строительства целесообразно разработать схему строительно-монтажных работ с применением инновационных строительных материалов и максимального использования при их устройстве лесозаготовительных комплексов и машин-механизмов для лесовосстановления вместо дорогостоящих специализированных дорожно-строительных машин-механизмов.

В качестве альтернативного использования дорожно-строительных машин и механизмов целесообразно рассмотреть действующий парк лесохозяйственной техники.

Машины и орудия, используемые в лесном хозяйстве, классифицируют по назначению, способу выполнения работ, принципу действия, способу соединения с энергетическим средством. Всего в лесном хозяйстве применяют более 150 наименований специальных лесных машин и орудий и не менее 150 наименований машин и орудий общего назначения или заимствованных из других отраслей (бульдозеров, экскаваторов, сельскохозяйственных плугов, культиваторов и др.). По назначению машины и орудия в системе машин объединены в следующие группы.

Таблица 3. Градация машин и орудий в системе машин по назначению

Классификация лесохозяйственных машин									
Машины для сбора и обработки лес. семян	Машины для расчистки лесных площадей, мелиоративных и дорожных работ	Машины и орудия для обработки почвы	Лесопосадочные машины	Машины для рубок ухода за лесом	Машины для внесения орг. и мин. удобрений	Посевные машины	Дождевальные машины и установки	Машины и аппараты для защиты леса от вредителей, болезней и сорной растительности	Машины и аппараты для борьбы с лесными пожарами

В разрезе поднятого вопроса поиска альтернативы специализированным дорожно-строительным машинам и механизмам следует рассмотреть виды машин для обработки почв.

Обработка почвы в лесном хозяйстве осуществляется двумя способами: сплошным и частичным. В первом случае охватывается вся площадь и создается однородный агрофон, во втором – обработка производится бороздами, полосами или площадками. Частичная обработка почвы распространена на вырубках и участках с естественным возобновлением, сплошная – в питомниках, при создании плантационных культур и полезащитных полос.

Наиболее распространенные технологические схемы обработки почвы на вырубках представлены на рис. 3.

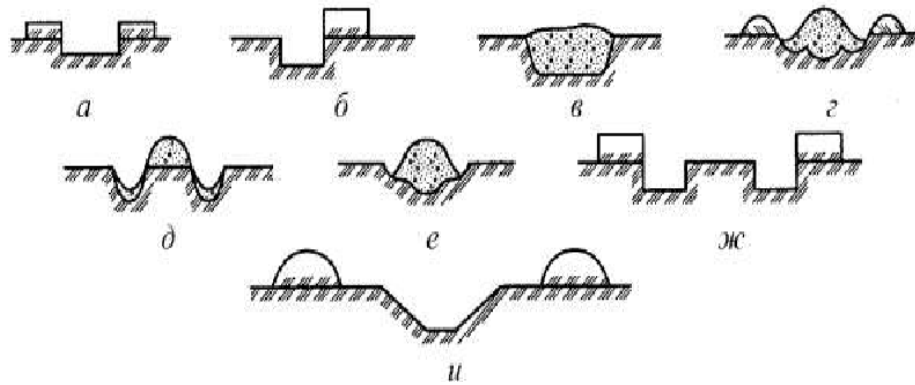


Рисунок 3. Технологические схемы обработки почвы на вырубках

Обработка почвы путем создания микропонижений осуществляется бороздами, ямками, площадками. Их целесообразно создавать в очень сухих и сухих условиях местопроизрастания. Одна из основных задач такой обработки – повышение влажности почвы и снижение температурного воздействия в посадочном месте.

Обработка почвы бороздами самый распространенный способ частичной обработки при создании лесных культур. В Беларуси такая обработка производится на 80 % всей лесокультурной площади. На площадях, где развит травяной покров, двухотвальным плугом производят нарезку борозд (а, б) глубиной 8–10 см; на задернелых вырубках с дренированными супесчаными и суглинистыми почвами – глубиной 10–15 см. На старых не возобновившихся вырубках борозды нарезают через 3 м, а на свежих – через 4–5 м.

Обработка почвы созданием микроповышений производится на почвах с сезонным переувлажнением и избыточным увлажнением. В этих условиях растения страдают от избытка влаги и недостатка кислорода. Одно из непереносимых условий агротехники при образовании микроповышения – плотность прилегания пласта к подстилающей его поверхности почвы.

На вырубках с влажными (временно переувлажняемыми) суглинистыми почвами обработку почвы производят микроповышениями в виде гряд (г, д, е) или пластов (а, ж).

В зависимости от условий высота микроповышений должна быть 15–30 см, ширина – не менее 50 см, а расстояние между серединами микроповышений – не более 5 м.

На сырых и влажных почвах прокладывают осушительные каналы (и) с одновременным образованием пластов под посев или посадку лесных культур. Применяют плуги-канавокопатели и специальные шнековые плуги, отодвигающие пласты от бровки канавы для последующих проходов трактора.

Обработка почвы ровень с ее поверхностью применяется на почвах с нормальным увлажнением, когда воздушный и водный режимы благоприятно сочетаются. Такие условия складываются на вырубках со свежими слабозадернелыми супесчаными и легкосуглинистыми почвами. Почву необходимо рыхлить полосами (рис. 3, в) на глубину 10–15 см с одновременным перемешиванием подстилки и минерального слоя. Расстояния между полосами 3–5 м. Выбор рационального способа обработки почвы и соответствующих машин и орудий связан с технологическими свойствами почвы, которые



в совокупности определяют условия работы почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов. Технологические свойства почвы зависят от соотношения в ней твердой фазы, воды, воздуха и живых организмов.

*Учитывая представленные параметры обработки почвы, можно выделить следующие машины и механизмы, которые возможно применить в качестве альтернативы специализированной техник, способной выполнить рыхление грунта на расчетную глубину от 15 до 30 см:*

- а – плуги ПКЛ-70А, ПЛБ-0,7, ПЛБ-1;
- б – плуги ПКЛ-70А с одноотвальным корпусом;
- в – фрезы лесные ФЛУ-0,8 и машины фрезерные МЛФ-0,8;
- г – плуги дисковые ПДВ-1,5;
- д – плуги лесные ПЛМ-1,5;
- е – фрезы шнековые ФЛШ-1,2;
- ж – плуги лесные ПЛ-2-50;
- и – плуги ПЛО-400, ПШ-1.

На вырубках с сухими и дренированными почвами используют плуги для обработки почвы нарезкой одно- или двухотвальных борозд под последующую посадку или посев лесных культур в дно борозды. Для этих целей разработаны плуги ПКЛ-70 в различных модификациях, ПЛ-1, ПЛП-135, ПЛШ-1,2, ПЛБ-0,7, ПЛБ-1 и др.

Плуг комбинированный лесной ПКЛ-70А предназначен для полосной обработки почвы бороздами с различной степенью задернения на нераскорчеванных вырубках с числом пней до 600 шт./га, не покрытых лесом площадях, а также для прокладки противопожарных минерализованных полос.

Плуг лесной ПЛ-1 предназначен для нарезки двухотвальных борозд шириной 1 м под посадку лесных культур на нераскорчеванных вырубках с числом пней до 600 шт./га, а также для прокладки противопожарных минерализованных полос.

На временно переувлажняемых вырубках посадку осуществляют в микроповышения в виде пластов по обе стороны борозды, образованных плугами ПЛП-135, ПЛБ-1, ПЛ-1, ПЛ-2-50, либо в виде гряд, образованных плугами ГОШ-1,3, ПЛМ-1,5, ПДВ-1,5, ПШ-1.

Плуг шнековый ПШ-1 предназначен для нарезки дренирующих канав с образованием двух микроповышений (гряд) под посадку лесных культур на предварительно расчищенных полосах шириной 3,5–4,0 м.

Плуг дисковый для вырубков ПДВ-1,5 предназначен для создания микроповышения по центру полосы, расчищенной орудием для расчистки вырубков ОРВ-1,5.

Для обработки избыточно увлажненных почв разработаны специальные лесные плуги (ПЛ-2-50, ПЛО-400), плуги-канавокопатели (ПКЛН-500А, ЛКН-600 и др.) и кустарниково-болотные плуги (ПКБ-75, ПБН-100, ПБН-3-45 и др.).

Плуг лесной двухкорпусной ПЛ-2-50 предназначен для обработки почвы под посадку лесных культур на вырубках и может использоваться в двух- и однокорпусном вариантах. В двухкорпусном варианте плуг применяют на предварительно расчищенных

от пней, валежника и порубочных остатков полосах шириной 3–4 м, в однокорпусном – на нераскорчеванных вырубках с количеством пней до 800 шт./га.

Следующей альтернативой можно назвать фрезы лесные и машины для поверхностной обработке почв.

Фрезы производят наиболее качественное рыхление почвы с измельчением дернины с одновременным ее перемешиванием. Рабочим органом почвообрабатывающих фрез является фрезерный барабан (ротор) с установленными на нем режущими элементами.

Различают фрезы с прямым и обратным вращением фрезерного барабана. При прямом вращении отрезание почвенной стружки происходит сверху вниз, а при обратном вращении – снизу вверх.

В зависимости от назначения и условий применения фрезерные рабочие органы имеют различные по форме и размерам режущие элементы.

Для обработки на глубину до 12–15 см малозадернелой почвы с наличием небольшого кустарника (поросли) и корней применяют прямые пластинчатые ножи, которые характеризуются небольшой энергоемкостью при резании почвы. Изогнутые Г-образные ножи предназначены для обработки средне- и сильнозадернелых почв с наличием порубочных остатков и корневищ, а также для разделки пластов после вспашки кустарниково-болотными плугами. Для рыхления минеральных почв, а также для обработки почв с каменистыми включениями применяют рыхлящие долота.

Для обработки торфяных и минеральных почв с древесными включениями используют чашечные, тарельчатые и дисковые ножи.

Одним из преимуществ тарельчатых и дисковых ножей является то, что при износе одной части лезвий их можно повернуть другой частью.

Для обработки почвы фрезерованием разработаны специальные лесные фрезы ФЛУ-0,8, ФЛШ-1,2, МЛФ-0,8, МФ-0,9, ФП-1,3, ФПП-1 и др.

Для глубокого фрезерования выпускается фреза МТП-42А, а для фрезерования торфяников – ФБН-1,5 и ФБН-2,0.

Машины для поверхностной обработки почвы по назначению объединяются в следующие группы: бороны, культиваторы, катки.

Применяются эти машины в лесных питомниках, при закладке плантационных насаждений, при создании лесных культур на рекультивируемых землях и на вырубках после сплошной раскорчевки пней, а также для проведения агротехнических (лесокультурных) уходов.

Бороны служат для заделки семян и удобрений, рыхления верхнего слоя почвы, выравнивания поверхности обрабатываемого поля, борьбы с сорной растительностью. Бороны бывают зубовыми и дисковыми, а также подразделяются на бороны общего и специального назначения.

В лесном хозяйстве широкое применение имеют ножевые вращающиеся бороны с рабочими органами в виде пластинчатых ножей (дисков), закрепленных на вращающихся валах. Сферические диски бывают сплошные и вырезные.

Борона дисковая лесная Л-113-01 используется для обработки почвы в междурядьях лесных культур, лесных питомников.

Борона дисковая навесная Л-111-01 предназначена для работы на легких и средних почвах нормальной влажности.

Борона дисковая садовая тяжелая БДСТ-2,5 применяется для глубокого рыхления почвы и уничтожения сорняков в междурядьях садов. Может использоваться для сплошной обработки полей. Культиваторы применяются для уничтожения сорной растительности и рыхления почвы с целью обеспечения благоприятного водного, воздушного и питательного режимов.

В ЛХ наиболее широкое применение нашли культиваторы КЛБ-1,7, КЛ-2,6, КВП-2,8, КРТ-3,0, КРН-2,8МО, КФП-1,5, КРЛ-1, КБЛ-1, КДС-1,8, КЛП-2,5, КПС-4, КЛ-1,25, КПШ-1,5, ККП-1,5 и др.

По назначению различают культиваторы: паровые – для сплошной обработки почвы (борьба с сорной растительностью перед посевом или посадкой); для междурядной обработки (рыхление почвы и уничтожение сорняков в междурядьях и около рядков культур); универсальные – для сплошной и междурядной обработки почвы, обработки почвы в междурядьях и в рядах культур одновременно.

В лесных питомниках культиваторы используются для дополнительной обработки почвы, подкормки растений минеральными удобрениями, ухода за посадочным материалом в посевных и школьных отделениях питомника.

При уходе за лесными культурами самое широкое распространение получили культиваторы с дисковыми рабочими органами.

Существуют еще и специальные культиваторы, на которых в качестве рабочих органов используют окучники, крыльчатки и т. п.

Катки служат для выравнивания почвы, дробления глыб, разрушения почвенной корки, уплотнения верхних слоев почвы. По форме поверхности катки делятся на гладкие и кольчатые. В лесных питомниках для прикатывания почвы для посева семян применяются водоналивной гладкий каток ЗКВГ-1,4, кольчато-шпоровый каток ЗККШ-6, кольчато-зубчатый каток ККН-2,8.

Для формирования корневых систем сеянцев и саженцев в лесных питомниках применяются корнеподрезчики КНУ-1,2, ППК-1,2 и др.

Машина выкопчная МВ-1,3 применяется для выкопки сеянцев и саженцев хвойных и лиственных пород в питомниках.

В зависимости от имеющихся на балансе данных видов техники, их можно применить в качестве замены дорожной фрезы для обеспечения перемешивания грунтов земляного полотна с вяжущим материалом.

Неотъемлемой частью технологического процесса можно назвать распределитель вяжущего материала по площади обрабатываемого слоя. В дорожно-строительной отрасли данные машины могут использоваться как отдельными механизмами, так и в качестве составной части звена ресайклера.

Для реализации распределения вяжущего материала по площади обрабатываемого слоя можно рассматривать машины посевные.

Для посева семян в лесных питомниках используют сеялки:

- СЛУ-5-20 – высевает семена сосны, ели, лиственницы;
- СЛН-5, СЛН-5/9 – для сыпучих семян хвойных пород;
- «Литва-25» – для хвойных пород с повышенной точностью посева;
- СЛП-1А – для посева семян кедра и мелких семян хвойных пород (сосны, ели, пихты, лиственницы);
- СНП-3 – для посева нессыпучих семян; - СЛН-8Б – сеялка луковая для желудей и фундука;
- СКВ-1 – для посева семян кедра на любых почвах; - ПРСМ-7 – парниковая ручная сеялка.

Для посева лесных семян на вырубках используются сеялки:

- ПДН-2 – покровосдиратель-сеялка для посева семян хвойных пород при любом количестве пней на вырубке; - СЖН-1, СЖУ-1 – для посева желудей; - ЩСГ-1 – для посева семян косточковых пород;
- СФК-1 – сеялка комбинированная. Выполняет подготовку почвы фрезерованием, внесение удобрений, посев желудей на нераскорчеванных вырубках с количеством пней до 600 шт./га;
- сажалка СЛ-2А в варианте сеялки; - посевное приспособление к плугу ПКЛ-70А.

Выбор имеющихся на балансе данных видов техники в качестве замены распределителя вяжущего материала обеспечит возможность применения технологии укрепления местных грунтов земляного полотна.

Подводя итоги данной статьи, можно уверенно утверждать, что в дорожно-строительной отрасли на объектах лесных дорог имеется значительный задел для применения технологии укрепления грунтов методом холодного ресайклинга с применением специализированной техники на дорогах постоянного действия со значительной транспортной нагрузкой от большегрузного транспорта. На дорогах временного действия для обеспечения высоких темпов производства работ без дорогостоящей переброски специализированных машин и механизмов, использовать имеющиеся в хозяйственной эксплуатации лесохозяйственные машины.

Укрепленный грунт земляного полотна лесных дорог постоянного действия обеспечит долговечность конструкции дорожной одежды с сохранение своих потребительских качеств на межремонтные сроки.

На лесных дорогах временного использования, применение укрепления грунта вяжущими материалами позволит обеспечить высокую мобильность лесного хозяйства при ежедневных производственных нуждах.

В научной среде глубоко прорабатывается вопрос увеличения мобильности и скорости движения лесозаготовительной техники на различных видах грунта с разной степени его увлажнения. Использование неорганических вяжущих материалов обеспечит как модификацию (понижение влажности) местного грунта лесных дорог, так и его укрепление для пропуска более тяжелой и производительной техники (например, на лесозаготовительные деланки).

Применение неорганических вяжущих материалов дает возможность сократить вредное техногенное воздействие на почвенно-растительный слой и окружающую среду, что так же является дополнительной темой для глубокого изучения и внедрения в производственные процессы.

### Список литературы

1. СП 288.1325800.2016 Дороги лесовозные. Правила проектирования и строительства. - ЗАО «ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ».
2. Математическое моделирование при проектировании лесных машин: краткий курс лекций для аспирантов 2 курса направления подготовки 35.06.04 Технологии и средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве / С.В. Фокин // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 51 с.
3. ВСН 166-70 «Технические указания по возведению земляного полотна автомобильных дорог из переувлажненных грунтов».
4. Реконструкция лесовозных автомобильных дорог : учебное пособие / О. Н. Бурмистрова, И. Н. Кручинин, В. А. Бурмистров, А. Ю. Мануковский; Ухтинск. гос. техн. ун-т. - Ухта : Изд-во УГТУ, 2022. - 80 с.
5. Курдюков Д.П., Курдюков Р.П. Устройство оснований из органо-минеральных смесей с использованием комплексных вяжущих в автодорожном строительстве // Проблемы военного строительства, военной экономики финансового и квартирно-эксплуатационного обеспечения ВС РФ : матер. междунар. открытой конференции. Санкт-Петербург: ВИ(ИТ)ВА МТО, 2022.
6. Курдюков Р.П., Курдюков Д.П., Мануковский А.Ю. Регенерация асфальтобетонного покрытия // ЛЕСА РОССИИ В XXI ВЕКЕ : сборник научных трудов по итогам междунар. науч.-техн. интернет-конференции. 2015. С. 130-135.
7. Мануковский А.Ю., Курдюков Д.П., Курдюков Р.П. Применение природных полимеров в автодорожном строительстве для лесозаготовительных нужд // АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ XXI ВЕКА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА. – ISSN: 2308-8877.

### References

1. SP 288.1325800.2016 Logging roads. Rules of design and construction. - CJSC PROMTRANSNIIPROEKT.
2. Mathematical modeling in the design of forest machines: a short course of lectures for postgraduates of the 2nd year of the training course 35.06.04 Technologies and means of mechanization and energy equipment in agriculture, forestry and fisheries / S.V. Fokin // Saratov State Agrarian University. – Saratov, 2014. – 51 p.
3. VSN 166-70 "Technical instructions for the construction of the roadbed from waterlogged soils".
4. Reconstruction of logging roads: a textbook / O. N. Burmistrova, I. N. Kruchinin, V. A. Burmistrov, A. Yu. Manukovsky; Ukhhtinsk State Technical University. Ukhhta University : Publishing House of UGTU, 2022. - 80 p.

5. Kurdyukov D.P., Kurdyukov R.P. (2022) The device of bases from organo-mineral mixtures using complex binders in road construction. Problems of military construction, military economics, financial and housing maintenance of the Armed Forces of the Russian Federation materials of the international open conference. Saint Petersburg: VI (IT)VA MTO.

6. Kurdyukov R.P., Kurdyukov D.P., Manukovsky A.Yu. (2015) Regeneration of asphalt concrete pavement. FORESTS OF RUSSIA IN THE XXI CENTURY: collection of scientific papers based on the results of the international scientific and technical Internet conference. pp. 130-135.

7. Manukovsky A.Yu.; Kurdyukov D.P.; Kurdyukov R.P. Application of natural polymers in road construction for logging needs. CURRENT DIRECTIONS OF SCIENTIFIC RESEARCH OF THE XXI CENTURY: THEORY AND PRACTICE. ISSN: 2308-8877.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_109-113

УДК 541.138

**МЕМБРАНА Pd-Sc ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕРХЧИСТОГО ВОДОРОДА**  
**THE MEMBRANE OF THE Pd-Sc COMPOSITION FOR THE PRODUCTION**  
**OF ULTRAPURE HYDROGEN**

**Курзанова А.В.**, студентка химического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»; преподаватель СПО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Kurzanova A.V.**, Student of chemistry faculty, Voronezh State University; vocational education teacher, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Донцов А.И.**, кандидат физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

**Dontsov A.I.**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University, Voronezh, Russia

**Аннотация:** Сплавы на основе палладия являются эффективными катализаторами катодной реакции выделения водорода, поэтому могут использоваться для очистки водорода в промышленности.

Целью статьи было выявление роли химического состава Pd-Sc-сплава в процессах инжекции и экстракции атомарного водорода.

Методами энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии и атомно-силовой микроскопии были установлены состав и морфология поверхности. Исследования водородопроницаемости проводили методами циклической вольтамперометрии и двухступенчатой катодно-анодной хроноамперометрии в деаэрированных растворах 0.1 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Установлено, что при увеличении времени наводороживания происходит снижение катодных хроноамперограмм, что указывает на увеличение скорости ионизации атомарного водорода.

**Abstract:** Palladium-based alloys are effective catalysts for the cathodic reaction of hydrogen evolution, therefore they can be used for hydrogen purification in industry.

The purpose of the article was to identify the role of the chemical composition of Pd-Sc alloy in the processes of injection and extraction of atomic hydrogen.

The composition and morphology of the surface were determined using energy dispersive X-ray spectroscopy and atomic force microscopy. Hydrogen permeability studies were carried out using cyclic voltammetry and two-stage cathode-anode chronoamperometry in deaerated solutions of 0.1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. It was found that with an increase in the time of hydrogenation, a decrease in cathode chronoamperograms occurs, which indicates an increase in the ionization speed of atomic hydrogen.

**Ключевые слова:** инжекция и экстракция атомарного водорода, водородопроницаемость, атомарный водород, фазограничный переход, структура сплава, сплавы палладия.

**Keywords:** injection and extraction of atomic hydrogen, hydrogen permeability, atomic hydrogen, phase-limiting transition, alloy structure, palladium alloys.

Промышленное производство водорода – это неотъемлемая часть водородной энергетики, это первое звено в жизненном цикле употребления водорода. В настоящее время возрастает спрос на водород высокой чистоты (~99.999 масс. %), который используется, в частности, в низкотемпературных топливных элементах с полимерным мембранным электролитом. Наиболее перспективными, производительным и наименее затратным является способ извлечения высокочистого водорода из промышленных газовых смесей с помощью диффузии через металлические мембраны из палладиевых сплавов, проницаемость которых для других газов бесконечно мала [1-2].

В качестве перспективных материалов для диффузионных мембран являются сплавы палладия с добавками до 5 %(масс.) Lu, Sc, Y, Sm. Введение редкоземельной добавки в 1,5-2 раза повышает водородопроницаемость палладия в области температур 450-700 К, изменяет соотношение  $\alpha$ ,  $\beta$  гидридных фаз в сплавах. Присутствие добавок редкоземельных металлов существенно увеличивает скорость подвижности водорода и существенно увеличивает прочность палладия при сохранении достаточной пластичности [3-4].

Скандий несет большой упрочняющий эффект в твердом растворе палладия, который объясняется, как и для некоторых редкоземельных металлов относительно небольшим атомным весом. Также скандий расширяет решетку  $\alpha$ -палладия в значительно меньшей степени, чем цирконий, несмотря на больший атомный диаметр скандия по сравнению с цирконием [5-6].

Диффузионная фольга состава Pd-Sc изготовлены в Институте металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН) методом электродугового сплавления из металлов высокой степени чистоты ( $\approx 99.95\%$ ).

Методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии был установлен элементный состав сплава Pd-Sc. Образец имеет сплошную структуру, в составе присутствуют элементы: Pd, Sc, C. При пересчете на исходную концентрацию содержания Pd и Sc в фольге, получили, что содержание Pd в пленке равно 96,82%(масс.), Sc – 3,18%(масс.). Используя диаграмму состояния, определили, что сплав представляет собой твердый раствор замещения Sc в Pd с ГЦК решеткой.

Методом атомно-силовой микроскопии идентифицировали поверхность сплава. На поверхности отслеживаются зерновые включения, которые можно соотнести к наличию на поверхности углерода. В основном, поверхность достаточно однородная, перепад выход небольшой.



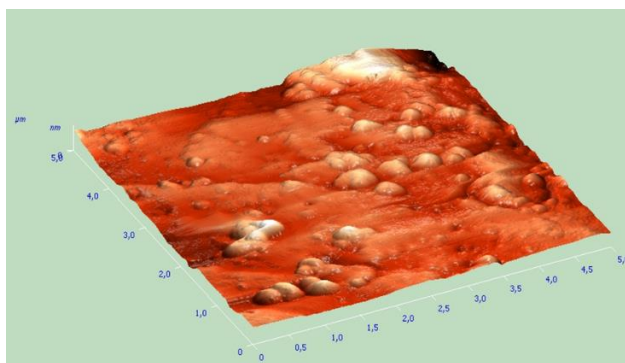


Рисунок 1. АСМ снимок фольги сплава Pd-Sc

Методами вольтамперометрии и хронамперометрии установили, что сплав Pd-Sc проявляет каталитическую активность по отношению реакции выделения водорода. Поверхность сплава загрязнена, методом 4-кратного циклирования, поверхность была освобождена от артефактов прокатки: об этом свидетельствует исчезновение второго пика на рис. 2. Увеличение первого пика свидетельствует об освобождении каталитических центров от загрязнений.

При увеличении времени наводороживания от 1 до 10 с происходит снижение катодных хроноамперограмм. Максимумы катодных кривых, соответствующие нулевой степени заполнения поверхности, с ростом  $t_c$  снижаются. Анодные хроноамперограммы, отвечающие экстракции H, с ростом времени наводороживания увеличиваются за первые несколько секунд, а далее наблюдается снижение. С увеличением времени наводороживания наблюдается увеличение скорости ионизации атомарного водорода, при этом уменьшение пиков указывает на то, что не весь водород успевает выйти из структуры фольги – «застревает» там.

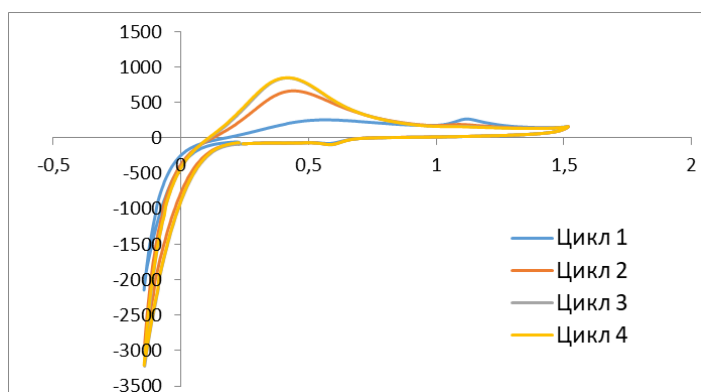


Рисунок 2. Вольтамперограммы образца Pd-Sc при  $\nu_r = 5$  мВ/с

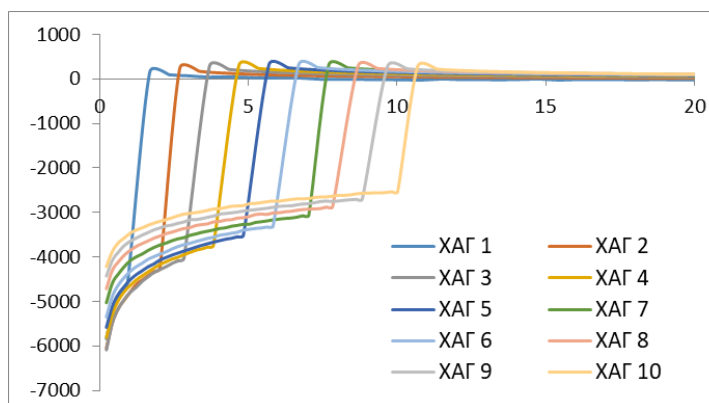


Рисунок 3. Хроноамперограммы сплава Pd-Sc

Для сплава Pd-Sc при потенциале около 0,5 В уже с первого цикла вольтамперограмм наблюдается четко выраженный анодный пик, относящийся к ионизации атомарного водорода (рис. 2). При потенциале около 0,6 В проявляется небольшой пик, соответствующий восстановлению оксида палладия. Для сплава характерен побочный анодный пик, который относится к электроокислению органических продуктов отжига, используемых при прокатке сплава до фольги. Высоты пиков принимают различные значения, т.к. проведение циклирования способствует очистке поверхности сплава, что приводит к росту пика ионизации атомарного водорода.

### Список литературы

1. Наноразмерные пленки Pd-Pb как модификаторы поверхности мембран из Pd, Cu-сплавов, используемых для глубокой очистки водорода / А. А. Скрынников, А. И. Федосеева, Н. Б. Морозова, А. И. Донцов, А. В. Введенский, О. А. Козадеров // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2021. – № 21. – С. 561–569.
2. Hydrophobicity and phase changes of Pd/SiO<sub>2</sub> organic-inorganic hybrid materials calcined in air atmosphere / J. Yang, B. Li, H. Xu, Y. Li, X. Huo // Journal of Fiber Bioengineering and Informatics. – 2014. – Vol. 7, № 1. – P. 117–127.
3. Сплавы палладия для водородной энергетики / Г. С. Бурханов, Н. Б. Горина, Н. Б. Кольчугина, Н. Р. Рошан // Российский химический журнал. – 2006. – Т. 4. – С. 36–40.
4. Palladium alloys with rare-earth metals as advanced materials for hydrogen power engineering / G. S. Burkhanov, N. B. Gorina, N. B. Kolchugina, N. L. Korenovskii, N. R. Roshan, D. I. Slovetskii, E. M. Chistov // Heavy machinery. – 2007. – № 11. – P. 17–20.
5. Okamoto H. Pd-Sc (Palladium-Scandium) / H. Okamoto // Journal of Phase Equilibria. – 2002. – Vol. 23, № 6. – P. 554–555.
6. Norman M. A study of some  $\alpha$ -palladium-scandium, -zirconium and -gadolinium alloys / M. Norman, I. Harris // Journal of the Less-Common Metals. – 1969. – Vol. 18. – P. 333–345.

### References

1. Nanoscale Pd-Pb films as surface modifiers of membranes made of Pd, Cu alloys used for deep purification of hydrogen / A. A. Skrynnikov, A. I. Fedoseeva, N. B. Morozova, A. I. Dontsov, A.V. Vvedensky, O. A. Kozaderov // Condensed media and interphase boundaries. - 2021. – No. 21. – p. 561-569.
2. Hydrophobicity and phase changes of Pd/SiO<sub>2</sub> organic-inorganic hybrid materials calcined in air atmosphere / J. Yang, B. Li, H. Xu, Y. Li, X. Huo // Journal of Fiber Bioengineering and Informatics. – 2014. – Vol. 7, № 1. – P. 117–127.
3. Palladium alloys for hydrogen energy / G. S. Burkhanov, N. B. Gorina, N. B. Kolchugina, N. R. Roshan // Russian Chemical Journal. – 2006. – vol. 4. – p. 36-40.
4. Palladium alloys with rare-earth metals as advanced materials for hydrogen power engineering / G. S. Burkhanov, N. B. Gorina, N. B. Kolchugina, N. L. Korenovskii, N. R. Roshan, D. I. Slovetskii, E. M. Chistov // Heavy machinery. – 2007. – № 11. – P. 17–20.
5. Okamoto H. Pd-Sc (Palladium-Scandium) / H. Okamoto // Journal of Phase Equilibria. – 2002. – Vol. 23, № 6. – P. 554–555.
6. Norman M. A study of some  $\alpha$ -palladium-scandium, -zirconium and -gadolinium alloys / M. Norman, I. Harris // Journal of the Less-Common Metals . – 1969. – Vol. 18. – P. 333–345.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_114-118

УДК 691.116

**ГИБКАЯ ФАНЕРА – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ДЕКОРЕ И МЕБЕЛЬНОМ  
ПРОИЗВОДСТВЕ**

**FLEXIBLE PLYWOOD – NEW OPPORTUNITIES IN DECOR AND FURNITURE  
PRODUCTION**

**Лавлинская О.В.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Lavlinskaya O.V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Лавлинская А.М.**, студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Lavlinskaya A.M.**, student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** дизайн мебели в современном мире существенно изменяется, что зачастую связано с внедрением инновационных технологий и материалов. Одним из таких материалов является гибкая фанера, которая позволяет создавать сложные формы и изгибы и открывает широкие возможности для дизайна интерьера и производства мебели. В этой статье мы рассмотрим уникальный инновационный материал для создания удивительных форм, изгибов и дизайнерских конструкций.

**Abstract:** furniture design in the modern world is changing significantly, which is often associated with the introduction of innovative technologies and materials. One of these materials is flexible plywood, which allows you to create complex shapes and bends and opens up wide opportunities for interior design and furniture production. In this article, we will look at a unique innovative material for creating amazing shapes, curves and design designs.

**Ключевые слова:** дизайн интерьера, мебель, гибкая фанера, сейба, керуинг, конструкция, форма, инновационный материал.

**Keywords:** interior design, furniture, flexible plywood, ceiba, curling, construction, shape, innovative material.



Преобразить интерьер, добавить стиль и комфорт в наш дом возможно играя с формами, экспериментируя с текстурами древесины. Благодаря инновационному материалу – гибкой фанере можно воплощать в жизнь самые смелые задумки, создавать сложные формы и изгибы, делая ее идеальным выбором для современных проектов в мебельном, интерьерном и ландшафтном дизайне.

Так что же такое гибкая фанера и в чем ее уникальность? Давайте разберемся!

Гибкая фанера - это особый вид древесного клееного материала, способного принимать сложные формы и изгибы без потери прочности. Для производства гибкой фанеры применяют несколько типов древесины, произрастающей на Ближнем Востоке, Африке, Южной Америке и Индокитае. Наиболее часто в качестве сырья применяется древесина хлопкового дерева *Seiba* (Сейба). Также для производства этого типа фанеры используется древесина деревьев Парика, Фавейра и Керуинг.

Безусловно, основным отличием одного вида гибкой фанеры от другого является используемая для ее производства порода древесины. От неё зависят и свойства, и внешний вид (текстура, рисунок), и цена материала.

Сейба (известна также как Сумаума, Цейба, хлопковое дерево) – дерево родом из тропических лесов западной Африки, Центральной и северной части Южной Америки, на Карибских островах, а также Ближнего Востока. Высота этого дерева достигает до 70 м в высоту. Его древесина мягкая, прочная и формоустойчивая. Она легкая, с плотностью в сухом состоянии около 310 кг/м<sup>3</sup>. Заболонь и ядро слабо или совсем не различаются. Заболонь может быть шириной до 150 мм. Древесина имеет оттенок от кремово-белого до бледно-желтого цвета, с мелкой и ровной текстурой. Волокна слабосвилеватые, на радиальных разрезах образуют слабозаметные полосы. Редко встречается декоративный рисунок. Благодаря своим характеристикам она хорошо полируется, окрашивается, клеивается и поддается другим видам обработки.

Парика, Фавейра – эти породы произрастают в Африке и Южной Америки, по своим свойствам похожа на Сейбу, но отличается цветом и текстурой. Например, Парика может быть сливочно-белого, светло-коричневого или желтовато-коричневого оттенка. Фавейра (амарелло) обладает изысканным золотистым оттенком и красивым текстурным рисунком. Древесина этих пород прочна, устойчива к воздействию окружающей среды и поэтому изделия из нее отличаются долговечностью.

Керуинг – произрастает в странах Индокитая и Малой Азии. Обладает красивым цветом древесины – теплым красноватым оттенком или розово-коричневым. Имеет плотную структуру, благодаря чему по прочности древесины превосходит дуб. Отличается высоким содержанием смол, благодаря чему изделия из гибкой фанеры Керуинг устойчивы к воздействию влаги. Однако их желательно покрывать средствами,

препятствующими выделению природных смол. Древесина этой породы хорошо подвергается различным видам обработки.

В настоящее время основными производителями гибкой фанеры являются фирмы: «Losan» (Голландия), «Sifar» (Италия), «CEIBA» (Гана), «FAVIEKA» (Бразилия). Продукция этих фирм имеет следующие общие характеристики продукции:

Размеры листов фанеры: ширина от 920 до 1220 мм, длина – от 1540 до 2500 мм, толщина - от 3 до 16 мм;

Количество слоев: трех-, четырехслойная, пятислойная и т.д.;

Радиус изгиба: от 5 до 20 см;

Направление сгибания: продольное и поперечное;

Плотность: от 340 до 450 кг/м<sup>3</sup>.

По типу отделки: необработанная, шпонирующая, ламинированная.



### Применение гибкой фанеры

Область применения гибкой фанеры чрезвычайно широка. Этот материал любят мебельщики, строители, дизайнеры интерьеров, мастера хенд-мейда.



Самое распространенное назначение - это декоративная отделка. Из нее изготавливают различные колонны, арки, изделия с криволинейными поверхностями, кухонные шкафчики, внешние зеркала, ширмы, перегородки, части мебели, звукоизоляционные решетки. Часто применяют для создания оригинальных мебельных фасадов, для производства бескаркасной мебели и

изогнутых дверей, а также делают сувениры, игрушки, визитки, музыкальные инструменты, хоккейные клюшки и множество других нужных и полезных вещей.

В строительстве и ландшафтном дизайне гибкая фанера нашла применение для изготовления форм для отливки декоративных гипсовых или бетонных элементов интерьера.

Также применяют гибкую фанеру для изготовления гибкой опалубки. Она может быть использована для создания декоративных водоемов на приусадебных участках.

Гибкую фанеру применяют в процессе ремонта квартир. С ее помощью придают закругленную форму стенам, углам и точкам примыкания. Высокая прочность и стабильность материала позволяет не опасаться случайного разрушения конструкции или её деформации. Возможна разнообразная





дальнейшая отделка. Она может быть декоративная, обои и любые другие виды декоров. Сейба и Керуинг имеют очень красивую текстуру и оттенки, что можно ограничиться шлифовкой и нанесением слоя лака.

### **Преимущества и недостатки**

Основным преимуществом гибкой фанеры можно считать высокую прочность при изгибе, что позволяет листы толщиной в 1,5 мм изогнуть на 180 градусов без их повреждения. Такая фанера имеет однородную поверхность высокого качества. Выпускаемая продукция не имеет запаха и пятен на поверхности листов. Для нее характерна высокая прочность. Также к преимуществам можно отнести малый вес, позволяющий изготавливать крупногабаритные изделия. Например, очень популярные сейчас радиусные фасады мебели. Если изготавливать такие дверцы шкафов из гнущегося МДФ, который намного тяжелее гибкой фанеры, то это зачастую приводит к их быстрому провисанию.

