

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 – 2025

Материалы международной научной конференции, посвященной
95-летию ВГЛУ имени Г.Ф. Морозова
и 80-летию Победы в Великой Отечественной войне

Воронеж, 27-28 марта 2025 г.

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

ENERGY-SAVING AND ENVIRONMENTALLY SAFE TECHNOLOGIES
OF THE TIMBER INDUSTRY – 2025

Materials of the international scientific conference dedicated
to the 95th anniversary of the VGLTU named after G.F. Morozov
and the 80th anniversary of Victory in the Great Patriotic War

Voronezh, March 27-28, 2025

УДК 630*:504

Э65

Э65 Энергоресурсосберегающие и экологически безопасные технологии лесопромышленного комплекса – 2025 : материалы Международной научной конференции, посвященной 95-летию ВГЛТУ имени Г.Ф. Морозова и 80-летию Победы в Великой Отечественной войне, Воронеж, 27-28 марта 2025 г. / отв. ред. Т. Л. Ищенко ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2025. – 486 с. – URL: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2025/energoresursosberegayuwie-i-ekologicheski-bezopasnye-tehnologii-lesopromyshlennogo-kompleksa/>. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-7994-1164-0

Оригинальные статьи включают новые подходы в развитии EGS-повестки на региональном уровне, состояние зеленых отраслей экономики, передовые разработки и технологии устойчивого природопользования, современные технологии и решения в области управления отходами, принципы использования БАС в лесном хозяйстве.

Материалы конференции предназначены для научных работников, аспирантов и студентов.

УДК 630*:504

ISBN 978-5-7994-1164-0

© ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2025

Содержание

<i>Галкина Е.А., Беляев Н.Л., Куницкая О.А.</i> Направления цифровой трансформации измерения коры лесоматериалов	8
<i>Дьяченко В.М., Гурьев А.Ю., Новгородов Д.В.</i> Перспективы развития математических моделей воздействия двигателей лесных машин на почвогрунты крайнего севера	12
<i>Драпалюк М.В., Жужукин Н.В.</i> Модернизация процесса высева лесных семян с помощью нового сошника лесопитомниковой сеялки для широкополосного посева лесных семян в питомниках лесостепной зоны	16
<i>Драпалюк М.В., Жужукин Н.В.</i> Улучшение показателей всхожести семян в питомниках лесостепной зоны за счет использования нового сошника для широкополосного посева лесных семян	19
<i>Каляшов В.А., Гурьев А.Ю., Григорьев И.В.</i> Актуальные вопросы в исследованиях воздействия двигателей лесных машин на почвогрунты лесов криолитозоны на склонах	23
<i>Мануковский А.Ю., Шадрина Я.В.</i> Результаты исследования нестационарной части сопротивления неустановившегося движения лесотранспортных единиц	27
<i>Мидукова М.А.</i> Влияние использования ферментов на физико-механические и оптические свойства вторичных волокон	32
<i>Опара М.В., Врагов С.А., Корниенко А.В.</i> Пути использования низкокачественной и неликвидной древесины в лесном комплексе РФ	36
<i>Черных А.С., Опара М.В., Врагов С.А., Рублев И.Ю.</i> Рациональное использование низкокачественной древесины и древесных отходов деревообрабатывающей и лесозаготовительной промышленности	39
<i>Серяков С.А., Николаев В.В., Григорьев И.В.</i> Стенд для экспериментального исследования процесса обрезки сучьев импульсной харвестерной головкой	44

<i>Терещенко В.А., Стородубцева Т.Н., Шакирова О.И.</i> Экологические аспекты деревопереработки	48
<i>Трушевский П.В., Куницкая О.А., Борисов В.И.</i> Способ очистки порубочных остатков от загрязнения частицами почвогрунта на лесном терминале	52
<i>Царев Е.М., Рукомойников К.П., Алексагина Н.Н.</i> Устройство для высадки молодых растений	56
<i>Черных А.С., Опара М.В., Врагов С.А., Рублев И.Ю.</i> Приоритетное направление использования древесных отходов в производстве биотоплива	59
<i>Шабанов М.Л., Черников Э.А., Шабанова Л.В.</i> Повышение качества лесозаготовительной продукции за счет поверки средств измерений	63
<i>Шабанов М.Л., Черников Э.А., Шабанова Л.В.</i> Повышение качества поверки средств измерений лесозаготовительного производства	68
<i>Швецов А.С., Должиков И.С., Куницкая О.А.</i> Энергетическая эффективность универсальных лесозаготовительных машин	71
<i>Федорова О.В., Рыбников О.В., Аким Э.Л., Таразанов А.А., Бобкова Е.А.</i> Сравнительные характеристики совместной варки осины и березы	75
<i>Бухтояров Л.Д., Бурякова А.А., Боков А.А.</i> Влияние геометрических и кинематических параметров дисковых пил на силу резания, объем отходов и надежность работы оборудования	79
<i>Варгузина М. Г.</i> Алексеево-Акатов монастырь до перестройки в камне	84
<i>Евсеева А.А., Стородубцева Т.Н., Морковин В.А.</i> Инновационные технологии переработки древесных отходов	89
<i>Кантиева Е.В., Пономаренко Л.В.</i> Синергия строителей и мебельщиков: актуальный тренд или долгосрочная перспектива	94
<i>Мануковский А.Ю., Курдюков Д.П., Курдюков Р.П., Шамарин Н.И., Гоптарев С.М.</i> Применение ограждений от диких животных вдоль лесополосы	99
<i>Медведев И.Н., Шамаев В.А., Руссу А.В.</i> Технология производства брусков модифицированной древесины марки «Древсталь»	105
<i>Мещерякова А.А., Грибанов А.А.</i> Инженерные решения для автоматизации лесопильного производства	109

Путилин И. Н., Платонов А. Д., Киселева А.В. Влияние вида клея на продолжительность выдержки щитов из древесины дуба в процессе сплавивания	113
Поляков С.И. Техническое и алгоритмическое обеспечение АСУТП весового непрерывного дозирования сыпучих материалов	116
Пономаренко Л.В., Кантиева Е.В. Аспекты клеев для кромления мебельных щитов	121
Черных А.С., Рублев И.Ю. Композиционные материалы из древесных отходов	129
Смирнова А.И., Дягилева А.Б., Пилецкая А.С., Мазурик Д.И. Технология получения стимуляторов роста на основе коросодержащих сточных вод деревообрабатывающих предприятий	134
Шевченко А.В., Котляров В.В. Повышение эффективности образовательного процесса за счёт автоматизации учета посещаемости	139
Занин И.Н., Акименко А.В., Авилов Ю.О. Преимущества применения современных информационных технологий для сохранения биоразнообразия в лесных хозяйствах Российской Федерации	143
Арапов Д.В. Применение функции активации «SILU» в нейросетевом моделировании характеристик сосновых древостоев	147
Баркалова Е.В., Коньякова А.С., Рудова А.В. Обзор преимущества внедрения мобильного приложения в деревоперерабатывающую отрасль	151
Величко В.А., Юдина Н.Ю., Брославский Д.Р., Бунеев И.А. Метод Монте-Карло для моделирования оценки потенциальных сценариев поведения рынка и влияния случайных событий на портфель	156
Воронин П.В., Мильцин А.Н., Абрамов В.В., Савченко С.И., Воскобойник М.Ю., Полукаров Д.А., Носиков В.М. Современные средства и методы для дистанционного измерения параметров древостоя	159
Анциферова В.И., Голова Е.А. Применение искусственного интеллекта для лесного комплекса	164
Гурова Н.В., Голубятников И.С. Блокчейн для устойчивого лесопользования: как цифровые технологии помогают контролировать вырубку	171
Дейнега Е.Ю., Врагов С.А. Разработка информационной системы учета сырья и готовой продукции в условиях лесного нижнего склада	175

Ильин Е.С., Карташов А.О. Применение Big Data для устойчивого управления лесными ресурсами	179
Карташов А.О., Ильин Е.С. Использование автоматизации в лесной промышленности	183
Комар В.С., Голубятников И.С. Цифровые технологии для энергосбережения в лесопромышленном комплексе	187
Котляров В.В., Шевченко А.В. Влияние протонного излучения на деградацию и сбои в работе микросхем оперативной памяти	190
Луцко Д.П. Тенденции развития полупроводниковых технологий в современных устройствах	194
Миронов Г.Д., Осипов М.А., Ступниченко М.С. Применение ИОТ-устройств в экологическом мониторинге лесов	199
Опара М.В., Врагов С.А., Ступниченко М.С. Анализ и оценка качества ПО: методы, метрики и перспективы	203
Орехов И.Д., Врагов С.А. Использование программного обеспечения для оптимизации работы лесных питомников	208
Анциферова В.И., Петров Б.Я. Исследование и разработка моделей прогноза продаж на основе методов корреляции и регрессии	211
Проскурина И.Ю. Маркетплейсы как инструмент цифровизации продаж продукции мебельных предприятий	217
Руденко В.А., Шабунина К.В. Технологии беспилотных систем предупреждения пожаров	221
Скворцова Е.И., Кравченко А.С., Фролов С.В. Интернет вещей в лесном хозяйстве	224
Скворцова Е.И., Ягодкин А.С., Занин И.Н., Шапкин В.С. Информационные технологии для устойчивого развития лесных ресурсов	229
Сморчков С.В. Цифровая трансформация лесного хозяйства: технологии	234
Ушанева Д.Ю., Голубятников И.С. IoT и умные сенсоры в лесной промышленности: мониторинг энергосбережения и экологии	239
Федоров В.Ю., Халяпин Д.Р. Влияние цифровизации на устойчивое развитие и экологическую безопасность лесного комплекса России	243
Федоров В.Ю., Большаков А.И. Искусственный интеллект в лесном хозяйстве: новые технологии для контроля и мониторинга	246

Фролов А.С., Ягубян А.Э. Обзор инструментов Open Foris для мониторинга лесов и землепользования	250
Шабунина К.В., Руденко В.А. Технологии беспилотных систем в предупреждении пожаров	254
Шапкин В.С., Скворцова Е.И., Рябобык В.С. Цифровая трансформация лесного хозяйства	257
Белоконь В.В., Корчагина А.Ю. Обзор рынка биоклеев для древесно-стружечных плит	264
Ищенко Т.Л., Грачев Д.С., Попов А.Р., Ефимова Т.В. Тенденция потребления смол природного происхождения в деревообрабатывающей и мебельной промышленности РФ	268
Лавлинская О.В., Данилов Д.Е. От отходов к ресурсам: разработка новых композиционных древесных материалов для строительной и мебельной индустрии	273
Молчанова О.Н., Новикова Л.А., Томина Е.В., Жужукин К.В. Углеродные сорбенты из осадка сточных вод для очистки воды от ионов меди	278
Никулина Н.С., Никулин С.С., Дмитренков А.И. Получение модифицированной древесины с использованием винильного производного нафталина	284
Поваляхин Д.В., Стородубцева Т.Н., Морковин В.А. Статистическое исследование производства и использования биокмпозитов в различных отраслях	289
Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Дружинина Е.В. Применение пропитывающих составов для повышения огнезащитных свойств деревянных конструкций	296
Сазонова С.А., Веневитин А.А., Казбанова И.М. Теоретические основы огнезащиты древесины	301
Смертин Н.В., Карабатов Д.В. Получение водостойких плит без использования связующих из биodeградируемой древесины	306
Киселева А.В., Мазекина О.М., Терещенко В.А. Показатели изменчивости параметров лучевой системы древесины сосны обыкновенной	310

Стородубцева Т.Н., Добрянская В.В. Наноккомпозиты на основе дерева. Древесина в космосе	316
Стородубцева Т.Н., Тюнин Е.С., Морковин В.А. Нанотехнологии в обработке древесины: улучшение свойств и долговечности	319
Украинская Е.В. Защитно-декоративные покрытия для древесины из древесной коры	323
Хворых А.М., Димитров М.Е., Шамаев В.А., Медведев И.Н., Руссу А.В. Гипотезы теории внутренних напряжений в древесине	327
Ходосова Н.А., Томина Е.В., Бельчинская Л.И., Мануковская В.Е. Щелочная активация как фактор влияния на сорбционную способность материалов различной природы	333
Черников Э.А., Рублев И.Ю., Черных А.С., Стородубцева Т.Н. Композиционные материалы с использованием древесных и других видов отходов	338
Чернов В.Ю., Носова А.Н., Чернова М.С., Гайсин И.Г. Предпосылки использования термически модифицированной древесины в гипсо-древесной композиции	343
Болгов А.В., Малюков С.В., Шавков М.В., Петков А.Ф., Черенков Д.С. Проведение исследований глубокорыхлителя в полевых условиях	347
Воскобойник М.Ю., Дручинин Д.Ю. Этапы развития технологии по пересадке крупномерных древесных растений	351
Гончаров Д.А., Зимарин С.В., Князев А.Г., Орел Е.М. Анализ существующих и перспективных конструкций предохранительных устройств лесных дисковых плугов	355
Горбенко В.В. Состояние и актуальные задачи развития отечественного лесного машиностроения	360
Нагайцев В.М., Нагайцев М.А., Лысыч М.Н. Разработка перспективной малогабаритной машины для посадки саженцев с закрытой корневой системой	370
Платонов А.А., Коротких В.Н. Моделирование складочного объёма бурта нежелательной растительности	374
Платонов А.А., Платонова М.А. Моделирование силовых характеристик гидравлического привода механизмов лесных машин	380

Полумиско А.А., Сидоров А.А., Попиков П.И. Математическая модель магнитного демпфирующего устройства гидропривода лесного манипулятора	386
Попикова А.В., Черных А.С., Попиков С.К. Математическая модель движения плунжера демпфирующего устройства гидропривода лесного манипулятора	390
Черных А.С., Афоничев Д.Н., Абрамов В.В., Гудков А.Ю., Коробкин А.В., Полукаров Д.А., Савченко С.И. Технологический процесс лесосечных работ как объект автоматизированного регулирования и управления	393
Четверикова И.В., Зимарин С.В., Пономарев П.И. Исследование трелевочных машин методами многомерного анализа	399
Азарова Н.А. Перспективы развития «зеленых» инноваций в целях устойчивого развития предприятий РФ	404
Безрукова Т.Л., Кувшинова О.В., Кретинин А.А. Основные индикаторы цифровой трансформации рационального природопользования	408
Зиновьева И.С., Короткая А.Ю. Экономическая целесообразность перехода на «зелёную» энергетику	412
Безрукова Т.Л., Корниенко А.В. Перспективы транспортной логистики в лесопромышленном бизнесе	417
Панявина Е.А. Экономическая эффективность реализации лесных климатических проектов на землях лесного фонда	420
Иванушкин С.В., Яковлева Е.А. Экологический ущерб и меры защиты от загрязнения окружающей среды	425
Бондарчук Н.А. Особенности отображения крымских видов живописцами Севастополя во второй половине XX века	429
Волошина О.В. Актуальные аспекты развития многофункциональности в ландшафтном дизайне рекреационных городских зон	433
Азиатцева А.С., Воронина М.М., Вострикова Д.Е., Руссу А.В. Экодизайн: как создавать продукты и упаковку с минимальным вредом для планеты	437
Гузенко Н.В., Мошарев И.В., Чирков А.Ю. Разработка дизайна деревянного столика, декорированного эпоксидной смолой	442