Если затронуть декоративность такой продукции, то она имеет прекрасные характеристики. Фанера из тропических пород высокодекоративна, при покрытии морилкой её фактура может быть сравнима со шпоном «Венге», который является наиболее востребованным в мебельном дизайне. Также возможна ручная и машинная обработка поверхности и придание ей любого желаемого дизайна.

### **За счет чего фанера из тропических пород древесины легко изгибается?**

Она может сгибаться и принимать радиусную форму за счет своего необычного строения и низкой плотности. Очень низкая плотность характерна для тропических деревьев за счет среды своего произрастания. Также немаловажно, что для склеивания листов лущеного шпона используют особый термореактивный пластичный клей. Эти факторы делают фанеру очень «покладистой» при использовании. Отметим, что в отличие от других строительных материалов, гибкая фанера не нуждается в применении гидратации или нагревания. В изогнутом виде материал также не теряет своей прочности. На такое не способны ни гипсокартон, ни обычная фанера. Поэтому нестандартный строительный материал быстро нашел широкое применение в производстве мебели и деталей интерьера.



Но, несмотря на большое количество важных достоинств, данная разновидность фанеры обладает и некоторыми недостатками. Требуется соблюдать особую технологию хранения. Листы нельзя оставлять скрученными в течение длительного времени, так как они могут деформироваться. Особенности транспортировки заключаются в том, что перевозить гибкую фанеру следует только на абсолютно ровной и твердой поверхности. Также отметим главный недостаток этого материала - высокая стоимость. Цена за один лист может варьироваться от 2 до 4 тыс. руб. в зависимости от его толщины.

### **Конструкция гибкой фанеры**

Количество слоев в гибкой фанере должно быть 3 и более. Расположение волокон в может быть различным. Так, некоторые производители выпускают продукцию, имеющую одинаковую направленность волокон всех слоев лущеного шпона тропических пород.

Гибкая фанера в таком случае может быть продольной или поперечной. Важно, чтобы направление волокон было учтено при создании деталей, чтобы обеспечить оптимальную гибкость и долговечность конечного изделия.

Также выпускается гибкая фанера, имеющая разное направление волокон лущеного шпона в своей конструкции. Например, в трехслойной 3 мм фанере Сейба средний промежуточный слой несколько тонок, что еле заметен на торцах. Он едва насчитывает 0,4 мм. Зато два внешних слоя значительно толще и это поперечные слои, которые легко изгибаются. Фактически такой средний слой является только прослойкой, которая предохраняет два внешних слоя от раскалывания при изгибе. Он имеет продольное расположение волокон и при довольно значительном изгибе не трескается, так как очень тонкий.

В целом такие конструкции гибкой фанеры и обеспечивает возможность изогнуть лист так, как не может быть изогнут обычный фанерный лист без дополнительного увлажнения.

В заключение сделаем следующие выводы, что гибкая фанера является инновационным материалом и благодаря своим свойствам зарекомендовала свое применение при создании сложных элементов, необычной изогнутой формы в дизайне интерьера, в производстве мебельных деталей и конструкций, в строительстве и в ландшафтной архитектуре. Немаловажным достоинством является минимальный вес листов данной фанеры, поэтому их также называют сверхлегкими и используют в ситуациях, когда легкость материала имеет ключевое значение. Но также отметим, что гибкая фанера намного дороже других сортов фанерной продукции за счет сложности транспортировки. Поэтому ее применение оправдано в тех случаях, когда нельзя обойтись другими видами.

### Список литературы

1. Гибкая фанера. – URL: <https://uralfancom.ru/shop/katalog/gibkaia-fanera/>.
2. Гибкая фанера: характеристики и особенности монтажа. – URL: <https://nastroike.com/stroitelnye-materialy/>.
3. Гибкая фанера. – URL: <https://www.lesonline.ru/news/id/>.
4. Гибкая фанера. – URL: <http://www.faneramm.ru/gibkaya-fanera.html>.
5. Гибкая фанера, гнущаяся Сейба 3-4 мм и другие виды облегченной фанеры, сверхлегкие варианты для мебели. – URL: <https://spacewind.su/gibkaya-fanera-gnuschayasya-seyba-3-4-mm-i-drugie-vidy-oblegchennoy-fanery-sverhlegkie-varianty-dlya-mebeli/>

### References

1. Flexible plywood. URL: <https://uralfancom.ru/shop/katalog/gibkaia-fanera/>.
2. Flexible plywood: characteristics and features of installation. URL: <https://nastroike.com/stroitelnye-materialy/>.
3. Flexible plywood. URL: <https://www.lesonline.ru/news/id/>.
4. Flexible plywood. URL: <http://www.faneramm.ru/gibkaya-fanera.html>.
5. Flexible plywood, bending Ceiba 3-4 mm and other types of lightweight plywood, ultralight options for furniture. URL: <https://spacewind.su/gibkaya-fanera-gnuschayasya-seyba-3-4-mm-i-drugie-vidy-oblegchennoy-fanery-sverhlegkie-varianty-dlya-mebeli/>.



**УНИФИКАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИН-МЕХАНИЗМОВ  
ДЛЯ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСОВОЗНЫХ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**UNIFICATION OF THE USE OF MACHINERY FOR REFORESTATION  
IN THE CONSTRUCTION OF LOGGING ROADS**

<p><b>Мануковский А.Ю.</b>, профессор, доктор технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия</p>	<p><b>Manukovsky A.Y.</b>, Professor, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia</p>
<p><b>Курдюков Д.П.</b>, аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия</p>	<p><b>Kurdyukov D.P.</b>, postgraduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia</p>
<p><b>Курдюков Р.П.</b>, аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия</p>	<p><b>Kurdyukov R.P.</b>, postgraduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia</p>
<p><b>Шамарин Н.И.</b>, аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия</p>	<p><b>Shamarin N.I.</b>, postgraduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia</p>

**Аннотация:** В статье рассмотрена задача унификации имеющихся в лесозаготовительных хозяйствах машин и механизмов для обеспечения эффективности использования при строительстве, ремонте и содержании лесовозных автомобильных дорог. В качестве предмета рассмотрения будет использован метод модификации и укрепления грунтов неорганическими вяжущими материалами с помощью фрез лесных и машин для поверхностной обработки почв.

**Abstract:** The article considers the task of unification of machines and mechanisms available in forestry farms to ensure the efficiency of use in the construction, repair and maintenance of forest roads. As a subject of consideration will be used the method of modification and strengthening of soils with inorganic binders with the help of forestry milling machines and machines for surface soil treatment.

**Ключевые слова:** строительство лесовозных дорог, лесовосстановление, лесозаготовка, укрепление грунтов.

**Keywords:** construction of forest roads, reforestation, logging, soil stabilization.

Современные тенденции ведения хозяйства заставляют по-новому взглянуть на проблему целесообразности использования «подручных» средств механизации при производстве не профильных работ.

Основываясь на многочисленных трудах специалистов в лесохозяйственной технике, можно смело сказать, что основная задача при эксплуатации лесозаготовительных и лесовозных дорог – это обеспечение скорости движения транспорта.

Особо остро данная проблема стоит на дорогах без искусственного покрытия на почвенно-растительных слоях. Скорость движения транспорта находится в прямой зависимости от видов грунтов, их влажности и наличия растительного покрова.

Согласно проведенным исследованиям давление колеса на лесной грунт имеет практически прямую зависимость. Так в работе «Теоретическое исследование влияния боги-трека на колееобразование и проходимость колесных форвардеров» под ред. Г.В. Григорьева, А.Ю. Мануковского, И.Н. Дмитриева, А.М. Хахина, Е.В. Котенева четко отображено, что в зависимости от влажности грунтов давление на свежий лесной грунт на 49 % меньше, чем на переувлажненный.

Ниже представлены графики зависимости давления колеса форвардера на грунты в зависимости от их влажности.

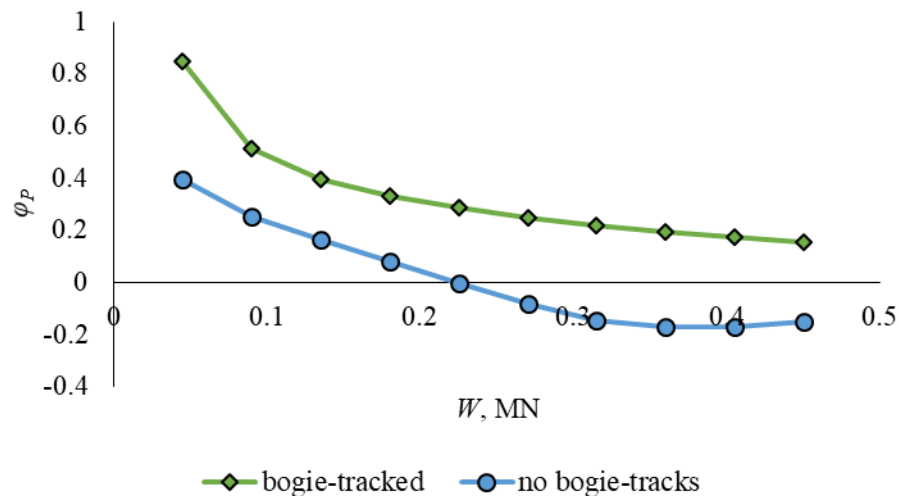


Рисунок 1. Оценочный коэффициент тягового усилия сцепления боги-гусеничного колесного форвардера (влажная лесная почва)

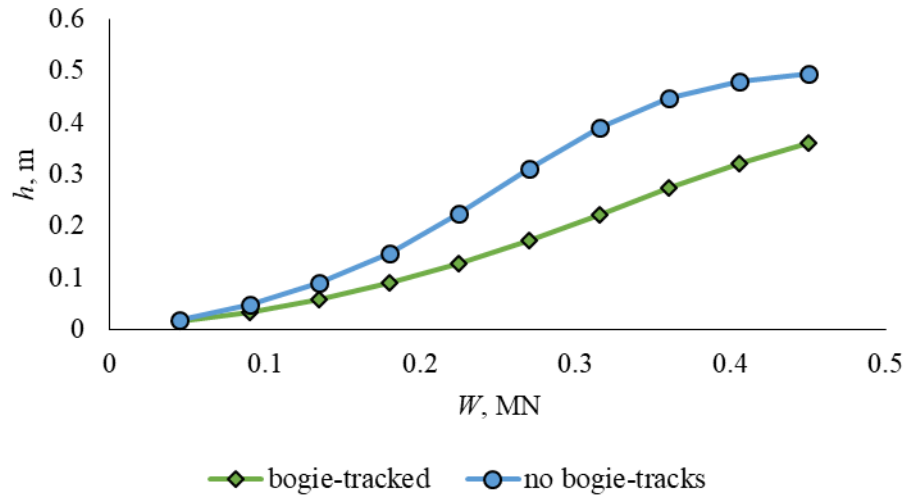


Рисунок 2. Оценочная глубина колеи, образованной внедорожником с колесами на боги (мокрая лесная почва)

Для внедорожника с колесами массой от 0,05 МН (5 т) до 0,45 МН (45 т), оснащенного гусеничными боги, наблюдается меньшее давление на грунт, что ведет к меньшей глубине колеи. Кроме того, оценка коэффициента сцепного усилия увеличивается из-за увеличения длины контактной площади. Критерий проходимости (1) соответствует всему спектру массы загруженных внедорожников на боги. Согласно результатам расчетов, эффективность гусеничных боги зависит от состояния лесной почвы. Для внедорожников, работающих на очень мокрых лесных почвах ( $p_s = 0,044$  МПа), использование боги снижает давление на грунт на 42 % в среднем и глубину колеи на 28 % в среднем, в то время как коэффициент сцепного усилия увеличивается на 0,37 в абсолютных значениях. На мокрых лесных почвах ( $p_s = 0,077$  МПа) давление на грунт снижается в среднем на 45 %, глубина колеи снижается в среднем на 35 %, в то время как коэффициент сцепного усилия увеличивается на 0,32 в абсолютных значениях. На свежих лесных почвах ( $p_s = 0,11$  МПа) давление на грунт снижается на 49 % в среднем и глубина колеи уменьшается на 38 % в среднем, в то время как коэффициент сцепного усилия увеличивается на 0,27 в абсолютных значениях.





Рисунок 3. Пример неукрепленного проезда с переувлажненным грунтом при незначительной интенсивности движения лесозаготовительного транспорта



Рисунок 4. Пример неукрепленного проезда с переувлажненным грунтом при незначительной интенсивности движения лесозаготовительного транспорта

Учитывая потребности в приведении влажности лесных почв к оптимальной влажности, предлагаем рассмотреть технологию стабилизации лесных грунтов неорганическими вяжущими

Технология укрепления грунта предполагает использование двух вариантов проведения работ:

- смешивание извлеченного грунта в специальных установках с последующим его вывозом обратно на объект и укладкой
- смешивание грунта с вяжущим непосредственно «на дороге» при глубине перемешивания от 20 до 40 см с последующими профилированием и уплотнением катками.

За частую полоса земельного участка для производства работ по строительству лесовозных дорог не позволяет выделять достаточные площадки под нужды складирования и дальнейшего смешивания грунта в установках.

Значительное распространение получила метод смешивания грунта «на дороге».

Современный уровень механизации позволяет проводить работы по смешиванию «на дороге» практически в любых условиях и использовать одновременно несколько компонентов как в порошкообразном, так и в жидком виде. В случае стесненных условий или вследствие особенностей грунта, когда проходка тяжелой техники невозможна, используется навесное оборудование как для распределителя вяжущего (спредер), так и для перемешивающей техники (ресайклер).

Наглядно процесс производства работ путем смешивания «на дороге» можно отобразить в виде следующей технологической карты с использованием дорожной фрезы.

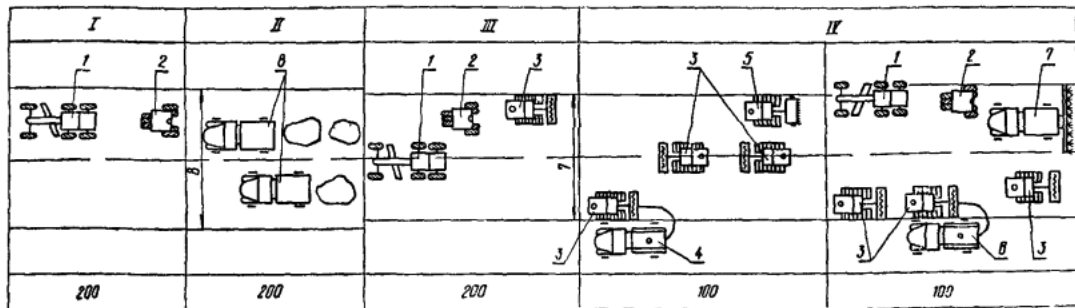


Рисунок 5. I – подготовка верхнего земляного полотна, II – вывозка грунта, III – подготовка грунта к укреплению вяжущим, IV – укрепление грунта органическими и неорганическими вяжущими, планировка и уплотнение смеси, уход за готовым основанием

*Переходя к теме статьи, можно смело за пример унификации взять фрезы лесные и машины для поверхностной обработке почв.*

Фрезы производят наиболее качественное рыхление почвы с измельчением дернины с одновременным ее перемешиванием. Рабочим органом почвообрабатывающих фрез является фрезерный барабан (ротор) с установленными на нем режущими элементами.



Различают фрезы с прямым и обратным вращением фрезерного барабана. При прямом вращении отрезание почвенной стружки происходит сверху вниз, а при обратном вращении – снизу вверх.

В зависимости от назначения и условий применения фрезерные рабочие органы имеют различные по форме и размерам режущие элементы.

Для обработки на глубину до 12-15 см малогадернелой почвы с наличием небольшого кустарника (поросли) и корней применяют прямые пластинчатые ножи, которые характеризуются небольшой энергоемкостью при резании почвы. Изогнутые Г-образные ножи предназначены для обработки средне- и сильногадернелых почв с наличием порубочных остатков и корневищ, а также для разделки пластов после вспашки кустарниково-болотными плугами. Для рыхления минеральных почв, а также для обработки почв с каменистыми включениями применяют рыхлящие долота.

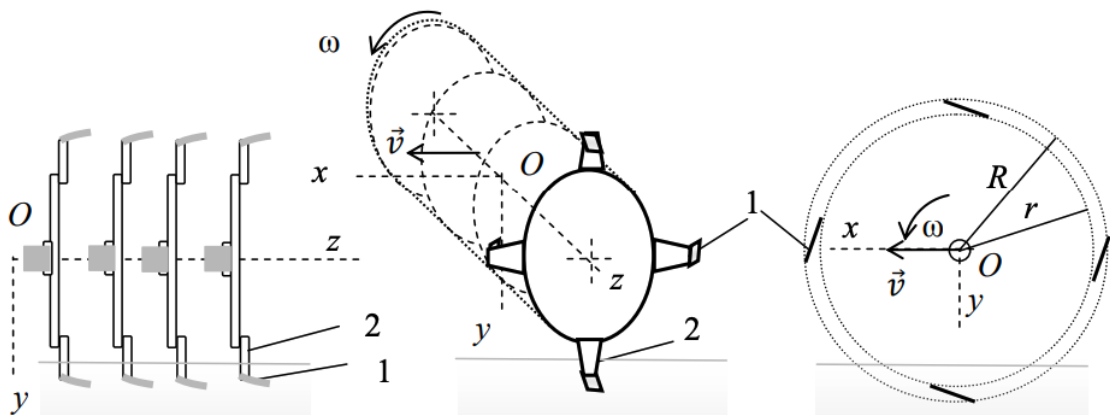


Рисунок 6. Барабан фрезы с ножами 1 и боковинами с режущими кромками 2

Для обработки торфяных и минеральных почв с древесными включениями используют чашечные, тарельчатые и дисковые ножи.

Одним из преимуществ тарельчатых и дисковых ножей является то, что при износе одной части лезвий их можно повернуть другой частью.

Для обработки почвы фрезерованием разработаны специальные лесные фрезы ФЛУ-0,8, ФЛШ-1,2, МЛФ-0,8, МФ-0,9, ФП-1,3, ФПП-1 и др.

Для глубокого фрезерования выпускается фреза МТП-42А, а для фрезерования торфяников – ФБН-1,5 и ФБН-2,0.

*Технология применения лесных фрез не отличается от их прямого назначения.*

При вновь строящихся лесовозных дорогах технология производства работ будет следующая.

Подготовительный период включает в себя создание просеки, освобождение полосы под лесовозную дорогу методом рубки кустарника и корчевки пней. Свободную от растительности и спланированную полосу подготавливают под звено для внесения вяжущего материал.

Перед лесной фрезой пускается механизированный транспорт с распределением вяжущего материала.

*В качестве вяжущего материала для понижения влажности широко применяется негашеная известь (CaO) в объеме от 3 до 5% от объема грунта требующего модификации.*

*Процесс взаимодействия с водой в лесном грунте создает кристаллическую структуру на основе гидроксида кальция Ca(OH) с бурным выделением тепла и испарением излишков воды.*

*Получившийся материал обеспечит необходимый водотепловой режим (модифицирует существующий грунт) и укрепит за счет формирования кристаллической структуры.*

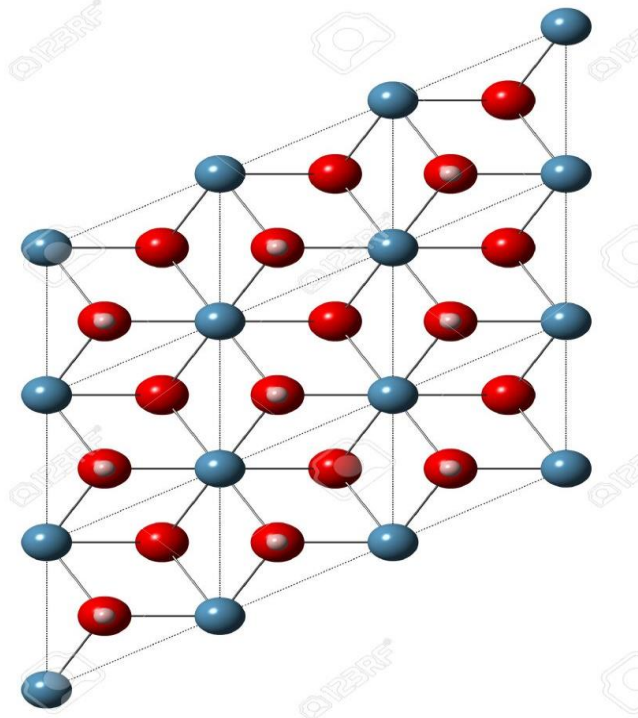


Рисунок 7. Кристаллическая структура гидроксида кальция

Лесная фреза обеспечит перемешивание грунта на глубину от 20 до 30 см с распределением вяжущего материала на требуемую глубину.

Движение транспорта в виде форвардеров по следам фрезы позволяет выполнить необходимое уплотнение модифицированного грунта.

На основании методики моделирования и расчета нежестких дорожных одежд ПНСТ 542-2021 можно сделать предварительный анализ повышения модуля упругости грунта. В качестве сравнения можно принять суглинистый легкопластичный пылеватый грунт. В естественном состоянии и оптимальной влажности ( $W=0,50$ ) модуль упругости составит 108МПа. При переувлажнении ( $W=0,8$ ) модуль упругости грунта составит менее 30 МПа.

Таким образом, возвращаясь к ранее представленным опытам по давлению колеса форвардера на лесной грунт, задача создание оптимальной влажности лесных почв для повышения скорости движения лесной техники с использованием звена имеющейся

техники в лесозаготовительном хозяйстве решается без привлечения значительных ресурсов.



Рисунок 8. Пример укрепленного неорганическим вяжущим проезда при незначительной интенсивности движения лесозаготовительного транспорта

*Подводя итоги данной статьи, можно уверенно утверждать, что в дорожно-строительной отрасли на объектах лесных дорог имеется возможность значительного повышения доступа к местам производства работ и снизить затраты по строительству лесовозных дорог с искусственным покрытием.*

*При увеличении интенсивности и переводе лесовозных дорог, модифицированный грунт можно использовать в качестве основания для капитальных конструкций искусственных покрытий.*

*В научной среде глубоко прорабатывается вопрос увеличения мобильности и скорости движения лесозаготовительной техники на различных видах грунта с разной степени его увлажнения. Использование неорганических вяжущих материалов обеспечит как модификацию (понижение влажности) местного грунта лесных дорог, так и его укрепление для пропуска более тяжелой и производительной техники (например, на лесозаготовительные деянки).*

#### **Список литературы**

1. СП 288.1325800.2016 Дороги лесовозные. Правила проектирования и строительства. - ЗАО «ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ».
2. Фокин С. В. Математическое моделирование при проектировании лесных машин : краткий курс лекций для аспирантов 2 курса направления подготовки 35.06.04 Технологии и средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и



рыбном хозяйстве / С. В. Фокин ; ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 51 с.

3. ВСН 166-70 «Технические указания по возведению земляного полотна автомобильных дорог из переувлажненных грунтов».

4. Теоретическое исследование влияния боги-трека на колеобразование и проходимость колесных форвардеров / под ред. Г. В. Григорьева, А. Ю. Мануковского, И. Н. Дмитриева, А. М. Хахина, Е. В. Котенева.

#### References

1. SP 288.1325800.2016 Logging roads. Rules of design and construction. – CJSC PROMTRANSNIIPROEKT.

2. Fokin S.V. Mathematical modeling in the design of forest machines: a short course of lectures for postgraduates of the 2nd year of the training course 35.06.04 Technologies and means of mechanization and energy equipment in agriculture, forestry and fisheries ; Saratov State Agrarian University. – Saratov, 2014. – 51 p.

3. VSN 166-70 "Technical instructions for the construction of the roadbed from waterlogged soils".

4. A theoretical study of the influence of the bogie track on the formation and patency of wheeled forwarders / edited by G.V. Grigoriev, A.Yu. Manukovsky, I.N. Dmitriev, A.M. Khakhin, E.V. Kotenev.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_128-132

УДК 528.48:625

**МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА  
МЕСТНОСТИ И АЛГОРИТМ ЕЕ РАБОТЫ**

**THE METHODOLOGY OF FORMING A DIGITAL RELIEF MODEL  
OF THE TERRAIN AND THE ALGORITHM OF ITS OPERATION**

**Медведев И.Н.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Medvedev I.N.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Стородубцева Т.Н.**, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Storodubtseva T.N.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Шакирова О.И.**, ст. преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Shakirova O.I.**, senior lecturer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация.** В настоящее время наиболее значимыми информационными продуктами, создаваемыми на основе данных дистанционного зондирования Земли, становятся цифровые модели рельефа местности. В отличие от методического подхода, основанного на получении данных о рельефе местности с помощью оцифрованных топографических карт, для создания эталонной цифровой модели предложена методология, обеспечивающая высокую точность решения задачи координатной привязки опорных точек за счёт дифференциальной обработки навигационной информации, полученной двухчастотными приёмниками геодезического класса.

**Abstract.** At present, the most significant information products created on the basis of Earth remote sensing data are becoming digital models of terrain relief. In contrast to the methodical approach based on obtaining terrain relief data using digitized topographic maps, a methodology has been proposed for creating a reference digital model that ensures high accuracy in solving the problem of coordinate referencing of control points due to differential processing of navigation information obtained by dual-frequency geodetic receivers.

**Ключевые слова:** рельеф, местность, цифровая модель, геоинформатика, цифровая карта.

**Keywords:** relief, terrain, digital model, geoinformatics, digital map.

Первые эксперименты по созданию цифровой модели рельефа относятся к самым ранним этапам развития геоинформатики и автоматизированной картографии первой половины 1960-х гг. [1]. Одна из первых цифровых моделей рельефа местности была изготовлена в 1961 г. на кафедре картографии Военно-инженерной академии [2].

Впоследствии были разработаны методы и алгоритмы решения различных задач, созданы мощные программные средства моделирования, крупные национальные и глобальные массивы данных о рельефе, накоплен опыт решения с их помощью разнообразных научных и прикладных задач. В частности, большое развитие получило применение цифровой модели рельефа (ЦМР) для военных задач.

В настоящее время наиболее значимыми информационными продуктами, создаваемыми на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), становятся цифровые модели рельефа местности. В отличие от методического подхода, основанного на получении данных о рельефе местности с помощью оцифрованных топографических карт, для создания эталонной ЦМР предложена методология, обеспечивающая высокую точность решения задачи координатной привязки опорных точек за счёт дифференциальной обработки навигационной информации, полученной двухчастотными приёмниками геодезического класса.

Тематические цифровые карты создавались с использованием программных продуктов QGIS и MapInfo [3]. Исходными данными создания ГИС являлись отсканированные планшеты в формате JPG, таксационные описания в формате Word и таксационные характеристики насаждений, уточнённые в ходе наземных экспериментальных работ.

Алгоритм построения цифровых карт включает в себя следующие этапы [4, 5]:

1. Привязка растровых изображений (QGIS).
2. Трассировка растровых изображений (MapInfo).
3. Создание атрибутивной базы данных (QGIS).
4. Создание тематических цифровых карт (QGIS).

Методика формирования цифровой модели рельефа местности состоит из нескольких этапов. После проведения топографической съёмки или аэрофотосъёмки в свойства каждого снимка добавляются точные координаты на основании данных базовой станции и GNSS приемника, которые синхронизированы по времени. На втором этапе формирования ЦМР, в результате обработки полученных данных создается облако точек и опорные знаки. Отметки опорных точек вычисляются с использованием алгоритмов интерполяции или аппроксимации (рис. 1).

Создание цифровой модели рельефа лесных участков выполнено в программном комплексе Robur 8.3, путем экспорта данных полевых измерений, полученных с помощью электронного тахеометра. После запуска программы необходимо выполнить её настройку. Следующим этапом является создание проекта.

Перед началом подгрузки съёмки в программный комплекс подготавливается файл подгрузки в формате (.txt). Для корректного импорта в программу следует учитывать:

- 1 - разделитель значений (табуляция);
- 2 - разделитель между целой и десятичной частью числа (точка);

3 - разделитель между кодами, если к одной точке привязано несколько кодов.

В случае, если съёмочные точки не соответствуют данному виду, то необходимо создать файл Microsoft Excel. Далее следует выполнить импорт данных, путем указания пути к файлу со съёмкой.

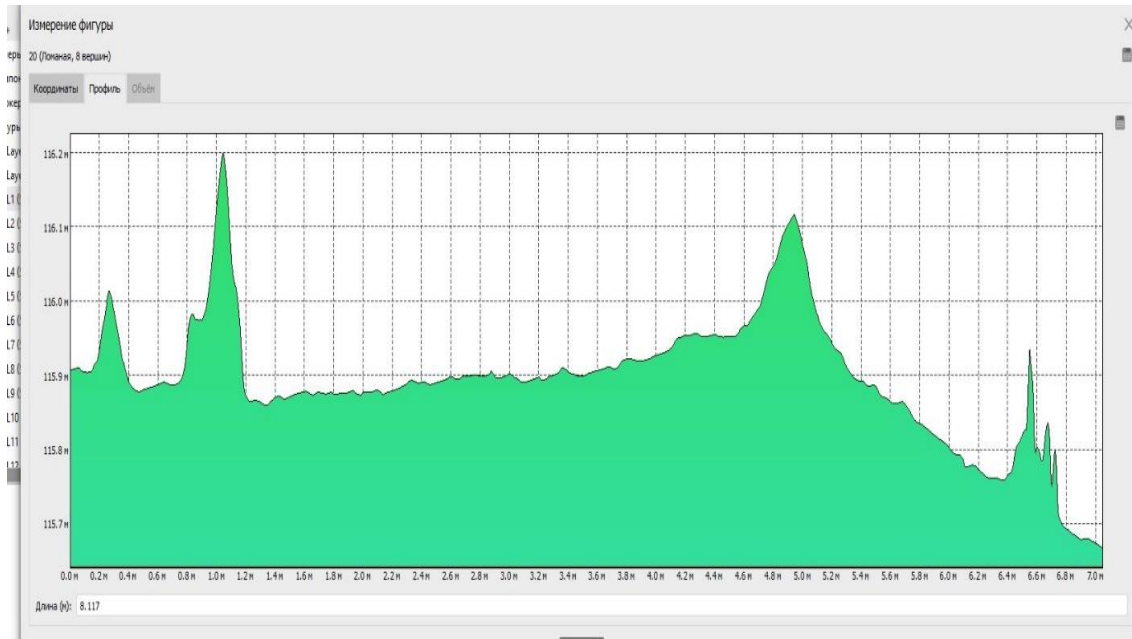


Рисунок 1 – Сечение облака точек при создании цифровой модели рельефа

Далее выбираем разделитель для текстовых данных таким образом, чтобы в окне данные были разделены на 5 столбцов (номер точки, северная координата, восточная координата, отметка, код), что приведено в [6].

Далее выбираем формат данных для каждого столбца и ячейку, с которой начнётся ввод данных в поле программы. Данные ( $=A\$1$ ) означают что первой ячейкой ввода данных будет ячейка находящиеся в столбце A строке 1 [6]. По завершению импорта данных следует выполнить проверку корректности их ввода.

После того, как была выполнена проверка, необходимо сохранить файл в текстовом формате с разделителем (табуляция) и указать путь, куда будет сохранён файл.

Следующий этап создания ЦМР – импорт точек. Для этого необходимо подгрузить подготовленные съёмочные точки в ранее созданный проект.

После импорта точек в проект, для комфортной работы следует выполнить настройку отображения данных и подготовить поверхности для работы. Далее переходим во вкладку (Горизонталы – стиль горизонталей). В данной части диалогового окна меняем (Цвет) горизонталей с 42 на 32, так как цвет 42 уже применяется в некоторых условных обозначениях [6].

После всех настроек и подгрузки поверхности в формате (.txt) можно приступить к отрисовке. Для того чтобы увидеть отображаемые данные по точкам (коды и отметки). Подгруженные точки поверхности принимают требуемый вид (рис. 2).

Каждой точке присвоен код. Некоторые одиночные коды имеют обозначение одиночного знака (например, дерево отдельно стоящие) и программа автоматически назначает на такие точки условный знак (рис. 3).

Каждый линейный элемент имеет своё начало и конец, так пример код (3,1 (бровка, подошва)) иногда могут встречаться у одной точки, значит бровка и подошва начинаются с этой точки или на ней же заканчиваются.

Либо в этой точке могут пересекаться несколько элементов так, например, код (114,118 (существующее асфальтное покрытие, плитка тротуарная)) говорит о том, что, по границам точек с такими кодами проходит два разных покрытия (асфальтное и плиточное).

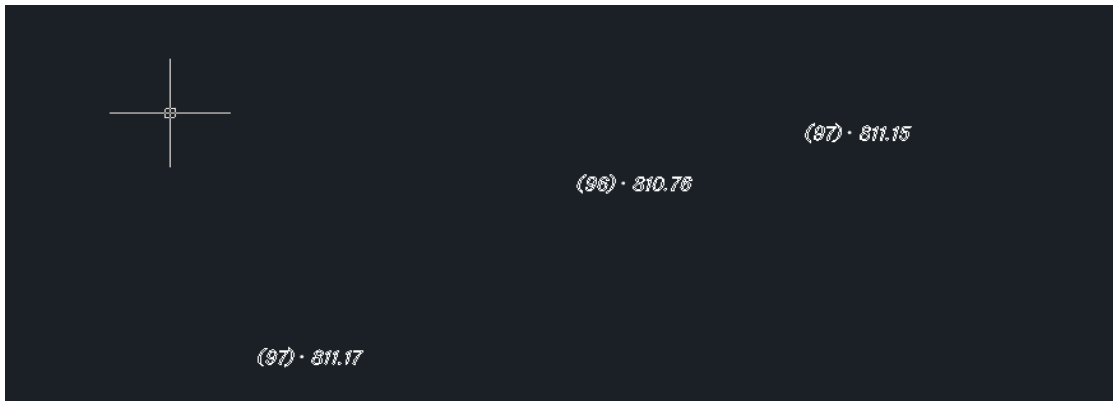


Рисунок 2 – Вид отображения точки



Рисунок 3 – Условный знак «Характеристики лесных древостоев – лиственные»

Заключительным этапом работы является отрисовка рельефа местности (рис. 2). После выбора строки построения, уточняется, какой конкретно элемент рельефа требует перестроения.

В появившемся динамическом поле, вводим значение длины ребра треугольников поверхности. После проделанных действий программа построила поверхность относительно точек поверхности [6]. Перед началом отрисовки нажимаем «поверхность – точки – подсветить». В появившемся окне, в соответствующей строке выбираем требуемый кодификатор.

После выбора кода, программа выделила красным цветом все точки, имеющие данный код. В результате будут сформированы объекты и выделены элементы рельефа.

### Список литературы

1. Геоинформатика : учеб. для студ. вузов / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарёв, В. С. Тикунов и др. ; под ред. В. С. Тикунова. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 480 с.
2. Новаковский Б. А., Прасолов С. В., Прасолова А. И. Цифровые модели рельефа реальных и абстрактных геополей. – М. : Научный мир, 2003. – 64 с.
3. Labenski P., Ewald M., Schmidtlein S., Ewald Fassnacht F. Classifying surface fuel types based on forest stand photographs and satellite time series using deep learning // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 29 April – 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102799>.
4. Shin J., Temesgen H., Strunk J.L., Hilker T. Comparing Modeling Methods for Predicting Forest Attributes Using LiDAR Metrics and Ground Measurements // Can. J. Remote Sens. – 2016. – Vol. 42, P. 739–765.
5. Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 05.07.2011 г. № 287 «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды». – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_118509/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_118509/) (дата обращения: 16.11.2023).
6. Цифровое моделирование рельефа : учеб. пособие / И. Н. Медведев, С. М. Гоптарев, Д. П. Курдюков, А. В. Налыгачёв. – Воронеж, 2023. – 100 с.

### References

1. Geoinformatics: Textbook for students of higher education institutions / E.G. Kapralov, A.V. Koshkarev, V.S. Tikunov, et al.; Ed. by V.S. Tikunov. – M: Publishing Center "Academy", 2005. – 480 p.
2. Novakovsky B.A., Prasolov S.V., Prasolova A.I. Digital models of relief of real and abstract geofields. – M.: Scientific World, 2003. – 64 p.
3. Labenski P., Ewald M., Schmidtlein S., Ewald Fassnacht F. Classifying surface fuel types based on forest stand photographs and satellite time series using deep learning // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 29 April – 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102799>.
4. Shin J., Temesgen H., Strunk J.L., Hilker T. Comparing Modeling Methods for Predicting Forest Attributes Using LiDAR Metrics and Ground Measurements // Can. J. Remote Sens. – 2016. – Vol. 42, pp. 739–765.
5. Order of the Federal Forestry Agency of 05.07.2011 No. 287 "On approval of the classification of natural forest fire hazard and the classification of forest fire hazard depending on weather conditions." – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_118509/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_118509/) (date of access: 16.11.2023).
6. Digital terrain modeling: textbook / I. N. Medvedev, S. M. Goptarev, D. P. Kurdyukov, A. V. Nalygachev. – Voronezh, 2023. – 100 p.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_133-138

УДК 544.723.2

**ВЛИЯНИЕ pH РАСТВОРА И МАССЫ СОРБЕНТА НА СОРБЦИЮ И СТЕПЕНЬ  
ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ИОНОВ МЕДИ ФЕРРИТАМИ МАГНИЯ И ЦИНКА**  
EFFECT OF SOLUTION pH AND MASS OF THE SORBENT ON SORPTION  
AND DEGREE OF PURIFICATION OF WATER FROM COPPER IONS  
BY MAGNESIUM AND ZINC FERRITES

**Молчанова О.Н.**, студентка лесопромышленного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Molchanova O.N.**, Student of woodworking faculty, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Новикова Л.А.**, кандидат химических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Novikova L.A.**, PhD in Chemical Sciences, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Томина Е.В.**, доктор химических наук, доцент, зав. кафедрой химии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Tomina E.V.**, Doctor of Chemical Sciences, associate professor, chairwoman of chemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Мещерякова А.А.**, аспирант кафедры материаловедения и индустрии наносистем химического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

**Meshcheryakova A.A.**, Postgraduate Student, Department of Materials Science and Industry of Nanosystems, Faculty of Chemistry, Voronezh State University, Voronezh, Russia

**Аннотация:** В статье представлены результаты исследования влияния pH раствора и массы сорбента на эффективность адсорбции ионов меди ферритами магния и цинка. Установлено, что оптимальное значение pH для сорбции ионов меди составляет 3,0, а при значениях  $pH < 3,0$  сорбция существенно снижается из-за конкуренции ионов  $H^+$  и  $Cu^{2+}$  за активные центры на поверхности сорбента. При повышении pH выше 5,3 происходит выпадение осадка гидроксида меди, что затрудняет изучение сорбции в этом диапазоне. Степень очистки воды от ионов меди возрастает с увеличением массы сорбента, что указывает на важность этого фактора при выборе оптимальных условий сорбции. Рекомендуется увеличить количество феррита магния, взятого на единицу объема раствора, или разбавить исходный раствор в несколько раз в случае использования

феррита цинка для достижения максимального извлечения ионов меди. Полученные результаты могут быть использованы для разработки более эффективных методов очистки воды от ионов меди с помощью ферритов магния и цинка.