<i>Дровникова М.А., Черников Э.А., Стородубцева Т.Н.</i> Влияние устойчивого дизайна на выбор материалов	446
<i>Ефимова Т.В., Ищенко Т.Л., Грачев Д.С., Елфимова Ю.П.</i> Модные тенденции в мебели и интерьере в 2025 году	450
<i>Ефимова Т.В., Ищенко Т.Л., Грачев Д.С.</i> Цвета мебели 2025 - основные модные декоры года	454
<i>Ищенко Т.Л., Ефимова Т.В., Грачев Д.С., Вергунов Н.А.</i> Перспективы развития мебельной отрасли в 2025 году	458
<i>Кочергина М.В., Пономарева Е.А.</i> К проблеме реконструкции бульваров в городе Воронеже	462
<i>Пословская В.А., Стородубцева Т.Н., Шакирова О.И.</i> Редизайн и переработка мебели как способ защиты окружающей среды	466
<i>Снегирева С.Н., Шацких В.А., Бугакова А.Д., Краснобородько П.В.</i> Эффект Безольда в дизайне интерьера	471
<i>Снегирева С.Н., Бугакова А.Д., Краснобородько П.В.</i> Психология дизайна	474
<i>Стородубцева Т.Н., Зеленин Н.В.</i> Сравнительный анализ прочности и экологичности различных материалов для изготовления уличной мебели	477
<i>Шацких В.А., Варгузина М.Г., Староверова А.А., Николайчук А.В.</i> Стилистическая особенность мебели в стиле ампира в Германии	483

НАПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ КОРЫ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

DIRECTIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION OF WOOD BARK MEASUREMENT

Галкина Е.А., старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, Санкт-Петербург.

Беляев Н.Л., кандидат технических наук, Индивидуальный предприниматель, Россия, Санкт-Петербург.

Куницкая О.А., доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

Galkina E.A., Senior Lecturer, FGBOU VO «St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering», Saint Petersburg, Russia.

Belyaev N.L., Candidate of Technical Sciences, Individual Entrepreneur, Russia, Saint Petersburg.

Kunitskaya O.A., Doctor of Technical Sciences, professor, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

Аннотация: в статье рассмотрены традиционные и современные методы измерения и учёта коры лесоматериалов. Особое внимание уделено особенностям перехода от традиционных к перспективным цифровым методам измерений, а также влиянию растущего потенциала по обработке и сопоставлению массивов данных на точность и эффективность моделирования количественных показателей коры наряду с возможностью более точно прогнозировать количественные и качественные характеристики окорённых лесоматериалов. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства».

Abstract: The article examines traditional and modern methods of measuring and inventory of wood bark. Special attention is paid to the transition from traditional to advanced digital measurement methods, as well as the impact of the growing potential for processing and comparing data arrays on the accuracy and efficiency of modeling quantitative indicators of bark. Additionally, the article highlights the ability to more accurately predict the quantitative and qualitative characteristics of debarked timber. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry".

Ключевые слова: кора лесоматериалов, цифровой учёт, точность измерения, регрессионные модели, фотометрия, рентгеновское сканирование.

Keywords: wood bark, digital inventory, measurement accuracy, regression models, photometry, X-ray scanning.

Кора – наружная часть ствола, состоящая из нескольких слоёв, выполняющая для дерева защитные и питательные функции. Чаще кору рассматривают как побочный продукт заготовки древесины. В процессе валки леса (и последующих технологических операций вплоть до окорки) кора частично отслаивается от древесины, но преимущественно остаётся на бревне. В период весеннего сокодвижения наблюдается повышенное отделение коры от древесины

в процессе заготовки и транспортировки лесоматериалов. Для некоторых пород, особенно лиственных, характерна значительная фрагментация элементов коры в вегетационный период, в связи с чем наблюдается выраженная сезонная зависимость процентного содержания коры в круглых лесоматериалах. У большинства сортиментов учёт и измерение древесины происходит без учёта коры [2, 7] в связи с тем, что исторически очень часто кора северных лесов не находила применения. В большинстве технологических процессов по производству целлюлозы, пиломатериалов, плит, кора не используется и подлежит утилизации. На отдельных производствах для некоторых видов и сортов продукции становится возможным повышенное содержание коры в общей древесной массе. Всё большее распространение получают котельные, способные использовать кородревесные отходы в качестве экологичного природного топлива. Однако, если кора не находит применения и платежеспособного спроса, то деревообрабатывающее предприятие вынуждено кору утилизировать, оплачивая утилизацию и размещение на полигоне, и кора, с точки зрения экономики, превращается в товар с нетто-отрицательной стоимостью. Учитывая эти аспекты, можно утверждать, что объём и качество коры играют значительную роль в работе производственных предприятий, и правильное измерение и определение количественных показателей коры имеет большое экономическое значение.

При измерении коры в первую очередь учитывают такой легко измеримый показатель, как толщина. Измерения бревна с корой и без коры проводят как на торцах сортиментов, так и в промежутке между ними, например, посередине бревна, как это предусматривает метод срединного сечения, [1], причём в последнем случае для измерения толщины коры приходится после измерения диаметра в коре стёсывать кору, что очевидным образом усложняет измерения указанным методом и реже используется на практике.

Несмотря на простоту, указанные методы имеют существенные ограничения. Например, погрешность измерений может достигать значительных величин из-за неровности поверхности коры и её неоднородности по длине ствола [7]. Измерения коры следует разобрать с нескольких точек зрения. Во-первых, это цели измерений. Они могут быть производственными или научно-исследовательскими. Измерения различаются и по стадиям, на которых происходит измерение, будь то растущее дерево, или сортимент в процессе заготовки, трелёвки, транспортировки и хранения. Измерения могут производиться как бревна в коре, так и самой коры после процесса окорки, навалом, или после измельчения. Набор показателей, представляющих интерес в учёте коры, включает в себя как толщину, так и объём, вес, энергоёмкость, теплоту сгорания, влажность, плотность, зольность, породу дерева (или их смесь), диаметр ствола, с которого она получена, состав слоёв, и многие другие. Несомненный интерес с научной и производственной точек зрения представляют временные факторы: возраст дерева, время с момента заготовки, время после окорки и сроки хранения. Следует учитывать, какими инструментами производится измерение, и какие модели используются для определения объёмных и прочих показателей. Ведётся ли измерение на бревне с корой, учитываются ли разницы объёмов брёвен в коре и после окорки, или кора измеряется непосредственно сама по себе – так же имеет значение. Видимо, одним из наиболее точных методов определения объёма следует считать ксилметрический, с погружением отделённой от древесины коры в ёмкость с нахождением её объёма по вытесненному объёму воды, но он не приспособлен к повседневному использованию.

Безусловно важен механизм осуществления окорки (ножи, барабан и пр.). Измерения коры производятся как на неокорённых лесоматериалах, так и в отделённом от древесины виде, в том числе после окорки. Как в дальнейшем будет использоваться или утилизироваться кора – тоже важно учесть с точки зрения измерений. Идёт ли речь о топливе, мульче или мусоре – в зависимости от назначения будет выбран и метод учёта.

Касательно набора инструментов, используемых для измерения лесоматериалов и коры как таковой, то он включает в себя как традиционные (в т.ч. поверенные) средства измерения: мерная вилка, линейка, рулетка, бурав, весы, так и инновационные: фотометрические, рентгеновские и др. датчики в совокупности с нейросетевыми и нейроинтеллектуальными средствами обработки данных [6]. При обработке данных всё шире применяются алгоритмы на базе регрессионных уравнений [1, 3, 4]. Другим перспективным направлением, как отмечают [3, 4], является использование площади сечения коры. Авторы замечают, что при одинаковой толщине коры доля площади её сечения коры «различается на 7,5%, составляя 16,0% при большем диаметре и 23,5% - при меньшем».

Современные нейронные сети с использованием фотооптических технологий способны по снимку определять площадь поверхности коры на торце сортимента, что значительно облегчает определение объёма коры. Одна из возможных формул определения объёма коры по площади торцевых сечений коры сортимента могла бы выглядеть следующим образом: $V_{\text{коры}} = (S_b - S_t)/2 \cdot L$, где $V_{\text{коры}}$ – объём коры; S_b – площадь сечения поверхности коры нижнего торца; S_t – площадь сечения поверхности коры верхнего торца; L – длина сортимента.

При фотографировании штабеля только с одной торцевой стороны, имея основания полагать, что сортименты уложены вразнокомелицу, объём коры в штабеле можно рассматривать как произведение площади сечения торцевой поверхности коры на длину сортимента. Другой перспективной технологией, направленной на точное определение объёма коры и её долю в бревне, является рентгеновское сканирование в совокупности с системами компьютерного зрения [5]. Одним из примеров такого оборудования являются сканеры фирмы FinNOS, которые создают 3-D модели брёвен, анализируя внутреннюю структуру древесины и определяя толщину коры с по всей поверхности бревна.

Именно с данной технологией сканирования связаны надежды представителей лесной отрасли на максимальное повышение точности определения коры как непосредственно в процессе сканирования, так и для получения массивов данных для моделирования объёма древесины без учёта коры и объёма самой коры для различных пород древесины и лесорастительных условий, представленных на территории нашей страны. Развитие этих перспективных технологий в совокупности с накоплением на производстве релевантных баз данных, отражающих размерные параметры коры и их корреляцию с учётными показателями круглых лесоматериалов открывают новую страницу возможностей для повышения точности измерений коры, что создаёт как новые возможности для исследований данного вопроса, так и развивает основу для повышения эффективности и рационального использования высокоценных природных ресурсов в промышленности.

Список литературы

1. ГОСТ 32594-2013. Лесоматериалы круглые. Методы измерений.
2. Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 № 2128. "О порядке определения характеристик древесины и учета древесины".
3. Гурьянов М.О., Митченко А.П. Учет коры при таксации круглых деловых лесоматериалов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы IX Всероссийской научно-технической конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 597-600.
4. Трусов Г.И. Учёт коры в объёмах круглых деловых лесоматериалов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы IX Всероссийской научно-технической конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 67-69.
5. Кострюков А.Ю., Куницкая О.А., Григорьев И.В., Давтян А.Б. Приборный комплекс для радиографического контроля структуры древесины // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2019. № 6. С. 12-17.
6. Беляев Н.Л. Первоочередные задачи перехода на цифровой учет круглых лесоматериалов // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Девятой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2023. С. 32-34.
7. Курицын А.К., Курицын А.А. Лесоматериалы круглые. Организация и методы учёта. Правила приёмки // Союз лесовладельцев Нижегородской области. URL: https://souzles-nn.ru/wp-content/uploads/2014/12/2016-01-18_ГОСТ-Р-Лесоматериалы-круглые.pdf (дата обращения: 24.02.2025).

References

1. GOST 32594-2013. Round timber. Measurement methods.
2. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2128 dated November 30, 2021. "On the procedure for determining the characteristics of wood and accounting for wood."
3. Guryanov M.O., Mitchenko A.P. Accounting for bark in the inventory of round timber // Forests of Russia: Politics, Industry, Science, Education. Proceedings of the IX All-Russian Scientific and Technical Conference. St. Petersburg, 2024. Pp. 597-600.
4. Trusov G.I. Accounting for bark in the volumes of round timber // Forests of Russia: Politics, Industry, Science, Education. Proceedings of the IX All-Russian Scientific and Technical Conference. St. Petersburg, 2024. Pp. 67-69.
5. Kostryukov A.Yu., Kunitskaya O.A., Grigorev I.V., Davtyan A.B. Instrumental complex for radiographic control of wood structure // Repair. Restoration. Modernization. 2019. No. 6. Pp. 12-17.
6. Beliaev N.L. Priority tasks for the transition to digital accounting of round timber // Improving the Efficiency of the Forest Sector. Proceedings of the Ninth All-Russian National Scientific and Practical Conference with International Participation. Petrozavodsk, 2023. Pp. 32-34.
7. Kuritsyn A.K., Kuritsyn A.A. Round timber. Organization and methods of accounting. Acceptance rules. Union of Forest Owners of the Nizhny Novgorod Region. URL: https://souzles-nn.ru/wp-content/uploads/2014/12/2016-01-18_ГОСТ-Р-Лесоматериалы-круглые.pdf (accessed: 24.02.2025).

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_12-15

УДК 630*36

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ДВИЖИТЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ МАШИН НА ПОЧВОГРУНТЫ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**
**PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS OF THE IMPACT
OF FOREST MACHINERY PROPELLERS ON THE SOILS OF THE FAR NORTH**

Дьяченко В.М., аспирант ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», Россия, Санкт-Петербург.

Гурьев А.Ю., ассистент, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

Новгородов Д.В., ассистент, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

Dyachenko V.M., Postgraduate Student, FGBOU VO «St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design», Saint Petersburg, Russia

Guryev A.Y., assistant, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

Novgorodov D.V., Postgraduate Student, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

Аннотация: В настоящее время в связи с динамичным освоением территории Крайнего Севера Российской Федерации все острее встает вопрос возможных негативных экологических последствий, путей их минимизации. В лесах Крайнего Севера проводятся лесохозяйственные работы, с использованием колесных и гусеничных машин, которые могут оказывать негативное воздействие на почвогрунты. В связи с этим требуется уточнение известных математических моделей взаимодействия движителей машин и почвогрунтов, учитывающих специфику сложения почвогрунтов Крайнего Севера. 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: Currently, due to the dynamic development of the territory of the Far North of the Russian Federation, the issue of possible negative environmental consequences and ways to minimize them is becoming more acute. Forestry operations are carried out in the forests of the Far North using wheeled and tracked vehicles, which can have a negative impact on soils. In this regard, it is necessary to refine the well-known mathematical models of the interaction of propulsion machines and soils, taking into account the specifics of the composition of soils in the Far North. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry". The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, [https://rscf.ru/project/23-16-00092 /](https://rscf.ru/project/23-16-00092/).

Ключевые слова: лесные машины, почвогрунты, многолетняя мерзлота, Крайний Север.

Keywords: forest machinery, soils, permafrost, the Far North.

Проблематике воздействия движителей лесных машин на почвогрунты лесосек посвящено большое количество теоретических и экспериментальных работ отечественных и зарубежных ученых. В последнее время в отдельном научном направлении в лесоинженерном деле является проблематика изучения воздействия колесных и гусеничных движителей лесных машин на почвогрунты лесов криолитозоны – лесов на многолетней мерзлоте. В данном вопросе лидирующие позиции, в настоящее время, занимает научная школа «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета, возглавляемая д.т.н., проф. И.В. Григорьевым.

В рамках данного направления теоретических исследований участниками научной школы разработаны и исследованы математические модели воздействия колесных и гусеничных движителей лесных машин на почвогрунты криолитозоны, на равнинной местности, и на склонах, с учетом специфики сложения данного объекта воздействия [1-4]. Экспериментальным путем исследована динамика температур верхних слоев многолетней мерзлоты на лесосеках. Эти научные данные позволили дать обоснованные рекомендации по оптимальным параметрам и показателям работы колесных и гусеничных машин в данных специфических условиях эксплуатации.

Разумеется, вопрос степени негативного воздействия движителей лесных машин на почвогрунты остро встает только в теплый период года, когда начинает оттаивать и насыщаться влагой слой сезонной мерзлоты. Это приводит к резкому падению сопротивления верхнего слоя почвогрунта касательным напряжениям, возникающим при реализации касательной силы тяги движителями перемещающихся по ним машин. Причем в условиях склонов на многолетней мерзлоте, в теплое время года, необходимо дополнительно учитывать эффект солифлюкции, возникающий из-за резкого падения сил сцепления верхнего слоя почвогрунта и оттаивающего слоя сезонной мерзлоты, а также из-за действия силы тяжести, что может приводить даже к самопроизвольному «съезду» массива почвогрунта вниз по склону.

Как известно, одним из наиболее негативных последствий воздействия движителей лесных машин на почвогрунты является образование глубокой колеи, которая может стать очагом водной эрозии и заболачивания. Колея образуется как под действием нормальной нагрузки, передаваемой движителем машины на почвогрунт, и приводящей к выдавливанию почвогрунта за пределы колеи, так и под действием касательных сил, реализуемых движителем, и вызывающих сдвиг слоев почвогрунта в колею в направлении обратном направлению движения машины.