**Abstract:** This article presents the results of a study of the effect of the pH of the solution and the mass of the sorbent on the efficiency of adsorption of copper ions by magnesium and zinc ferrites. It was found that the optimal pH value for the sorption of copper ions is 3.0, and when the pH drops below 3.0, sorption decreases significantly due to the competition of  $H^+$  and  $Cu^{2+}$  ions for active centers on the surface of the sorbent. When the pH rises above 5.3, precipitation of copper hydroxide occurs, which makes it difficult to study sorption in this pH range. The degree of purification of water from copper ions increases with an increase in the mass of the sorbent, which indicates the importance of this factor in choosing optimal sorption conditions. It is recommended to increase the amount of magnesium ferrite taken per unit volume of the solution, or dilute the initial solution several times if zinc ferrite is used to achieve maximum extraction of copper ions. The results obtained can be used to develop more effective methods of water purification from copper ions using magnesium and zinc ferrites.

**Ключевые слова:** сорбенты, феррит магния, феррит цинка, тяжелые металлы, ионы меди, сорбция, очистка воды, сточные воды, pH раствора, масса сорбента, экология.

**Keywords:** sorbents, magnesium ferrite, zinc ferrite, heavy metals, copper ions, sorption, water treatment, waste water, pH of the solution, sorbent mass, environment protection.

Вода является жизненно важным ресурсом для всего живого на Земле, и ее качество играет решающую роль в здоровье человека и экологической безопасности. К сожалению, вода часто загрязняется различными веществами, в том числе тяжелыми металлами, такими как медь, которые могут представлять серьезную угрозу для здоровья человека и окружающей среды. Для удаления ионов меди из воды используются различные методы, одним из которых является адсорбция на различных материалах [1-3]. Ферриты магния и цинка являются уникальными сорбентами для удаления ионов меди из воды благодаря активной поверхности и магнитным свойствам [4]. Эффективность адсорбции зависит от многих факторов, в том числе от pH раствора и массы сорбента.

Цель данной работы состояла в исследовании влияния pH раствора и массы сорбента на величину адсорбции и степень очистки воды от ионов меди ферритами магния и цинка.

Объектами исследования являлись нанодисперсные образцы феррита магния ( $MgFe_2O_4$ , Mg-F) и феррита цинка ( $ZnFe_2O_4$ , Zn-F), синтезированные методом цитратного горения из стехиометрических количеств реагентов [5]. Адсорбцию ионов меди изучали из водных растворов  $CuSO_4$  с концентрацией 0,01 н, при температуре 20 °С и соотношении сорбент/раствор=1:100. Время установления равновесия определено ранее и составляло 80 минут для феррита магния и 40 минут для феррита цинка.

Для определения оптимальных параметров сорбции варьировали значения pH растворов (pH=2,0-5,7) и массы сорбента ( $m=0,2-0,6$  г). Для количественного определения ионов  $Cu^{2+}$  использовали фотоколориметрический метод. Величину адсорбции рассчитывали по формуле [6]:



$$a = \frac{(C_p - C_n) \cdot V_{p-ра} \cdot M_{эkv}}{m(\text{сорб})},$$

где  $C_n$ ,  $C_p$  – начальная и равновесная концентрация раствора, мг/г;  $V_{p-ра}$  – объем раствора, л;  $M_{эkv}$  – молярная масса эквивалента меди, г-экв/моль;  $m(\text{сорб})$  – масса сорбента, г.

Экспериментальные значения адсорбционной емкости сорбентов в отношении ионов меди в водных растворах с различным рН представлены в табл. 1. Согласно полученным данным, оптимальным значением рН равновесного раствора  $\text{CuSO}_4$  для сорбции меди на ферритах магния и цинка является рН=3,0. При этом значение адсорбционной емкости для обоих образцов сорбентов достигает максимальной величины.

Таблица 1. Влияние рН растворов на сорбционную ёмкость сорбентов

Образец	рН		а, мг/г
	до	после	
$\text{MgFe}_2\text{O}_4$	2.0	4.4	63.8
	3.1	4.5	71.7
	4.5	5.7	58.2
$\text{ZnFe}_2\text{O}_4$	2.0	4.0	27.5
	3.1	4.4	49.9
	4.5	5.6	40.2

При понижении рН растворов ниже значения 3,0, сорбция ионов меди существенно снижается. Это можно объяснить тем, что в кислой среде происходит одновременная сорбция ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{Cu}^{2+}$  на отрицательно заряженной поверхности ферритов, что приводит к конкуренции ионов за активные центры на поверхности сорбента. При повышении рН растворов в нейтральную область (рН>5,3) происходит выпадение осадка гидроксида меди ( $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ) и помутнение раствора, что препятствует изучению сорбции в этом диапазоне рН.

Исследование степени очистки воды от ионов  $\text{Cu}^{2+}$  при соотношении сорбент/раствор 1:100 показало, что ферриты магния и цинка демонстрируют различную эффективность (рис. 1). Степень извлечения ионов меди составила 31,2% для магниевого феррита (Mg-F) и 21,8% для цинкового феррита (Zn-F). Для повышения степени очистки воды от ионов  $\text{Cu}^{2+}$  был проведен дополнительный эксперимент, в котором менялась масса сорбента от 0,2 до 0,6 г на 20 мл раствора, т.е. при соотношении сорбент/раствор 1:100, 1:50, 1:33. Результаты исследований показывают, что с возрастанием массы сорбента степень очистки воды возрастает.

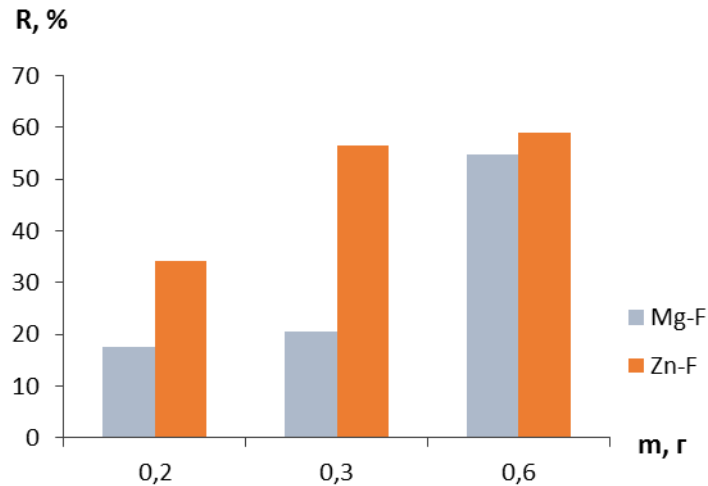


Рисунок 1. Степень очистки воды от ионов  $\text{Cu}^{2+}$  при изменении массы вводимого сорбента (Mg-F и Zn-F)

Обнаружено, что с повышением массы вводимого сорбента, сорбционная емкость феррита цинка по отношению к ионам  $\text{Cu}^{2+}$  уменьшается, в то время как емкость феррита магния остается практически неизменной. Это свидетельствует о конкуренции активных центров на поверхности сорбента за частицы сорбата, особенно в случае феррита цинка, когда с увеличением массы сорбента количество доступных центров превышает количество сорбата.

При увеличении массы сорбента степень очистки воды от ионов меди возрастает: для феррита цинка с 34 до 58 %, для феррита магния – с 18 до 55 % и более. Для достижения максимального извлечения ионов меди с использованием этих сорбентов рекомендуется увеличить количество феррита магния, взятого на единицу объема раствора, а также разбавить исходный раствор в несколько раз в случае использования феррита цинка.

Таким образом, полученные результаты могут быть использованы для повышения эффективности сорбционного метода очистки воды от ионов меди и других тяжелых металлов с помощью магнитных сорбентов на основе ферритов, что поможет предотвратить их негативное воздействие на здоровье человека и окружающую среду.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского Научного Фонда, грант № 23-23-00122.*

### Список литературы

1. Очистка воды от ионов меди и железа динамической мембраной нейлон-полистирол / Д. Д. Фазуллин, Г. В. Маврин, Р. Д. Фазылова, И. Г. Шайхiev // Вестник Технологического университета. – 2019. – Т. 22, № 6. – С. 93-96. – EDN QGVDLQ.
2. Скугорева, С. Г. Удаление ионов меди(II) из водных растворов листьями различных видов высших растений / С. Г. Скугорева, Г. Я. Кантор, А. В. Жукова // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием,

Киров, 03–05 декабря 2018 года / отв. ред. Т.Я. Ашихмина. Кн. 1. – Киров: Вятский государственный университет, 2018. – С. 131-135. – EDN YQMTOH.

3. Гафаров, Р. Р. Использование отбеленной глины для удаления ионов меди / Р. Р. Гафаров, С. В. Свергузова, Н. С. Лупандина // Рациональное использование природных ресурсов и переработка техногенного сырья: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, химия и биотехнология : Сборник докладов Междунар. науч. конференции, Алушта-Белгород, 05–09 июня 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 188-193. – EDN JFYWJL.

4. Новикова, Л. А. Регенерация композитных сорбентов цеолит/ $ZnFe_2O_4$  после сорбции ионов меди из водной среды / Л. А. Новикова, А. В. Котова, Е. В. Томина // Перспективные ресурсосберегающие технологии развития лесопромышленного комплекса : Матер. Междунар. науч.-практ. конференции молодых ученых и студентов, Воронеж, 29 сентября 2023 года. – Воронеж, 2023. – С. 104-108. – DOI 10.58168/R-STDTIC2023\_104-108. – EDN IHHCWO.

5. Tomina E., Novikova L., Kotova A., Meshcheryakova A., Krupskaya V., Morozov I., Koroleva T., Tyupina E., Perov N., Alekhina Y.  $ZnFe_2O_4$ /Zeolite Nanocomposites for Sorption Extraction of  $Cu^{2+}$  from Aqueous Medium // *AppliedChem.* 2023, 3, 452-476. <https://doi.org/10.3390/appliedchem3040029>.

6. Молчанова О.Н., Новикова Л.А., Томина Е.В. Изучение сорбционного извлечения ионов меди из модельных сточных вод новыми сорбентами на основе ферритов металлов // Сборников трудов Национальной научно-практической конференции «Циркулярная экономика для целей устойчивого развития отраслей и территорий», 14-15 мая 2024 г., ВГЛУ, г. Воронеж. – устный доклад Молчановой О.Н.

7. Novikova L.A., Tomina E.V., Kotova A.A., Molchanova O.N., Zhukova E.A., Doroshenko A.V., Tyupina E.A. METAL FERRITE BASED SORBENTS FOR HEAVY METAL EXTRACTION FROM AQUEOUS MEDIUM // *Innovations in Life Sciences: сборник матер. VI Междунар. симпозиума*, г. Белгород, 22–24 мая 2024 г. / отв. ред. А.А. Присный. – Белгород : ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2024. – 239-240 с.

### References

1. Purification of water from copper and iron ions by a dynamic nylon-polystyrene membrane / D. D. Fazullin, G. V. Mavrin, R. D. Fazylova, I. G. Shaikhiev // *Bulletin of the Technological University.* – 2019. – vol. 22, No. 6. – pp. 93-96. – EDN QGVDLQ.

2. Skugoreva, S. G. Removal of copper(II) ions from aqueous solutions by leaves of various species of higher plants / S. G. Skugoreva, G. Ya. Kantor, A.V. Zhukova // *Biodiagnostics of the state of natural and natural-technogenic systems : Materials of the XVI All-Russian scientific and practical conference with international participation*, Kirov, December 03-05, 2018 / responsible editor T.Y. Ashikhmina. Book 1. – Kirov: Vyatka State University, 2018. – pp. 131-135. – EDN YQMTOH.

3. Gafarov, R. R. The use of bleached clay to remove copper ions / R. R. Gafarov, S. V. Sverguzova, N. S. Lupandina // *Rational use of natural resources and processing of*

technogenic raw materials: fundamental problems of science, materials science, chemistry and biotechnology : Collection of reports of the International Scientific Conference, Alushta-Belgorod, 05-09 June 2023 of the year. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2023. – pp. 188-193. – EDN JFYWJL.

4. Novikova, L. A. Regeneration of zeolite/ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> composite sorbents after sorption of copper ions from an aqueous medium / L. A. Novikova, A.V. Kotova, E. V. Tomina // Promising resource-saving technologies for the development of the timber industry : Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students, Voronezh, September 29, 2023. – Voronezh: Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, 2023. – pp. 104-108. – DOI 10.58168/R-STDTIC2023\_104-108. – EDN IHHCWO.

5. Tomina E., Novikova L., Kotova A., Meshcheryakova A., Krupskaya V., Morozov I., Koroleva T., Tyupina E., Perov N., Alekhina Y. ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/Zeolite Nanocomposites for Sorption Extraction of Cu<sup>2+</sup> from Aqueous Medium // AppliedChem. 2023, 3, 452-476. <https://doi.org/10.3390/appliedchem3040029>

6. Molchanova O.N., Novikova L.A., Tomina E.V. Study of sorption extraction of copper ions from model wastewater with new sorbents based on metal ferrites // Proceedings of the National Scientific and Practical Conference "Circular Economy for sustainable development of industries and territories", May 14-15, 2024, VGLTU, Voronezh– oral report by Molchanova O.N.

7. Novikova L.A., Tomina E.V., Kotova A.A., Molchanova O.N., Zhukova E.A., Doroshenko A.V., Tyupina E.A. METAL FERRITE BASED SORBENTS FOR HEAVY METAL EXTRACTION FROM AQUATIC MEDIUM // Innovations in Life Sciences: proceedings of the VI International Symposium, Belgorod, May 22-24, 2024 / ed. by A.A. Prisy. – Belgorod: Publishing house "BelGU" NRU "BelGU", 2024. – 239-240 p.

**ПРОВЕДЕНИЕ КАЧЕСТВЕННО НОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ  
МЕСТНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИГОРОДНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

**CONDUCTING QUALITATIVELY NEW GEODETIC SURVEYS OF THE TERRITORY  
IN THE SUBURBAN FORESTRY OF THE VORONEZH REGION**

**Морковин В.А.**, кандидат технических наук, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Morkovin V.A.**, Candidate of Technical Sciences, Head of Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Медведев И.Н.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Medvedev I.N.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Стородубцева Т.Н.**, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Storodubtseva T.N.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Шакирова О.И.**, старший преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Shakirova O.I.**, senior lecturer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация.** Проведены качественно новые геодезические изыскания участков местности на территории Пригородного лесничества Воронежской области, которые ранее были неизвестны. Внедрение результатов научных исследований в учебный процесс повысит качество обучения студентов.

**Abstract.** Qualitatively new geodetic surveys of areas on the territory of the Prigorodnoye forestry of the Voronezh region, which were previously unknown, were carried out. The introduction of scientific research results into the educational process will improve the quality of student education.

**Ключевые слова:** изыскания, геодезия, исследования, топоъемка.

**Keywords:** exploration, geodesy, research, topographic survey.

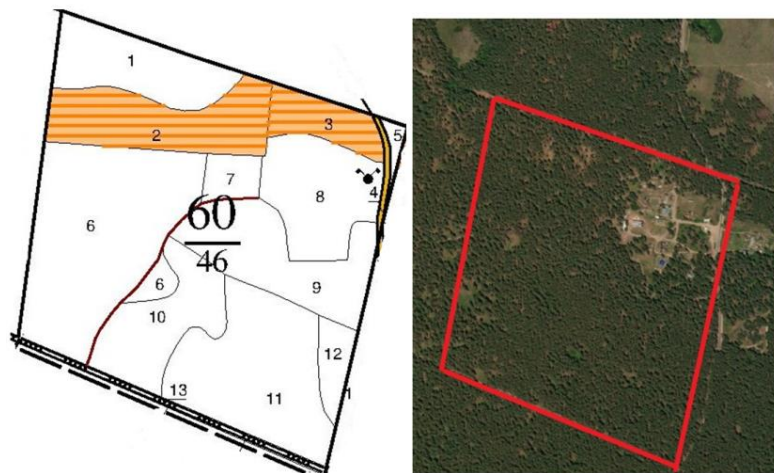
Топографическая съемка дорог – это комплекс инженерно-геодезических изысканий, целью которых является исследование местности путем наземной или воздушной съемки. Она входит в состав обязательных геодезических работ при проектировании, строительстве и реконструкции дорог разного назначения. Топо съемка позволяет получить сведения, которые являются основой инженерных изысканий для составления топографических карт (топопланов, геоподосновы) территории с детальными геодезическими измерениями. Она включает в себя комплекс работ по изучению пространства и объектов, находящихся на нем для создания топографического плана или плана местности на бумажных носителях и в цифровом виде посредством измерений расстояний, высот, углов с помощью различных инструментов (наземная съемка), а также получение изображений земной поверхности с летательных аппаратов (аэросъемка, космическая съемка).

Для проведения подробного анализа особенностей рельефа местности объектов, расположенных в пригородном лесничестве Воронежской области, было принято решение выполнить съемку заданных участков [1, 2].

Выполнение геодезических изысканий интересующих объектов состоит из следующих этапов:

- анализ имеющихся архивных геодезических материалов, по интересующим объектам (местоположение, высотные характеристики, расположение близ лежащих опорных точек геодезической сети и т.д.);
- выезд на местность поиск и привязка к опорным точкам геодезической сети по каждому объекту;
- выезд на местность и выполнение тахеометрической съемки, одновременная съемка ситуации и рельефа местности по каждому объекту;
- составление плана объекта по результатам полевых измерений, в камеральных условиях.

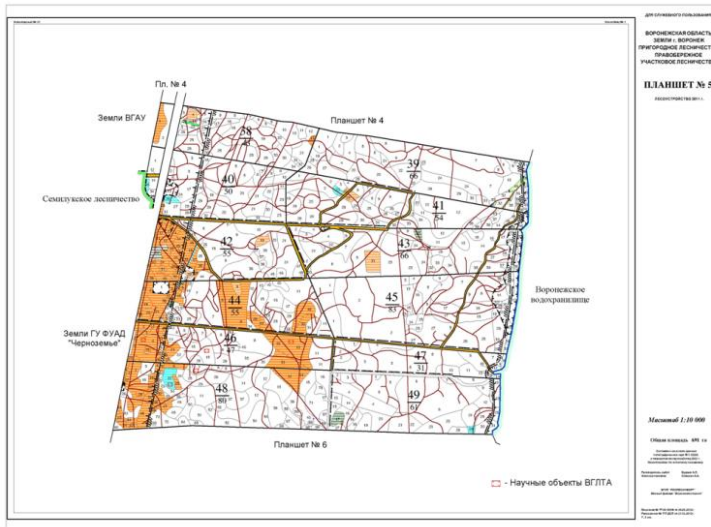
Проведен анализ имеющихся архивных геодезических материалов по интересующим объектам (рис. 1, 2).



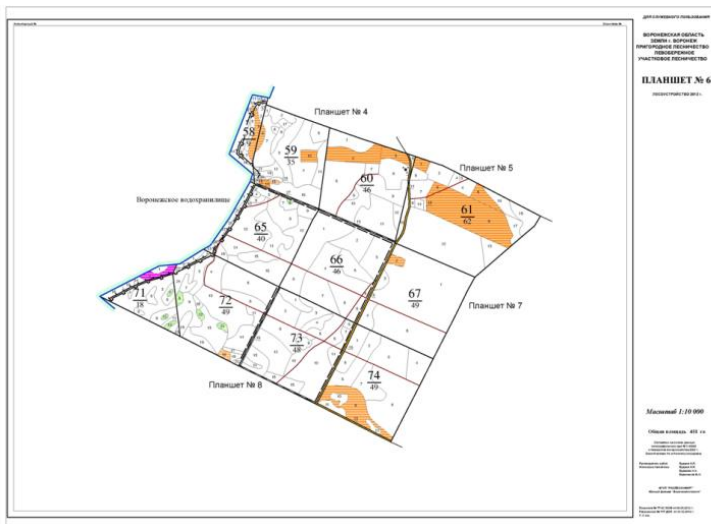
а) выкопировка лесоустроительного планшета; б) спутниковый снимок

Рисунок 1 – Схема расположения объекта исследования на территории 60 квартала Левобережного лесничества Воронежской обл. для проведения топографических работ и летно-съёмочных работ

Для изучения и анализа ландшафтных особенностей рельефа, исследованы древостои, произрастающие на территории 47 квартала Правобережного участкового лесничества (объект 1) и 33 и 60 кварталов Левобережного участкового лесничества (объекты 2 и 3) Пригородного лесничества Воронежской области. На данных объектах проведены инженерно-топографические работы [2, 3]. За основу для проведения изыскательских работ были взяты планшеты материалов лесоустройства 2012 г. и съемка со спутника (рис. 1, 2).



а)



б)

Рисунок 2 – Планшет № 5 (а), планшет № 6 (б),  
взяты для выполнения изысканий

Объект 1 расположен в границах города Воронежа, на территории нагорной дубравы Воронежской области. На объекте заложена пробная площадь, размером 1 га. Координаты центра расположения объекта – 51.741851, 39.225345. На объекте преобладают лесорастительные условия – снытьевая свежая дубрава, где кроме дуба черешчатого также произрастают ясеневые, липовые и кленовые древостои. Преобладающие почвы – серые лесные и черноземы.

На территории объекта 1 развита сеть дорог, весь участок ограничен дорогами со всех сторон, с северной стороны дорога с асфальтовым покрытием к поселку Рыбачий, с южной, восточной и западной просеки и дороги без покрытия. С восточной стороны в 100 метрах от участка расположено водохранилище. Привязка к опорной геодезической сети осуществлялась от высотнореперных точек [3].

Объект 2 расположен в Новоусманском районе, Воронежской области, на территории

Левобережного участкового лесничества. Координаты расположения центра объекта – 51.814157, 39.325521. На участке преобладают молодняки сосны и березы.

На территории объекта заложены две пробные площадки по 1 га каждая. На территории объекта слабо развита сеть дорог, участок ограничен дорогами с южной и западной стороны. Привязка к опорной геодезической сети осуществлялась от высотных реперных точек.

Рассматриваемый объект 3 расположен на территории 60 квартала Левобережного участкового лесничества Пригородного лесничества. На территории объекта заложены 3 пробные площади размером 1 га каждая. Координаты расположения центра объекта – 51.814157, 39.325521. На участке произрастают спелые сосновые насаждения. На территории квартала расположен кордон Кожевенный, соответственно развита сеть дорог, объект ограничен дорогами с восточной и южной стороны. Привязка к опорной геодезической сети осуществлялась от высотных реперных точек.

Кроме того, над территорией данного квартала осуществлен сбор геоданных и лесотаксационной информации с использованием RGB и лидарной съемки на базе БПЛА. Схема расположения объекта, над территорией которого выполнены летно-съёмочные работы, приведена на рис. 1.

На рис. 2 представлены планшеты, взятые за основу для выполнения изысканий. Суммарная площадь геодезических изысканий по всем объектам составляет 154 га.

Проведены качественно новые геодезические изыскания участков местности на территории Пригородного лесничества Воронежской области. Полученные данные были ранее неизвестны. За счет внедрения результатов научных исследований в учебный процесс - повысится уровень обучения студентов, магистрантов, аспирантов.

Полученные результаты исследования будут использоваться при создании моделей машинного обучения и моделировании основных лесоводственно-таксационных показателей насаждения.

Тахеометрическая съемка лесных участков производилась электронным тахеометром Leica TM30, так же для получения высотных отметок была задействована геодезическая спутниковая аппаратура Hiper SR, GSX2.

Привязка замкнутого тахеометрического хода выполнялась к ранее найденным геодезическим пунктам Государственной геодезической сети.

После проводилась рекогносцировка точек замкнутого тахеометрического хода на местности.

Полученные результаты обрабатывались в программном комплексе, разработанном НПФ ТОПОМАТИК г. С. Петербург, Robur версия 8.3 [2]

### **Список литературы**

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 11.02.2021 г. № 312-р). URL: <https://docs.cntd.ru/document/573658653>.



2. Цифровое моделирование рельефа : учебное пособие / И.Н. Медведев, С.М. Гоптарев, Д.П. Курдюков, А.В. Нальгачёв. – М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛУ». – Воронеж, 2023. – 100 с.

3. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия : учебник для вузов / К. Н. Макаров. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 243 с. – (Высшее образование) // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490709>.

### References

1. Strategy for the development of the forestry complex of the Russian Federation until 2030 (approved by the Order of the Government of the Russian Federation of 11.02.2021 No. 312-r). URL: <https://docs.cntd.ru/document/573658653>.

2. Medvedev I.N., Goptarev S.M., Kurdyukov D.P., Nalygachev A.V. Digital terrain modeling: study guide. – Voronezh, 2023. – 100 p.

3. Makarov, K. N. Engineering Geodesy: a textbook for universities / K. N. Makarov. - 2nd ed., corrected and add. – Moscow: Publishing House Yurait, 2022. – 243 p. – (Higher education). // Educational platform Yurait [website]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490709>.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_144-146

УДК 630\*9:658.56(075.8)

**АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ В РОССИИ**  
**ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF FOREST CERTIFICATION IN RUSSIA**

**Опара М.В.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Opara M.V.**, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Врагов С.А.**, преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Vragov S.A.**, teacher, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Опара М.А.**, воспитанник МБДОУ «Центр развития ребенка, детский сад № 138», Воронеж, Россия

**Opara M.A.**, pupil of MBDOU «Child Development Center, kindergarten № 138», Voronezh, Russia

**Аннотация:** В данной статье рассматриваются аспекты зарождения и развития лесной сертификации в России. Изучаются вопросы лесной сертификации с точки зрения принципов и механизмов, а также приводятся сведения о влиянии экономического, экологического и социального аспекта на развитие лесной отрасли. Данные аспекты позволяют разносторонне рассмотреть вопросы касающиеся населения в целом и влияния лесной сертификации на устойчивое управление лесами.

**Abstract:** This article discusses aspects of the origin and development of forest certification in Russia. The issues of forest certification are studied from the point of view of principles and mechanisms, as well as information on the impact of the economic, environmental and social aspects on the development of the forest industry. These aspects allow us to comprehensively consider issues related to the general population and the impact of forest certification on sustainable forest management.

**Ключевые слова:** экономический эффект, экспорт, лесозаготовка, лесовосстановление, устойчивое использование лесов

**Keywords:** economic effect, export, logging, reforestation, sustainable use of forests

В настоящее время вопросы бережного отношения к лесу, его сохранения в первозданном виде, лесовосстановления, занимают одну из ключевых позиций во всем мире. При всем многообразии флоры и фауны, природного богатства, лесных ресурсов, лес играет роль «легких» не только человека, но и всей планеты. Не стоит забывать, что интерес человека к лесу постоянно растет, поскольку для него, как бы это не прискорбно звучало, лес становится источником заготовки древесины, получения энергии и других

материальных благ. В связи с этим, появляются вопросы незаконной вырубке, неуправляемой эксплуатацией лесных угодий, все это постепенно приводит к истощению лесной экосистемы и более глобальным угрозам изменения климата. Одним из инструментов способствующих сохранению лесов и их устойчивому использованию является лесная сертификация.

Так что же представляет собой лесная сертификация? Лесная сертификация – это четкое управление лесными ресурсами в соответствии с определенными стандартами. Данный вид управления сохраняет биоразнообразие лесов, позволяет минимизировать антропогенное воздействие на окружающую среду, а также способствует более ответственному отношению к лесу. Что касается рассмотрения лесной сертификации с точки зрения различных систем, то здесь можно выделить экономически устойчивую систему, которая представляет собой бесперебойную работу по производству товаров и оказанию услуг, данная система позволяет четко регулировать различные сектора экономики. Экологически устойчивая система обеспечивает сохранение природных ресурсов в фиксированном положении, препятствуя истощению не возобновляемых лесных ресурсов. Социальная система способствует грамотному разделению финансового благополучия граждан.

### Список литературы

1. Указ Президента РФ "О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации": от 01.12.2016 № 642 // СПС "КонсультантПлюс". URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_207967/491d0aad1a57443c712cfd119c49c7d5291eab8/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207967/491d0aad1a57443c712cfd119c49c7d5291eab8/)
2. Stael, G.C. Carbon-13 high resolution solid state NMR study of natural fibres obtained from sugar cane without treatment and their composites with EVA/ G.C Stael, J.R.M D'Almeida, S.M.C de Menezes, M.I.B Tavares //J. Polymer Test-ing. – 1998. – Vol. 17. – N. 3. – P. 147-152.
- 3 Formation of mechanisms for creating innovative national polygons / Tretyakova L.A., Azarova N.A., Opара M.V., Lavrikova N.I., Tsvyrko A.A.// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 3, Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection. Сер. "III International Scientific and Practical Conference "Actual Problems of the Energy Complex: Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection"" 2021. С. 012066.
4. Poskrobko, S. Biofuels. Part II. Thermogravimetric research of dry de-composition / S. Poskrobko, D. Krol // J. Therm. Anal. Calorim. – 2012. – V. 109. № 2. – P. 629-638.
5. Опара, М. В. Метод рационального использования природных ресурсов в производстве строительных материалов / М. В. Опара, М. Л. Шабанов // Journal of Agriculture and Environment. - 2023. - № 12 (40). - eLIBRARY.

### References

1. Decree of the President of the Russian Federation "On the strategy of scientific and technological development of the Russian Federation": dated December 1, 2016 No. 642 // SPS

"ConsultantPlus". URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_207967/491d0aad1a57443c712cfd119c49c7d5291eab8/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207967/491d0aad1a57443c712cfd119c49c7d5291eab8/).

2. Stael, G.C. Carbon-13 high resolution solid state NMR study of natural fibers obtained from sugar cane without treatment and their composites with EVA / G.C Stael, J.R.M. D'Almeida, S.M.C. de Menezes, M.I.B. Tavares // J. Polymer Testing. – 1998. – Vol. 17. – N. 3. – P. 147-152.

3. Formation of mechanisms for creating innovative national polygons / Tretyakova L.A., Azarova N.A., Opara M.V., Lavrikova N.I., Tsvyrko A.A. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 3, Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection. Ser. "III International Scientific and Practical Conference "Actual Problems of the Energy Complex: Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection"" 2021. P. 012066.

4. Poskrobko, S. Biofuels. Part II. Thermogravimetric research of dry de-composition / S. Poskrobko, D. Krol // J. Therm. Anal. Calorim. – 2012. – V. 109. No. 2. – P. 629-638.

5. Opara, M. V. Method of rational use of natural resources in the production of building materials / M. V. Opara, M. L. Shabanov// Journal of Agriculture and Environment. - 2023. - № 12 (40). - eLIBRARY.

**ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ  
PRINCIPLES OF ENSURING THE ACCURACY OF GEODESIC WORKS  
IN THE RECONSTRUCTION OF HIGHWAYS**

**Пеньков В.А.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Penkov V.A.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Морковин В.А.**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Morkovin V.A.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Стородубцева Т.Н.**, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Storodubtseva T.N.**, Doctor of Technical Sciences, Head of Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Ни Гуанцун**, Шаньдунский транспортный университет, дорожно-транспортный факультет, инженер кафедры гражданского строительства и архитектуры, г. Цзинань, провинция Шаньдун

**Ni Guangcun**, Shandong Jiaotong University, School of Highway and Transportation, Engineer, Department of Civil Engineering and Architecture, Jinan, Shandong Province

**Аннотация.** Рассмотрены принципы изменения требований к точности геодезических работ во всех процессах жизненного цикла автомобильной дороги. Показано, что вопросы нормирования точности геодезических работ в строительстве являются проблемными, требующими всестороннего анализа как с технической, так и с экономической точки зрения, и задачи научного обоснования допусков на геодезические работы необходимо решать комплексно, так как эта область исследований находится на стыке ряда научных дисциплин. Предложены модели системы систем обеспечения точности, соответствующие разным качественным состояниям надсистемы. ВАДС, ее подсистем и элементов, учитывающих конструктивные особенности реконструированных автомобильных дорог, специфику технологии строительных работ, условия движения,

необходимость определения параметров существующей дороги и наиболее полного ее использования.

**Abstract.** The principles of changing the requirements for the accuracy of geodetic works in all processes of the life cycle of a highway are considered. It is shown that the issues of standardizing the accuracy of geodetic works in construction are problematic, requiring a comprehensive analysis from both a technical and an economic point of view, and the tasks of scientific substantiation of tolerances for geodetic works must be solved comprehensively, since this area of research is at the junction of a number of scientific disciplines. The models of the system of systems for ensuring accuracy corresponding to different qualitative states of the supersystem are proposed. VADS, its subsystems and elements, taking into account the design features of reconstructed highways, the specifics of construction technology, traffic conditions, the need to determine the parameters of the existing road and its most complete use.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, геодезические работы, реконструкция, геометрические параметры, система обеспечения точности.

**Keywords:** highway, geodetic works, reconstruction, geometric parameters, accuracy system.

Вопросы нормирования точности геодезических работ в строительстве требуют всестороннего анализа как с технической, так и с экономической точки зрения. Установлено, что расчет точности геодезических работ не будет обоснован, пока не будет научно обоснованных строительных допусков. Обоснование допусков в строительстве является большой проблемой, которая выходит за пределы компетенции геодезии, но при теоретических и экспериментальных исследованиях для нее решение необходимо опираться на известные закономерности и методы, которые изучаются в геодезии. Поэтому задача научного обоснования допусков на геодезические работы необходимо решать комплексно, так как эта область исследований находится на стыке ряда научных дисциплин [1-2].

Таким образом, для нормирования допустимых геодезических погрешностей информации во всех ее видах необходимо наличие научно обоснованных допустимых суммарных и частичных отклонений геометрических параметров

Анализ развития требований к точности геометрических параметров (ГП) и геодезических работ (ГР) в дорожном строительстве выявил тенденцию к увеличению полноты учета различных факторов, влияющих на точность. Отмечено существование оптимального значения точности, которое зависит от качественного уровня дорожного строительства и требует периодического обновления норм точности.

Современные технологические процессы проектирования и строительства линейных сооружений ужесточают требования к точности и надежности определения их исходных пространственных параметров, значения которых определяются геодезическими методами и средствами. Она должна решаться на основе определения уровня рационального воздействия погрешностей геодезических работ на точность строительных, транспортно-эксплуатационных и экономических параметров проекта и реальной инженерной постройки [3-7].

Предложено для получения оптимальных требований к точности геодезических работ во всех процессах жизненного цикла автомобильной дороги изменение обоснования требований к точности геодезических работ связать с изменениями нормативов точности геометрических параметров на основе системного подхода.

При этом необходимо в оптимальном для реконструкции объеме учитывать объективно существующие межсистемные и межэлементные связи в системе «водитель – автомобиль – дорога – среда» (ВАДС).

В зависимости от стадии создания дороги, учитываются: требования технико-экономических расчетов; точность определения геометрических параметров в проектных расчетах; влияние их изменений на скорость движения и точность определение объемов и стоимости земляных работ; необходимость возможно полного использования существующей дороги.

Предложена концепция определения необходимости пересмотра требований к точности геодезических работ и методов их выполнения, как основа мониторинга точности с целью обеспечения рационального функционирования системы геодезической информации в строительстве. Для учета особенностей разных состояний технологии формообразования предложено несколько моделей системы обеспечения точности (СОТ).

При использовании системного подхода для разработки СОТ формальная постановка задачи состоит в том, что в системе ВАДС с конечным количеством элементов, которые являются источником требований к точности геометрических параметров, создана специальная подсистема. Она обеспечивает выполнение требований по минимальным затратам, то есть выдает рациональные требования к точности геометрических параметров ГП.

Общая стратегия обоснования допустимых геометрических отклонений параметров: суммарное рациональное влияние изменений геометрических параметров на величину суммарного изменения исходного показателя функционирования нормирующей системы более высокого уровня должны быть рационально малыми по сравнению с суммарным влиянием на те же характеристики отклонений негеометрических характеристик. Рациональными считаются такие отклонения геометрических параметров, при которых целевая функция достигает максимального значения при заданных ресурсах.

С повышением уровня развития дорожного строительства и расширением возможностей средств и методов геодезических работ меняется оптимальная точность геометрических параметров и, соответственно, возникает необходимость переосмысления и обновления требований к точности геодезических работ.

Поэтому другим подходом к обоснованию допустимых геодезических погрешностей работ есть использование допустимых отклонений технологических параметров и строительных допусков

В соответствии с концепцией разработаны модели СОТ в составе подсистем обоснования допустимых отклонений геометрических параметров (ДОГП), которые использованы для обоснования точности геодезических работ в подсистеме точности геодезических работ (ТГР).

Различным качественным состояниям дороги, соответствующим стадиям ее создания, поставлены в соответствие разные по структуре модели системы ВАДС от предельно свернутой М1, соответствующей 1-му классификационному уровню, на стадии ТЭО, вплоть до полностью развернутой (4-й уровень) для реального объекта.

Изменение уровня системы сопровождается изменением роли и значимости геометрических параметров от уровня системы в модели М1 до уровня элемента системы Д в модели М4. Это обусловлено тем, что в систему вводятся параметры, ранее не учитывались и влияние которых в данной модели на исходные показатели функционирования ВАДС соответствующий воздействию системы "геометрические параметры" и превосходит его.

Использование предложенных понятий состояния системы и соответствующих им моделей ВАДС и ВГП, способствует поступлению на вход системы отклонений геометрических параметров корректных требований. При этом разработка моделей и структуры ВАДС и ее подсистем Д, ГП происходит путем многократного пересмотра условий, требований и решений, но каждый раз на новом, более высоком качественном или организационном уровне.