Из-за сильного переувлажнения верхнего слоя сезонной мерзлоты почвогрунты криолитозоны в теплый период года становятся значительно более чувствительными к негативному воздействию движителей, по сравнению с лесными почвогрунтами других лесов России, а из-за сильной заторможенности биологических процессов, протекающих в почвогрунтах, последствия негативного воздействия движителей сказываются значительно дольше, по сравнению с лесными почвогрунтами других лесов России.

В теории и практике лесоинженерного дела эффективность работы лесных машин принято оценивать показателями экологической эффективности (в основном это степень

негативного воздействия на почвогрунты) и показателями эксплуатационной эффективности, к которым, прежде всего, относится энергетическая эффективность – расход топлива (энергии) на единицу площади лесосеки, или длины пути по волокам и технологическим коридорам ($\text{кВт}\cdot\text{ч/га}$, или $\text{кВт}\cdot\text{ч/км}$). Известно, что с увеличением глубины колеи расход топлива, что у колесных, что у гусеничных машин увеличивается, что вызвано затратами энергии на деформацию опорной поверхности. Это позволяет утверждать, что с ростом глубины колеи ухудшаются показатели и эксплуатационной и экологической эффективности работы лесных машин.

Как было отмечено выше, в качестве отдельного научного направления в лесоинженерном проблематика изучения воздействия колесных и гусеничных движителей лесных машин на почвогрунты лесов криолитозоны выделилась относительно недавно. И для качественной верификации разработанных и разрабатываемых математических моделей взаимодействия колесных и гусеничных, а также комбинированных движителей лесных машин с мерзлотными почвогрунтами пока еще не набран достаточный объем экспериментальных данных по физико-механическим свойствам почвогрунтов криолитозоны, с учетом значительной вариативности их водно-теплового режима в теплый период года.

В этой связи наиболее перспективным направлением дальнейших исследований в области совершенствования и уточнения прогнозных математических моделей результатов воздействия колесных и гусеничных лесных машин на почвогрунты Крайнего Севера будет проведение достаточного для полноценного набора данных о физико-механических свойствах почвогрунтов криолитозоны, с учетом значительной вариативности их водно-теплового режима в теплый период года, натурных экспериментальных исследований. А также разработка пакетов прикладных программ и баз данных для автоматизации прогнозных расчетов результатов воздействия колесных и гусеничных лесных машин на почвогрунты Крайнего Севера.

Необходимо учитывать, что известный и достаточно широко применяемый многими лесозаготовительными предприятиями России способы поддержания работоспособности трасс трелевочных волоков и технологических коридоров в теплый период года, и, соответственно, снижения колееобразования – укладка на них слоя порубочных остатков в условиях почвогрунтов Крайнего Севера не дает известного экологического эффекта, поскольку крайне заторможенный круговорот веществ в мерзлотных почвогрунтах не способствует разложению порубочных остатков, и в дальнейшем они могут становиться очагами температурной эрозии.

Как показали результаты информационного поиска, наиболее экологически эффективным вариантом защиты почвогрунтов Крайнего Севера от негативного воздействия движителей лесных машин будет являться предварительная укладка на трассы волоков и технологических коридоров сборно-разборных дорожных покрытий из пластиковых дорожных матов, но проблема их широкого использования заключается в том, что они дорого стоят [5]. В этой связи весьма перспективным направлением дальнейших исследований становится вариант увязки порубочных остатков в пакеты, перед их укладкой

на трассы волоков и технологических коридоров, что сделает возможных и последующую выемку и вывоз с территории лесосек.

Список литературы

1. Рудов С.Е., Шапиро В.Я., Григорьев И.В., Куницкая О.А., Григорьева О.И. Прогнозная модель воздействия трелевочной системы на лесной почвогрунт в сложных сезонно-климатических условиях // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2020. № 5 (377). С. 131-144.
2. Рудов С.Е., Шапиро В.Я., Григорьев И.В., Куницкая О.А., Григорьева О.И. Исследование процесса разрушения мерзлых и оттаивающих почвогрунтов при воздействии трелевочной системы // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2020. № 2 (374). С. 101-117.
3. Рудов С.Е., Шапиро В.Я., Григорьев И.В., Куницкая О.А., Григорьева О.И. Особенности контактного взаимодействия трелевочной системы с мерзлым почвогрунтом // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 1 (367). С. 106-119.
4. Каляшов В.А., Шапиро В.Я., Григорьев И.В., Куницкая О.А., Должиков И.С., Друзьянова В.П. Формирование колеи двигателем лесной машины на склоне оттаивающего почвогрунта криолитозоны с учетом эффекта солифлюкции // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2024. № 3 (399). С. 140-152.
5. Зорин М.В., Куницкая О.А. Типы современных пластиковых плит для строительства временных лесных дорог и технологических коридоров // Деревянное домостроение Севера: традиции и инновации. Сборник статей по материалам всероссийской научно-практической конференции. Петрозаводск, 2023. С. 28-30.

References

1. Rudov S.E., Shapiro V.Ya., Grigorev I.V., Kunitskaya O.A., Grigoreva O.I. Predictive model of the impact of a skidding system on forest soil in difficult seasonal and climatic conditions // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest magazine. 2020. No. 5 (377). pp. 131-144.
2. Rudov S.E., Shapiro V.Ya., Grigorev I.V., Kunitskaya O.A., Grigoreva O.I. Investigation of the process of destruction of frozen and thawing soils under the influence of a skidding system // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest magazine. 2020. No. 2 (374). pp. 101-117.
3. Rudov S.E., Shapiro V.Ya., Grigorev I.V., Kunitskaya O.A., Grigoreva O.I. Features of the contact interaction of the skidding system with frozen soil // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest magazine. 2019. No. 1 (367). pp. 106-119.
4. Kalyashov V.A., Shapiro V.Ya., Grigorev I.V., Kunitskaya O.A., Dolzhikov I.S., Druzyanova V.P. Formation of a track by a forest engine on the slope of a thawing cryolithozone soil, taking into account the effect of solifluction // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal. 2024. No. 3 (399). pp. 140-152.
5. Zorin M.V., Kunitskaya O.A. Types of modern plastic slabs for the construction of temporary forest roads and technological corridors // Wooden house construction in the North: traditions and innovations. Collection of articles based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference. Petrozavodsk, 2023. pp. 28-30.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_16-18

УДК 630*232.318:630*651.72

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫСЕВА ЛЕСНЫХ СЕМЯН С ПОМОЩЬЮ
НОВОГО СОШНИКА ЛЕСОПИТОМНИКОВОЙ СЕЯЛКИ
ДЛЯ ШИРОКОПОЛОСНОГО ПОСЕВА ЛЕСНЫХ СЕМЯН В ПИТОМНИКАХ
ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ**

**MODERNIZATION OF THE PROCESS OF SOWING FOREST SEEDS WITH THE HELP OF A
NEW COULTER SAWMILL SEEDER FOR BROADBAND SOWING OF FOREST SEEDS IN
NURSERIES OF THE FOREST STEPPE ZONE**

Драпалюк М.В. доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»

Жужукин Н.В., аспирант 3 года обучения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»

Drapalyuk M.V. Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia, Voronezh

Zhuzhukin N.V., 3-year postgraduate student at Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia, Voronezh

Аннотация: в статье рассмотрены проблемы существующей технологии посева лесных семян в питомниках лесостепной зоны и обоснована необходимость модернизации процесса высева. Представлена конструкция нового сошника для лесопитомниковой сеялки, предназначенного для широкополосного посева лесных семян. Описаны результаты полевых испытаний опытного образца сошника, которые показали улучшение показателей всхожести и качества сеянцев по сравнению с традиционными методами посева.