Предложены модели системы СОТ, соответствующие разным качественным состояниям надсистемы. ВАДС, ее подсистем и элементов, учитывающих конструктивные особенности реконструированных автомобильных дорог, специфику технологии строительных работ, условия движения, необходимость определения параметров существующей дороги и наиболее полного ее использования.

В качестве исходного показателя функционирования ВАДС в различных моделях принимаются: суммарные издержки, величины допустимых отклонений геометрических параметров в техническом проекте, скорость движения, нормативные допуски СНиП, определяющие точность формообразования земляного полотна и дорожных одежд, нормативных отклонений геометрических параметров, зависящих от точности строительных технологических процессов.

Это дает возможность использовать научно обоснованные и апробированные значения отклонений, отражающих и перспективное состояние строительного производства, а при необходимости могут быть уточнены на основе исследований.

Самые высокие требования к точности геодезических работ устанавливаются на основе допустимых величин смещения проектируемой оси относительно оси существующей дороги, после разбивки кривой по элементам, определенным в результате съемки.

Таким образом, геодезические работы для реконструкции автомобильных дорог на всех стадиях, и особенно на завершающих, должны выполняться с более высокой, чем при новом строительстве, точностью [2, 8].

Точность отдельных процессов геодезических измерений в значительной степени зависит от соответствия формообразующих линий проектному положению, качеству формообразование существующей дороги и геометрической схемы измерений [9-10].

Предлагаемые модели СОТ могут быть использованы для обновления допустимых отклонений геометрических параметров и требований к точности геодезических работ на



разных стадиях создания дорог в различных технологических схемах изысканий и в ряде других задач, связанных с определением геометрических параметров существующих дорог.

### Список литературы

1. Цветков, В.Я. Геодезическое обеспечение как сложная система / В.Я. Цветков, В.В. Ознамец, В.Н. Филатов // Информация и космос. 2019. – № 2. – С. 88-92.
2. Ознамец В.В., Цветков В.Я. Геодезическое обеспечение строительства / В.В. Ознамец, В.Я. Цветков // Славянский форум. – 2019. – 2(24). - С. 137-141.
3. Гержула, Б.И. Геодезия в промышленном и жилищно-гражданском строительстве / Б.И. Гержула. - М.: Госгеолтехиздат, 1963. – 240 с.
4. Лютц, А.Ф. Разбивка крупных сооружений / А.Ф. Лютц. – М. : Недра, 1969. – 242 с.
5. Сытник, В.С. Основы расчёта и анализа точности геодезических измерений в строительстве. (ЦНИИОМТП). М., Стройиздат, 1974. - 192 с.
6. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам / под ред. В.Д. Большакова, Г.П. Левчука. – М.: Недра, 1980. – 647 с.
7. Ганьшин, В. Н. Зависимость точности измерений от функциональных допусков / В. Н. Ганьшин // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 1980. – № 4. – С. 36–37.
8. Мюллер, Г. Основы трассирования и разбивка автомобильных и железных дорог / пер. с нем. В. А. Федотова. – М.: Транспорт, 1990. – 239 с.
9. Развитие геодезических изысканий для реконструкции автомобильных дорог / В. А. Пеньков, Т. Н. Стородубцева, В. А. Морковин, Мохаммед Мостафа Махмуд аль-Шами // Перспективные ресурсосберегающие технологии развития лесопромышленного комплекса : матер. Междунар. науч.-практ. конференции молодых ученых и студентов, Воронеж, 29 сентября 2023 г. / отв. ред. Т. Н. Стородубцева, Э. А. Черников ; ВГЛТУ. – Воронеж, 2023. – С. 7-12.
10. Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. II / А.П. Васильев, В.К. Апестин, В.И. Баловнев [и др.] ; под ред. А.П. Васильева. – Москва: Информавтодор, 2004. – 507 с.

### References

1. Tsvetkov, V. Ya. Geodetic support as a complex system / V. Ya. Tsvetkov, V. V. Oznamets, V. N. Filatov // Information and space. 2019.- No. 2. - P. 88-92.
2. Oznamets V.V., Tsvetkov V. Ya. Geodetic support of construction / V. V. Oznamets, V. Ya. Tsvetkov // Slavic forum. - 2019. - 2 (24). - P. 137-141.
3. Gerzhula, B. I. Geodesy in industrial and housing and civil construction / B. I. Gerzhula - M. : Gosgeoltekhizdat, 1963. - 240 p.
4. Lutz, A.F. Layout of large structures / A.F. Lutz. - M.: Nedra, 1969. - 242 p.
5. Sytnik V.S. Fundamentals of Calculation and Analysis of the Accuracy of Geodetic Measurements in Construction. (TsNIIOMTP). M., Stroyizdat, 1974. - 192 p.

6. Reference Guide to Engineering and Geodetic Work / Ed. V.D. Bolshakov, G.P. Levchuk. - M.: Nedra, 1980. - 647 p.

7. Ganshin, V. N. Dependence of measurement accuracy on functional tolerances / V. N. Ganshin // News of universities. Geodesy and aerial photography. -1980. - No. 4. - P. 36-37.

8. Müller, G. Fundamentals of routing and breakdown of roads and railways / Translated from German by V. A. Fedotov. - Moscow: Transport, 1990. - 239 p.

9. Development of geodetic surveys for the reconstruction of highways / V. A. Penkov, T. N. Storodubtseva, V. A. Morkovin, Mohammed Mostafa Mahmud al-Shami // Promising resource-saving technologies for the development of the forestry complex: materials of the International scientific and practical conference of young scientists and students, Voronezh, September 29, 2023 / ed. T. N. Storodubtseva, E. A. Chernikov; VSTU. - Voronezh, 2023. - P. 7-12.

10. Reference encyclopedia of the road builder (RER). T. II / A.P. Vasiliev, V.K. Apestin, V.I. Balovnev et al., ed. A.P. Vasilyeva. Moscow: Informavtodor, 2004. - 507 p.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_153-157

УДК 625.7:528

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТАХ**  
**ASSESSMENT OF THE QUALITY OF FORMATION DURING EARTHWORKS**

**Пеньков В.А.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Penkov V.A.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Морковин В.А.**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Morkovin V.A.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Стородубцева Т.Н.**, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Storodubtseva T.N.**, Doctor of Technical Sciences, Head of Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация.** В работе рассматривается влияние отклонений геометрических параметров при земляных работах и условий местности на точность определения площади поперечных сечений в дорожном строительстве. Обосновано детальное рассмотрение точности процессов, определяющих качество формообразования при выполнении земляных работ во всем их разнообразии. Рассмотрены возможные подходы к оценке качества формообразования объектов. Предлагается для оценки величины отклонений в плановом и высотном положении точек поперечного сечения земляного полотна в качестве предельных отклонений использовать строительные допуски. Показано, что крутизна косогора и рабочие отметки могут существенно влиять на относительные изменения площади поперечного сечения, необходим учет условий выполнения работ на всех промежуточных этапах. Представлены зависимости для определения относительных изменений площади поперечного сечения учитывают влияние рабочей отметки, крутизны откоса и уклона косогора.

**Abstract.** The paper examines the influence of deviations in geometric parameters during excavation work and terrain conditions on the accuracy of determining the cross-sectional area in road construction. A detailed examination of the accuracy of the processes that determine the quality of shaping during excavation work in all their diversity is substantiated. Possible approaches to assessing the quality of shaping of objects are considered. It is proposed to use construction tolerances as limit deviations to assess the magnitude of deviations in the planned

and altitude position of cross-sectional points of the roadbed. It is shown that the steepness of the slope and working marks can significantly affect the relative changes in the cross-sectional area. It is necessary to take into account the conditions of work at all intermediate stages. The obtained dependencies for determining the relative changes in the cross-sectional area take into account the influence of the working mark, slope steepness and hill slope. They can be used to standardize the requirements for the quality of shaping and initial information when designing slopes in different conditions, including when designing the roadbed of highways.

**Ключевые слова:** строительство, дороги, геометрические параметры, геодезические работы, земляные работы, качество формообразования, откос, косогор

**Keywords:** construction, roads, geometric parameters, geodetic work, earthworks, quality of shaping, slope, hillside

Вопрос качества формообразования в дорожном строительстве актуален на протяжении многих лет. Объектом исследования является как макроуровень – дорога в целом, так и микроуровень – ее отдельные элементы, параметры и изменение отдельных показателей геометрических параметров (например, ровность) [1]. Существенные изменения в технологии проектирования, земельно-правовых отношениях и нормах охраны окружающей среды требуют анализа соответствия действующим нормам и правилам, современным технологиям проектирования земляных работ [1-4]. В процессе проектирования земляных работ решаются задачи определения, объемов и стоимости земляных работ площади участка и стоимости земли, занятой сооружением. Совершенствование техники и технологии выполнения земляных работ требует повышения качества проектно-изыскательских работ, и новых подходов к информационным потребностям, и виду действующих нормативов.

Таким образом, необходимо детальное рассмотрение точности процессов, определяющих качество формообразования при выполнении земляных работ во всем их разнообразии, разработка требований к качеству создания откосов как элементов, требующих специальных приемов формообразования и методика его оценки. Необходимость изменений требований к качеству формообразования откосов в разных условиях обусловлена: изменением уровня влияния отдельных факторов на точность формообразования, площади поперечного пересечения откосов в процессе формообразования, требования к информации о местности при проектировании откосов на разных этапах.

Формообразование при земляных работах происходит как превращение геометрической информации из символического вида в естественный – это процесс придания строительным материалам заданной формы и размера объекта в установленном месте. При этом вследствие искажения геометрических параметров на всех этапах формообразования при сдаче в эксплуатацию объект имеет суммарное искажение формы. Формообразование земляного полотна (и откосов) проходит стадии изысканий, проектирования, выноса в натуру, строительства, как при новом строительстве, так и при реконструкции. На всех промежуточных этапах требования к качеству формы земляного полотна должны учитывать предназначение, способность сохранять приданную форму,

стоимость, значимость, долговечность, эстетические требования и другие характеристики объекта. Все это требует наличия информации, обладающей соответствующими свойствами и качеством [1–3].

Предлагается качество формообразования откосов оценивается с помощью интегрального и частных показателей. При этом интегральный показатель – величина отклонения от проектной стоимости земляных работ на стадии приемки в эксплуатацию. Частные показатели – точность положения границ откосов, определение площадей и стоимости земли под земляным полотном и др. Влияние отклонений геометрических параметров на итоговый показатель качества должно быть рационально соразмерным с влиянием отклонений, вызванных строительно-технологическими факторами. Для оценки величины отклонений в плановом и высотном положении точек поперечного сечения земляного полотна в качестве предельных отклонений использовать научно обоснованные и апробированные отклонения – строительные допуски [1, 2].

Они определяют точность формообразования на завершающем этапе и позволяют задавать соотношение между допусками на разных этапах, являясь итоговыми величинами процесса формообразования, и в значительной степени отражают текущее состояние строительного производства, обладают определенной стабильностью. Значительное их изменение невозможно без существенного изменения в технологии строительства.

Для достижения необходимого качества формообразования на завершающем этапе необходимы обоснованные, согласованные между собой оптимальные отклонения на всех предыдущих стадиях. Поэтому, исходя из допустимой ошибки определения объемов и площадей поперечного сечения на завершающих стадиях, можно установить допустимые отклонения в данных на разных этапах проектирования и строительства.

Рассмотрены изменения формы поперечного пересечения откосов при строительстве до стадии приемки в эксплуатацию. Реальная форма поперечного сечения создается в несколько этапов. Суммарное изменение формы допускается при условии

$$\Delta S_f \leq \Delta S_{opt} ,$$

где  $\Delta S_f$  – фактическое изменение площади поперечного сечения;  $\Delta S_{opt}$  – изменение площади, оптимальное при существующем уровне строительного производства.

На стадии приемки в эксплуатацию качество геометрических параметров оценивается по величине отклонения реальных величин от проектных значений.

Для земляных работ устанавливаются допустимые отклонения: расстояния между осью и бровкой – 0,1 м; высот точек – 0,05 м; поперечного уклона –  $mi_1 = 0.010$ ;  $mi_2 = 0.1i_2$  – крутизна откоса [1-2]. При оценке влияния изменений отдельных параметров на суммарную величину изменения площади получены зависимости для определения элементарных искажений и установлены соотношения между ними. Начальными величинами при определении площади поперечного сечения являются рабочая отметка  $h$ , заложение откоса  $l$ , уклон откоса  $i_2$ .

Площадь поперечного сечения определяется по формуле

$$S = h^2 / 2d, \quad (1)$$

где  $d = i_2 - i_1$ ;  $i_1$  - уклон косогора;  $i_2$  - уклон откоса.

Суммарное изменение площади поперечного сечения:

$$MS_{sum}^2 = ms^2(b) + ms^2(i_1) + ms^2(h) + ms^2(i_2), \quad (2)$$

где  $ms(b)$  - средние квадратические значения изменений площади поперечного сечения, вызванные изменениями соответствующих геометрических параметров.

Относительное изменение площади поперечного сечения при совместном действии изменений параметров можно определить по формуле

$$MS_{ot}^2 = \left(2\frac{mh}{h}\right)^2 + \left(\frac{mi_2}{2d}\right)^2 + \left(\frac{mi_1}{2d}\right)^2 + \left(mb\frac{d}{h}\right)^2. \quad (3)$$

Зависимости для определения элементарных абсолютных и относительных изменений площади получены на основе (2) и (3).

Учитывая, что возможные уклоны косогора местностей могут составлять  $i_2 = 0.333 - 1.000$ , при уклонах откосов  $i_1 = 0.000 - 0.300$ , значение разности уклонов  $d$  может изменяться в широких пределах от 0,200 до 1,300.

Для оценки суммарного относительного изменения площади откоса при различных значениях рабочих отметок  $h$  и уклонов  $i$  получена универсальная зависимость (4). Она учитывает численные значения допустимых отклонений (2) и (3).

$$MS_{ot} = 0,10 \sqrt{\frac{(d^2 + 0.25i_2^2 \cdot h^2 + 0.0006h^2 + d^4)}{h^2 \cdot d^2}}. \quad (4)$$

При отсутствии поперечного уклона рекомендовано (5):

$$MS_{ot}^1 = 0,10 \sqrt{\frac{(i^2 + 0.25i^2 \cdot h^2 + 0.0006h^2 + i^4)}{h^2 \cdot i^2}}. \quad (5)$$

Анализ (4), (5) показывает, что изменение площади поперечного сечения зависит как от рабочей отметки, так и от разности уклонов. При этом наиболее интенсивное изменение имеет место при  $0.2 < d < 0.6$ . При малых рабочих отметках  $h$  м и разности уклонов, смена площади практически одинакова. Характер изменения  $MS_{ot}$  различен для малых (м) и значительных рабочих отметок. При  $d \approx 0.6$  и малых рабочих отметках,  $MS_{ot}$  минимально.

Следовательно, для малых рабочих отметок необходимо более детальное рассмотрение влияния косогорности. Таким образом, крутизна косогора и рабочие отметки могут существенно влиять на относительные изменения площади поперечного сечения. Это является свидетельством того, что для обеспечения оптимальности и преемственности требований к точности информации на необходимый учет условий выполнения работ на всех промежуточных этапах.

### Список литературы

1. СП 126.13330.2012. (Свод правил). Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84. – Введ. 1.01.2013. – М. : «Росстандарт». – 98 с.
2. СП 34.13330.2012. (Свод правил). Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85. – Введ. 01.07.2013. – Минрегион развития РФ. – 110 с.
3. Столбов, Ю. В. Анализ методов расчета точности геодезического контроля, высотного положения оснований и покрытий автомобильных дорог / Ю. В. Столбов, С. Ю. Столбова, Д. О. Нагаев // Вестник СибАДИ. – 2012. – Вып. 2 (24). – С. 69-73.

### References

1. SP 126.13330.2012. (Code of Practice). Geodetic Works in Construction. Updated version of SNiP 3.01.03-84. – Introduced on 01.01.2013. – М.: "Rosstandart". – 98 p.
2. SP 34.13330.2012. (Code of Practice). Motorways. Updated version of SNiP 2.05.02-85. – Introduced on 01.07.2013. – Ministry of Regional Development of the Russian Federation. – 110 p.
3. Stolbov, Yu. V. Analysis of Methods for Calculating the Accuracy of Geodetic Control, the Elevation Position of Foundations and Pavements of Motorways / Yu. V. Stolbov, S. Yu. Stolbova, D. O. Nagaev // Bulletin of SibADI. – 2012. – Issue 2 (24). – P. 69-73.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_158-162

УДК 674

**ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ  
РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ И ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ РОССИИ**  
PROBLEMS, PROSPECTS AND STRATEGIC DIRECTIONS OF DEVELOPMENT  
OF THE RUSSIAN FORESTRY AND WOOD PROCESSING INDUSTRIES

**Поздняков В.А.**, магистрант группы ТЛК4-231-ОМ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Pozdnyakov V.A.**, undergraduate student of TLK4-231-OM group, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Ищенко Т.Л.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Ishchenko T.L.**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Апанасевич К.Н.**, магистрант группы ТЛК4-231-ОМ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Apanasevich K.N.**, undergraduate student of TLK4-231-OM group, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** В работе освещены современные проблемы лесной и деревоперерабатывающих отраслей России. Причины их появления и перспективы решения. Рассмотрены основные направления и подходы к успешному развитию лесопромышленного комплекса страны.

**Abstract:** The paper highlights the current problems of the Russian timber processing industry. The reasons for their appearance and the prospects for a solution. The main directions and approaches to the successful development of the timber industry of the country are considered.

**Ключевые слова:** проблемы, леса, восстановление, сырьё, отрасли, переработка

**Keywords:** problems, forests, restoration, raw materials, industries, processing

Леса играют ключевую роль в экосистеме, выполняя множество жизненно важных функций, среди которых можно выделить поглощение углекислого газа, регулирование водного баланса и предотвращение эрозии почвы. Они служат домом для разнообразных видов флоры и фауны, тем самым способствуя поддержанию биологического разнообразия. В России леса занимают более 20 % от всех мировых лесных массивов, делая страну одним из лидеров по лесным ресурсам. Однако, несмотря на это, российский



лесной комплекс сталкивается с рядом серьезных проблем, таких как изменение климата, увеличение риска возникновения лесных пожаров, распространения вредителей и ухудшения состояния лесных массивов, которые затрудняют их рациональное использование и защиту. Вопросы управления лесами, восстановления лесных массивов после вырубки, а также технологические и экологические проблемы в деревообрабатывающей промышленности являются одними из самых актуальных вызовов для страны [1].

Одной из наиболее серьезных проблем лесного хозяйства в России является отсутствие достоверной информации о состоянии лесов. Многие лесные участки не подвергаются регулярным обследованиям, что делает их управление неэффективным. Без актуальных данных невозможно планировать рациональную вырубку лесов, организовывать работы по восстановлению лесов или предотвращать экологические катастрофы, такие как лесные пожары [2].

Кроме того, существует проблема низкой интенсивности заготовки древесины. Несмотря на то, что Россия обладает обширными лесными ресурсами, ежегодный объем заготовки древесины составляет лишь 25-30% от потенциального объема. Это связано с недостаточным развитием инфраструктуры, в частности лесовозных дорог. Например, в Финляндии на одну тысячу гектаров лесов приходится около 42 километров дорог, тогда как в России всего 12 километров. Отсутствие транспортной сети делает многие лесные участки недоступными для заготовки, что приводит к чрезмерной эксплуатации доступных лесов, и как следствие, нанесение им вреда [2].

Лесная промышленность в России сталкивается с рядом технологических проблем, которые ограничивают её эффективность и экологическую устойчивость. Одной из таких проблем является низкий уровень переработки древесного сырья. В процессе заготовки и обработки древесины образуется значительное количество отходов, которые не используются повторно. Это приводит к тому, что из одного дерева извлекается меньше пользы, чем могло бы быть при более рациональном подходе. Недостаток современных технологий и оборудования в лесопромышленном комплексе также приводит к увеличению затрат на производство и снижению производительности [3].

Вместе с тем, не будем забывать, что деревообрабатывающая промышленность сама по себе оказывает негативное влияние на окружающую среду. Например, предприятия этой отрасли являются крупными потребителями воды, ежегодно используя около 2 миллиардов кубометров пресной воды, что составляет около 45% от общего водопотребления промышленного сектора страны. При этом вода часто загрязняется вредными веществами, такими как фенолы, нефтепродукты, формальдегиды и другие химические соединения, которые выбрасываются в окружающую среду [3].

Одним из наиболее значительных экологических рисков является загрязнение воды и воздуха. Деревообрабатывающая промышленность ежегодно сбрасывает в окружающую среду огромное количество загрязняющих веществ, включая диоксид серы, оксиды азота, твердые частицы и углеродные соединения. Кроме того, вырубка лесов без надлежащих восстановительных работ может привести к деградации земель и разрушению экосистем.

Леса, особенно в северных регионах, играют важную роль в поддержании водного баланса, и их исчезновение может негативно сказаться на климате и водных ресурсах.

Для успешного разрешения проблем лесной и деревоперерабатывающих отраслей России, необходимо внедрять комплексные подходы, которые будут учитывать как экономические, так и экологические аспекты. Одним из ключевых решений является совершенствование технологий переработки древесины, использование более эффективных методов переработки, а также повторное использование отходов, может значительно снизить нагрузку на лесные ресурсы и уменьшить объем вырубок [4].

Кроме того, необходимо инвестировать в создание инфраструктуры для заготовки и транспортировки древесины, включая строительство новых лесовозных дорог и модернизацию существующих. Это позволит увеличить объем заготовки древесины на тех участках, которые в настоящее время недоступны для эксплуатации.

Важным направлением является развитие лесовосстановительных технологий. Для этого необходимо внедрять новые методы посадки лесов, учитывать местные климатические условия и биологическое разнообразие, а также повышать качество посадочного материала. Важным аспектом является также улучшение системы мониторинга состояния лесов, что позволит своевременно реагировать на изменения в экосистемах и предотвращать экологические катастрофы [3].

Вопросы совершенствования лесной и деревоперерабатывающих отраслей остаются актуальными на фоне глобальных экологических вызовов. Внедрение новых технологий способно не только повысить экономическую эффективность сектора, но и минимизировать вредное воздействие на природу. Одной из ключевых стратегий развития является переход к глубокой переработке древесины и отходов лесозаготовок. В скандинавских странах около 85% заготовленной древесины перерабатывается в продукцию с высокой добавленной стоимостью, в то время как в России этот показатель составляет лишь около 20% [5].

Глубокая переработка позволяет производить мебель, бумагу, картон, строительные материалы и биотопливо, снижая тем самым зависимость от сырьевого экспорта. Строительство новых перерабатывающих заводов и модернизация существующих предприятий является стратегически важной задачей для повышения конкурентоспособности российской лесной промышленности на мировом рынке.

Для успешного развития лесного комплекса необходимо активное участие государства. Государственная политика должна быть направлена на поддержку модернизации предприятий, внедрение новых технологий и создание благоприятных условий для инвестиций. Важную роль играют также правовые и регуляторные меры, направленные на борьбу с незаконной вырубкой лесов и улучшение системы управления лесными ресурсами [5].

Одним из ключевых шагов в этой области является создание цифровых систем мониторинга лесов. Использование спутниковых снимков и дронов для контроля состояния лесов может значительно повысить эффективность управления ресурсами и предотвратить незаконную вырубку. Современные технологии также позволяют

отслеживать изменения в экосистемах, оценивать риски пожаров и следить за восстановлением лесных участков.

Россия обладает огромными лесными ресурсами, которые при правильном управлении могут стать важным фактором экономического роста и экологической устойчивости. Модернизация лесопромышленного комплекса, внедрение новых технологий и повышение квалификации кадров - все это ключевые шаги на пути к успешному будущему лесной и деревоперерабатывающих отраслей [4].

Для того чтобы сохранить и приумножить лесные богатства России, необходимо развивать стратегическое планирование, улучшать инфраструктуру и привлекать частные инвестиции в лесной сектор. При этом важно помнить о необходимости сохранения природы для будущих поколений и соблюдать баланс между экономическими интересами и экологической ответственностью [6].

Сохранение лесов и их рациональное использование требуют скоординированных усилий государства, бизнеса и общества. Только совместными усилиями можно достичь устойчивого развития лесной и деревоперерабатывающей отраслей, которые станут основой для экологически чистой экономики и источниками стабильного дохода для страны [6].

### Список литературы

1. Безрукова Т.Л., Солопанов М.С., Коломыцев А.В. Экологические проблемы в лесной и деревообрабатывающей промышленности // Воронежская государственная лесотехническая академия. 2014. – URL: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014002792>.
2. Шевчук Д.Н. Лесные ресурсы: проблемы и задачи // Гео-Сибирь. 2011. Т. 3. № 1. С. 120-123. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17936745>.
3. Крупко А.Э. Проблемы лесовосстановления и устойчивое развитие России // Экологические проблемы использования горных лесов. Материалы II Международной научно-практической конференции. Краснодар, 2023. С. 225-230. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60165224>.
4. Матыгулина В.Н., Безруких Ю.А., Рубинская А.В., Медведев С.О. Влияние технико-экономических факторов на эффективность управления лесопромышленными предприятиями // Российский экономический интернет-журнал. 2016. № 4. С. 36. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24291903>.
5. Безруких Ю.А., Медведев С.О., Алашкевич Ю.Д., Мохирев А.П. Совершенствование системы управления лесопромышленным предприятием в условиях устойчивого развития экономики. Красноярск, 2015. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34941961>.
6. Титов Е.В. Природа леса и лесовосстановление // Устойчивое лесопользование. 2017. № 3 (51). С. 2-5. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34958206>.

### References

1. Bezrukova T.L., Solopanov M.S., Kolomytsev A.V. Environmental issues in forestry and woodworking industry // Voronezh State Forest Engineering Academy. 2014. URL: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014002792>.
2. Shevchuk D.N. Forest resources: issues and tasks // Geo-Siberia. 2011. Vol. 3, No. 1. Pp. 120-123. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17936745>.
3. Krupko A.E. Issues of forest restoration and sustainable development of Russia // In the collection: Environmental issues of mountain forest use. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. Krasnodar, 2023. Pp. 225-230. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60165224>.
4. Matygulina V.N., Bezrukikh Yu.A., Rubinskaya A.V., Medvedev S.O. Influence of technical and economic factors on the efficiency of forest industry enterprises management // Russian Economic Internet Journal. 2016. No. 4. P. 36. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24291903>.
5. Bezrukikh Yu.A., Medvedev S.O., Alashkevich Yu.D., Mokhiev A.P. Improving the management system of a forestry enterprise in the context of sustainable economic development // Krasnoyarsk, 2015. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34941961>.
6. Titov E.V. Forest nature and reforestation // Sustainable forest management. 2017. No. 3 (51). P. 2-5. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34958206>.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_163-168

УДК 630\*323.12

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВАРИАНТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕЛЕВКИ  
В УСЛОВИЯХ МАЛОЛЕСНЫХ РАЙОНОВ**  
TECHNOLOGICAL OPTIONS FOR CARRYING OUT SKIDDING  
IN LOW-FORESTED AREAS

**Полукаров Д.А.**, аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Polukarov D.A.**, Graduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Абрамов В.В.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

**Abramov V.V.**, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Гудков А.Ю.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Gudkov A.Y.**, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Лысыч М.Н.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Lysych M.N.**, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Савченко С.И.**, аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Savchenko S.I.**, Graduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Майер Е.И.**, студентка ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Major E.I.**, student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Потапенко К.А.**, студентка ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Potapenko K.A.**, student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** Статья посвящена анализу технологических вариантов выполнения трелёвки древесины в условиях малолесных районов. Рассмотрены достоинства и

недостатки выполнения данной операции в зависимости от вида трелюемой древесины (деревья, хлысты, сортименты).

**Abstract:** The article is devoted to the analysis of technological options for performing timber skidding in sparsely forested areas. The advantages and disadvantages of performing this operation are considered depending on the type of timber being skidded (trees, logs, assortments).

**Ключевые слова:** лесосечные работы, трелёвка древесины, рубки леса, малолесные районы.

**Keywords:** logging operations, timber skidding, forest felling, sparsely forested areas.

Основное распространение в нашей стране и за рубежом получили три технологии заготовок древесины, базирующиеся на различных способах трелёвки:

- целыми деревьями;
- хлыстами;
- сортиментами.

Наибольшее распространение первые две технологии получили в России, США и Канаде, странах, где лесозаготовки ведутся в крупных объёмах в так называемых «диких лесах», осваиваемых преимущественно сплошными рубками [1-4]. В таких условиях очищать деревья от сучьев и раскряжёвывать хлысты на нижних лесных складах, имеющих специальное стационарное высокопроизводительное оборудование наиболее эффективно [8]. В малолесных районах такие склады неоправданны:

- объёмы производства небольшие с дефицитом крупного леса, из-за чего нижнескладское оборудование (по очистке сучьев и раскряжёвке) простаивает и недозагружено;

- дороги общего пользования, в большинстве случаев, ограничивают по своим характеристикам вывозку леса хлыстами или деревьями (размеры и масса автопоезда становятся в этом случае, не допустимо велики);

- существует возможность доставки древесины во двор потребителю минуя нижний склад, в связи с чем сокращаются затраты на транспорт, исчезают «паразитные» операции нижнескладских работ (выгрузка, подача хлыстов в запас и из запаса на раскряжевку, штабелевка и погрузка сортиментов).

Таким образом, сортиментная заготовка для малолесных районов безальтернативна [5-7, 10]. В этой связи очистка деревьев от сучьев и раскряжёвка хлыстов производятся исключительно на пасеке, трелёвочном волоке или технологическом коридоре, погрузочном пункте или верхнем складе лесосеки, в зависимости от принятого варианта технологического процесса:

- валка деревьев, очистка деревьев от сучьев на пасеке, раскряжевка хлыстов на пасеке, подтаскивание (подтрелевка) к пасечному волоку (технологическому коридору) сортиментов, пакетирование сортиментов, трелевка сортиментов, штабелевка сортиментов, погрузка сортиментов ( $V_d + O_d + P_{хл} + П_{тс} + П_c + T_c + Ш_c + П_{гс}$ );

- валка деревьев, очистка деревьев от сучьев на пасеке, подтаскивание (подтрелевка) к пасечному волоку (технологическому коридору) хлыстов, пакетирование

хлыстов, трелевка хлыстов, раскряжевка хлыстов на погрузочном пункте, штабелевка сортиментов, погрузка сортиментов ( $V_d + O_d + П_{Т_{хл}} + П_{хл} + T_{хл} + P_{хл} + Ш_c + П_{Г_c}$ );

- валка деревьев, подтаскивание (подтрелевка) к пасечному волоку (технологическому коридору) деревьев, пакетирование деревьев, трелевка деревьев, очистка деревьев от сучьев на погрузочном пункте, раскряжевка хлыстов, штабелевка сортиментов, погрузка сортиментов ( $V_d + П_{Т_d} + П_d + T_d + O_d + P_{хл} + Ш_c + П_{Г_c}$ );

- валка деревьев, подтаскивание (подтрелевка) к пасечному волоку (технологическому коридору) деревьев, очистка деревьев от сучьев на волоке, пакетирование хлыстов, трелевка хлыстов, раскряжевка хлыстов на погрузочном пункте, штабелевка сортиментов, погрузка сортиментов ( $V_d + П_{Т_d} + O_d + П_{хл} + T_{хл} + P_{хл} + Ш_c + П_{Г_c}$ );

- валка деревьев, подтаскивание (подтрелевка) к пасечному волоку (технологическому коридору) деревьев, очистка деревьев от сучьев на волоке, раскряжевка хлыстов на волоке, пакетирование сортиментов, трелевка сортиментов, штабелевка сортиментов, погрузка сортиментов ( $V_d + П_{Т_d} + O_d + P_{хл} + П_c + T_c + Ш_c + П_{Г_c}$ );

- валка деревьев, очистка деревьев от сучьев на пасеке, подтаскивание (подтрелевка) к пасечному волоку (технологическому коридору) хлыстов, раскряжевка хлыстов на волоке, пакетирование сортиментов, трелевка сортиментов, штабелевка сортиментов, погрузка сортиментов ( $V_d + O_d + П_{Т_{хл}} + P_{хл} + П_c + T_c + Ш_c + П_{Г_c}$ ).

Каждый вышеназванный вариант отличается друг от друга местом выполнения технологических операций и их количеством, а значит видом подтаскиваемой (подтрелеванной), пакетированной и трелюемой древесины [10]:

- при подтаскивании (подтрелевке), пакетировании и трелевке деревьев пропадает необходимость очистки сучьев на пасеке, что важно в зимнее время при глубоком снеге, когда очистку сучьев сложно выполнять механизированным способом; кроме этого, часть сучьев отваливается в процессе перемещения древесины (особенно в морозы) снижая тем самым трудозатраты на операции очистки;

- при подтаскивании (подтрелевке), пакетировании и трелевке хлыстов механизированная очистка сучьев облегчается, потому что деревья на пасеке рассредоточены, а не лежат в пакете на лесопогрузочной площадке, как при трелевке деревьями; механизированная раскряжевка хлыстов на лесопогрузочном пункте позволяет повысить производительность труда сокращением времени на переходы, в сравнении с раскряжкой на пасеке, а также обеспечить более безопасную и удобную работу мотористам бензопил с помощью простых поперечных лаг исключая зажимы при пилении;

- при подтаскивании (подтрелевке), пакетировании и трелевке сортиментов механизированная раскряжевка на пасеке не только менее производительна в сравнении с альтернативой лесопогрузочного пункта, но она также негативно влияет на общее время формирования пачки из-за увеличения числа ее составляющей древесины, кроме этого, при одинаковом количестве составляющих трелюемой пачки объем сортиментной пачки будет меньше, чем у пачки деревьев, и тем более хлыстов;

- при подтрелевке деревьев или хлыстов к пасечному волоку (технологическому коридору) с последующим пакетированием и трелевкой хлыстов или сортиментов

непрерывность процесса формирования пачки нарушается выполнением обрабатывающих операций на пасеке, что с одной стороны увеличивает общее время цикла трелевки как единого процесса включающего все вышеназванные составляющие, а с другой стороны такое разделение может выявить наиболее рациональную трелевочную систему, особенно при несплошных рубках по широкопасечной технологии, когда подтрелевка намного меньше по энергоёмкости трелевки, а значит, их выполнение одним и тем же средством противоречит позиции энергосбережения.

На сегодняшний день для лесхозов малолесных районов актуальным вопросом является совершенствование технологии рубок ухода доступными трелевочными средствами, использование которых не ограничивается лесоводственными требованиями. Это тракторы сельскохозяйственного назначения на колесном ходу оснащенные:

- лебедками, приспособлениями и оборудованием для чокерной трелевки;
- бесчокерными устройствами и захватами;
- манипуляторами.

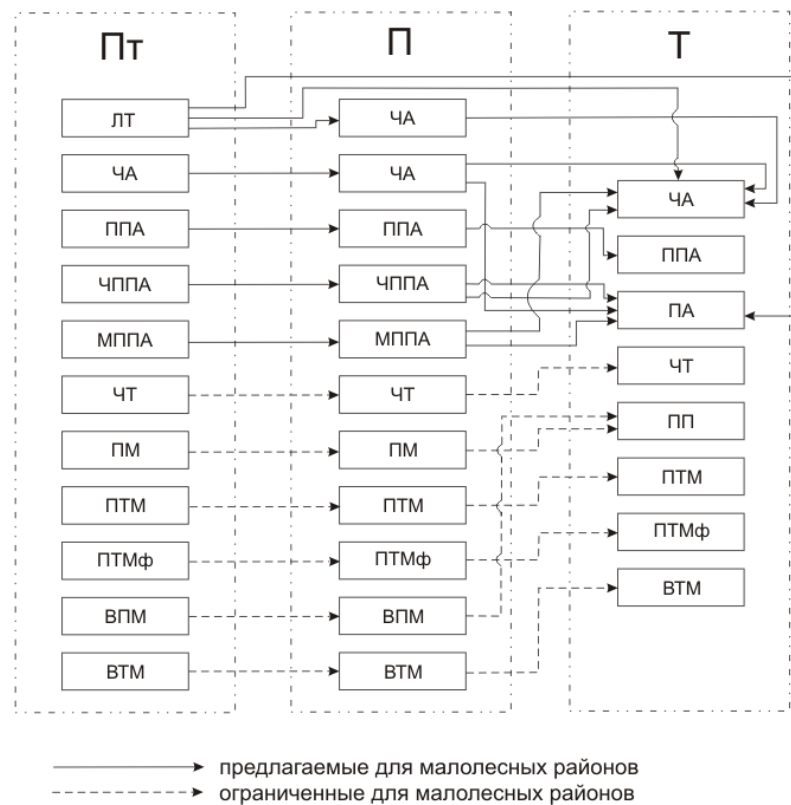


Рисунок 1 – Общая схема ограниченных и рекомендуемых трелевочных систем для исследования их работы в условиях малолесных районов:

ЛТ – лебедка трелевочная, ЧА – чокерный агрегат, ППА – подтрелевочно-пачкоподборочный агрегат, ЧППА – чокерный подтрелевочно – пакетирующий агрегат, МППА - манипуляторный подтрелевочно – пакетирующий агрегат, ЧТ – чокерный трактор, ПМ – пакетирующая машина, ПТМ – пакетирующе- трелевочная машина, ПТМ<sub>ф</sub> – пакетирующе – транспортирующая машина (форвадер), ВПМ – валочно-пакетирующая машина, ВТМ – валочно-трелевочная машина, ПА – пачкоподборочный агрегат, ПП – пачкоподборщик, ПТ – подтрелевка (подтаскивание), П – пакетирование, Т – трелевка



Представленный на рис. 1 анализ различных типов технических средств позволяет (исходя изначально из возможностей конструкции, технической характеристики трелевочной техники, а также лесоводственных ограничений) выбрать наиболее адаптированные к условиям малолесных районов трелевочные системы для обоснования по каждому возможному варианту технологического процесса ( $П_{тс}+П_{с}+Т_{с}$ ;  $П_{тхл}+П_{хл}+Т_{хл}$ ;  $П_{тд}+П_{д}+Т_{д}$ ;  $П_{тд}+П_{хл}+Т_{хл}$ ;  $П_{тд}+П_{с}+Т_{с}$ ;  $П_{тхл}+П_{с}+Т_{с}$ ). При этом оценивать обоснованность того или иного средства (средств) с технологией его (их) работы на операциях по формированию пачки и трелёвки возможно только в рамках всей производственной системы лесосечных работ, выработка критериев оценки которой является актуальной задачей применительно к малолесным районам до сих пор не решённой.