Abstract: the article examines the problems of the existing technology of sowing forest seeds in nurseries of the forest-steppe zone and substantiates the need to modernize the seeding process. The design of a new coulter for a nursery seeder designed for broadband sowing of forest seeds is presented. The results of field tests of a prototype coulter are described, which showed an improvement in germination and seedling quality compared with traditional sowing methods.

Ключевые слова: лесные семена, лесопитомник, лесостепная зона, широкополосный посев, сошник, всхожесть, сеянец.

Keywords: forest seeds, nursery, forested area, broadband sowing, coulter, germination, seedling.

Лесовосстановление является важной задачей в лесостепной зоне, где дефицит лесных ресурсов оказывает негативное влияние на экологическую обстановку и экономику региона. Выращивание качественного посадочного материала в лесопитомниках является основой успешного лесовосстановления. Одним из ключевых факторов, определяющих качество и количество сеянцев, является эффективная технология посева лесных семян [1, 2].

Традиционные методы посева, используемые в лесопитомниках лесостепной зоны, часто не обеспечивают оптимальных условий для прорастания семян и развития сеянцев. Узкоременный посев, являющийся наиболее распространенным методом, характеризуется неравномерностью распределения семян по глубине и в ряду, зависимостью от погодных условий, возможностью повреждения семян при посеве и недостаточной аэрацией почвы [3, 4].

Целью данного исследования является разработка нового сошника для лесопитомниковой сеялки, позволяющего реализовать технологию широкополосного посева лесных семян, что, в свою очередь, должно улучшить показатели всхожести и качества сеянцев в питомниках лесостепной зоны.

В качестве объекта исследования выступал процесс посева лесных семян в лесопитомниках лесостепной зоны. В процессе исследования использовались следующие методы:

Анализ существующих технологий посева лесных семян и конструкций сошников.

Проектирование и конструирование: Разработка конструкции нового сошника для широкополосного посева.

Моделирование и оценка эффективности нового сошника в условиях лесопитомника.

Статистическая обработка данных: Моделирование результатов полевых испытаний для оценки достоверности полученных результатов.

Разработанный сошник предназначен для установки на существующие лесопитомниковые сеялки. 3D модель сошника представлена на рисунке 1.

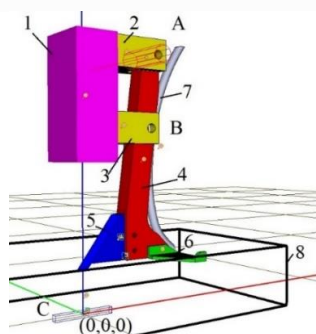


Рисунок 1 – 3D модель нового сошника для широкополосного посева лесных семян.

Сошник состоит из следующих основных элементов: рамы 1, верхнего и нижнего крепления к раме 2,3 сошниковой корпуса 4, сменного долота, которое можно регулировать по высоте 5, боковых сошников 6, семя провода 7.

Следующий этап работы - это изготовление модели данного сошника для проведение полевого эксперимента в котором будут измеряться такие показатели как всхожесть семян, высота сеянцев, диаметр корневой шейки сеянцев, масса сеянцев. Планируемые результаты полевых испытаний должны показать, что использование нового сошника для широкополосного посева оказало положительное влияние на показатели всхожести и качества сеянцев, за счет более равномерного распределения семян по площади посева, улучшение влагообеспеченности и аэрации почвы, а также снижение конкуренции между сеянцами за ресурсы. Боковые сошника разбивают боковые комья и разрыхляют почву за счет этого улучшается её структура, что благоприятно влияет на прорастание семян. Сменное переднее долото с помощью. Которого

нарезается посевная борозда регулируется по высоте, что позволяет подобрать оптимальную глубину заделки лесных семян.

Разработанный сошник для лесопитомниковой сеялки, предназначенный для широкополосного посева лесных семян, должен показать свою эффективность в условиях питомника лесостепной зоны. Использование данного сошника позволяет повысить всхожесть семян и улучшить качество сеянцев по сравнению с традиционными методами посева. Широкополосный посев обеспечивает более равномерное распределение семян по площади посева, улучшает влагообеспеченность и аэрацию почвы, а также снижает конкуренцию между сеянцами за ресурсы.

Разработанный сошник может быть рекомендован для использования в питомниках лесостепной зоны для повышения эффективности выращивания посадочного материала. Необходимо провести дальнейшие исследования для оптимизации конструкции сошника и его адаптации к различным видам лесных семян и типам почв.

Список литературы

1. Kogut B. M. et al. Organic matter of the air-dry and water-stable macroaggregates (2–1 mm) of haplic chernozem in contrasting variants of land use //Eurasian soil science. – 2019. – Т. 52. – С. 141-149.
2. Драпалюк М.В., Ушаков Н.О., Жужукин Н.В., Журавлев А.Н. Анализ технологий и технических средств для посева мелких лесных семян в питомниках. Лесотехнический журнал. 2021. Т. 11. № 3 (43). С. 130-139.
3. Журавлев А.Н., Камалова Н.С., Жужукин Н.В., Бартенев И.И. Совершенствование рабочего процесса лесной сеялки с новым коробчатым сошником с ребристым днищем в сборнике: современный лесной комплекс страны: проблемы и тренды развития. материалы всероссийской научно-практической конференции. отв. редактор А.А. Платонов. воронеж, 2022. с. 21-25.
4. Six J. et al. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils //Soil Science Society of America Journal. – 1998. – Т. 62. – №. 5. – С. 1367-1377.

Reference

1. Kogut B. M. et al. Organic matter of the air-dry and water-stable macroaggregates (2–1 mm) of haplic chernozem in contrasting variants of land use //Eurasian soil science. – 2019. – Т. 52. – S. 141-149.
2. Drapalyuk M.V., Ushakov N.O., Zhuzhukin N.V., Zhuravlev A.N. Analiz texnologij i tex-nicheskix sredstv dlya poseva melkix lesny`x semyan v pitomnikax. Lesotexnicheskij zhurnal. 2021. T. 11. № 3 (43). S. 130-139.
3. Zhuravlev A.N., Kamalova N.S., Zhuzhukin N.V., Bartenev I.I. Sovershenstvovanie rabo-chego processa lesnoj seyalki s novy`m korobchaty`m soshnikom s rebristy`m dnishhem v sbornike: sovremenny`j lesnoj kompleks strany`: problemy` i trendy` razvitiya. materialy` vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. отв. redaktor A.A. Platonov. voronezh, 2022. s. 21-25.
4. Six J. et al. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grass-land soils //Soil Science Society of America Journal. – 1998. – Т. 62. – №. 5. – S. 1367-1377.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_19-22

УДК 630*232.318:630*651.72

**УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН В ПИТОМНИКАХ
ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВОГО СОШНИКА
ДЛЯ ШИРОКОПОЛОСНОГО ПОСЕВА ЛЕСНЫХ СЕМЯН**

**IMPROVEMENT OF SEED GERMINATION RATES IN NURSERIES OF THE FOREST-
STEPPE ZONE DUE TO THE USE OF A NEW COULTER FOR BROADBAND SOWING
OF FOREST SEEDS**

Драпалюк М.В. доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»

Жужукин Н.В., аспирант 3 года обучения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»

Drapalyuk M.V. Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia, Voronezh

Zhuzhukin N.V., 3-year postgraduate student at Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia, Voronezh

Аннотация: Площадь питомников в лесостепной зоне с годами увеличивается, поэтому такой показатель как всхожесть лесных семян очень важен для качественного лесовосстановления и лесопроизводства. Нами разработана 3-д модель для создания опытного образца с помощью которого возможно увеличить показатель всхожести семян за счет качественно подготовленной посевной борозды.

Abstract: The area of nurseries in the forest-steppe zone has been increasing over the years, therefore, such an indicator as the germination of forest seeds is very important for high-quality reforestation and forestry. We have developed a 3-d model to create a prototype with which it is possible to increase the germination rate of seeds due to a well-prepared sowing furrow.

Ключевые слова: Сошник, широкополосный посев, типы сеялок, высев лесных семян.