### Список литературы

1. Абрамов, В. В. Разработка и обоснование эффективной технологии трелевки в малолесных районах : дис. ... канд. техн. наук : 05.21.01: защищена 24.04.09 / В. В. Абрамов; Воронеж. гос. лесотехн. акад. - Воронеж, 2009. - 366 с.
2. Афоничев, Д.Н. Обоснование протяженности лесовозного уса / Д.Н. Афоничев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2011. – № 3. – С. 85–88.
3. Афоничев, Д.Н. Размещение лесовозного уса на лесосеке / Д.Н. Афоничев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2009. – № 3. – С. 92–94.
4. Афоничев, Д.Н. Размещение петлевых разворотов на лесовозных усах / Д.Н. Афоничев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2010. – № 6. – С. 93–96.
5. Бондаренко, А. В. Моделирование природно-производственных условий в задачах исследования первичного транспорта леса в горной местности / А. В. Бондаренко, В. В. Абрамов, Ф. В. Пошарников // Современные проблемы науки и образования. - 2012. - № 2. - URL: [www.science-education.ru/102-5518](http://www.science-education.ru/102-5518).
6. Средооадающие технологии разработки лесосек в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации / И.В. Григорьев, А.И. Жукова, О.И. Григорьева, А.В. Иванов. – СПб.: ЛТА, 2008. – 174 с.
7. Заикин, А.Н. Теория, методы и модели интенсификации лесосечных работ / А.Н. Заикин. – Брянск: БГИТА, 2009. – 212 с.
8. Исследование технологических вариантов выполнения обрабатывающих операций лесосечных работ бензопилами / И. Н. Троянов, В. В. Абрамов, Л. Д. Бухтояров, Д. Н. Афоничев, А. С. Черных, А. И. Максименков // Лесотехнический журнал. - 2019. - Т. 9, № 3 (35). - С. 114-130.
9. Колодий, П.В. Организация и технология лесосечных работ / П.В. Колодий, Е.П. Сигаи, Т.А. Колодий. - Минск: Изд-во РИПО, 2015. – 154 с.
10. Пошарников, Ф. В. Разработка математической модели трелевки древесины в условиях несплошных рубок / Ф. В. Пошарников, В. В. Абрамов, А. В. Бондаренко //

Современные проблемы науки и образования. - 2012. - № 2. - URL: [www.science-education.ru/102-5521](http://www.science-education.ru/102-5521).

### References

1. Abramov, V. V. Development and justification of effective skidding technology in low-forest areas : dis. ... Candidate of Technical Sciences : 05.21.01: protected 24.04.09 / V. V. Abramov; Voronezh. gos. lesotechn. acad. - Voronezh, 2009. - 366 p.
2. Afonichev, D.N. Justification of the length of the logging mustache / D.N. Afonichev // Bulletin of the Moscow State University of Forests – Forest Bulletin. – 2011. – No. 3. – pp. 85-88.
3. Afonichev, D.N. Placement of a logging mustache on a cutting area / D.N. Afonichev // Bulletin of the Moscow State University of Forests – Forest Bulletin. – 2009. – No. 3. – pp. 92-94.
4. Afonichev, D.N. Placement of loop turns on logging moustaches / D.N. Afonichev // Bulletin of the Moscow State University of Forests – Forest Bulletin. – 2010. – No. 6. – pp. 93-96.
5. Bondarenko, A.V. Modeling of natural production conditions in the tasks of primary forest transport research in mountainous areas / A.V. Bondarenko, V.V. Abramov, F.V. Posharnikov // Modern problems of science and education. - 2012. - No. 2. - URL: [www.science-education.ru/102-5518](http://www.science-education.ru/102-5518).
6. Environmental technologies for the development of cutting areas in the conditions of the North-Western region of the Russian Federation / I.V. Grigoriev, A.I. Zhukova, O.I. Grigorieva, A.V. Ivanov. – St. Petersburg: LTA, 2008. – 174 p.
7. Zaikin, A.N. Theory, methods and models of intensification of logging operations / A.N. Zaikin. – Bryansk: BGITA, 2009. – 212 p.
8. Research of technological options for performing processing operations of logging operations with chainsaws / I. N. Troyanov, V. V. Abramov, L. D. Bukhtoyarov, D. N. Afonichev, A. S. Chernykh, A. I. Maksimenkov // Forestry Journal. - 2019. - Vol. 9, No. 3 (35). - P. 114-130.
9. Kolodiy, P.V. Organization and technology of logging operations / P.V. Kolodiy, E.P. Sigai, T.A. Kolodiy. - Minsk: RIPO Publishing House, 2015. – 154 p.
10. Posharnikov, F. V. Development of a mathematical model of wood skidding in conditions of incomplete logging / F. V. Posharnikov, V. V. Abramov, A.V. Bondarenko // Modern problems of science and education. - 2012. - No. 2. - URL: [www.science-education.ru/102-5521](http://www.science-education.ru/102-5521).

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_169-172

УДК 674.028.9

**ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ  
НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА ЕЁ СПЛАЧИВАНИЯ**  
THE INFLUENCE OF THE QUALITY OF WOOD SURFACE PREPARATION  
ON THE DURATION OF THE PROCESS OF ITS CONSOLIDATION

<p><b>Путилин И.Н.</b>, магистрант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия; технолог, индивидуальный предприниматель</p>	<p><b>Putilin I.N.</b>, Master of Forestry Faculty, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia; Technologist, entrepreneurial activity</p>
<p><b>Платонов А.Д.</b>, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия</p>	<p><b>Platonov A.D.</b>, Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia</p>
<p><b>Шалтабаева С.Т.</b>, кандидат технических наук, ассоциированный профессор факультета строительных технологий, инфраструктуры и менеджмента (ФСТИМ), Международной образовательной корпорации (МОК), г. Алматы, Казахстан</p>	<p><b>Shaltabayeva Saltanat</b>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Faculty of Building Technologies, Infrastructure and Management (FSTIM), International Educational Corporation (IOC), Almaty, Kazakhstan</p>

**Аннотация:** В статье рассматривается процесс склеивания древесины и влияние влаги входящей в состав различных клеев используемых при сплачивании щитов. Целью исследования является – установление влияния качества подготовки склеиваемых поверхностей и определение оптимальной выдержки их перед последующей механической обработкой. Экспериментально определен характер распределения влаги в зоне склеивания древесины установлено время восстановления первоначальных размеров древесины вследствие ее разбухания перед механической обработкой.

**Abstract:** The article discusses the process of gluing wood, the influence of moisture that is part of various adhesives used in the bonding of shields. The aim of the study is to establish the influence of the quality of preparation of the glued surfaces and determine the optimal exposure time before subsequent machining. The nature of moisture distribution in the wood gluing zone has been experimentally determined and the recovery time of the original dimensions of the wood due to its swelling before machining has been established.

**Ключевые слова:** мебельный щит, древесина дуба, клей, сплачивание, влажность древесины

**Keywords:** furniture board, oak wood, glue, bonding, wood moisture content

Древесина дуба отличается высокой прочностью, плотностью, твёрдостью, а также хорошими декоративными свойствами. Эти качества широко используются в столярной и мебельной промышленности. Пиломатериалы из древесины дуба широко используются также в авиационной промышленности, машиностроении, строительстве, деревянного судостроения и др. В последнее время широкое распространение получили мебельные щиты.

Изготовление мебельного щита достаточно сложный процесс. Прочность и долговечность изделий из древесины во многом определяется качеством процессов сушки, механической обработки поверхности деталей и их последующего склеивания. Большое практическое значение имеет продолжительность выдержки склеенной древесины перед её механической обработкой, которая во многом определяется временем полимеризации клея, а также времени необходимым для распределения влаги в зоне склеивания и возврата толщины деталей к первоначальным размерам вследствие их разбухания. Получение качественно склеенных деталей с минимальными дефектами в зоне склеивания является актуальной задачей.

Исследования выполнены на древесине дуба европейского тангенциальной распиловки. Древесина была предварительно высушена в сушильной камере нормальными режимами. Перед механической обработкой древесина выдерживалась в течение семи суток при температуре 23,5 °С и относительной влажности помещения 37 %. Устойчивая влажность древесины 10,3 %. После выдержки заготовки были откалиброваны в размер 440×48×24 мм, восемь заготовок, по две на одно соединение. Обработку заготовок осуществляли острым режущим инструментом и затупленным.

Склеивание древесины производили столярным клеем Titebond II Premium 5003. Характеристики клея: сухой остаток: 48 %, плотность: 109 г/см<sup>3</sup>, вязкость: 4000 мПас, рабочее время: не более 10 минут (при 21 °С и 50 % влажности), общее время сборки: 10-15 минут (при 21°С и 50 % влажности), минимальный расход: около 162 г/м<sup>2</sup>.

После процедуры соединения склеиваемых заготовок и размещении их в вайме производили замер толщины в двух точках, на каждом соединении по два замера (две деланки по отдельности). Первый замер производится до склейки щита и показывает первоначальную толщину заготовки. Последующие замеры производятся с периодичностью после склейки щитов до полного восстановления геометрии заготовок. В процессе выдержки заготовок производили их раскрой по схеме согласно рис. 1.

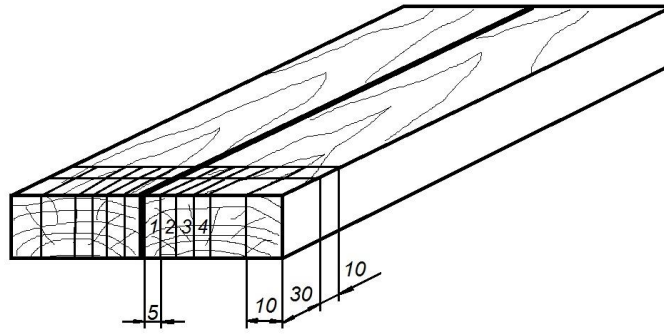


Рисунок 1. Схема раскроя заготовки для определения влажности древесины

Результаты исследования представлены в табл. 1 и 2 и на рис. 2.

Экспериментально установлено, что при обработке древесины острым режущим инструментом восстановление первоначальных размеров у заготовок происходит в течение часа. При обработке затупленным инструментом в течение 10 часов. Стоит отметить и повышенное содержание влаги на расстоянии до 10 мм с каждой стороны от клеевого слоя. На этом участке повышение влажности древесины составляет при обработке острым режущим инструментом на 1,5 %, а затупленным – до 3,0 %. Большое количество влаги обусловлено большим количеством клея в клеевом слое, вследствие неплотного прилегания древесины.

Таблица 1 - Изменение толщины склеенных заготовок в зоне клеевого шва, выпиленных острым режущим инструментом

Номер заготовки	Толщина заготовки рядом с клеевым швом после выдержки, мм			
	10 мин	20 мин	30 мин	1 час
1	23,51	23,6	23,55	23,51
2	23,61	23,65	23,64	23,61

Таблица 2 - Изменение толщины склеенных заготовок в зоне клеевого шва, выпиленных затупленным режущим инструментом

Номер заготовки	Толщина заготовки рядом с клеевым швом после выдержки, мм					
	10 мин	1 час	1 час 45 мин	3,5 часа	7 час	10 час
1	23,5	23,58	23,6	23,54	23,52	23,5
2	23,82	23,9	23,92	23,86	23,82	23,82

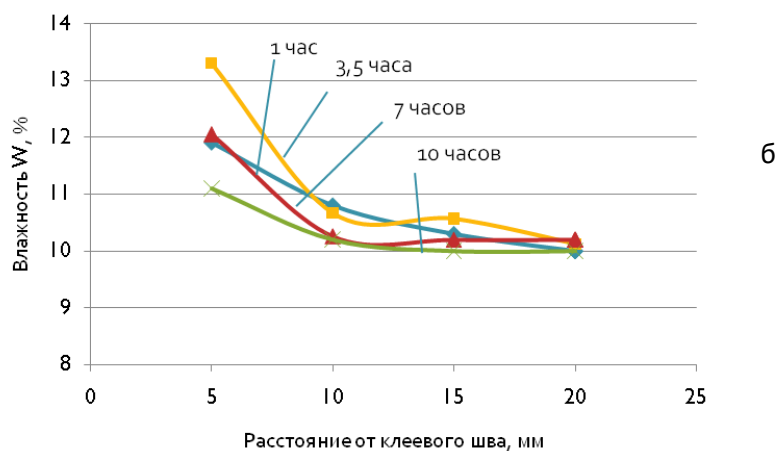
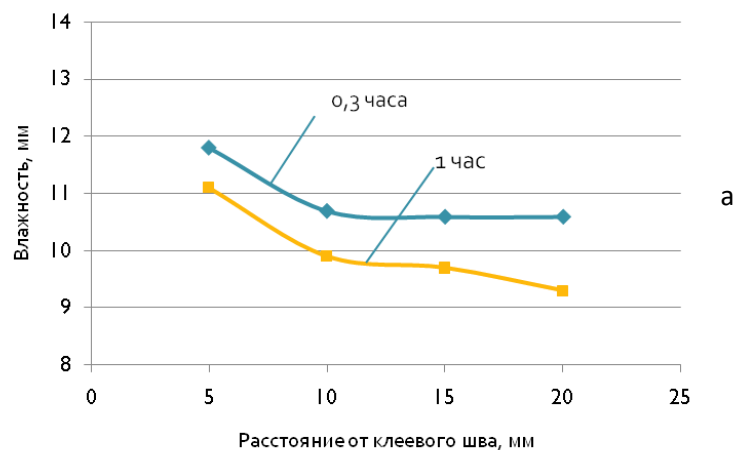


Рисунок 2 Древесина, выпиленная острым (а) и затупленным (б) режущим инструментом

Использование современных клеев позволяет сократить время выдержки пиломатериалов после склеивания с рекомендованных 1 суток до 10-12 часов [1]. В указанный промежуток времени нецелесообразно производить механическую обработку древесины, несмотря на то, что прочность клеевого соединения достаточно прочная для механической обработки древесины.

### Список литературы

1. Справочник мебельщика. Конструкции и функциональные размеры. Материалы. Технология производства / В.Е. Кузнецов, Б.И. Артамонов, В.Ф. Савченко, В.Н. Розов ; под ред. В.П. Бухтиярова. – 2-е изд., перераб. – Москва : Лесн. пром-сть, 1985. – 360 с.

### References

1. The furniture maker's handbook. Designs and functional dimensions. Materials. Production technology / V.E. Kuznetsov, B.I. Artamonov, V.F. Savchenko, V.N. Rozov ; edited by V.P. Bukhtiyarov. – 2nd ed., revised. – Moscow: Lesn. prom-st, 1985. – 360 p.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_173-178

УДК 630\*323.12

**ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ  
ТРЕЛЕВКИ ДРЕВЕСИНЫ**

**SELECTING TECHNICAL MEANS FOR EFFICIENT IMPLEMENTATION  
OF WOOD SKIDDING**

**Савченко С.И.**, аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Savchenko S.I.**, Graduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Полукаров Д.А.**, аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Polukarov D.A.**, Graduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Абрамов В.В.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Abramov V.V.**, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Гудков А.Ю.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Gudkov A.Y.**, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Лысыч М.Н.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Lysych M.N.**, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Майер Е.И.**, студентка ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Major E.I.**, student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Алексеева М.А.**, студентка ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Alekseeva M.A.**, student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** Статья посвящена анализу способов трелевки древесины. По каждому способу выделены этапы трелёвки древесины как тягового процесса. Рассмотрены различные типы трелёвочной техники применительно к каждому этапу выполнения операции.

**Abstract:** The article is devoted to the analysis of methods of timber skidding (trees, logs, assortments). For each method, the stages of timber skidding as a traction process are identified. Various types of skidding equipment are considered in relation to each stage of the operation.

**Ключевые слова:** лесосечные работы, трелёвка древесины, этапы трелевки, способы трелевки, рубки леса, малолесные районы.

**Keywords:** logging operations, timber skidding, forest felling, sparsely forested areas.

На сегодняшний день в нашей стране и за рубежом наиболее широко на трелевке используются: тракторы и многооперационные машины (87 % всей древесины), канатные установки (около 13 % всей древесины). В малолесных районах канатная трелевка может быть представлена только самоходными установками (в очень редких случаях) и переносными подтрелёвочными лебёдками (на ранних уходах) [1-3]. Использование других типов ограничивают затраты на монтаж и демонтаж канатного оборудования, а также незначительная площадь территории с сильнопересечённым рельефом или болотистой местностью. Прочие виды составляют менее 1 % и в малолесье не представлены.

Трелёвка тракторами и многооперационными машинами как тяговый процесс в общем случае складывается из трех этапов [4-5]:

- сбор древесины с пасеки в пачку (т.е. ее формирование (Ф): подтаскивание (подтрелевка) + пакетирование);

- сдвиг ее с места;

- перемещение до лесопогрузочного пункта у лесовозной дороги (Т).

Способ выполнения первого этапа определяется типом трелёвочного средства или средств трелёвочной системы:

- подтаскивание (подтрелёвка) деревьев, хлыстов и сортиментов (поштучно или в пачках) волоком по "лесной целине" к технологическому коридору или пасечному волоку (лебедка трелёвочная), с последующим подъемом их переднего конца и погрузкой на щит (чокерный трелёвщик), с последующим захватом подтрелеванной пачки (чокерно-подборочный агрегат), с последующим манипуляторным пакетированием (подтрелевочно-пакетировочный агрегат);

- подъем поштучно и подтаскивание манипулятором в полуподвешенном (хлыстов – за вершины, деревьев – за комли) или полностью подвешенном (сортиментов – за срединную часть) положении с последующей их погрузкой на коник (ПТМ) или грузовую платформу трелёвочного средства (форвардер) соответственно, или укладкой на волок (ПМ);



- подъем с пня спиленного дерева с укладкой комлевой его части манипулятором поштучно в кониковое зажимное (ВТМ) или на волок (технологический коридор) с предварительной раскряжёвкой (ВСРМ) и без неё (ВПМ).

Трелёвка чокерными, чокерно-подборочными, манипуляторными тракторами для полупогруженной трелевки, валочно-трелёвочными машинами выполняются в 3 этапа, а пачкоподборщики (без 1-го) и форвадеры (без 2-го) в 2 этапа. Первый этап процесса трелёвки чокерным трактором начинается с опускания щита и выключения тормоза лебёдки, после чего рабочий оттягивает канат и чокерует древесину, для дальнейшего сбора ее лебёдкой, которая сначала подтаскивает пачку к щиту и вслед за этим начинает затаскивание ее на поднимающийся вместе с грузом щит. После этого тормоз лебедки затягивают, и трактор сдвигает пачку с места (2-й этап) для транспортировки к лесопогрузочному пункту (3-й этап). У чокерно-подборочного агрегата после подтаскивания лебёдкой, пачка поднимается с земли клещевым захватом (1-й этап), для ее дальнейшего сдвига (2-й этап) и транспортировки (3-й этап). Трактор манипуляторного типа для полупогруженной или полностью погруженной трелёвки на первом этапе поочерёдно собирает с одной стоянки и грузит в коник или на грузовую платформу все предварительно подготовленные для трелёвки хлысты, деревья или сортименты соответственно в зоне действия манипулятора, и затем продвигается по вырубке вдоль разработанной ленты (пасеки) на новую стоянку, где процесс набора пачки повторяется. При наборе пачки, таким образом, нагрузка на трактор и сопротивление движению возрастают скачкообразно. Процесс набора сопровождается большим количеством остановок трактора и трогания его с места с набираемой пачкой. Набранную пачку трактор для полупогруженной трелёвки сдвигает с места (2-й этап) и транспортирует к лесопогрузочному пункту (3-й этап). Форвардер сдвиг пачки (2-й этап) не производит, так как сортименты с грунтом не контактируют. Процесс работы валочно-трелёвочной машины аналогичен трелёвке трактора манипуляторного типа с той лишь разницей, что на стоянках машина сама поочерёдно спиливает деревья в радиусе действия манипулятора и сразу же поштучно укладывает их комлями в кониковое зажимное устройство. При трелёвке пачкоподборщиками трелёвочный процесс состоит только из 2-го и 3-го этапов, которые начинаются сразу после поднятия с земли клещевым захватом предварительно сформированной пачки. Первый этап на главных рубках выполняют манипуляторные пакетирующая и валочно-пакетирующая машины, а при уходе может использоваться, кроме этого - лебедка трелёвочная переносная, чокерный и подтрелёвочно-пакетирувочный агрегат [6-8].

На сегодняшний день в нашей стране встречается оснастка тракторов чокерами для прицепки древесины, хотя ручная прицепка трудоёмка, небезопасна и длительна. Поштучное формирование пачки манипулятором пакетирувочно-трелёвочной машины исключает два вышеназванных недостатка чокерного набора, однако также требует больших затрат машинного времени. Использование пачкозахватного трактора устраняет и этот недостаток, так как время требуется только на захват пачки, однако для формирования последней необходимо предварительная работа пакетирувочной, валочно-пакетирувочной или валочно-трелёвочной машины, работающей в режиме валка-

пакетирование, а это в целом увеличивает трудозатраты, энергозатраты, а также сам цикл работы трелевочной системы. Совмещение валки и укладки деревьев в кониковое зажимное устройство валочно-трелевочной машины позволяет значительно сократить суммарные затраты времени на валку-трелевку в целом по сравнению с любой разновидностью валочно-трелевочной системы машин за счет исчезновения укладки деревьев на землю и непрерывности процесса. Однако по сравнению с чокерным трактором, пачкоподборщиком и даже пакетировочно-трелевочной машиной валочно-трелевочная имеет более тяжелое навесное технологическое оборудование, которое сильно утяжеляет ее, что снижает тяговую (полезную) мощность базового трактора, а значит и рейсовую нагрузку. Следовательно, существенным недостатком работы валочно-трелевочной машины являются большие затраты энергии на самопередвижение, из-за чего ее применение ограничивается малыми лесосеками с небольшим расстоянием трелевки (ориентировочно до 100 м).



Рисунок 1 – Трелевочные приспособления для агрегатирования с тракторами МТЗ-82:

- а) бревнозахват трелевочный УТ-800 М Добрыня; б) бревнозахват трелевочный ЗТ-18; в) захват трелевочный Горыныч-800; г) захват лесной трелевочный ЛТЗ-140; д) захват бревен челюстной ЗБН-1500; е) трелевочная лебедка Tajfun EGV 45 А

В настоящее время, существует достаточное количество различных типов трелевочных средств, предназначенных для малолесных районов (рис. 1), комбинируя которыми можно получить наиболее эффективное выполнение составляющих трелевки по каждому рассмотренному выше варианту технологического процесса ( $P_{T_c}+P_c+T_c$ ;  $P_{T_{хл}}+P_{хл}+T_{хл}$ ;  $P_{T_d}+P_d+T_d$ ;  $P_{T_d}+P_{хл}+T_{хл}$ ;  $P_{T_d}+P_c+T_c$ ;  $P_{T_{хл}}+P_c+T_c$ ), как с технико-экономических, так и с лесоводственно-экологических позиций. В этой связи необходимо проведение исследований для обоснования эффективных средоохраняющих трелевочных

средств или систем в конкретных условиях производства и природной среды разрабатываемой лесосеки [9-10].

### Список литературы

1. Абрамов, В. В. Разработка и обоснование эффективной технологии трелевки в малолесных районах : дис. ... канд. техн. наук : 05.21.01: защищена 24.04.09 / В. В. Абрамов; Воронеж. гос. лесотехн. акад. - Воронеж, 2009. - 366 с.
2. Афоничев, Д. Н. Обоснование протяженности лесовозного уса / Д. Н. Афоничев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2011. – № 3. – С. 85–88.
3. Афоничев, Д. Н. Размещение лесовозного уса на лесосеке / Д. Н. Афоничев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2009. – № 3. – С. 92–94.
4. Афоничев, Д. Н. Размещение петлевых разворотов на лесовозных усах / Д. Н. Афоничев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2010. – № 6. – С. 93–96.
5. Бондаренко, А. В. Моделирование природно-производственных условий в задачах исследования первичного транспорта леса в горной местности / А. В. Бондаренко, В. В. Абрамов, Ф. В. Пошарников // Современные проблемы науки и образования. - 2012. - № 2. - Режим доступа: [www.science-education.ru/102-5518](http://www.science-education.ru/102-5518).
6. Средаоадающие технологии разработки лесосек в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации / И. В. Григорьев, А. И. Жукова, О.И. Григорьева, А. В. Иванов. – СПб.: ЛТА, 2008. – 174 с.
7. Заикин, А. Н. Теория, методы и модели интенсификации лесосечных работ / А. Н. Заикин. – Брянск: БГИТА, 2009. – 212 с.
8. Исследование технологических вариантов выполнения обрабатывающих операций лесосечных работ бензопилами / И. Н. Троянов, В. В. Абрамов, Л. Д. Бухтояров, Д. Н. Афоничев, А. С. Черных, А. И. Максименков // Лесотехнический журнал. - 2019. - Т. 9, № 3 (35). - С. 114-130.
9. Колодий, П. В. Организация и технология лесосечных работ / П. В. Колодий, Е. П. Сигаи, Т. А. Колодий. - Минск: Изд-во РИПО, 2015. – 154 с.
10. Пошарников, Ф. В. Разработка математической модели трелевки древесины в условиях несплошных рубок / Ф. В. Пошарников, В. В. Абрамов, А. В. Бондаренко // Современные проблемы науки и образования. - 2012. - № 2. - URL: [www.science-education.ru/102-5521](http://www.science-education.ru/102-5521).

### References

1. Abramov, V. V. Development and justification of effective skidding technology in low-forest areas : dis. ... Candidate of Technical Sciences : 05.21.01: protected 24.04.09 / V. V. Abramov; Voronezh. gos. lesotechn. acad. - Voronezh, 2009. - 366 p.

2. Afonichev, D. N. Justification of the length of the logging mustache / D. N. Afonichev // Bulletin of the Moscow State University of Forests – Forest Bulletin. – 2011. – No. 3. – pp. 85-88.
3. Afonichev, D. N. Placement of a logging mustache on a cutting area / D. N. Afonichev // Bulletin of the Moscow State University of Forests – Forest Bulletin. – 2009. – No. 3. – pp. 92-94.
4. Afonichev, D. N. Placement of loop turns on logging moustaches / D. N. Afonichev // Bulletin of the Moscow State University of Forests – Forest Bulletin. – 2010. – No. 6. – pp. 93-96.
5. Bondarenko, A. V. Modeling of natural production conditions in the tasks of primary forest transport research in mountainous areas / A. V. Bondarenko, V. V. Abramov, F. V. Posharnikov // Modern problems of science and education. - 2012. - No. 2. - URL: [www.science-education.ru/102-5518](http://www.science-education.ru/102-5518).
6. Environmental technologies for the development of cutting areas in the conditions of the North-Western region of the Russian Federation / I. V. Grigoriev, A. I. Zhukova, O. I. Grigorieva, A. V. Ivanov. – St. Petersburg: LTA, 2008. – 174 p.
7. Zaikin, A. N. Theory, methods and models of intensification of logging operations / A. N. Zaikin. – Bryansk: BGITA, 2009. – 212 p.
8. Research of technological options for performing processing operations of logging operations with chainsaws / I. N. Troyanov, V. V. Abramov, L. D. Bukhtoyarov, D. N. Afonichev, A. S. Chernykh, A. I. Maksimenkov // Forestry Journal. - 2019. - Vol. 9, No. 3 (35). - P. 114-130.
9. Kolodiy, P. V. Organization and technology of logging operations / P. V. Kolodiy, E. P. Sigai, T. A. Kolodiy. - Minsk: RIPO Publishing House, 2015. – 154 p.
10. Posharnikov, F. V. Development of a mathematical model of wood skidding in conditions of incomplete logging / F. V. Posharnikov, V. V. Abramov, A.V. Bondarenko // Modern problems of science and education. - 2012. - No. 2. - URL: [www.science-education.ru/102-5521](http://www.science-education.ru/102-5521).

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_179-181

УДК 674

**ДРЕВЕСИНА КАК ОСНОВНОЙ ЭЛЕМЕНТ ЭТНО-СТИЛЯ**  
**WOOD AS THE MAIN ELEMENT OF THE ETHNO-STYLE**

**Снегирева С.Н.**, кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

**Snegireva S.N.**, Candidate of Biology Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Мазекина О.М.**, преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

**Mazekina O.M.**, teacher, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

**Платонов С.А.**, студент лесопромышленного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

**Platonov S.A.**, student of Forestry Faculty, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** В статье рассмотрены особенности этнического стиля в интерьере. Элементы стиля этно характеризуются присутствием натуральных материалов, таких как глина, камень, древесина.

Древесина, как основной элемент этно-стиля является важным материалом, который с давних времен использовался в различных культурах для создания мебели, декоративных элементов и архитектурных форм [3]. Ее теплый оттенок и текстура придают пространству уникальный характер, связывая его с природой и традициями.

**Abstract:** The article discusses the peculiarities of ethnic style in the interior. The elements of the ethno style are characterized by the presence of natural materials such as clay, stone, and wood. Wood, as the main element of the ethno-style, is an important material that has long been used in various cultures to create furniture, decorative elements and architectural forms. Its warm shade and texture give the space a unique character, linking it with nature and traditions.

**Ключевые слова:** дизайн, интерьер, этнический стиль, древесина.

**Keywords:** design, interior, ethnic style, wood.

Этнический стиль в интерьере – это необыкновенное направление в дизайне и архитектуре, которое представляет собой традиционную культуру какой-то страны или части света, легшая в основу уникальных форм, цветовых палитр и текстур. Этот стиль позволяет создать атмосферу, пронизанную духом истории и самобытности [1].

В этническом интерьере преобладают элементы, отражающие культуру и обычаи народов: от ручной работы до натуральных материалов, таких как дерево, камень, текстиль. Этнический стиль не знает границ: от японского минимализма до африканской дикой природы. Он объединяет разнообразие мировых культур, создавая гармонию в каждой детали. Это интерьер не только красив, но и обладает глубоким смыслом, позволяет погружаться в теплоту, даря уют и вдохновение [2].

В этно-дизайне древесина не редко комбинируется с другими природными материалами, что позволяет создать многослойное восприятие интерьера. Открытые деревянные балки, резные панели и инструктированные детали придают помещению особую индивидуальность. Использование книг, ковров и текстиля с этническими орнаментами в сочетании с деревянными элементами создают яркую палитру, отражающую культурное разнообразие (рис. 1).



Рисунок 1 Древесина в этно-дизайне

Для этнического стиля идеально подходит дощатый пол с выраженным древесным рисунком. В качестве древесной породы идеально подойдет дуб, так как он обладает высокой прочностью, плотностью, износостойкостью и красивой текстурой.

При выборе мебели в этническом стиле важно учитывать формы и линии, который отражают культуру. Наиболее часто используют такие породы как, грецкий орех, клен, красное дерево. Данные породы имеют естественную красоту и позволяют широко работать с фактурой.

В этническом стиле широко используется ротанг. Лампы и светильники в этническом стиле из ротанга можно дополнить абажурами, украшенными ручной росписью или резьбой.



Рисунок 2. Мебель в этническом стиле

Этнический стиль – это не просто мода, а способ самовыражения, позволяющий прикоснуться к истокам своей истории. Он пробуждает в нас уважение и способность созидать.

### Список литературы

1. Основы дизайна и композиции: современные концепции : учеб. пособие для СПО / Е. Э. Павловская [и др.] ; отв. ред. Е. Э. Павловская. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 183 с.
2. Хотинец, В. Ю. Этнический образ мира: 'свои' и 'другие' : учебное пособие / В. Ю. Хотинец, Е. А. Молчанова. - Москва: ИНФРА-М, 2022 - 207 с.
3. Кузвесова, Н. Л. История дизайна: от викторианского стиля до ар-деко : учеб. пособие для СПО / Н. Л. Кузвесова. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 202 с.

### References

1. Fundamentals of design and composition: modern concepts : studies. handbook for SPO / E. E. Pavlovskaya [et al.]; ed. by E. E. Pavlovskaya. – 2nd ed., reprint. and additional. – M. : Yurait Publishing House, 2019. – 183 s.
2. Khotinets, V. Yu. The ethnic image of the world: 'their own' and 'others' : a textbook / V. Yu. Khotinets, E. A. Molchanova. – Moscow: INFRA-M, 2022 – 207 p.
3. Kuznetsova, N. L. The history of design: from the Victorian style to Art Deco : studies manual for SPO / N. L. Kuznetsova. – 2nd ed., ispr. and add. – M. : Yurayt Publishing House, 2019. – 202 p.



**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА**  
**MODERN TECHNOLOGIES IN INTERIOR DESIGN**

**Снегирева С.Н.**, кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

**Snegireva S.N.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Васильева П.А.**, студент лесопромышленного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Vasilyeva P.A.**, student of Forestry Faculty, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Струкова М.И.**, студент лесопромышленного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Strukova M.I.**, student of Forestry Faculty, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** В статье рассмотрено использование современных технологий в дизайне. С развитием технологий наш мир становится все более умным и удобным. Это влияет на многие аспекты нашей жизни, включая дизайн интерьера. Современные технологии проникают в наши дома, превращая их в умные, функциональные и стильные пространства.

Одним из главных трендов в современном интерьерном дизайне является концепция умного дома. Умные устройства, такие как умные светильники, термостаты, дверные замки, аудио- и видеосистемы, позволяют автоматизировать многие процессы в доме. Благодаря системам умного дома можно управлять освещением, температурой, безопасностью и развлекательными системами с помощью смартфона или голосовых команд Древесина, как основной элемент этно-стиля [1].

**Abstract:** The article discusses the use of modern technologies in design. With the development of technology, our world is becoming more intelligent and convenient. This affects many aspects of our lives, including interior design. Modern technologies are penetrating our homes, turning them into smart, functional and stylish spaces. One of the main trends in modern interior design is the concept of a smart home. Smart devices such as smart lights, thermostats, door locks, audio and video systems allow you to automate many processes in the house. Thanks



to smart home systems, it is possible to control lighting, temperature, security and entertainment systems using a smartphone or voice commands.

**Ключевые слова:** дизайн, интерьер, система «умный дом», современные технологии.

**Keywords:** design, interior, smart home system, modern technologies.

С развитием технологий и внедрением систем «умного дома», наша жизнь становится более удобной, безопасной и эффективной. Эти инновационные системы позволяют нам контролировать различные аспекты нашего дома с помощью смартфона или голосовых команд, что делает нашу жизнь более комфортной и экономичной. Умный дом – это не просто набор гаджетов, а концепция, которая интегрирует технологии в дизайн интерьера, создавая комфортную, безопасную и стильную среду.

Одним из ключевых аспектов системы «умного дома» является ее влияние на интерьер. Современные устройства и датчики могут быть интегрированы в дизайн помещения таким образом, чтобы они стали незаметными и гармонично вписались в общий стиль интерьера. Умные светильники, термостаты, замки и жалюзи могут быть установлены так, чтобы они не только выполняли свои функции, но и стали частью декора [2].

Освещение играет важную роль в создании атмосферы в доме, и с помощью системы «умного дома» можно легко настроить освещение в соответствии с настроением или временем суток. Так же, можно создать различные сценарии освещения для ужина, чтения или просмотра фильма. Умные светильники могут реагировать на наше присутствие и автоматически включаться или выключаться. Это происходит благодаря таймеру и датчикам движения. Свет может отключаться, когда в зоне движение ни кого нет, а с помощью таймера в приложении можно установить промежутки времени, когда свет будет включаться и выключаться. Это самая востребованная опция «умного дома», так как позволяет устанавливать разное время освещения: утром верхний свет помогает проснуться без будильника, на вечер можно запрограммировать работу ламп в гостиной, а ближе к ночи – светильников в спальне (рис. 1).



Рисунок 1. Умное освещение

Кроме того, система «умного дома» способна повысить безопасность нашего дома. Умные камеры и датчики движения могут обеспечить постоянный мониторинг помещения и отправлять уведомления в случае обнаружения подозрительной активности. Это позволяет нам быть уверенными в безопасности нашего дома, даже когда мы находимся вдали [3].

Система «умного дома» также способствует экономии ресурсов. Умные термостаты могут регулировать температуру в доме в зависимости от нашего расписания и привычек, что позволяет экономить энергию и снизить счета за электроэнергию. Также умные системы полива и управления водой могут помочь оптимизировать расход воды и сделать наш дом более экологически устойчивым.

Но, несмотря на все возможности системы «умный дом» наиболее поздним трендом в этой области является изменение цвета стен. Стены дома или квартиры программируются под различные жизненные случаи и могут поменять свою текстуру, рисунок или цвет по заданной команде [4]. Это стало возможно благодаря разработке материалов на основе электронных чернил (рис. 2).

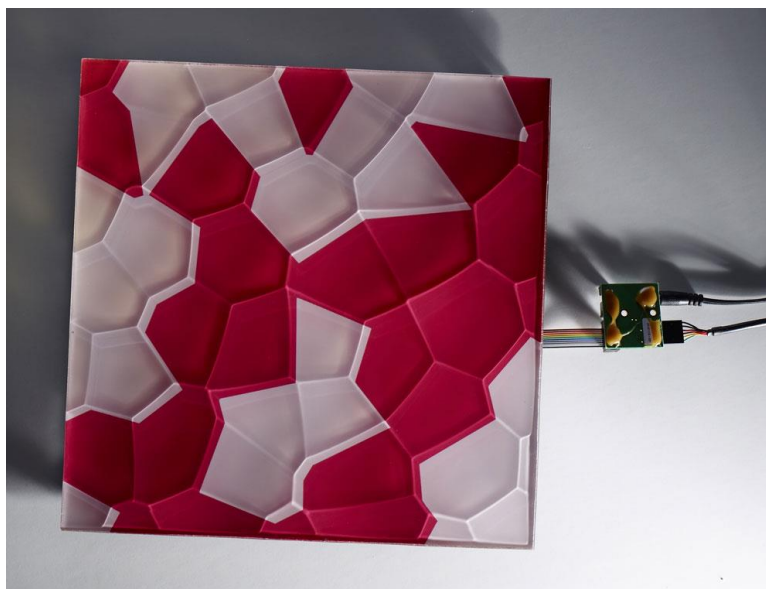


Рисунок 2. Электронные обои

В целом, система «умного дома» влияет не только на функциональные аспекты нашего жилища, но и на его внешний вид и общую атмосферу. Интеграция технологий в интерьер позволяет нам создать современное, удобное и безопасное пространство, которое отражает наши потребности и стиль жизни. Система Умного Дома становится неотъемлемой частью современного интерьера, делая нашу жизнь более комфортной и эффективной.

#### Список литературы

1. Тесля Е. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире. – СПб.: Питер, 2008. – 196 с.
2. Элсенпитер Р., Велт Т. Дж. Умный Дом строим сами. КУДИЦ-Образ, 2016. 619 с.

3. Гололобов В.Н. Умный дом своими руками. НТ Пресс, 2007. 416 с.
4. Концепция умного дома. – URL <https://nauchforum.ru/node/3560>.

### **References**

1. Teslya E. Smart home with your own hands. We are building an intelligent digital system in our apartment. Spb.: Piter, 2008, 196 p.
2. Robert Elsenpiter, Toby George Welt. Building a smart Home ourselves. KUDITS-Image, 2016. 619 p.
3. Gololobov V.N. Smart home with your own hands. NT Press, 2007. 416 s.
4. The concept of a smart home. URL: <https://nauchforum.ru/node/3560>.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_186-191

УДК 630.812

**МЕТОД БРИНЕЛЛЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ**

**BRINELL METHOD FOR STUDYING PHYSICAL AND MECHANICAL  
PROPERTIES OF WOOD**

**Стородубцева Т.Н.**, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Storodubtseva T.N.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Медведев И.Н.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Medvedev I.N.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Ковалев А.С.**, студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Kovalev A.S.**, student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация.** В этой статье представлен разбор физико-механических свойств древесины. Применение древесины как конструкционного материала обусловлено возможностью противостоять активным усилиям, то есть механическим свойствам. Значения механических свойств древесины можно определить при следующих проведенных видов испытаний: растяжение, изгиб, сжатие и другие. В данной работе приведён метод Бринелля, демонстрирующий твердость древесины, зависящей от породы дерева. То как выглядит древесина внешне, её запах и теплопроводность, всё это относится к физическим свойствам. Также очень важным параметром является влажность, ведь она оказывает влияние на целый ряд параметров материала из дерева.

**Abstract.** This article presents an analysis of the physical and mechanical properties of wood. The use of wood as a structural material is due to its ability to withstand active forces, that is, its mechanical properties. The values of the mechanical properties of wood can be determined using the following types of tests: tension, bending, compression and others. This paper presents the Brinell method demonstrating the hardness of wood depending on the type of wood. The way wood looks externally, its smell and thermal conductivity, all of this relates to physical properties.

**Ключевые слова:** древесина, свойства механические, физические, методы исследования.

**Keywords:** wood, mechanical properties, physical properties, research methods.

Введение. Древесина по своей природе является сложным и многофункциональным материалом. Изучения свойств которого является обязательной частью для человека, работающего с этим материалом. Знания помогут экономить ресурсы на производстве и извлекать максимум из материи, с которой вы работаете. Даже на данный момент нас до сих пор радуют открытиями в сфере древесиноведения. Только на первый взгляд кажется, что древесина - это простая структура.

Свойства дерева зависят от: породы, возраста, влажности и др. Физические свойства древесины отвечают за пригодность материала в строительстве [1].

К механическим свойствам относят: прочностные характеристики, ударную вязкость, модуль упругости, твёрдость.

Задачи исследования:

- 1) Рассмотреть древесину как материал.
- 2) Изучить методы исследования физико-механических свойств древесины.

По своей природе древесина является анизотропным материалом. Анизотропия – «различия свойств среды». Анизотропия может проявляться в физических свойствах древесины. В одном случае среда может проявляться изотропно, а в другом анизотропно. Степень проявления может быть так же различна.

Основные понятия древесины:

1. В быденной жизни древесиной называется внутренняя часть дерева, которая находится под корой дерева.
2. В ботанике и прочих растительных терминах древесиной называют ткань или множество тканей, состоящих из прокамбия или камбия.
3. В технике – по ГОСТ 23431-79: множество тканей (проводящие, механические и запасающие), расположенных по всей области дерева и находящихся под его корой.

Самые древние ископаемые, которые дошли до наших дней- это растения. Их срок составлял около 400 миллионов лет.

Значение древесины. Человек использовал древесину на протяжении всей своей жизни и этапов развития. В основном конечно в виде топлива, но также основная часть древесины активно шла на строительство. Из древесины изготавливали жилища и мебель, а также деревянную посуду и прочую мелочь.

Достоинства и недостатки использования древесины. Из главных достоинств древесины это то что она способна удерживать тепло. Древесина примерно в пять раз лучше удерживает тепло чем камень. Этот материал является экологичным и натуральным, что является неоспоримом достоинством. Древесина обладает звукоизоляцией, что заинтересовывает её использовать в строительстве. Лёгкая и пластичная древесина упрощает момент с её обработкой и позволяет её дальнейшее непроблематичное использование. К недостаткам относится то, что дерево воспламеняющееся материал и это сокращает область его применения. Зависимость от влажности, что не даёт использовать дерево в полной мере на улице. Сухость тоже плохо влияет на дерево. Всё это ведёт к деформации и разрушению.

Механические свойства древесины. Противостояние активным усилиям даёт возможность древесине использоваться как конструкционный материал.

Под действием механических нагрузок мы наблюдаем следующие свойства древесины. Прочность – возможность давать сопротивление разрушению. Деформативность – умение сохранять первоначальные размеры и формы образца. А также поддержание эксплуатационных свойств.

При данных испытаниях можно получить данные механических свойств древесины: растяжение, изгиб, сжатие и другие. Древесина является анизотропной материей, что даёт возможность проводить с ней данные опыты.

Прочность – это противостояние разрушению под воздействием внешних факторов, появляющихся под воздействием внешних сил. Есть средние данные значений. Они будут зависеть от влажности.

Опыт при сжатии поперёк волокон. Представлена равнодействующая сил. Она способна распространяться равномерно по всей площади образца. Данное испытание проводится на экспериментальных образцах особой формы. У образцов необычная резная форма с явным сужением к центру. Это делается для разрушения образца в тонкой части, а не той частью, где его закрепляли. Предел прочности вдоль волокон в среднем равен 130 МПа, а предел прочности при растяжении поперёк волокон в 20 раз ниже. Поэтому при работе с древесиной избегают растягивающих нагрузок, направленных поперёк волокон.

Одной из самых прочных пород дерева является белая акация. Из неё, в основном, изготавливают напольные покрытия.

Так же к очень твёрдым породам дерева относятся ясень, дуб. Пиломатериалы не гниют и не боятся влаги. А также при правильной обработке твердость может возрастать. Они используются открыто в мебельном производстве. Из этих пород получается хорошее напольное покрытие и сувениры.

Для проверки древесины на статистический изгиб берут образцы в форме бруска вытянутой формы. В среднем предел прочности при статическом изгибе составляет 100 МПа. При данном испытании к образцу прикладываются две силы действие которых противоположно направленно. После происходит разрушение с появлением сдвига.

Выпиливать детали высокой кривизны очень проблематично и не совсем качественно. Куда лучше вымачивать древесину или обрабатывать её паром для дальнейшего гнутья. Гнутые стулья и кресла качалки отличный пример результата данных операций. Как гнуть благодаря пару, так и использовать послойный изгиб можно в домашней мастерской. Оба метода активно используются и ценятся в дизайнерской индустрии.

Пропаренная древесина изготавливается при помощи пара и тут же в размягчённом состоянии её начинают сгибать и прикреплять к шаблону. Это процедура хоть и ответственна, но её можно исполнить и в домашней мастерской.

Изгибание древесины происходит при работе с тонкими образцами. Сама податливость древесины будет зависеть от породы и толщины среза.

Деформативностью называют способность древесины менять свои параметры под воздействием внешних нагрузок. Чем выше модуль упругости – тем более жесткая

древесина. Возможность появления деформации обуславливается неравномерной усушкой в тангенциальном и радиальном направлениях. Чтобы снизить риск появления деформации у пиломатериалов нужно обращать на форму самих образцов из древесины, которые нужно обработать. Правильно расположение пиломатериалов щитовидной формы сократит появление деформации. Ещё можно зафиксировать образец так, чтобы его крепление было противоположно направлено его изгибу. Это поможет сократить дальнейшие изменения формы пиломатериалов.

Гнутьё древесины очень распространённая операция в связи со своей простотой исполнения.

Физические свойства древесины. К внешнему виду относятся: цвет, блеск, структура. Цвет обуславливается зрительным ощущением. Данный параметр сильно влияет на выбор материала. Окраска древесины очень схожа с понятием цвета древесины. Но различие в том, что окраска может сильно меняться от внешних факторов. На окраску древесины влияет в каком климате росло дерево, наличие паразитирующих насекомых и др. А под цветом дерева имеют некую константу, по которой можно даже попытаться определить породу дерева. Блеск – это умение отражать световые потоки. Хорошо отражают свет дуб и белая акация. Текстура – это изображение поверхности древесины, сформировавшееся путем разрезания элементов дерева.

Одним из важных критериев древесины, оценивающей её качество, является содержание поздней зоны, ширина годичных слоев, влажность и свойства, связанные с ее изменениями. Влажность можно измерить благодаря двум методом исследования [1, 2]. Есть прямые и косвенные методы. Прямые проходят путем убирания воды. Этот метод предоставляет верные значения, но обладает недостаткам. Он очень сложен в своем исполнении, что предоставляет множества проблем. Данными проблемами не обладают косвенные методы. Большое влияние получил способ, измеряющий электропроводность древесины, но он так же имеет минусы. Полученные результаты находятся в небольшом промежутке, и они получаются на отдельном небольшом участке древесины, что создает проблемы при определении влажности большого объекта древесины.

Важен показатель влажности древесины, так как от него зависят дальнейшие характеристики материала. 22 % - это максимальный допустимый предел влажности при котором материал используется. Ниже 15 % в естественной среде высушить не получится, так как древесина способна напитываться влагой из внешней среды.

Внутренние напряжения появляются и без наружных напряжений. Внутренние напряжения могут возникать из-за не одинакового объема, возникшего из-за усушки или роста дерева. Влажностные напряжения появляется в итоге из-за не качественной усушки древесины. Если усушка проходит не однородно, то наружное напряжение будет растягивающим, а внутреннее – сжимающим.

Коробление – дефект, который может возникать при разных ситуациях, а также при плохой усушке. Сухая древесина при попадании во влажную среду начинает впитывать влагу, что ухудшает ряд ее свойств. Для защиты древесины от влаги используют различные лакокрасочные материалы и т. д.

Разбухание – это изменение первоначальной формы образца путем увеличения в нем связанных вод. Разбухание может проявляться как во влажной среде, так и в воде. Являясь отрицательным свойством может и оказывать положительное влияние так как при увеличении влажности растет плотность и это нужно, например, изготовления бочек.

Водопоглощение – это увеличение жидкости в древесине путем прямого контакта с водой. Максимальная влажность складывается из предельного количества связанной воды и большего количества свободной воды. Свободная вода в древесине зависит от количества полостей и соответственно, чем больше плотность дерева, тем ниже влажность и влагопоглощение. В таблице приведены данные плотности основных пород древесины [2].

Таблица - Данные плотности основных пород древесины

Название древесной породы	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Условна плотность
Пихта	375	300кг/м <sup>3</sup>
Кедр	435кг/м <sup>3</sup>	350кг/м <sup>3</sup>
Ель	445кг/м <sup>3</sup>	360кг/м <sup>3</sup>
Липа	495кг/м <sup>3</sup>	400кг/м <sup>3</sup>
Осина	495кг/м <sup>3</sup>	400кг/м <sup>3</sup>
Сосна	500кг/м <sup>3</sup>	400кг/м <sup>3</sup>
Ольха	520кг/м <sup>3</sup>	420кг/м <sup>3</sup>
Орех	590кг/м <sup>3</sup>	470кг/м <sup>3</sup>
Береза	650кг/м <sup>3</sup>	520кг/м <sup>3</sup>
Лиственница	660кг/м <sup>3</sup>	520кг/м <sup>3</sup>
Бук	670кг/м <sup>3</sup>	530кг/м <sup>3</sup>
Ясень	680кг/м <sup>3</sup>	550кг/м <sup>3</sup>
Дуб	690кг/м <sup>3</sup>	550кг/м <sup>3</sup>
Клен	690кг/м <sup>3</sup>	550кг/м <sup>3</sup>
Граб	800кг/м <sup>3</sup>	630кг/м <sup>3</sup>

Выводы. Древесина является очень востребованным материалом. Этот материал используют и для изготовления жилища и для его отделки. В производстве мебели тоже не обойтись без древесины. А также древесина используется в химической промышленности. Важно знать, что для долгосрочной и безопасной эксплуатации материала нужно учитывать правила обработки и ухода за материалом. Знания свойств помогут экономить использованный материал и узнать ту информацию, которая откроет новые возможности его использования.



**Список литературы**

1. Физические методы испытаний древесины / [Чубинский А. Н. и др.] ; под ред. Чубинского А. Н. - Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. - 124 с.
2. Ермолин, В. Н. Физика древесины: учебное пособие для студентов направления 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», очной и заочной форм обучения / В.Н. Ермолин. – Красноярск, СибГАУ, 2016 - 84 с.

**References**

- Physical methods of wood testing / [Chubinsky A. N. et al.]; edited by Chubinsky A. N. - St. Petersburg: SPbGLTU, 2015. - 124 p.
2. Ermoolin, V.N. Physics of wood: a textbook for students of the direction 35.03.02 "Technology of logging and wood processing industries", full-time and part-time forms of study / V. N. Ermoolin. - Krasnoyarsk, SibSAU, 2016 - 84 p.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_192-197

УДК 656.13

**РОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДИЛЕРСКИХ ЦЕНТРОВ В РАЗВИТИИ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ЭКОНОМИКИ ДНР**  
THE ROLE OF AUTOMOTIVE DEALERSHIP CENTERS IN THE DEVELOPMENT  
OF THE TECHNICAL POTENTIAL AND ECONOMY OF THE DPR

**Сытник Е.С.**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт», Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка, г. Горловка, ДНР, РФ

**Sytnik E.S.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the "Automotive Transport" Department Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka, Gorlovka, DPR, Russia

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию влияния автомобильных дилерских центров на развитие технического потенциала и экономики Донецкой Народной Республики (ДНР). В работе рассматриваются ключевые функции дилеров, анализируется опыт российских дилерских сетей. Особое внимание уделяется роли дилерских центров в обеспечении качественного технического обслуживания автомобилей и их влиянию на региональную экономику. В статье предложена концепция развития дилерских центров, направленная на усиление их конкурентоспособности в условиях формирующегося автомобильного рынка ДНР. Автор подчеркивает важность стратегического планирования и модернизации инфраструктуры для долгосрочного роста и развития республики.

**Abstract.** The article is dedicated to the study of the impact of automotive dealership centers on the development of the technical potential and economy of the Donetsk People's Republic (DPR). The paper examines the key functions of dealers and analyzes the experience of Russian dealership networks. Special attention is given to the role of dealership centers in providing high-quality vehicle maintenance and their influence on the regional economy. The article proposes a concept for the development of dealership centers aimed at enhancing their competitiveness in the emerging automotive market of the DPR. The author emphasizes the importance of strategic planning and infrastructure modernization for long-term growth and the republic's development.

**Ключевые слова:** дилерская сеть, автомобильные дилерские центры, Донецкая Народная Республика, послепродажное обслуживание, развитие республики, технический потенциал, экономическое развитие.

**Keywords:** dealership network, automotive dealership centers, Donetsk People's Republic, after-sales service, regional development, technical potential, economic development.

**Введение.** В условиях развивающегося рынка автомобильных технологий дилерские центры играют ключевую роль, занимаясь продвижением, продажей и обслуживанием автомобилей. В Донецкой Народной Республике (ДНР) автомобильная дилерская сеть только начинает формироваться, и её значимость для развития технического потенциала республики становится всё более очевидной. Современные автомобили требуют специализированного обслуживания и ремонта, что делает автоцентры с современным оборудованием и квалифицированным персоналом конкурентоспособными. Гаражные службы, не имеющие необходимого оборудования и знаний, могут не справиться с техническими требованиями современного транспорта.

**Цель работы** – исследовать влияние автомобильных дилерских центров на развитие технического потенциала и экономической структуры ДНР, а также сформулировать концепцию их развития в республике.

**Основная часть.** Автомобильный дилер представляет собой коммерческую организацию, специализирующуюся на продаже автомобилей и предоставлении услуг по их обслуживанию. Основные функции дилеров включают не только реализацию новых автомобилей, но и обеспечение их технического обслуживания (ТО), продажи запасных частей и аксессуаров. Каналы продаж варьируются от крупных автосалонов до небольших точек продажи и обслуживания.

Работа автомобильных дилеров существенно отличается от работы производителей (табл. 1). Производители – это компании, которые производят автомобили и сосредоточены на проектировании, производстве и, возможно, на первоначальной продаже своих продуктов. Их основная задача — обеспечить производство автомобилей высокого качества и поставку их на рынок. Производители часто работают на более масштабном уровне и имеют дело с крупными объемами производства.

Таблица 1. Сравнительный анализ функций и ролей автомобильных дилеров и производителей

№	Критерий	Автомобильные дилеры	Производители автомобилей
1	Обслуживание клиентов	Персонализированное обслуживание, консультации, тест-драйвы	Ограниченное взаимодействие с клиентами
2	Инвестиции в инфраструктуру	Обеспечение современного оборудования и удобств для клиентов	Инвестиции в заводы, лаборатории, исследовательские и опытные участки
3	Качество обслуживания	Высокий уровень обслуживания, часто персонализированное	Контроль качества на этапе производства
4	Финансовые услуги	Предложение кредитования, лизинга, страхования	Не предоставляют финансовые услуги напрямую

5	Обучение персонала	Регулярное обучение для поддержки качества обслуживания	Обучение и поддержка дилеров, но не непосредственно для клиентов
6	Обратная связь от клиентов	Прямой контакт с клиентами, сбор отзывов и предложений	Получение обратной связи через дилеров и анализ рынка
7	Маркетинг и реклама	Организация местных рекламных кампаний, акций и мероприятий	Разработка национальных или глобальных рекламных стратегий
8	Цены и скидки	Установка цен, предложение скидок и акций	Определение рекомендованных розничных цен, установка минимальных цен
9	Обеспечение запасными частями	Прямое предоставление запасных частей и аксессуаров	Производство запасных частей и поставка дилерам

Автомобильные дилеры – это независимые или аффилированные с производителями коммерческие организации, которые занимаются продажей автомобилей конечным потребителям. Их работа включает в себя взаимодействие с клиентами, предоставление послепродажного обслуживания, а также часто – финансовое и страховое сопровождение. Успешные дилеры отличаются организованными процессами продаж, качественным обслуживанием и постоянным обучением персонала. Эти факторы способствуют увеличению объема продаж и повышению удовлетворенности клиентов.

Данные агентства «АВТОСТАТ» показывают, что по состоянию на июль 2024 г. в России насчитывалось 1146 дилеров по продаже и обслуживанию легких коммерческих автомобилей (LCV) [1]. Растущее число дилеров в этом сегменте свидетельствует о высоком спросе на такие автомобили – они играют важную роль в малом и среднем бизнесе (доставка товаров, предоставление различных услуг). Кроме того, по состоянию на август 2024 г. в РФ насчитывался 2121 официальный дилерский центр, специализирующийся на продаже грузовых транспортных средств [2], которые являются значимым элементом в логистической и транспортной сфере страны (перевозка товаров и грузов). Таким образом, рост числа автомобильных дилеров в сегментах коммерческих и грузовых автомобилей, отражает динамичное развитие автомобильного рынка и потребность в расширении дилерской сети.

Следует отметить, что продолжающийся активный рост числа автомобильных дилеров в РФ связан также с расширением присутствия китайских марок автомобилей на российском рынке. На сегодняшний день китайские бренды составляют уже 66% от общего числа автомобильных дилеров против 15,6% российских [3]. Такая тенденция обуславливает высокую конкурентоспособность китайских автомобилей, что делает их востребованными среди потребителей.

Влияние автомобильных дилерских центров на развитие ДНР проявляется в следующих аспектах.

1. Обеспечение сервисного обслуживания и послепродажного сервиса (гарантийное и послегарантийное обслуживание) автомобилей. Автомобильные дилерские центры играют ключевую роль в обеспечении качественного обслуживания (услуги по ТО, ремонту автомобилей, продаже запасных частей и автокомпонентов). Для оперативного решения проблем и поддержания автомобилей в работоспособном состоянии важным аспектом является наличие дилерских центров вблизи клиентов, т.к. территориальное расположение влияет на их удовлетворенность и принятие решений о последующих покупках (обслуживаниях).

2. Комплексное обслуживание автомобилей и расширение услуг. В развитых странах автомобильные дилерские центры предлагают комплексное обслуживание, которое включает не только продажу автомобилей и услуги послепродажного сервиса, но и дополнительные услуги (страхование, лизинг, программы «TRADE-IN» и др.). Эти услуги увеличивают привлекательность дилерских центров и способствуют повышению лояльности клиентов.

3. Использование существующих мощностей и повышение социально-экономической отдачи. Дилерские центры способствуют развитию регионального бизнеса не только путем увеличения продаж автомобилей, но и за счет использования существующих мощностей (инфраструктуры, ресурсов) и расширения спектра услуг (добавление новых услуг, повышение качества обслуживания). Такой подход способствует созданию рабочих мест (от механиков до административного персонала), развитию смежных отраслей (спрос на поставщиков запасных частей, строительные компании по ремонту и расширению зданий, рекламные агентства для продвижения услуг и т.д.) и улучшению экономической ситуации в республике (экономика получит импульс благодаря дополнительным расходам и налоговым поступлениям).

Для успешного развития автоцентров в условиях динамичной экономической ситуации и повышенной конкуренции необходимо четкое стратегическое планирование [3]. Основные задачи для развития автомобильных дилерских центров в ДНР сформулированы в концепции (рис. 1), которая позволит им занять конкурентоспособные позиции на рынке и будет способствовать развитию технического потенциала и экономики республики.



Рисунок 1 – Концепция развития автомобильных дилерских центров ДНР

В общем виде концепция развития автомобильных дилерских центров ДНР включает следующие составляющие.

1. Разработка стратегической концепции с учетом долгосрочной перспективы, анализа конкурентов и союзников, формулирования параметров успешной компании.
2. Оценка текущего состояния автоцентров и переход к новому уровню развития компании.
3. Определение факторов конкурентной борьбы в контексте ресурсов, условий работы и технологий.
4. Выработка внутренней корпоративной идеологии и управления для стабильного контроля процесса развития бизнеса.
5. Определение стратегических задач развития компании для адаптации к новым требованиям рынка, обеспечения долгосрочной лояльности клиентов, своевременной корректировки своих стратегий.

Развитие дилерской сети в ДНР представляет собой важный шаг к созданию эффективной системы снабжения и обслуживания, что в свою очередь не только улучшит логистику и доступность автомобилей, но и будет способствовать развитию технического потенциала и укреплению экономической структуры республики. При этом инвестиции в расширение и модернизацию дилерской сети являются критическим фактором для стимулирования роста и повышения качества жизни жителей республики.

**Выводы.** Автомобильные дилерские центры играют ключевую роль в развитии технического потенциала и экономики ДНР. Разработка стратегической концепции, основанной на долгосрочном планировании, модернизации инфраструктуры и развитии кадрового потенциала, позволит компаниям добиться устойчивого роста и конкурировать на уровне с международными. Внедрение предложенных шагов обеспечит стабильное развитие республики и повышение качества жизни её населения.

### Список литературы

1. Тимерханов, А. За полгода в России немного выросло количество дилеров LCV / А. Тимерханов // Автостат : [сайт]. – 2024. – 2 авг. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/58206/> (дата обращения: 15.09.2024).
2. Семёнов, И. За 1,5 года в РФ стало в 2 раза больше дилеров по продаже грузовиков / И. Семёнов // Автостат : [сайт]. – 2024. – 20 авг. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/58306/> (дата обращения: 15.09.2024).
3. Тимерханов, А. 66% всех автодилеров в России относятся к китайским маркам / А. Тимерханов // Автостат : [сайт]. – 2024. – 31 июля. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/58188/> (дата обращения: 15.09.2024).
4. Сытник, Е. С. Разработка инициативы трансформации системы автосервиса в условиях экономико-политической конъюнктуры / Е. С. Сытник, О. В. Сафонов, Н. М. Лактионов // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2024. – № 1(48). – С. 60-67. – EDN DQFCVM.

### References

1. Timerkhanov, A. The number of LCV dealers in Russia has slightly increased over six months / A. Timerkhanov // Autostat: [website]. – 2024. – August 2. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/58206/> (accessed: 15.09.2024).
2. Semyonov, I. The number of truck dealers in Russia has doubled in 1.5 years / I. Semyonov // Autostat: [website]. – 2024. – August 20. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/58306/> (accessed: 15.09.2024).
3. Timerkhanov, A. 66% of all car dealers in Russia represent Chinese brands / A. Timerkhanov // Autostat: [website]. – 2024. – July 31. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/58188/> (accessed: 15.09.2024).
4. Sytnik, E. S. Development of an initiative for the transformation of the automotive service system in the context of economic and political conditions / E. S. Sytnik, O. V. Safonov, N. M. Laktionov // Vestnik of the Automobile and Road Institute. – 2024. – No. 1(48). – P. 60-67. – EDN DQFCVM.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_198-202

УДК 674

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРУБОЧНЫХ  
ОСТАТКОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ НА ЛЕСНЫХ ТЕРМИНАЛАХ**  
WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF USING FELLING RESIDUES FOR ENERGY  
PURPOSES AT FOREST TERMINALS

**Трушевский П.В.**, директор, ООО «Сибирский биоуголь», Калуга, Россия     **Trushevsky P.V.**, Director, Siberian Biougol LLC, Kaluga, Russia

**Николаев В.В.**, аспирант, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Якутск, Россия     **Nikolaev V.V.**, postgraduate student, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

**Григорьев И.В.**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Якутск, Россия     **Grigorev I.V.**, Doctor of Technical Sciences, professor, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

**Аннотация.** С постоянным ростом расстояния вывозки заготовленной древесины на лесные склады потребителей все более актуальной становится задача снижения себестоимости ее транспортировки. При постоянном повышении цен на дизельное топливо, дорожно-строительные материалы, автолесовозы, и заработную плату водителей, наиболее перспективным вариантом становится первичная обработка заготовленной древесины на непостоянных лесных складах – лесных терминалах. Для эффективной работы лесных терминалов необходимо эффективное энергоснабжение, наиболее дешевым источником которого могут служить порубочные остатки. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства». Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

**Abstract.** With the constant increase in the distance of removal of harvested wood to the forest warehouses of consumers, the task of reducing the cost of its transportation becomes more and more urgent. With the constant increase in prices for diesel fuel, road construction materials, logging trucks, and drivers' salaries, the most promising option is the primary processing of harvested wood at non-permanent forest warehouses – forest terminals. For the efficient operation of forest terminals, an efficient energy supply is necessary, the cheapest source of which can be felling residues. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of logging industry and forestry". The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.



**Ключевые слова:** лесные терминалы, порубочные остатки, биотопливо, измельчение древесины.

**Keywords:** forest terminals, felling residues, biofuels, wood crushing.

Как известно, государство – собственник лесных насаждений, реализует лесопользователям древесину на корню в объеме стволовой древесины (в хлыстах), без учета объемов коры и кроны, что делает эти части деревьев бесплатным ресурсом, который крайне желательно эффективно использовать. Вместе с тем, по всей стране можно наблюдать картину, когда порубочные остатки, прежде всего кроновая часть заготовленных деревьев остается на вырубке на перегнивание. На лесосеках со слабонесущими почвогрунтами, и не только, они часто укладываются на трелевочные волокна, и должны быть примяты движителем лесной машины, хотя часто это не делается, т.е. порубочные остатки укладываются на трелевочные волокна в последний момент, когда разработка лесосеки закончена. Такую картину можно наблюдать после разработки лесосек зимой, или лесосек на почвогрунтах с хорошей несущей способностью [1].

После того, как в Приказе Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации «Об утверждении видов лесосечных работ, порядка и последовательности их выполнения, формы технологической карты лесосечных работ, формы акта заключительного осмотра лесосеки и порядка заключительного осмотра лесосеки» от 17.01.2022 г. № 23 появился вариант очистки лесосек «укладкой и оставлением на перегнивание порубочных остатков на месте рубки», по сути разрешающий лесозаготовителям вообще ничего не делать с порубочными остатками, часто можно наблюдать вырубки сплошным ковром покрытые порубочными остатками (особенно в Сибири и на Дальнем Востоке), что, безусловно, повышает их пожарную и фитопатологическую опасность.

С другой стороны, при укладке порубочных остатков на трелевочные волокна без их последующего примятия движителем лесной машины, или после их оставления на месте образования, особенно в лесах на многолетней мерзлоте, обладающих сильно заторможенным биологическим круговоротом, ввиду крайне бедной почвенной биоты, порубочные остатки практически не перегнивают, зато хорошо высыхают, поскольку климат криолитозоны является резко-континентальным, что предусматривает сухие, жаркие летние месяцы [2].

Вышесказанное позволяет утверждать, что в большей части случаев, после проведения лесосечных работ по скандинавской технологии, и хлыстовой с очисткой деревьев от сучьев на пасаках, на вырубке можно собрать достаточно большое количество сухих, не сильно загрязненных почвогрунтом порубочных остатков. Кроме этого, именно в Сибири и на Дальнем Востоке России работает большинство комплексов для канадской технологии лесосечных работ, предусматривающих очистку деревьев сучьев и раскряжевку на верхнем складе. Это обеспечивает их концентрацию у лесовозной дороги, и практически исключает необходимость их сбора на пасаках. Такие порубочные остатки можно и нужно транспортировать на короткие расстояния, к ближайшему лесному терминалу для его энергообеспечения. В работах [3-5] убедительно доказана возможность

использования современных газогенераторных установок для получения электрической энергии, необходимой для привода станков и другого оборудования лесного терминала. При этом, как показали исследования [6, 7] наилучшим видом топлива для газогенераторов являются короткоживущие топливные брикеты. Для их получения порубочные остатки необходимо измельчить, при помощи мобильной рубительной машины, и спрессовать в мобильном брикетном прессе. Такое оборудование достаточно хорошо отработано и известно.

Безусловно, при сборе порубочных остатков на пасаках, при трелевке деревьев за комли к верхнему складу, особенно в теплый период года, порубочные остатки загрязняются почвогрунтом. Как показал опыт эксплуатации переработки порубочных остатков на топливные брикеты, наличие абразивных частиц в них приводит ускоренному износу рабочего оборудования и мобильных рубительных машин, и мобильных брикетных прессов (ножей, матриц) [8], это в значительной степени препятствует широкому распространению использования порубочных остатков в энергетических целях на лесных терминалах.

В этой связи совершенно очевидной становится необходимость предварительной очистки собранных и доставленных на лесной терминал порубочных остатков от частиц почвогрунта. Причем как сухих порубочных остатков, так и влажных, например, после дождя.

Наиболее перспективными техническими решениями для предварительной очистки порубочных остатков будут являться или несколько модифицированные мобильные окорочные барабаны, например, китайской компании «Чэнян», выпускающей мобильные барабаны сухой окорки для порубочных остатков, или сепараторы щепы, барабанные, или ситовые. Эти устройства достаточно компактны (могут быть перевезены одним тягачом), легко устанавливаются на мобильные фундаменты, и могут получать энергию для работы также, как и остальное оборудование лесных терминалов, т.е. от газогенераторной установки.

### Список литературы

1. Григорьева О. И. Новая машина для очистки лесосек / О. И. Григорьева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 5-3 (10-3). С. 96-99.
2. Долгосрочные последствия воздействия движителей лесных машин на почвогрунты северных лесов / В.М. Дьяченко, В.А. Каляшов, И.С. Должиков, А.С. Дмитриев, А.Ю. Гурьев, Д.В. Новгородов, М.С. Новиков // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2024. № 3 (15). С. 22-31.
3. Альтернативные источники энергии для автономного энергоснабжения удаленных объектов сельского хозяйства и лесного комплекса / О.А. Куницкая, А.В. Помигуев, Д.Н. Афоничев, В.И. Григорьев, И.Н. Дмитриева, Г.В. Григорьев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15. № 1 (72). С. 71-81.

4. Куницкая О.А. Функциональные возможности и эксплуатационные характеристики средств энергоснабжения лесных терминалов / О.А. Куницкая, А.В. Помигуев // Повышение эффективности лесного комплекса : Материалы Седьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2021. С. 102-103.

5. Куницкая О.А. Эффективная система преобразования тепловой энергии в электрическую для энергоснабжения лесных терминалов / О.А. Куницкая, А.В. Помигуев // Повышение эффективности лесного комплекса : Материалы Седьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2021. С. 104-105.

6. Куницкая О.А. Перспективы развития систем генерирования и преобразования электрической энергии для лесных терминалов / О.А. Куницкая, А.В. Помигуев // Лесозэксплуатация и комплексное использование древесины : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2021. С. 124-128.

7. Куницкая О.А. Энерго-ресурсосберегающие технологии электроснабжения лесных терминалов / О.А. Куницкая, Т.Н. Стородубцева, А.В. Помигуев // Эколого-ресурсосберегающие технологии в науке и технике : материалы Всероссийской научно-технической конференции. Воронеж, 2021. С. 112-117.

8. Куницкая О.А. Транспортно-технологические комплексы для производства топливной щепы / О.А. Куницкая, А.Б. Давтян, А.В. Помигуев // Транспортные и транспортно-технологические системы : Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. редактор Н.С. Захаров. Тюмень, 2021. С. 141-144.

### References

1. Grigoreva O. I. A new machine for clearing cutting areas / O. I. Grigoreva // Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2014. Vol. 2. No. 5-3 (10-3). pp. 96-99.

2. Long-term effects of the impact of forest machinery movers on soils of northern forests / V.M. Dyachenko, V.A. Kalyashov, I.S. Dolzhikov, A.S. Dmitriev, A.Yu. Guryev, D.V. Novgorodov, M.S. Novikov // Safety and labor protection in logging and woodworking industries. 2024. No. 3 (15). pp. 22-31.

3. Alternative energy sources for autonomous power supply of remote agricultural and forestry facilities / O.A. Kunitskaya, A.V. Pomiguyev, D.N. Afonichev, V.I. Grigorev, I.N. Dmitrieva, G.V. Grigorev // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2022. vol. 15. No. 1 (72). pp. 71-81.

4. Kunitskaya O.A. Functional capabilities and operational characteristics of power supply facilities for forest terminals / O.A. Kunitskaya, A.V. Pomiguyev // Improving the efficiency of the forest complex. Materials of the Seventh All-Russian National Scientific and Practical Conference with international participation. Petrozavodsk, 2021. pp. 102-103.

5. Kunitskaya O.A. An effective system for converting thermal energy into electrical energy for the power supply of forest terminals / O.A. Kunitskaya, A.V. Pomiguyev // Improving

the efficiency of the forest complex. Materials of the Seventh All-Russian National Scientific and Practical Conference with international participation. Petrozavodsk, 2021. pp. 104-105.

6. Kunitskaya O.A. Prospects for the development of electric energy generation and conversion systems for forest terminals / O.A. Kunitskaya, A.V. Pomiguyev // Forest exploitation and integrated use of wood. Collection of articles of the All-Russian scientific and practical conference. Krasnoyarsk, 2021. pp. 124-128.

7. Kunitskaya O.A. Energy-resource-saving technologies of power supply of forest terminals / O.A. Kunitskaya, T.N. Storodubtseva, A.V. Pomiguyev // Ecological and resource-saving technologies in science and technology. materials of the All-Russian Scientific and Technical Conference. Voronezh, 2021. pp. 112-117.

8. Kunitskaya O.A. Transport and technological complexes for the production of fuel chips / O.A. Kunitskaya, A.B. Davtyan, A.V. Pomiguyev // Transport and transport-technological systems. Materials of the International Scientific and Technical Conference. Editor N.S. Zakharov. Tyumen, 2021. pp. 141-144.

**ПРИМЕНЕНИЕ БИОУГЛЯ НА ОСНОВЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД  
В ПРИРОДООХРАННЫХ ЦЕЛЯХ**

**APPLICATION OF BIOCHARS BASED ON SEWAGE SLUDGE FOR ENVIRONMENTAL  
PROTECTION PURPOSES**

**Ходосова Н.А.**, кандидат химических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Khodosova N.A.**, Candidate of Chemical Sciences, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Томина Е.В.**, доктор химических наук, заведующая кафедрой химии ФГБОУ ВО «Воронежский лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Tomina E.V.**, DSc in Chemistry, Head of the Department of Chemistry, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Мануковская В.Е.**, студентка ФГБОУ ВО «Воронежский лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Manukovskaya V.E.**, student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Ищенко Т.Л.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Ishchenko T.L.**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация.** Биоуголь, полученный из осадка сточных вод, считается одним из самых интересных конечных продуктов в экономике замкнутого цикла, основанной на сточных водах. В исследовании получены образцы биоугля, определены физико-химические и сорбционные характеристики полученного материала. Проведен сравнительный анализ характеристик биоуглей на основе осадков сточных вод и углей, полученных при карбонизации опилок древесины березы и сосны. Установлено, что биоугли, полученные на основе различных отходов (опилки древесных растений и осадок сточных вод) проявляют сопоставимые сорбционные способности в отношении органического красителя метиленового синего.

**Abstract.** Biochar obtained from sewage sludge is considered one of the most interesting end products in a closed-loop economy based on wastewater. In the study, biochar samples were obtained, physicochemical and sorption characteristics of the obtained material were determined. A comparative analysis of the characteristics of biochars based on sewage sludge and coals

obtained by carbonization of birch and pine sawdust was carried out. It was found that biochars obtained from various wastes (sawdust of woody plants and sewage sludge) exhibit comparable sorption capabilities with respect to the organic dye methylene blue.

**Ключевые слова:** осадок сточных вод, древесины березы, древесина сосны, сорбция, краситель метиленовый синий.

**Keywords:** sewage sludge, birch wood, pine wood, sorption, methylene blue dye.

Быстрый рост количества осадков сточных вод на очистных сооружениях является серьезной проблемой современности. Все более востребованными становятся рациональные и эффективные методы обработки и утилизации осадков [1]. Опыт исследователей показывает [2, 3] показывают, что осадок сточных вод пригоден для повторного использования, поскольку содержит набор органических веществ, различные отходы биомассы, содержащие микроэлементы. Утилизация осадка сточных вод включает два основных направления: органическая переработка, связанная с возможностью использования осадка сточных вод для удобрения, например, в сельском хозяйстве, и термическая обработка осадка, например, сжигание, пиролиз и др. для получения топлива и других материалов [2].