Keywords: Coulter, broadband seeding, types of seed drills, sowing of forest seeds.

В лесостепной зоне вопросы восстановления лесных насаждений имеют первостепенное значение. Ключевым этапом в этом процессе является выращивание качественного посадочного материала в питомниках. Одним из факторов, напрямую влияющих на качество и количество выращенных сеянцев, является всхожесть семян. Традиционные методы посева часто не обеспечивают оптимальных условий для прорастания и развития сеянцев, что приводит к снижению всхожести и увеличению затрат на повторные посевы. Целью данной работы является обоснование и разработка нового сошника для широкополосного посева лесных семян, позволяющего улучшить показатели всхожести в питомниках лесостепной зоны. [1]

Традиционные методы посева, такие как узкорядный посев, имеют ряд недостатков, которые негативно влияют на всхожесть семян, а именно:

- Неравномерное распределение семян по глубине и в ряду приводит к неравномерности всходов и конкуренции между сеянцами за свет, воду и питательные вещества.
- Узкие ряды посева более подвержены пересыханию верхнего слоя почвы, особенно в засушливые периоды, что ухудшает прорастание семян.
- Традиционные сошники могут повреждать семена, снижая их всхожесть.
- Уплотнение почвы в зоне посева препятствует проникновению воздуха к семенам, что необходимо для прорастания. [2]

Широкополосный посев предлагает ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами такие как:

- Более равномерное распределение семян по площади посева создает благоприятные условия для прорастания и развития сеянцев.
- Широкая полоса посева способствует лучшему сохранению влаги в верхнем слое почвы, что особенно важно в засушливых условиях лесостепной зоны.
- Равномерное распределение семян снижает конкуренцию между сеянцами за ресурсы, что приводит к более дружным и здоровым всходам.
- Широкополосный посев способствует лучшему рыхлению почвы и аэрации, что благоприятно сказывается на прорастании семян. [3]

Для реализации преимуществ широкополосного посева необходимо разработать новый сошник, который будет отвечать следующим требованиям:

- Сошник должен иметь конструкцию, обеспечивающую равномерное распределение семян по всей ширине полосы посева.
- Глубина посева должна быть оптимальной для данного вида лесных семян и типа почвы с возможностью ее регулировки
- Конструкция сошника должна исключать возможность повреждения семян при посеве.
- Сошник должен рыхлить почву в зоне посева, обеспечивая доступ воздуха к семенам, а также разбивать комья земли, которые образуются по бокам посевной борозды.

Сошник должен быть приспособлен к работе на различных типах почв, характерных для лесостепной зоны, и устойчив к забиванию растительными остатками. [4]

Таким образом нами была разработана 3-д модель опытного образца, который будет соответствовать требованиям и критериям необходимые для качественной заделки лесных семян в лесостепной зоне, представленного на рисунке 1.

Сошник для широкополосного посева лесных семян в питомниках лесостепной зоны состоящий из Рамы сеялки 1, Верхнего крепления сошника к раме 2, Нижнее крепление сошника к раме 3, Корпус сошника 4. Сменное долото, регулируемое по высоте 5, Боковые сошники, каждый из которых выполнен в виде трапецевидного крыла с изогнутым вверх концом, обеспечивающего измельчение и перемешивание почвы 6, Семяпровод 7.

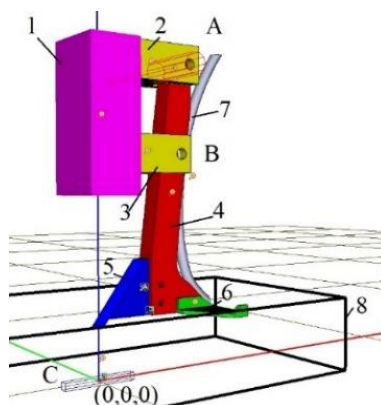


Рисунок 1 – Сошник для широкополосного посева лесных семян

Использование нового сошника для широкополосного посева в питомниках лесостепной зоны позволит улучшить качество сеянцев, уменьшить необходимость повторного посева за счет повышения всхожести, оптимизировать использование посевной площади, снизить трудозатраты. [5]

Экономическая эффективность внедрения нового сошника будет определяться на основе сравнительного анализа затрат на посев и выращивание сеянцев традиционным и широкополосным способом.

Разработка и внедрение нового сошника для широкополосного посева лесных семян является перспективным направлением повышения эффективности работы питомников лесостепной зоны. Широкополосный посев позволяет создать оптимальные условия для прорастания семян, что приводит к повышению всхожести, улучшению качества сеянцев и снижению затрат на их выращивание. Необходимо провести дальнейшие исследования и полевые испытания разработанного сошника для подтверждения его эффективности и адаптации к конкретным условиям лесостепной зоны.

Список литературы

1. Kogut B. M. et al. Organic matter of the air-dry and water-stable macroaggregates (2–1 mm) of haplic chernozem in contrasting variants of land use //Eurasian soil science. – 2019. – Т. 52. – С. 141-149.
2. Kholodov V. A. et al. Changes in the ratio of aggregate fractions in humus horizons of chernozems in response to the type of their use //Eurasian Soil Science. – 2019. – Т. 52. – С. 162-170.
3. Kholodov V. A. et al. Interpretation of data on the aggregate composition of typical chernozems under different land use by cluster and principal component analyses //Eurasian soil science. – 2016. – Т. 49. – С. 1026-1032.
4. Six J. Et al. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils //Soil Science Society of America Journal. – 1998. – Т. 62. – №. 5. – С. 1367-1377.
5. Dokuchaev V. V. Russian chernozem. – Israel Program for Scientific Translations, 1967. – Т. 1.

6. Драпалюк М.В., Ушаков Н.О., Жужукин Н.В., Журавлев А.Н. Анализ технологий и технических средств для посева мелких лесных семян в питомниках. Лесотехнический журнал. 2021. Т. 11. № 3 (43). С. 130-139.

7. Журавлев А.Н., Камалова Н.С., Жужукин Н.В., Бартенев И.И. Совершенствование рабочего процесса лесной сеялки с новым коробчатым сошником с ребристым днищем в сборнике: современный лесной комплекс страны: проблемы и тренды развития. материалы всероссийской научно-практической конференции. отв. редактор А.А. Платонов. Воронеж, 2022. с. 21-25.

Reference

1. Kogut B. M. et al. Organic matter of the air-dry and water-stable macroaggregates (2–1 mm) of haplic chernozem in contrasting variants of land use //Eurasian soil science. – 2019. – Т. 52. – S. 141-149.

2. Kholodov V. A. et al. Changes in the ratio of aggregate fractions in humus horizons of chernozems in response to the type of their use //Eurasian Soil Science. – 2019. – Т. 52. – S. 162-170.

3. Kholodov V. A. et al. Interpretation of data on the aggregate composition of typical chernozems under different land use by cluster and principal component analyses //Eurasian soil science. – 2016. – Т. 49. – S. 1026-1032.

4. Six J. Et al. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grass-land soils //Soil Science Society of America Journal. – 1998. – Т. 62. – №. 5. – S. 1367-1377.

5. Dokuchaev V. V. Russian chernozem. – Israel Program for Scientific Translations, 1967. – Т. 1.

6. Drapalyuk M.V., Ushakov N.O., Zhuzhukin N.V., Zhuravlev A.N. Analiz texnologij i texnicheskix sredstv dlya poseva melkix lesny`x semyan v pitomnikax. Lesotexnicheskij zhurnal. 2021. Т. 11. № 3 (43). С. 130-139.