При переработке древесины ежегодно образуется значительное количество отходов, утилизация которых становится серьезной экологической проблемой, поскольку приводит к ухудшению состояния атмосферы, выбросам парниковых газов и уничтожению водных и органических продуктов. Использование отходов деревоперерабатывающей промышленности для получения новых углеродных сорбентов представляется удачным решением. Биоуголь является эффективным биосорбентом для множества загрязняющих веществ из сточных вод благодаря своим физико-химическим характеристикам и экономическим преимуществам. Таким образом, превращение осадка сточных вод и отходов лесопиления в новые ресурсы, позволяющие использовать данный материал как сорбент, является востребованной технологией, имеющей тенденции к распространению повсеместно.

Цель исследования состояла в получении образцов биоугля из осадков сточных вод, определении физико-химических и сорбционных характеристик, а также в сравнительном анализе с образцами биоуглей, полученными из опилок древесины березы и сосны.

Методика получения и предварительной модификации биоуглей, а также определения сорбционной способности описана в источнике [4]. Карбонизацию исходного сырья осуществляли в идентичных условиях.

Исследования показывают [5], что если загрязнитель имеет гидрофобные функциональные группы, например, метильные, то сорбция биоуглем будет протекать посредством гидрофобного взаимодействия. Чем выше температура пиролиза ( $> 500^{\circ}\text{C}$ ), тем выше гидрофобность и ароматичность биоугля, тем больше удельная площадь поверхности, и, таким образом, тем легче поглощать гидрофобные и неполярные органические загрязнители.

В ранее проведенных нами исследованиях [4] установлено, что карбонизация при 500<sup>0</sup>С позволяет достичь большего выхода продукта. Подъем температуры пиролиза до 600 °С способствует снижению содержания летучих веществ в биоугле и обогащению его связанным углеродом, а также приводит к увеличению рН биоугля значительно выше 7, вероятно, за счет обогащения не подвергающимися пиролизу неорганическими элементами, такими как калий и кальций. На основе результатов [4,6] карбонизация осадков сточных вод также осуществлялась при 500<sup>0</sup>С. При данной температуре выход продукта карбонизации составил 36% в случае березового угля, 25% для соснового биоугля и 65% при получении биоугля из осадков сточных вод.

Для образцов биоуглей определены физико-химические параметры (табл. 1).

Таблица 1 Физико-химические характеристики исходных и активированных биоуглей

Образец	Влажность, W, %	Насыпная плотность, г/л	рН
Б	4,3	141,48	7,1
Б+КОН	5,7	334,6	7,3
С	3,4	197,64	6,8
С+КОН	3,9	335,4	6,8
ОСВ	3,5	324,50	7,8
ОСВ+КОН	6,2	345,8	7,8
Примечание: Б, С, ОСВ – биоуголь береза, сосна, осадок сточных вод; Б, (С, ОСВ) +КОН – биоуголь, модифицированный раствором КОН			

Все исследуемые исходные образцы биоуглей имеют похожие значения влажности. Значение рН для образцов углей, полученных на основе древесных опилок, имеет близкую к нейтральному значению величину. Для образца ОСВ можно отметить сдвиг рН в щелочную область. Модификация раствором КОН способствует значительному увеличению насыпной плотности биоугля в 1,1-2,6 раза, так как приводит к получению материалов с большей удельной поверхностью и объемом микропор [7], данные РЭМ свидетельствуют, что модификация приводит к уменьшению размера частиц биоуглей.

Изотермы сорбции красителя метиленового синего представлены на рис. 1.

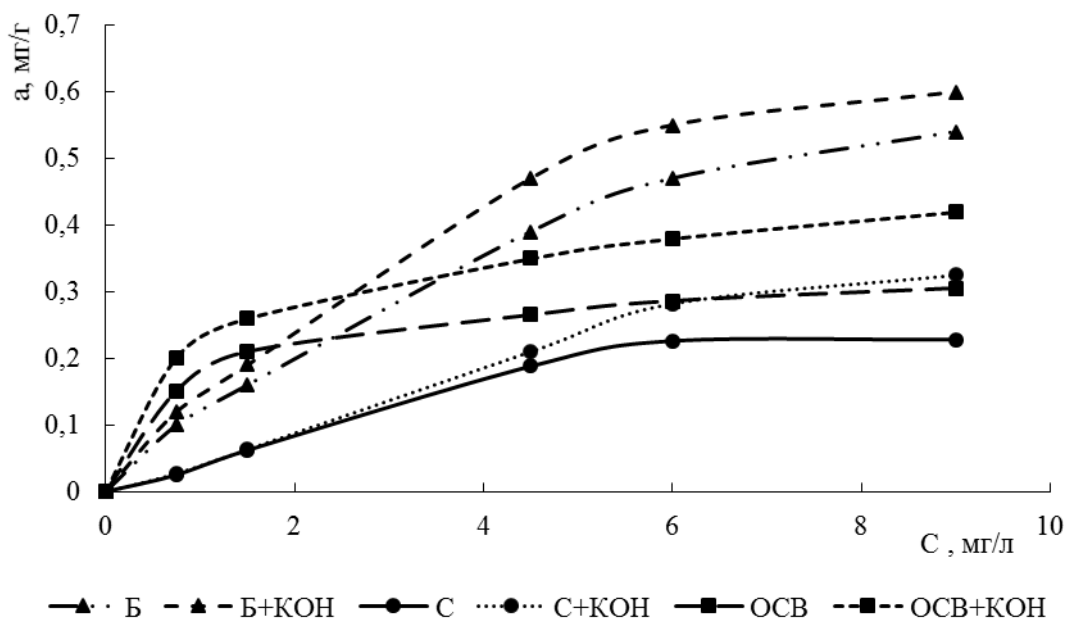


Рисунок 1 Изотермы сорбции на образцах биоуглей

Изотермы сорбции красителя на образцах биоугля из осадка сточных вод относятся к первому типу, характерному для микропористых тел. Схожая форма изотерм для березового и соснового биоуглей, их отличительная особенность - более пологий начальный участок в области низких концентраций. Значения сорбции метиленового синего на исходных и модифицированных биоуглях (попарно) близки в области низких концентраций (рис. 1). Щелочная обработка стимулирует сорбцию красителя в 1.1 – 1.4 раза в зависимости от образца. Подобную тенденцию можно объяснить несколькими факторами: уменьшением размера частиц, пористостью и отрицательным зарядом на поверхности активированного образца в сравнении с исходным биоуглем. Березовый уголь проявляет большее сродство к красителю, сорбция которого на образце выше чем на других биоуглях.

### Список литературы

1. Lei Zhao, Zhong-Fang Sun et al. Sewage sludge derived biochar for environmental improvement: Advances, challenges, and solutions. *Water Research X*. V. 18, 2023, 100167. <https://doi.org/10.1016/j.wroa.2023.100167>
2. M. Kacprzak, E. Neczaj, K. Fijałkowski, A. Grobelak, A. Grosser, M. Worwag, A. Rorat, H. Brattebo, A. Almås, B.R. Sewage sludge disposal strategies for sustainable development Singh, *Environ. Res.* 2017. V. 156, P. 39-46
3. Les Levidow, Sujatha Raman. Metamorphosing waste as a resource: Scaling waste management by ecomodernist means. *Geoforum*. V. 98, 2019, p.108-122.
4. Томина Е.В., Ходосова Н.А., Нгуен А.Т., Мануковская В.Е., Нгуен Х.Х. Особенности сорбции метиленового голубого биоуглями на основе карбонизатов сосны и березы. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2024. Т. 24. № 1. С. 44-55.



5. Y.J. Dai, N.X. Zhang, C.M. Xing, Q.X. Cui, Q.Y. Sun. Sewage sludge derived biochar for environmental improvement: Advances, challenges, and solutions. 2019. *Chemosphere*, V. 223, P. 12-27.

6. Томина Е.В., Ходосова Н.А., Мануковская В.Е., Жужукин К.В. Влияние физико-химической активации на сорбционную активность биоугля из опилок сосны. *Экология и промышленность России*. 2023. Т. 27. № 6. С. 67-71. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-6-67-71>.

7. Carrot P.J.M, Ribeiro Carrot M.M.L., Mourao P.A.M. Pore size control in activated carbons obtained by pyrolysis under different conditions of chemically impregnated corc. // *J. Anal. Appl. Pyrolysis*. 2006. V.73. P. 120-127

### References

1. Lei Zhao, Zhong-Fang Sun et al. Sewage sludge derived biochar for environmental improvement: Advances, challenges, and solutions. *Water Research X*. V. 18, 2023, 100167. <https://doi.org/10.1016/j.wroa.2023.100167>

2. M. Kacprzak, E. Neczaj, K. Fijałkowski, A. Grobelak, A.Grosser, M. Worwag, A. Rorat, H. Brattebo, A. Almås, B.R. Sewage sludge disposal strategies for sustainable development Singh, *Environ. Res*. 2017. V. 156, P. 39-46

3. Les Levidow, Sujatha Raman. Metamorphosing waste as a resource: Scaling waste management by ecomodernist means. *Geoforum*. V. 98, 2019, p.108-122.

4. Tomina E.V., Khodosova N.A., Nguyen A.T., Manukovskaya V.E., Nguyen H.H. Specific features of the sorption of methylene blue by biochars based on pine and birch carbonizates. *Sorption and Chromatographic Processes*. 2024. V. 24. № 1. P. 44-55. <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2022.22/10600>

5. Y.J. Dai, N.X. Zhang, C.M. Xing, Q.X. Cui, Q.Y. Sun. Sewage sludge derived biochar for environmental improvement: Advances, challenges, and solutions. 2019. *Chemosphere*, V. 223, P. 12-27.

6. Tomina E.V., Khodosova N.A., Manukovskaya V.E., Zhuzhukin K.V. Effect of physico-chemical activation on sorption activity of bio-coal from pine sawdust. *Ecology and industry of Russia*. 2023. V. 27. № 6. P. 67-71. DOI: <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-6-67-71>.

7. Carrot P.J.M, Ribeiro Carrot M.M.L., Mourao P.A.M. Pore size control in activated carbons obtained by pyrolysis under different conditions of chemically impregnated corc. // *J. Anal. Appl. Pyrolysis*. 2006. V.73. P. 120-127.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_208-212

УДК 674

**ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В ВИДЕ КОРЫ БЕРЕЗЫ**  
**PROBLEMS OF RECYCLING WOOD WASTE IN THE FORM OF BIRCH BARK**

**Черных А.С.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Chernykh A.S.**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Рублев И.Ю.**, аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Rublev I.Y.**, postgraduate, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация.** В работе освещены современные проблемы переработки древесных отходов в виде коры березы. Был проведен анализ ключевых переработчиков березы. Рассмотрены основные подходы к эффективному использованию древесных отходов.

**Abstract.** The article highlights the current problems of processing wood waste in the form of birch bark. The analysis of the key processors of birch was carried out. The main approaches to the effective use of wood waste are considered.

**Ключевые слова:** древесные отходы, кора березы, фанерное производство, композиционный материал, переработка.

**Keywords:** wood waste, birch bark, plywood production, composite material, recycling.

В России полезно используется немногим более половины биомассы растущего дерева, традиционно перерабатываемой в круглые лесоматериалы и пилопродукцию различного назначения. Остальная часть превращается в отходы (более 40 млн. куб. м в год), которые часто потребляются в качестве топлива, а нередко вывозятся в отвалы, сжигаются или сбрасываются в водоемы.

Одним из путей использования древесных отходов является создание multifunctional древесно-полимерных композитов. Кроме древесины, в качестве наполнителей в композиционных материалах могут использоваться лоза подсолнечника, волокна конопли, льна и т.д., а также уникальная кора пробкового дерева. К сожалению, кора пробкового дерева является редким и дорогим сырьем, ее запасы очень ограничены.

В России пробковый дуб не произрастает, поэтому вся продукция из данного материала импортируется из Евросоюза. Основное распространение пробковый дуб получил в странах Средиземноморья - Португалии, Испании и Франции.

В отличие от пробкового дерева, кора березы, а именно пробковый слой (береста) схожа по многим свойствам с пробкой, но в настоящее время используется крайне неэффективно.

Пробковый слой коры березы (береста) известен давно и был особым материалом для мастеров в Древней Руси, наряду с деревом. На бересте писали, из нее делали огромные коробки, сосуды, прокладки для прочности кожаных изделий (сапог, ножен), поплавки, поделки, берестой могли оплести глиняные горшки, если они трескались. Начиная с первой половины XI века кора берёзы использовалась в качестве писчего материала. Более 400 лет береста была главным материалом для письма [1].

В России ежегодно заготавливается около 29 миллионов кубометров березы. Основная ее часть до 80 % используется для производства фанеры и древесно-стружечных плит, оставшаяся часть идет на производство пиломатериалов, тары, товаров народного потребления, мебели и др. При этом в процессе производства образуется более 3 миллионов кубометров березовой коры, которая практически не используется, в основном сжигается. В России действует 60 фанерных заводов из них 31 относится к категории крупных. В таблице представлены объемы отходов в виде коры березы и пробкового слоя (бересты) по ведущим предприятиям, перерабатывающим березу.

Таблица – Объемы отходов по ведущим предприятиям России по переработки березы

Предприятие	Годовая программа по сырью, тыс. м <sup>3</sup>	Доля коры, тыс.м <sup>3</sup>	Масса коры, тонн	Доля бересты, тонн	Объемный выход бересты из коры, %	Объемный выход бересты от годовой парagramмы, %
Холдинг ОАО «СВЕЗА»	195	20,5	11480	2140	18,64	1,57
ОАО «Фанплит»	391	38	21280	4120	19,36	1,51
ООО «Пермский фанерный комбинат»	365	34,5	19320	4050	20,96	1,59
ОАО «Великоустюгский Фанерный Комбинат «Новатор»	195	18,4	10304	2140	20,77	1,57
ОАО «Мантуровский фанерный комбинат»	127	11,7	6552	1280	19,54	1,44
ООО «ТК Плитпром»	195	18,9	10584	1880	17,76	1,38
ЗАО «Муромский фанерный завод»	195	20,1	11256	1880	16,70	1,38
ООО «Демидовский фанерный комбинат»	117	10,9	6104	1350	22,12	1,65
ООО «Брянский фанерный комбинат»	230	22,4	12544	2590	20,65	1,61
ООО «Грибановский мебельный комбинат»	25	2,3	1288	260	20,19	1,49

Анализ данных по объемам отходов показывает, что объем коры в общем объеме сырья составляет от 9,2% до 10,5%, объем пробкового слоя (бересты) от объема коры составляет от 16,7% до 20,9%, объем пробкового слоя (бересты) от годовой программы предприятия колеблется от 1,38% до 1,65%. Таким образом, объемы ценного пробкового слоя коры березы по каждому предприятию доходят до нескольких тысяч тон и при этом практически не используются, в основном сжигаются.

Пробковый слой коры березы (береста) является основной частью корки и составляет до 25% массы от общей массы коры, а в стенках пробковых клеток находится щелочерастворимое вещество - суберин (до 40 % от общей массы бересты), представляющий собой комплекс гидрокислот и фенольных кислот, связанных между собой простыми эфирными связями с образованием сетчатой полимерной структуры - полиэстолида. Благодаря суберину береста малопроницаема для воды, газов и звуковых волн. Таким образом, использование бересты в качестве основного наполнителя в композиционном материале позволяет существенно улучшать его тепло- и звукоизоляционные свойства [2].

Наиболее возможным путем использования пробкового слоя коры березы является создание из него многофункционального композиционного материала с сохранением гибкости, прочности, водонепроницаемости, низкой теплопроводности, низкой звукопроводности и антисептических свойств.

В отличие от древесно-полимерных композитов на основе древесины, композиты из бересты будут более гибкими, мягкими, приятным на ощупь, с хорошей устойчивостью к скольжению. Композиты из данного материала могут использоваться в качестве декоративных напольных и настенных покрытий, тепло и шумоизоляции и других отделочных материалов, спрос на которые достаточно высок на фоне темпов роста строительства.

Основной проблемой при производстве данного материала, которая определяет технологичность процесса, является отделение пробкового слоя (бересты) от коры березы. Есть несколько подходов к технологическому решению процесса отделения пробкового слоя (бересты) от коры березы.

Кора измельчается до определенной фракции, затем погружается в жидкость и методом пенной флотации посредством воздуха в воде осуществляют отделение фракции пробкового слоя от основной массы измельченной коры березы [2].

Березовая кора обрабатывается кипячением в воде или провариванием без давления или под давлением (в течение, например, двух часов) до полного размягчения луба. Затем луб и древесные остатки удаляют соскабливанием или обкаткой коры в приводном барабане [3].

Кроме того, ведется заготовка бересты как с растущих деревьев за 1-2 года до рубки в период сокодвижения, так и с березовых дров, кряжей и валежника. С деревьев, предназначенных для фанерного и других специальных производств, кору снимать запрещается. С растущих деревьев кору можно снимать до половины высоты дерева, для чего остро отточенным ножом надрезают белый верхний слой коры и лопаточкой-сочелкой снимают бересту. Для заготовки бересты пригодны деревья с диаметром на

высоте 1,3 м не менее 10-12 см. Береста в зависимости от содержания луба делится на три сорта: к высшему сорту относят бересту с растущих деревьев без примесей луба, к первому сорту относят бересту из валежника, сухостоя с примесью луба до 20 %, ко второму сорту относят бересту, получаемую от ошкурки лежалых березовых дров с примесью луба более 50 % [4].

Таким образом, существующие решения по отделению пробкового слоя (бересты) от коры березы позволяют подтвердить возможность создания нового многофункционального композиционного материала из коры березы.

Систематических исследований по созданию подобного материала не проводилось. Кроме того, конкретных рецептур, отличающихся по составу и свойствам, могут быть десятки и сотни, и соответственно конечных материалов, отличающихся по физико-механическим свойствам, стоимости, условиям использования также может быть множество.

Таким образом, крайне актуальны исследования по созданию многофункционального композиционного материала из коры березы, с целью вовлечения в переработку отходов производства, выведения на рынок новых видов продукции, снижения издержек производства и повышения эффективности процессов комплексной переработки древесины.

### Список литературы

1. Пошарников Ф.В., Черных А.С., Филичкина М.В. Новые материалы в домостроении на основе использования древесины малолесной зоны России и древесных и пластиковых отходов // Природопользование: ресурсы, техническое обеспечение : межвузовский сборник научных трудов. – Воронеж, 2009. – С. 113-121. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21067194>.
2. Патент на изобретение RU 2739888 C1, 29.12.2020. Черных А.С., Сысоев А.С. Способ получения композиционного материала из коры березы. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44699454>.
3. Патент на изобретение SU78328A1, 1949.01.01. Поварнин И.Г. Способ отделения бересты от березовой коры. – [https://yandex.ru/patents/doc/SU78328A1\\_19490101](https://yandex.ru/patents/doc/SU78328A1_19490101).
4. Махнюк В.Г. Береста: Теника, Приемы, Изделия: Энциклопедия. – М.: АСТ-Прогресс книга. – 168с. – <https://www.labirint.ru/books/185648/>.
5. Сысоев А.С., Черных А.С. Разработка нового композиционного материала на основе коры березы // Инновационные разработки молодых ученых Воронежской области на службе региона. – 2016. – С. 84-85. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27392919>.

### References

1. Posharnikov F.V., Chernykh A.S., Filichkina M.V. New materials in housing construction based on the use of wood from the low-forest zone of Russia and wood and plastic waste. Environmental management: resources, technical support. interuniversity collection of scientific papers. Voronezh, 2009. pp. 113-121. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21067194>.

2. Patent for the invention RU 2739888 C1, 12/29/2020. Chernykh A.S., Sysoev A.S. Method of obtaining composite material from birch bark. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44699454>.
3. Patent for the invention SU78328A1, 1949.01.01. Povarnin I.G. Method of separating birch bark from birch bark. – [https://yandex.ru/patents/doc/SU78328A1\\_19490101](https://yandex.ru/patents/doc/SU78328A1_19490101).
4. Makhnyuk V.G. Beresta: Shade, Techniques, Products: Encyclopedia. – M.: AST-Progress book. – 168s. – <https://www.labirint.ru/books/185648/>.
5. Sysoev A.S., Chernykh A.S. Development of a new composite material based on birch bark. Innovative developments of young scientists of the Voronezh region in the service of the region. 2016. pp. 84-85. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27392919>.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_213-216

УДК 674

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ НОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО  
МАТЕРИАЛА ИЗ КОРЫ БЕРЕЗЫ**

**TECHNOLOGICAL ASPECTS OF CREATING A NEW COMPOSITE  
BIRCH BARK MATERIAL**

**Черных А.С.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Chernykh A.S.**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Рублев И.Ю.**, аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Rublev I.Y.**, postgraduate, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** В работе рассмотрены технологические аспекты переработки древесных отходов в виде коры березы. Был проведен анализ технологических операций переработки древесных отходов в виде коры березы. Представлена общая технология переработки древесных отходов.

**Abstract:** The article considers the technological aspects of processing wood waste in the form of birch bark. The analysis of technological operations for processing wood waste in the form of birch bark was carried out. Presented the general processing technology wood waste.

**Ключевые слова:** древесные отходы, кора березы, технология, композиционный материал, переработка.

**Keywords:** wood waste, birch bark, technology, composite material, recycling.

Проблемы использования и переработки древесных отходов, приносящих значительный экологический и экономический ущерб, приобретают все более насущный характер при современных, постоянно растущих требованиях к экологической чистоте действующих производств. Низкая степень переработки и использования древесных отходов в России ведет к серьезным экологическим последствиям и экономическим потерям долгосрочного характера. Выбрасываемые отходы представляют собой ценнейшее вторичное биосырье, которое может быть использовано более рационально и эффективно.

Рациональное использование лесных ресурсов является одной из фундаментальных задач лесного комплекса и является, в соответствии со стратегией развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года, приоритетным направлением развития науки, технологий и техники в РФ.

Одним из путей дальнейшего использования такого рода отходов является создание многофункциональных композиционных материалов. Получение таких материалов сопровождается подбором составов, исследованием физико-механических свойств, повышением технологических и эксплуатационных характеристик продукции, производимой из композитов. Возможность использования таких материалов для домостроения, судостроения, железнодорожного и автомобильного транспорта, в авиационной, космической технике, деревообрабатывающей промышленности и других областях уже подтверждена во всем мире на примере ДПК (древесно-полимерный композит). [1]

Наиболее существенно на свойства композита из древесных отходов влияют следующие факторы: процент содержания древесного наполнителя, порода древесины, геометрия частиц древесного наполнителя, влажность, тип термопластичной матрицы, добавки, технология переработки.

Особый интерес для создания нового многофункционального композиционного материала представляет березовая кора, а именно ее пробковый слой (береста) в силу своих физико-механических и химических свойств. В России из заготавливаемых 29 миллионов кубометров березы, в процессе ее переработки образуется более 3 миллионов кубометров березовой коры, которая практически не используется, в основном сжигается. Это большой сырьевой потенциал для организации производства по переработке данного вида отходов.

Технологические стадии получения нового многофункционального композиционного материала включают: измельчение коры березы; отделение пробкового слоя; сортировку; смешение; прессование или экструзия, формование, охлаждение; упаковка. [3]

Процесс измельчения древесной коры является самой энергоемкой операцией в данной технологии, так как здесь требуется получение по сути древесной муки. Древесная мука представляет собой мелкие частицы древесины произвольных форм, получаемые специально в процессе размола древесины, в нашем случае коры березы. К древесной муке, как правило, относят измельченную древесину с размером частиц менее 1,2 мм. Частицы древесной муки имеют случайные нерегулярные формы. С одной стороны, это связано с особенностями структуры древесины, а с другой – с тем, что дробление частиц в рабочих органах мельниц происходит в результате случайных многосторонних воздействий - сдавливаний, смещений, ударов, соударений и т.д. Для производства фенопластов, полимерных композиционных и строительных материалов используется мука марок 120, 140, 160, 180. Марки древесной муки указывают на фракцию помола, которая измеряется в микрометрах.

Технологический процесс производства древесной муки из коры березы состоит из следующих основных операций:

- подготовка коры для производства древесной муки, осуществляется сортировка исходного сырья, его хранение;
- механическое измельчение сырья в сырой продукт;



- сушка сырого продукта для получения требуемой влажности муки и обеспечения наиболее выгодных режимов измельчения;
- измельчение сухого материала с целью получения продукта требуемой дисперсности;
- сортирования продукта измельчения;
- извлечение древесной муки необходимых марок;

Сушка измельченной коры березы может осуществляться в различных типах сушильных установок (ленточные, сетчатые, шахтные, сушилки кипящего слоя, вакуумные, СВЧ и т.п.). В деревообработке наиболее широко распространены сушилки барабанного типа.

Через загрузочный бункер влажный материал подается в барабан и поступает на внутреннюю насадку, расположенную по всей длине барабана. Насадка обеспечивает равномерное распределение и хорошее перемешивание материала по сечению барабана, а также его тесный контакт с сушильным агентом при пересыпании. Непрерывно перемешиваясь, материал перемещается к выходу из барабана. Высушенный материал удаляется через разгрузочную камеру.

Измельчение коры березы может осуществляться на самых разнообразных типах мельниц. При этом классификация частиц муки может происходить как внутри агрегата, так и на внешних классификаторах (ситовых, воздушных и т.д.). Размол может производиться в одну или в несколько стадий. Эффективность размола (энергозатраты, производительность, равномерность фракционного состава и т.д.) может различаться не только в зависимости от типа мельницы, но и от совершенства конструкции. Современное размольное оборудование для получения древесной муки имеет компактную конструкцию и не требует больших площадей. Мельничные комплексы и агрегаты для производства древесной муки могут иметь единичную производительность от нескольких килограммов до нескольких тонн в час. Основными критериями для определения технического уровня конкретной мельничной установки являются: стабильность размеров размолотого материала в заданном диапазоне, т.е. полезный выход кондиционной муки; отношение энергозатрат к производительности установки; габариты и масса; герметичность; пожаровзрывобезопасность. [2]

Для изготовления древесной муки используются мельничные машины самого различного типа, в которых древесина подвергается воздействию различных динамических нагрузок: сжатию, изгибу, разрыву и сдвигу. По типу мельничные машины бывают: дисковые; валковые; молотковые; челюстные; роторные. [2]

В одной мельнице может осуществляться несколько разных видов воздействия на раздробляемый материал. В производстве древесной муки наибольшее распространение получили мельницы роторного и молоткового типа. В мельницах такого типа решаются две задачи - измельчение материала с одновременной его сортировкой. То есть, пока материал не будет измельчен до нужного размера, он не сможет покинуть мельницу. Эта сепарация осуществляется либо ситовым методом, либо при помощи центробежных сил.

Таким образом, технологические предпосылки для создания нового композиционного материала из коры березы созданы и требуется выполнение

исследований, которые будут направлены на создание нового материала и изучение его свойств при различных методах производства, в частности прессования в том числе, цикличного (листовые материалы) и непрерывного (рулонные материалы), а также литья под давлением (профильные материалы).

В результате дальнейших исследований необходимо разработать новые технологии производства уникального материала и новых видов продукции из него при решении экологических проблем по утилизации древесных отходов. Ожидаемый экономический эффект будет заключаться в масштабах возможного использования результатов НИР в области производства данного продукта, в расширении ассортимента, в повышении его технологических и эксплуатационных характеристик. Развитие данного производства в России является крайне перспективным, и вывод на рынок нового композита отечественного производства будет способствовать неуклонному росту производства и существенному импортозамещению.

### Список литературы

1. Патент на изобретение RU 2739888 C1, 29.12.2020. Черных А.С., Сысоев А.С. Способ получения композиционного материала из коры березы. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44699454>.
2. Кислицына С. Н. Способы переработки отходов деревообрабатывающей промышленности: учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по направлению подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» / С. Н. Кислицына, А. П. Самошин. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 104 с. – URL: [https://library.pguas.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/2125/УМП\\_к\\_ПР\\_Кислицына\\_переработка.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://library.pguas.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/2125/УМП_к_ПР_Кислицына_переработка.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
3. Сысоев А.С., Черных А.С. Разработка нового композиционного материала на основе коры березы // Инновационные разработки молодых ученых Воронежской области на службе региона. 2016. с. 84-85. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27392919>.

### References

1. Patent for the invention RU 2739888 C1, 12/29/2020. Chernykh A.S., Sysoev A.S. Method of obtaining composite material from birch bark. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44699454>.
2. Kislitsyna S.N. Methods of processing waste from the woodworking industry: an educational and methodological guide for performing practical work in the field of training 03/35/02 "Technology of logging and wood processing industries" / S.N. Kislitsyna, A.P. Samoshin. – Penza: PGUAS, 2016. – 104 p. – URL: [https://library.pguas.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/2125/UMP\\_k\\_Edit.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://library.pguas.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/2125/UMP_k_Edit.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
3. Sysoev A.S., Chernykh A.S. Development of a new composite material based on birch bark. Innovative developments of young scientists of the Voronezh region in the service of the region. 2016. pp. 84-85. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27392919>.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_217-219

УДК 674

**ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ДИЗАЙНА ИНТЕРЬЕРОВ САМОЛЕТОВ**  
**BASIC PRINCIPLES OF FURNITURE COMBINATION IN THE INTERIOR**

**Чикундаев Б.Д.**, магистрант группы ТЛК4-ТЛК4-224-ОБ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Chikuldaev B.D.**, master's student of TLK4-224-OB group, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Ищенко Т.Л.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Ishchenko T.L.**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Ефимова Т.В.**, кандидат технических наук, доцент, Воронеж, Россия

**Efimova T.V.**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh, Russia

**Аннотация:** в статье рассмотрены особенности разработки дизайна интерьеров самолетов.

**Abstract:** The article discusses the features of the development of aircraft interior design.

**Ключевые слова:** технологии, пассажирские самолеты, планировка, дизайн, пассажир.

**Keywords:** technology, passenger aircraft, layout, design, passenger.

Современные технологии и стремление к повышению комфорта пассажиров в авиации требуют постоянного поиска инновационных решений в дизайне интерьеров самолетов. В последние годы исследователи и дизайнеры активно применяют различные методы и технологии для создания более удобных и функциональных пространств в салонах воздушных судов.

Современные пассажирские самолеты должны сочетать в себе не только высокие технологические характеристики, но и комфорт для пассажиров. Дизайн интерьеров - это ключевой элемент, который влияет на общие впечатления от полета. Удобство, эстетика и функциональность - вот основные критерии, на которые обращается внимание при проектировании. Основными направлениями в разработке интерьеров самолетов являются использование новых материалов, цифровое проектирование и автоматизация процессов. Как правило, используют легкие и прочные материалы, которые позволяют сократить вес самолета и, как следствие, снизить расход топлива. К ним можно отнести композиты и алюминиевые сплавы [1, 2].

Традиционная планировка интерьеров самолетов меняется под влиянием новых идей. Дизайнеры предлагают более гибкие расстановки кресел, которые могут адаптироваться к различным типам рейсов - от коротких до дальнемагистральных. Пристальное внимание всегда уделяется зонам для работы и отдыха, это особенно важно для бизнес-класса. Например, проекты с капсулами для отдыха или оранжереями привлекают все большее внимание.

Цифровые технологии трансформируют подход к дизайну интерьеров самолетов. Виртуальная и дополненная реальность позволяют дизайнерам и инженерам визуализировать конечный продукт ещё до его физического создания. Такие технологии упрощают процесс согласования с клиентами и могут значительно сократить время разработки.

Сложные экологические требования требуют от дизайнеров учитывать аспекты устойчивого развития. Это включает в себя использование переработанных материалов и создание энергоэффективных решений в интерьере. Например, внедрение систем управления освещением и вентиляцией на основе интеллектуальных технологий может сэкономить энергию и улучшить качество воздуха в салоне.

Дизайн интерьеров самолетов не только физически влияет на пассажиров, но и психологически. Цветовая палитра и освещение существенно влияют на настроение и восприятие пространства. Спокойные, нейтральные тона создают атмосферу расслабления, яркие акценты – стимулируют активность. Дизайнеры все чаще обращаются к нейропсихологии для создания комфортных и приятных пространств, которые снижают стресс и увеличивают общее удовлетворение от полета. Интерьер воздушного судна становится все более ориентированным на пользователя. Применяются методы дизайна, которые ориентированы на взаимодействие с пользователем (UX-дизайн), что позволяет учитывать реальные потребности и пожелания пассажиров. А проведение опросов и исследований помогает собрать ценную информацию о предпочтениях и сделать обоснованные решения при проектировании [3, 4].

Еще одним важным аспектом в дизайне является разработка модульных систем, которые позволяют легко менять конфигурацию интерьера в зависимости от типа рейса и количества пассажиров. Это особенно актуально для компаний, которые предлагают как эконом-класс, так и бизнес-класс на одних и тех же рейсах. Модульные решения могут также облегчить процесс переоснащения старых самолетов, что экономит время и ресурсы.

Пандемия COVID-19 кардинально изменила подход к дизайну интерьеров самолетов. Безопасность и здоровье пассажиров стали приоритетом. Разработчики ищут способы внедрения технологий, которые повысят уровень гигиены в салонах. Для этого применяют самоочищающиеся материалы и системы фильтрации воздуха, а также перепланировку пространства для обеспечения социальной дистанции, когда это необходимо.

С учетом быстрого развития технологий, можно ожидать появления новых, более совершенных решений в дизайне интерьеров самолетов. Внедрение искусственного интеллекта и машинного обучения, а также использование биометрических систем для

управления комфортом и безопасностью пассажиров - лишь некоторые из ожиданий будущего. Устойчивое управление ресурсами и забота о экологии становятся в центре внимания при проектировании новых экземпляров.

Исследование и разработка новых методов дизайна интерьеров самолетов - это многогранный процесс, в который вовлечены новейшие технологии и креативные идеи. Комплексный подход к дизайну не только улучшает комфорт пассажиров, но и помогает решить реальные проблемы экологии и экономии ресурсов. Дизайн интерьеров самолетов - это динамично развивающаяся область, которая требует от специалистов постоянного обновления знаний и навыков. Только благодаря сочетанию научного подхода, креативности и современного технологического прогресса можно создать комфортное, безопасное и эстетически привлекательное пространство для пассажиров. Исследования и разработки в этой сфере играют ключевую роль в будущем пассажирских авиаперевозок.

### Список литературы

1. Исследование и разработка новых методов дизайна интерьеров воздушных судов. – URL: <https://na-journal.ru/11-2023-aviaciya/6968-issledovanie-i-razrabotka-novyh-metodov-dizaina-intererov-vozdushnyh-sudov>. - Загл. с экрана.
2. Чистое вдохновение: как создаются интерьеры частных самолетов. – URL: <https://jets.ru/management/chistoe-vdokhnovenie-kak-sozdayutsya-interery-chastnykh-samoletov/>. - Загл. с экрана.
3. Checkcrosscheck project. – URL: <https://checkcrosscheck.space/articles/dp#rec61853293>. - Загл. с экрана.
4. Как менялся интерьер самолета: 100 лет эволюции. – URL: <https://www.inmyroom.ru/posts/19194-kak-menyalsya-interer-samoleta-100-let-ehvolycii>. - Загл. с экрана.

### References

1. Research and development of new methods of aircraft interior design. – URL: <https://na-journal.ru/11-2023-aviaciya/6968-issledovanie-i-razrabotka-novyh-metodov-dizaina-intererov-vozdushnyh-sudov>. - Title from the screen.
2. Pure inspiration: how the interiors of private planes are created. – URL: <https://jets.ru/management/chistoe-vdokhnovenie-kak-sozdayutsya-interery-chastnykh-samoletov/>. - Title from the screen.
3. Checkcrosscheck project. – URL: <https://checkcrosscheck.space/articles/dp#rec61853293>. - Title from the screen.
4. How the interior of the aircraft changed: 100 years of evolution. – URL: <https://www.inmyroom.ru/posts/19194-kak-menyalsya-interer-samoleta-100-let-ehvolycii>. - Title from the screen.

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЛЕСОПРОДУКЦИИ ЗА СЧЕТ ЗАМЕНЫ  
ИМПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОБОРУДОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО  
ПРОИЗВОДСТВА**

**IMPROVING THE QUALITY OF FOREST PRODUCTS BY REPLACING IMPORTED  
EQUIPMENT WITH DOMESTICALLY PRODUCED EQUIPMENT**

**Шабанов М.Л.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Shabanov M.L.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Черников Э.А.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Chernikov E.A.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Новиков А.П.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Novikov A.P.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Шабанов Р.М.**, студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Shabanov R.M.**, student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация:** В данной статье рассматривается влияние замены импортного оборудования на качество лесопродукции в России. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения конкурентоспособности отечественного производства в условиях глобализации и экономической нестабильности. Исследование включает анализ современного состояния лесопродукции, оценку технических характеристик отечественного и импортного оборудования, а также экономический анализ затрат и выгод от замены. Основные результаты показывают, что отечественные технологии способны обеспечивать высокое качество продукции, снижать операционные расходы и способствовать развитию местного производства. В статье также обсуждаются перспективы дальнейших исследований, включая углубленный анализ экологических аспектов и рекомендации по внедрению отечественных технологий. Переход на

отечественное оборудование представляет собой важный шаг к устойчивому развитию и модернизации лесной отрасли в России.

**Abstract:** This article examines the impact of the replacement of imported equipment on the quality of forest products in Russia. The relevance of the topic is due to the need to improve the competitiveness of domestic production in the context of globalization and economic instability. The study includes an analysis of the current state of forest products, an assessment of the technical characteristics of domestic and imported equipment, and an economic analysis of the costs and benefits of replacement. The main results show that domestic technologies are capable of providing high product quality, reducing operating costs and promoting the development of local production. The article also discusses prospects for further research, including an in-depth analysis of environmental aspects and recommendations for the implementation of domestic technologies. The transition to domestic equipment is an important step towards sustainable development and modernization of the forest industry in Russia.

**Ключевые слова:** Лесопродукции, импортное оборудование, отечественное оборудование, качество продукции, технические характеристики, экономический анализ, конкурентоспособность, устойчивое развитие, инновации, лесная отрасль, модернизация, экологические аспекты, производственные технологии.

**Keywords:** Forest products, imported equipment, domestic equipment, product quality, technical specifications, economic analysis, competitiveness, sustainable development, innovations, forestry industry, modernization, environmental aspects, manufacturing technologies.

Повышение качества лесопродукции является важным аспектом для устойчивого развития лесной отрасли. С учетом глобализации и растущей конкуренции на рынке, использование современного оборудования играет ключевую роль. Замена импортного оборудования на отечественное способствует не только улучшению качества продукции, но и снижению зависимости от внешних поставок, что актуально в условиях экономических санкций и нестабильности. Это также поддерживает развитие национального производства и создает новые рабочие места [1, 2].

Существует множество технологий переработки древесины, включая:

- пиломатериалы: используются различные виды пил, как ленточные, так и дисковые; импортные технологии часто предлагают более высокую скорость обработки, но отечественные решения все чаще модернизируются для повышения производительности;

- сушильные камеры: импортные сушильные установки имеют высокую точность контроля, однако отечественные аналоги становятся конкурентоспособными благодаря улучшенной энергоэффективности;

- обработка поверхности: современные шлифовальные и лакировочные машины могут значительно увеличить качество готовой продукции. Важно оценить, как отечественные технологии соответствуют или превосходят зарубежные.

Эти аспекты помогают сформировать представление о том, как замена импортного оборудования может привести к значительным улучшениям в качестве лесопродукции.

Современное состояние лесопродукции в России характеризуется как высоким потенциалом, так и рядом проблем. Лесная отрасль играет ключевую роль в экономике страны, обеспечивая рабочие места и ресурсы для других секторов. Однако, с увеличением спроса на качественную продукцию, важно обращать внимание на технологии и оборудование, используемое в переработке древесины.

На сегодняшний день в лесной отрасли используются разнообразные виды оборудования. Ленточные и дисковые пилы, обеспечивающие высокую точность реза и производительность. Импортные модели часто имеют более совершенные системы автоматизации и безопасности. Сушильные камеры используются для контроля влажности древесины. Современные модели могут автоматизировать процесс и обеспечивать равномерное высушивание, что важно для предотвращения деформаций. Шлифовальные и лакировочные машины обеспечивают высокое качество обработки поверхности, что напрямую влияет на внешний вид и долговечность продукции [3].

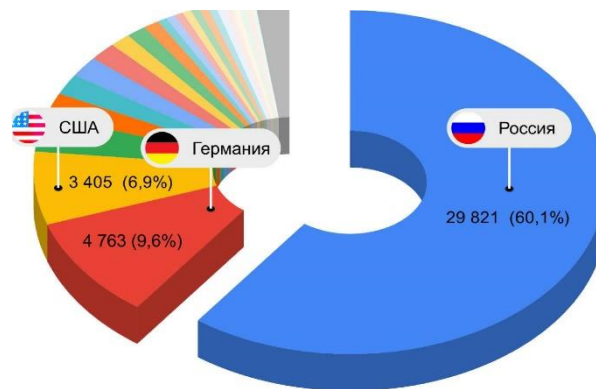


Рисунок 1. Данные мониторинга Федерального информационного фонда по использованию оборудования в лесопромышленном комплексе в 2024 году

Однако на данный момент есть много серьезных проблем, связанных с импортным оборудованием. Импортное оборудование часто подвержено колебаниям валютных курсов и политическим рискам, что может привести к перебоям в поставках. Обслуживание и ремонт импортного оборудования требуют специальных знаний и запчастей, которые могут быть недоступны или дорогими. Импортные технологии могут не всегда учитывать местные условия и специфику производства, что снижает их эффективность.

Качество лесопродукции напрямую зависит от технологий и оборудования. Более точные и современные машины позволяют снизить количество отходов и повысить выход готовой продукции [4]. Современные технологии обеспечивают более равномерную обработку, что важно для соблюдения стандартов качества. Оборудование для шлифовки и лакировки влияет на внешний вид готовой продукции, что критично для потребительского рынка. Таким образом, анализ состояния оборудования в лесной отрасли показывает, что переход на отечественные технологии может способствовать улучшению качества продукции и снижению зависимости от импорта.



Переход на отечественное оборудование в лесной отрасли имеет несколько ключевых преимуществ, которые способствуют повышению качества продукции и экономической устойчивости. Отечественное оборудование часто разрабатывается с учетом специфики местного производства и условий эксплуатации. Учитываются особенности древесины, климатические условия и режимы работы, что позволяет повышать эффективность процессов. Многие отечественные производители внедряют новейшие технологии, такие как автоматизация процессов, что повышает производительность и точность обработки. Многие модели отечественного оборудования имеют улучшенные показатели по энергосбережению, что снижает операционные расходы. Оборудование может быть проще в использовании и менее зависимо от сложных алгоритмов, что облегчает обучение сотрудников.

В большинстве случаев отечественное оборудование стоит дешевле, чем его импортные аналоги. Это связано с более низкими транспортными расходами и отсутствием таможенных пошлин. Запчасти для отечественного оборудования проще найти и заказать, что снижает время простоя и увеличивает эффективность работы. Российские производители часто предлагают более гибкие условия финансирования, включая рассрочку и лизинг, что делает приобретение оборудования доступным для компаний различного масштаба.

Отечественные производители обеспечивают более быструю и доступную техническую поддержку. Это критично для минимизации времени простоя и быстрого решения возникающих проблем. Большинство российских компаний предлагают расширенные гарантии на свое оборудование и возможность сервисного обслуживания, что повышает уверенность в надежности продукции. Производители часто предлагают программы обучения для сотрудников, что способствует более эффективному использованию оборудования и повышению квалификации рабочих.

Преимущества отечественного оборудования заключаются в его адаптации к местным условиям, более доступной стоимости и эффективной поддержке. Эти факторы делают его привлекательным выбором для предприятий лесной отрасли, способствуя повышению качества продукции и экономической устойчивости.

Методология исследования представляет собой структурированный подход к оценке влияния замены импортного оборудования на качество лесопродукции. Она включает в себя несколько ключевых этапов: определение критериев оценки, выбор методов сравнения оборудования и проведение экономического анализа.

Для оценки качества лесопродукции необходимо разработать четкие и измеримые критерии. Основные из них могут включать: плотность, влажность, размеры и форма, поверхностная обработка, цвет и текстура, отсутствие химических загрязнителей, устойчивость к воздействию внешней среды.

Для сравнения импортного и отечественного оборудования можно использовать следующие методы:

- Экспериментальный метод: Проведение практических испытаний, где одно и то же сырье обрабатывается на обоих типах оборудования. Это позволяет получить объективные данные о качестве продукции;

- Анкетирование и интервью: Сбор мнений от операторов и специалистов, работающих с оборудованием, о его надежности, удобстве использования и качестве производимой продукции;

- Анализ данных: Сравнение статистики по выходу продукции, уровню отходов и времени простоя для разных типов оборудования. Это может включать сбор и обработку данных о производительности и качестве.

Экономический анализ необходим для оценки целесообразности замены оборудования. Основные аспекты включают:

- Сравнение капитальных затрат: Оценка стоимости покупки, установки и запуска отечественного и импортного оборудования;

- Операционные расходы: Анализ текущих затрат на эксплуатацию оборудования, включая затраты на электроэнергию, материалы, ремонт и обслуживание;

- Потенциальная прибыль: Оценка увеличения доходов от повышения качества продукции, а также возможности выхода на новые рынки с использованием отечественного оборудования;

- Срок окупаемости: Расчет времени, необходимого для возврата инвестиций на покупку нового оборудования через увеличение прибыли.

Методология исследования позволяет системно подойти к оценке влияния замены оборудования на качество лесопродукции. Четкие критерии оценки, разнообразные методы сравнения и тщательный экономический анализ обеспечивают основу для принятия обоснованных решений в области модернизации производственных процессов [5].

В ходе проведенного исследования было выявлено, что замена импортного оборудования на отечественное в процессе производства лесопродукции может значительно повысить качество конечного продукта. Анализ показал, что отечественные технологии способны удовлетворять современные требования к физическим, эстетическим и экологическим характеристикам древесины. Основные выводы исследования можно обобщить следующим образом:

- Качество продукции: Отечественное оборудование демонстрирует сопоставимые или даже превосходящие показатели по ряду ключевых критериев качества, что подтверждается экспериментальными данными и отзывами специалистов;

- Экономическая целесообразность: Замена оборудования на отечественное может снизить затраты на эксплуатацию, улучшить доступность запчастей и технического обслуживания, что в конечном итоге приводит к сокращению операционных расходов и увеличению прибыли;

- Поддержка местного производства: Переход на отечественные технологии способствует развитию внутреннего рынка, созданию новых рабочих мест и повышению конкурентоспособности российской лесной отрасли на международной арене.

Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на несколько ключевых аспектов. Необходимо провести более детальное исследование новых отечественных технологий и их внедрение в производство. Это может включать тестирование и сравнительный анализ инновационного оборудования. Поскольку

устойчивое развитие и охрана окружающей среды становятся все более актуальными, важно оценить, как переход на отечественное оборудование влияет на экологическую устойчивость лесной отрасли. Важно создать практическое руководство для предприятий по внедрению отечественных технологий, что будет включать в себя рекомендации по выбору оборудования, организации процессов и обучению персонала.

Замена импортного оборудования на отечественное имеет потенциал для значительного влияния на лесную отрасль в России. Поддержка местных производителей способствует развитию экономики, снижает зависимость от внешних поставок и укрепляет национальную безопасность. Совершенствование технологий и повышение качества продукции могут способствовать более успешной конкуренции как на внутреннем, так и на международном рынках. Активное внедрение отечественных технологий может привести к стимулированию инновационной деятельности в лесной отрасли, что в свою очередь может способствовать созданию новых решений и улучшению производственных процессов.

Таким образом, переход на отечественное оборудование не только способствует повышению качества лесопродукции, но и может стать важным шагом к модернизации и устойчивому развитию всей лесной отрасли.

### Список литературы

1. Об утверждении Плана мероприятий по импортозамещению измерительного, в том числе метрологического, оборудования на период до 2024 года : Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 01.04.2022 №1189 // Главный форум метрологов : [сайт]. – [2022]. – URL: [https://info.metrologu.ru/npa/prikazy/prikazy\\_219.html](https://info.metrologu.ru/npa/prikazy/prikazy_219.html) (дата обращения: 20.04.2024).
2. Онлайн-сервис «Импортозамещение средств измерений» : официальный сайт / Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС). – URL: <https://import-net.vniims.ru/> (дата обращения: 20.04.2024).
3. Соколов А.О. Что такое импортозамещение и зачем оно проводится? / А. О. Соколов // Финансовая азбука. – 2023 – URL: <https://www.finam.ru/publications/item/chto-takoe-importozameshenie-i-zachem-ono-provoditsya-20230510-143900/> (дата обращения: 20.04.2024).
4. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) : официальный сайт. – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/> (дата обращения: 20.04.2024).
5. РМГ 61-2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки // Техэксперт: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146871>.

### References

1. On approval of the Action Plan for import substitution of measuring, including metrological, equipment for the period until 2024: Order of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation dated 04/01/2022 No. 1189 // Main Forum of Metrologists: [website]. – [2022]. – URL: [https://info.metrologu.ru/npa/prikazy/prikazy\\_219.html](https://info.metrologu.ru/npa/prikazy/prikazy_219.html) (access date: 04/20/2024).
2. Online service “Import substitution of measuring instruments”: official website / All-Russian Scientific Research Institute of Metrological Service (VNIIMS). – URL: <https://import-net.vniims.ru/> (access date: 04/20/2024).
3. Sokolov A.O. What is import substitution and why is it carried out? / A. O. Sokolov // Financial ABC. – 2023 – URL: <https://www.finam.ru/publications/item/chto-takoe-importozameshenie-i-zachem-ono-provoditsya-20230510-143900/> (date of access: 04/20/2024).
4. Federal Agency for Technical Regulation and Metrology (Rosstandart): official website. – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/> (access date: 04/20/2024).
5. RMG 61-2010 State system for ensuring the uniformity of measurements. Indicators of accuracy, correctness, precision of methods of quantitative chemical analysis. Assessment methods // Techexpert: Electronic fund of legal and regulatory technical documentation. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146871>.

**КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ  
LARIX SIBIRICA  
COMPOSITE MATERIAL MADE OF LARCH WOOD LARIX SIBIRICA**

**Шамаев В.А.**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Shamaev V.A.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Стородубцева Т.Н.**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Storodubtseva T.N.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Медведев И.Н.**, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Medvedev I.N.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Трубников Н.А.**, кандидат технических наук, ООО «Модификация», Воронеж, Россия

**Trubnikov N.A.**, Candidate of Technical Sciences, “Modification” LLC, Voronezh, Russia

**Руссу А.В.**, инженер, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Russu A.V.**, engineer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация.** В статье рассмотрены перспективы использования нанокристаллической целлюлозы с целью получения композиционных материалов на основе древесины лиственницы сибирской (*Larix sibirica*).

**Abstract.** The article discusses the prospects for using nanocrystalline cellulose to obtain composite materials based on Siberian larch (*Larix sibirica*) wood.

**Ключевые слова:** натуральная древесина, модифицирование древесины.

**Keywords:** natural wood, wood modification.

В настоящее время наиболее быстрыми темпами в деревообработке развивается производство древеснополимерных материалов, состоящих из синтетического связующего и древесной матрицы [1-6]. Поэтому задача упрочнения обоих компонентов

древеснополимерного материала остается актуальной на ближайшие десятилетия. При этом рационально не разрушать созданную природой, а использовать уникальную конструкцию древесины. С этой точки зрения предпочтение следует отдать получению фанеры и LVL, где структура древесины не претерпевает существенных изменений. Для получения плитных материалов из древесины и, в первую очередь, фанеры необходимо увеличивать прочность обоих компонентов, то есть связующего и древесной матрицы.

Шпон из древесины твердых лиственных пород обладает отличными физико-механическими свойствами и является хорошим материалом для получения облагороженной древесины и слоистых древесных материалов, но запасы такой древесины невелики.

При разработке современных ресурсосберегающих технологий для получения высококачественных видов бумаг, картона, древесно-слоистых пластиков и древесно-полимерных композиционных материалов нового поколения перспективным является вовлечение в производство приемов и методов химического модифицирования смол за счет использования нанотехнологии с тем, чтобы обеспечить повышение качества изготавливаемых материалов из древесины и на основе древесины.

На сегодняшний день имеется ряд работ российских и зарубежных исследователей по вопросу использования нанокристаллической целлюлозы (НКЦ) с целью получения композиционных материалов на основе древесины с улучшенными свойствами.

Наноцеллюлоза – материал, представляющий собой набор наноразмерных волокон целлюлозы с высоким отношением сторон (длины к ширине). Типичная ширина такого волокна – 5-20 нм, а продольный размер варьируется от 10 нм до нескольких микрометров. Сама по себе наноцеллюлоза достаточно пассивный материал и наносвойства проявляются лишь после химической или физической активации. В настоящий момент волокна наноцеллюлозы выделяют из древесного волокна путем гомогенизации под высоким давлением, достаточно дорогим технологическим процессом, требующим больших затрат энергии. Сложность производства является одним из основных сдерживающих факторов распространения этого материала.

Самой распространенной древесиной в РФ является древесина лиственницы (*Larix sibirica*), составляющая 41 % всех лесных запасов страны. У лиственницы соотношение плотности ранней и поздней зоны годичного слоя составляет 1:4, в то время как у всех других пород это соотношение колеблется от 1:1,5 до 1:2. Поэтому при высыхании такой древесины в ней образуются внутренние напряжения, приводящие к растрескиванию не только по сердцевинным лучам, но и между ранней и поздней древесиной годичного слоя, как показано на рис. 1.



Рисунок 1. Фото среза торцевого древесины лиственницы диаметром 35 см и толщиной 3 см

Для эксперимента использовали следующие связующие: фенолформальдегидная смола СФЖ-3014, карбамидоформальдегидная смола КФК (производство г. Н. Тагил, Россия), фенолформальдегидная смола Prefier (производство Латвия), аминокформальдегидная смола АФК-12 (производство г. Мытищи, Россия). В качестве модификатора использовалась нанокристаллическая целлюлоза (НКЦ) в виде порошка с длиной волокон 100-400 нм (производство Китай). НКЦ смешивалась с водой в соотношении 1:9 и оставалась набухать при комнатной температуре в течение 4 ч. Полученный гидрогель добавлялся при перемешивании в связующее в таком количестве, чтобы содержание НКЦ в смоле было либо 5%, либо 10%. Далее связующее отверждалось в стеклянных формах при температуре 120 °С в течение 3 ч в термошкафу, после чего механически обрабатывались с получением правильного цилиндра диаметром 10 мм и высотой 20 мм.

Основные типы смол, используемых при получении древеснополимерных композиционных материалов, могут быть модифицированы нанокристаллической целлюлозой с увеличением прочности после отверждения в 3-4 раза.

Древесина лиственницы после пластификации карбамидом может быть высушена с образованием минимального количества микротрещин и с отсутствием образования макротрещин

### Список литературы

1. Шамаев В. А., Разиньков Е. М., Ищенко Т. Л., Зиемелис А. Э. Исследование склеивания фанеры с применением нанокристаллической целлюлозы // Лесотехнический журнал. 2014. Т. 4, № 1(13). С. 151-155. DOI: 10.12737/3360.
2. Шамаев В. А., Никулина Н. С., Медведев И. Н. Модифицирование древесины. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж, 2022. – 571 с.

3. Шамаев, В. А., Паринов Д. А., Полилов А. Н. Исследование подшипников скольжения из модифицированной древесины для тяжело нагруженных узлов трения // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2018. № 2. С. 54-59.

4. Ibach, R.E.; Clemons, C.M.; Schumann, R.L. Wood-plastic composites with reduced moisture: effects of chemical modification on durability in the laboratory and field. Forest Products Society. 2007, 7224: pp. 259-266.

5. Kovaleva, K.I.; Gorshkov, V.V.; Politenkova, G.G.; Mikhaleva, M.G.; Melnikov, V.P.; Gerasimov, D.S.; Nikolsky, S.N.; Stovbun, S.V. Experimental laboratory equipment for physical-chemical modification of wood pulp. Forestry bulletin. 2019. Vol. 23 Iss. 131, pp. 84-93. 10.18698/2542-1468-2019-1-84-93

6. Zelinka S.L., Altgen M., Emmerich L., Guigo N., Keplinger T., Kymäläinen M., Thybring E.E., Thygesen L.G. Review of Wood Modification and Wood Functionalization Technologies. Forests. 2022. Vol. 13, Iss. 7, pp. 1004-1004. 10.3390/f13071004.

### References

1. Shamaev V.A., Razinkov E.M., Ishchenko T.L., Ziemelis A.E. Study of plywood gluing using nanocrystalline cellulose. Lesotekhnicheskii zhurnal. 2014. Vol. 4, No. 1(13). P. 151-155. DOI: 10.12737/3360.

2. Shamaev V.A., Nikulina N.S., Medvedev I.N. Modification of wood. – 2<sup>nd</sup> ed., revis. and add. – Voronezh, 2022. – 571 p.

3. Shamaev V.A., Parinov D.A., Polilov A.N. Study of sliding bearings made of modified wood for heavily loaded friction units. 2018. No. 2. P. 54-59.

4. Ibach, R.E.; Clemons, C.M.; Schumann, R.L. Wood-plastic composites with reduced moisture: effects of chemical modification on durability in the laboratory and field. Forest Products Society. 2007, 7224: pp. 259-266.

5. Kovaleva, K.I.; Gorshkov, V.V.; Politenkova, G.G.; Mikhaleva, M.G.; Melnikov, V.P.; Gerasimov, D.S.; Nikolsky, S.N.; Stovbun, S.V. Experimental laboratory equipment for physical-chemical modification of wood pulp. Forestry bulletin. 2019. Vol. 23 Iss. 131, pp. 84-93. 10.18698/2542-1468-2019-1-84-93

6. Zelinka S.L., Altgen M., Emmerich L., Guigo N., Keplinger T., Kymäläinen M., Thybring E.E., Thygesen L.G. Review of Wood Modification and Wood Functionalization Technologies. Forests. 2022. Vol. 13, Iss. 7, pp. 1004-1004. 10.3390/f13071004.



DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_231-234

УДК 674.038

**ПРОГРЕСС В МОДИФИЦИРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ: ВЫЗОВЫ И УСПЕХИ**  
**PROGRESS IN WOOD MODIFICATION: CHALLENGES AND SUCCESSES**

**Шамаев В.А.**, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Shamaev V.A.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Стородубцева Т.Н.**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Storodubtseva T.N.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Медведев И.Н.**, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Medvedev I.N.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Трубников Н.А.**, кандидат технических наук, ООО «Модификация», Воронеж, Россия

**Trubnikov N.A.**, Candidate of Technical Sciences, Modification” LLC, Voronezh, Russia

**Руссу А.В.**, инженер, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Russu A.V.**, engineer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Аннотация.** В статье дается сравнительный анализ современных технологий получения различных марок модифицированной древесины, таких как Асожа, kebony, Belmadur, Дестам, Woodest, Thermowood и другие. Приводится краткое описание новых технологий модифицирования, разработанных в Воронежском государственном лесотехническом университете.

**Abstract.** The article provides a comparative analysis of modern technologies for obtaining various grades of modified wood, such as Accoja, kebony, Belmadur, Destaam, Woodest, Thermowood and others. A brief description of new modification technologies developed at the Voronezh State Forest Engineering University is provided.

**Ключевые слова:** натуральная древесина, модифицирование древесины.

**Keywords:** natural wood, wood modification.

В истории модифицирования древесины были два периода ее расцвета и упадка. В 30-60-х годах XX века наблюдался бурный рост выпуска модифицированной древесины, создавались все новые и новые предприятия. Связано это было с тем, что требовался прочный и в то же время легкий материал для изготовления деталей трения, таких как ткацкие челноки, подшипники скольжения, дейдвудные втулки. За рубежом были освоены производства модифицированной древесины марок Zignoston, Steibwood, Zignomer, Zignamon и другие [1-6]. Все эти производства закрылись поле массового распространения пластмасс.

Второй этап развития модифицированной древесины начался в начале XXI века, когда стало ясно, что производство плитных материалов из измельченной древесины, таких как древесностружечные и древесноволокнистые плиты исчерпали себя, и их производство в течение последних десятилетий растет незначительно. Интенсивный рост производства древесно-полимерных композиционных материалов тоже замедляется и скоро стабилизируется на уровне спроса.

Все более укрепляется мысль, что те свойства натуральной древесины, которые миллионы лет шифровала природа, нет смысла терять при измельчении, а их необходимо изменять в нужном направлении путем модифицирования. В первую очередь это касается формостабильности древесины в условиях переменной влажности, так как изменение влажности на 1 % изменяет прочность при сжатии на 2,5-3 %. Поэтому современные технологии модифицирования направлены на получение гидрофобной древесины, когда ее разбухание и водопоглощение снижаются в 3-8 раз. Речь идет о пропитке древесины уксусным ангидридом, полиэтиленгликолем, поливиниловым спиртом или о гидротермической обработке. Модифицированная таким образом древесина выпускается под марками Ассоjia, Kebony, Belmadur, Thermowood и другие [1-4]. Производство такой древесины сдерживается высокой стоимостью из-за многооперационного технологического процесса и невысокой прочности модифицированной древесины.

Между тем, структура нынешнего лесопользования такова, что количество ценной древесины в мире постоянно уменьшается, а количество быстрорастущей низкокачественной древесины мягких лиственных пород - осины, тополя, березы, эвкалипта увеличивается. Связано это с тем, что древесина дуба вырастает до возраста рубки за 200-300 лет, а древесина тополя за 7-17 лет. Однако использование древесины мягких лиственных пород составляет менее 1 % от расчетной лесосеки. Это связано с тем, что при диаметре 30 см древесина березы на 20 %, а у осины на 50 % поражена сердцевинной гнилью, занимающей 15-30 % объема.

Между тем, проведенные ранее исследования по упрочнению древесины мягких лиственных пород, в том числе фаутной зоны, позволяют ее использовать вместо древесины ценных пород. Следует отметить, что многочисленные исследования по модифицированию древесины пока остаются на уровне лабораторных [5,6].

Исходным сырьем для получения паркета являются березовые и дубовые дрова в коре диаметром 20-60 см и длиной 1-2 м. Эти дрова на циркулярной пиле распиливаются на плашки толщиной 15-20мм. Плашки в контейнере тельфером загружаются в пропиточную ванну с 30%-ным водным раствором карбамида с температурой 600С на

2-3 часа. После стекания раствора плашки на штамповочном прессе раскраиваются на правильные шестигранники с расстоянием между вершинами противоположенных углов 100 мм. При этом наличие сучков и гнили исключается. Полученные шестигранники высушиваются в инфракрасной сушильной камере в течение 4 ч при температуре 35-40 °С до влажности 8-10 %. Шестигранники укладываются в 12-гнездную прессформу, установленную на гидравлическом прессе усилием 400 тс. Их прессуют на торец на 20 % древесину дуба и 30 % древесину березы при температуре 180 °С с выдержкой в прессе в течение 40 с. После снятия нагрузки распрессовки шестигранников не происходит.

Прессованные шестигранники укладываются на покрытую клеем подложку из ДСП, ДВП, сосны в виде щита размерами 600\*600 мм помещаются в ванну и склеиваются в щит холодным отверждением в течение 2 ч. Далее щит проходит обрезку, нарезание пазов, шлифование, грунтовку, погружение лаком, подсушку и упаковку.

Для упрочнения березового и осинового шпона использовали метод горячей прокатки, схема которого приведена на рис. 1. Для экспериментов использования шпон, толщиной 4 мм, пропитанный водным раствором карбамида в качестве классификатора.

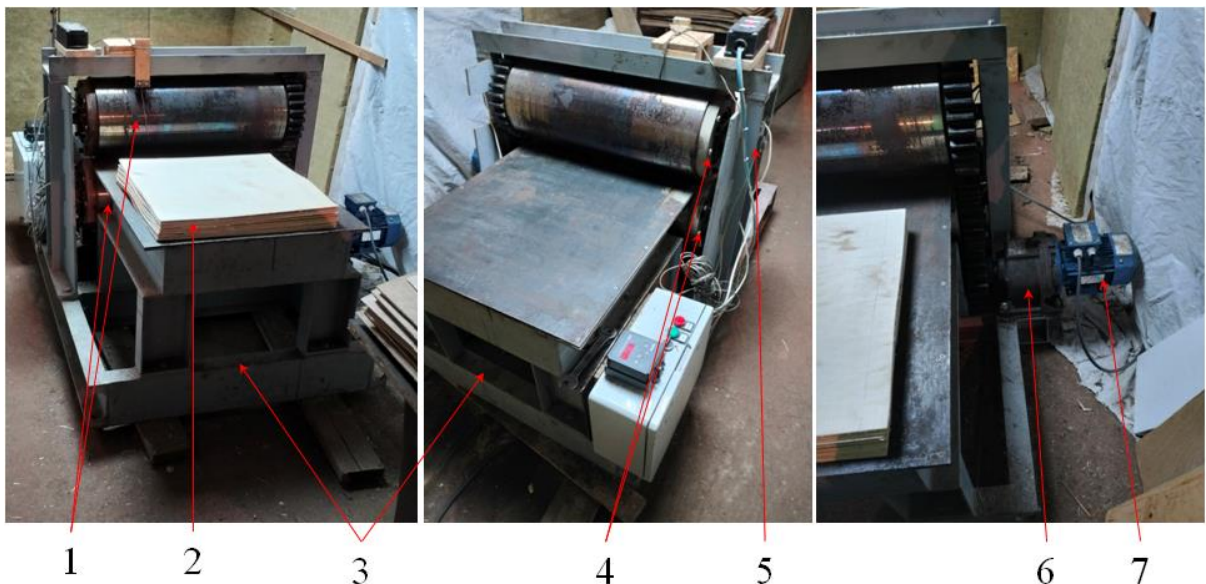


Рисунок 1. Прокатный стан: 1 – вальцы, 2 – шпон, 3 – рама, 4 – теплоэлектронагреватели (ТЭН), 5 – механизм регулировки зазора, 6 – редуктор, 7 – электродвигатель

После прессования происходит следующее:

- плотность древесины увеличивается до 750-800 кг/м<sup>3</sup> для березы и дуба;
- шестигранники приобретают правильную форму и разброс расстояния между гранями не превышает 0,1 мм;
- в результате сплющивания элементов древесины на торцевой поверхности пустоты по сосудам исчезают, и древесина становится способной удерживать на торцевой поверхности лак без протекания.

### Список литературы

1. Шамаев, В.А. Современное состояние и пути развития модифицированной древесины // Матер. межд. науч.-практ. конф. «Современные проблемы механической технологии древесины». Санкт-Петербург, 2010. с. 11-17.
2. Евразийский патент 000445 МКИ В 27 М 3/04. Способ получения торцевого штучного паркета / В.П. Недиков, В. А. Шамаев; заявл. 27.02.98, опубл. 26.08.99.
3. Шамаев, В.А. Отверждение и стабилизация объемных свойств древесины осины и тополя карданолом / В.А. Шамаев, О.Ф. Шишлов // Лесной журнал. 2023. Вып. 2, с. 155-161. doi 10.37482/0536-1036-2023-3-155-161.
4. Зитен Р., Пер Брюнилдсен П., Ланде С., Ярле Кристофферсен Дж., Вестин М. Кебони – альтернатива тиковому дереву для настила лодок // Материалы Четвертой Европейской конференции по модификации древесины. SP Technical Research Institute of Sweden, 2009. С. 523-530.
5. Пападопулос А.Н., Мантанис Г.И. Исследования сорбции паров древесины Бельмадура // Достижения лесного хозяйства (AFL). 2012.Т. 1, вып. 1. С. 1-6.
6. Айтин А., Чакычир Н., Биртюрк Т. Химические, гигроскопические и механические свойства различных пород древесины, термообработанной методом ThermoWood® // Биоресурсы. 2021. Т. 17, вып. 1. С. 785-801.

### References

1. Shamaev, V.A. The current state and ways of development of modified wood // Mater. international scientific and practical conference "Modern problems of mechanical wood technology". St. Petersburg, 2010. P. 11-17.
2. Eurasian patent 000445 MCI In 27 M 3/04. Method for obtaining end piece parquet / V.P. Nedikov, V. A. Shamaev; application 02/27/98, publ. 08/26/99.
3. Shamaev, V.A., Shishlov O.F. Hardening and Stabilization of Volumetric Properties in Aspen and Poplar Wood with Cardanol. Lesnoy Zhurnal (Forestry Journal) 2023, Issue 2, pp. 155-161. doi 10.37482/0536-1036-2023-3-155-161.
4. Ziethén, R, Per Brynildsen, P.; Lande, S; Jarle Kristoffersen, J.; Westin, M. Kebony – an Alternative to Teak for Boat Decking. Proceedings of The Fourth European Conference on Wood Modification., SP Technical Research Institute of Sweden, 2009, pp. 523-530.
5. Papadopoulos A.N., Mantanis G.I. Vapour Sorption Studies of Belmadur Wood. Advances in Forestry Letter (AFL) 2012, Volume 1, Issue 1, pp. 1-6.
6. Aytin A., Çakıcıer N., Birtürk T. Chemical, hygroscopic, and mechanical properties of various wood species heat treated via the ThermoWood® method. BioResources 2021, Volume 17, Issue 1, pp. 785-801.

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024\_235-237

УДК 674

## ТЕХНОЛОГИЯ ОТДЕЛКИ СОТОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ИНТЕРЬЕРА НАТУРАЛЬНЫМ ШПОНОМ

THE TECHNOLOGY OF FINISHING THE HONEYCOMB PANELS OF THE INTERIOR WITH NATURAL VENEER

**Шарыгин Н.С.**, студент группы ТЛК4-241-ОМ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Sharygin N.S.**, student of TLK4-241-OM group, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Ищенко Т.Л.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

**Ishchenko T.L.**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Ищенко Е.В.**, начальник технологического бюро АО «Авиационные интерьеры – г. Воронеж», Воронеж, Россия

**Ishchenko E.V.**, head of the technological bureau of Aviation Interiors – Voronezh JSC, Voronezh, Russia

**Аннотация.** В данной статье рассматривается технология отделки межкомнатных панелей натуральным шпоном. Описан процесс подготовки панели, нанесения шпона, оклейки и отделки лакокрасочными материалами. Внимание уделяется контролю качества отделки и необходимых условий для работы.

**Abstract.** This article discusses the technology of finishing interior panels with natural veneer. The process of panel preparation, veneer application, gluing and finishing with paint and varnish materials is described. Attention is paid to the quality control of finishing and the necessary conditions for the work.

**Ключевые слова:** сотовая панель, покрытие из шпона, натуральные породы дерева, интерьер, дизайн, качество, прочность.

**Keywords:** honeycomb panel, veneer coating, natural woods, interior, design, quality, durability.

Сотовые панели с покрытием из шпона натуральных пород дерева являются очень популярным материалом в настоящее время. Их внешняя часть состоит из натурального шпона, а внутренний слой наполнитель представляет собой бумажные или алюминиевые соты [1]. Сотовые панели очень востребованы в таких отраслях как внутренняя отделка помещений и отделка мебели в судостроении (рисунок 1) [2,3]. Панели изготавливаются по индивидуальным заказам. В результате все характеристики прочности, толщина и

порода древесины обговариваются отдельно для каждого заказа, что приводит к тому, что все панели изготавливаются в соответствии с особенностями применения и эксплуатации изделия.



Рисунок 1 – Применение сотовых панелей во внутренней отделке помещения и отделки интерьера в судостроении

Сотовые панели с покрытием из натурального шпона объединяют в себе красоту натурального дерева и высокую прочность, предоставляя эксклюзивные возможности для дизайна интерьеров. Данные панели имеют ряд преимуществ таких как: естественная красота, высокая прочность, экологичность, простота ухода и возможность реставрации.

Процесс отделки сотовых панелей шпоном должен производиться в помещении с приточно-вытяжной вентиляцией при температуре воздуха 17-25°C и относительной влажностью воздуха не более 75%. Так же помещение и оборудование где будет производиться отделка панелей должны быть свободными от пыли, грязи и посторонних частиц. Все операции по отделке панелей натуральным шпоном должны проводиться согласно разработанной технологии и с отметкой в технологическом паспорте [4].

Технология отделки панелей интерьера натуральным шпоном заключается в следующем.

Подготовка панелей к наклейке шпона. Заготовки сотовых панелей обрезают в соответствии с чертежами с технологическим припуском 10-15 мм на каждую сторону. Поверхность панелей зачищают до удаления глянца шлифовальной шкуркой зернистостью Р 80-120. В итоге поверхность под приклейку должна быть ровной, без грубых царапин и вмятин.

Подготовка шпона к работе. При необходимости шпон обрабатывают пластификатором (пластификатором обрабатывается шпон, приклеиваемый на гнутые поверхности и хрупкий шпон). Наносится он методом распыления на две стороны подготовленного шпона или сшитые «рубашки». Шпон выдерживается 15-20 минут до появления эластичности.

Приклеивание декоративного шпона. Подготавливается черновая рубашка из шпона с размерами, превышающими габарит панели на 15-20 мм на сторону. С помощью ребристого шпателя наносится первый слой клея с расходом 300-400 г/м<sup>2</sup>. Поверх панели укладывается рубашка и тщательно выравнивается относительно сторон детали. Шпон прикатывается постепенно поглаживающими движениями ролика, исключая запыления воздуха между шпоном и панелью. Далее вакуумным прессом создается давление

0,8 кгс/см<sup>2</sup> при температуре воздуха 25-35 °С. Выдерживается панель под вакуумом не менее 1 часа. Затем панель обрезается в соответствии с чертежом и наносится чистовая рубашка шпона, повторяя процесс приклеивания. Производится шлифование приклеенного шпона шкуркой зернистостью Р 220-320.

Отделка шпона лакокрасочными материалами. Подготовку лакокрасочных материалов и необходимого малярного оборудования производят согласно технологических свойств материала и рецепту, при работающей приточно-вытяжной вентиляции. На панели, при необходимости, наносится огнезащитная пропитка. С помощью краскопульты на поверхность панели наносится грунт с последующей легкой шлифовкой. Лак наносят в два слоя с последующей сушкой и шлифовкой шкуркой Р 320-400. Процесс повторяют до получения нужного эффекта. Производят полировку лакокрасочного покрытия защитными пастами для закрепления эффекта.

Контроль качества отделки панелей. В ходе изготовления панелей производится контроль качества поверхности под оклейки, под покраску, контроль лакокрасочных покрытий. Так же контролируются такие технологически параметры как время, температура, давление и режимы работы оборудования с отражение в технологическом паспорте. По результатам изготовления контролируется геометрия панели и отсутствие непрочлея.

### Список литературы

1. ALUDECORE. – URL: <https://aludecore.ru/>.
2. Ищенко Т. Л. Авиационная мебель - часть авиационного интерьера / Т. Л. Ищенко, Т. В. Ефимова, Д. А. Павлов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сборник научных трудов по матер. междунар. заочной науч.-практ. конференции / гл. ред. В. М. Бугаков. - Воронеж, 2015. - № 2, ч. 1 (13-1).
3. Декоративно-отделочные материалы для стеновых панелей пассажирского салона и кабины экипажа воздушных судов (обзор) / Е. М. Шульдешов, И. А. Назаров, М. С. Иванов, И. Н. Донских // Труды ВИАМ. – Курчатова, 2020. – № 11 (93).
4. Авиационные интерьеры. – URL: <https://aviainterior.ru/>.

### References

1. ALUDECORE. – URL: <https://aludecore.ru/>.
2. Ishchenko T.L. Aviation furniture - part of the aviation interior / T. L. Ishchenko, T. V. Efimova, D. A. Pavlov // Current directions of scientific research of the 21st century: theory and practice: collection of scientific papers based on the materials of the international correspondence scientific and practical conference / ch. ed. V. M. Bugakov. - Voronezh, 2015. - No. 2, part 1 (13-1).
3. Decorative and finishing materials for wall panels of the passenger compartment and cockpit of aircraft (review) / E. M. Shuldeshov, I. A. Nazarov, M. S. Ivanov, I. N. Donskikh // Proceedings of VIAM. – Kurchatov, 2020. – No. 11(93).
4. Aviation interiors. – URL: <https://aviainterior.ru/>.

Научное издание

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Материалы Международной научной конференции ученых и студентов  
Воронеж, 26 сентября 2024 г.

Ответственный редактор Е.В. Украинская

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано к изданию 25.11.2024. Объем данных 16,9 Мб  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»  
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8