7. Zhuravlev A.N., Kamalova N.S., Zhuzhukin N.V., Bartenev I.I. Sovershenstvovanie rabocheho processa lesnoj seyalki s novy`m korobchaty`m soshnikom s rebristy`m dnishhem v sbor-nike: sovremenny`j lesnoj kompleks strany`: problemy` i trendy` razvitiya. materialy` vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. отв. редактор А.А. Платонов. Воронеж, 2022. с. 21-25.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_23-26

УДК 630*36

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДВИЖИТЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ МАШИН НА ПОЧВОГРУНТЫ ЛЕСОВ КРИОЛИТОЗОНЫ НА СКЛОНАХ

CURRENT ISSUES IN RESEARCH ON THE EFFECTS OF FOREST MACHINERY PROPELLERS ON FOREST SOILS AND CRYOLITHOZONES ON SLOPES

Каляшов В.А., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Россия, Санкт-Петербург.

Гурьев А.Ю., ассистент, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

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

Kalyashov V.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia.

Guryev A.Y., assistant, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

Grigorev I.V., Doctor of Technical Sciences, professor, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

Аннотация: В последние годы в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета ведутся теоретические и экспериментальные работы, целью которых является снижение отрицательного экологического воздействия двигателей лесных машин на почвогрунты лесов криолитозоны на склонах. Эти исследования уже дали достаточно интересные для теории и практики результаты. Однако и далее встает ряд актуальных теоретических и практических вопросов, о которых идет речь в настоящей статье. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Abstract: In recent years, theoretical and experimental work has been conducted within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry" of the Arctic State Agrotechnological University, aimed at reducing the negative environmental impact of forest engines on cryolithozone forest soils on the slopes. These studies have already yielded quite interesting results for theory and practice. However, further there are a number of relevant theoretical and practical issues, which are discussed in this article. The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Ключевые слова: лесные машины, почвогрунты, многолетняя мерзлота, леса на склонах.

Keywords: forest machinery, soils, permafrost, forests on the slopes.

При оценке эффективности рубок лесных насаждений, в том числе рубок ухода за лесом и прочих рубок, в лесоинженерном деле принято выделять эксплуатационную и экологическую эффективность. Эксплуатационная эффективность подразумевает, прежде всего, оценку производительности и энергоемкости всего комплекса работ, или отдельных технологических операций. И нацелена на максимизацию производительности, и минимизацию энергоемкости. Экологическая эффективность, прежде всего, подразумевает оценку ущерба, наносимого лесной экосистеме, временные и стоимостные затраты на восстановление лесной среды после проведения рубок лесных насаждений [1-4].

Эксплуатационная и экологическая эффективности во многом взаимосвязаны, и во многом зависят от совместимости используемых машин и оборудования, а также технологических процессов и схем разработки лесосек с лесной средой в конкретных природно-производственных условиях эксплуатации. Например, использование тяжелых колесных лесных машин, и трелевочных систем на их базах, на слабонесущих почвогрунтах без использования моногусениц, укрепления ездовой части трелевочных волоков, и использования специальных схем разработки лесосек, снижающих грузовую работу волоков и технологических коридоров, приводит к сильному колееобразованию – сильному повреждению лесной среды, т.е. отрицательно сказывается на экологической эффективности [5]. Одновременно с этим, с ростом глубины колеи возрастают нагрузки в трансмиссии машин, снижается их скорость перемещения (а значит и производительность), увеличивается расход топлива – т.е. снижается и эксплуатационная эффективность.

Чем более ранимы лесные экосистемы, тем тщательнее необходимо подходить к планированию лесосечных работ – выбору применяемых машин и оборудования, технологических процессов и схем разработки лесосек. Ярким примером особо ранимы лесных экосистем являются леса криолитозоны, особенно леса на склонах на многолетней мерзлоте. В которых неправильное планирование и выполнение работ по рубке лесных насаждений приводит к очень существенному ущербу для лесной среды, одновременно с существенным ухудшением условий для движения лесных машин, и трелевочных систем на их базах (рисунок 1).

Анализ современных практик работы лесозаготовительных компаний России показал, что в настоящее время для освоения лесов на склонах не используются канатные трелевочные установки и средства воздушной трелевки. Поэтому использование колесных, гусеничных, или полугусеничных лесных машин, как минимум для трелевки заготовленной на склонах древесины, становится в современных условиях, в принципе, безальтернативным вариантом.

Как убедительно доказали результаты ранее выполненных теоретических и экспериментальных исследований, эффективность выполнения основных операций лесосечных и ряда лесохозяйственных работ, прежде всего тракторной трелевки на склонах лесов на многолетней мерзлоте, зависит от ряда геотехнических параметров (факторов), к которым в первую очередь относится состояние краевой части массива оттаивающего почвогрунта слоя сезонной мерзлоты, слагающего трассу движения лесной машины (трелевочных волоков, технологических коридоров), подверженного чередующимся промерзаниям и оттаиваниям.

Выполненные оценки значимости изученных геотехнических факторов выдвигают проблему мониторинга гидрогеологического состояния краевой части массива почвогрунта на склонах и их классификацию по показателю влажности в границах трелевочных волоков и технологических коридоров в разряд наиболее актуальных, решение которой будет способствовать повышению эффективности лесосечных и ряда лесохозяйственных работ в лесах криолитозоны на склонах.



Рисунок 1 – Негативные последствия воздействия лесных машин на трелевочный
волок на склоне

Поскольку от влажности слоев почвогрунта зависят параметры паспорта его прочности, то на основе ее оперативного мониторинга представляется возможным решить ряд задач, в частности: 1. Классифицировать склоны по критерию устойчивости краевой части массива почвогрунта. 2. Классифицировать трелевочные волоки и технологические коридоры по критерию их работоспособности при использовании различных движителей и ряд других вариационных задач.

Полученные оценочные соотношения могут составить основу функционала, который через интерфейс мобильного приложения будет служить оперативной поддержкой принятия решений оператором лесной машины, бригадиром, или технологом лесозаготовительного участка. Такая система позволит оперативно, например, с помощью смартфона реагировать на конкретную геотехническую обстановку при работе на склонах и корректировать технологические показатели и параметры трелевочной системы — скорость движения, грузоподъемность (объем набираемой пачки древесины), мощность тяги двигателя, нагрузку на вспомогательную лебедку и др. Работа оператора в свою очередь будет поддаваться контролю со стороны инженерно-технических служб — технолога, механика. В конечном итоге вполне возможно формирование системы управления базой данных технологических работ на склонах (СУБД), как одного из наиболее перспективных направлений цифровизации и информационной поддержки технологических процессов работы лесных машин.

Список литературы

1. Григорьева О.И. Эффективность транспортно-технологических систем для лесного хозяйства // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. ред. Н. С. Захаров. 2018. С. 79-83.
2. Григорьева О.И. Перспективные направления повышения эффективности проведения рубок ухода за лесом // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы третьей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2017. С. 56-58.
3. Никитина Е.И., Куницкая О.А., Николаева Ф.В. Проект организации лесозаготовок в условиях Алданского лесничества с применением многооперационных лесозаготовительных комплексов // Современные проблемы и достижения аграрной науки в Арктике. Сборник научных статей по материалам Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием в рамках «Северного форума – 2020» и Международной научной онлайн летней школы – 2020. 2020. С. 138-148.
4. Куницкая О.А. Проактивный сервис для лесных машин // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Шестой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2020. С. 86-87.
5. Рудов С.Е., Куницкая О.А. Теоретические исследования экологической совместимости колесных лесных машин и мерзлотных почвогрунтов лесов криолитозоны // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. редактор Н.С. Захаров. 2020. С. 323-326.

References

1. Grigoreva O.I. Efficiency of transport and technological systems for forestry // Transport and transport and technological systems. Materials of the International Scientific and Technical Conference. Ed. by N. S. Zakharov. 2018. pp. 79-83.
2. Grigoreva O.I. Promising directions for improving the efficiency of logging and forest maintenance // Improving the efficiency of the forest complex. Materials of the third All-Russian scientific and Practical conference with international participation. 2017. pp. 56-58.
3. Nikitina E.I., Kunitskaya O.A., Nikolaeva F.V. A project for the organization of logging in the conditions of the Aldan forestry using multi-operational logging complexes // Modern problems and achievements of agricultural science in the Arctic. Collection of scientific articles based on the materials of the All-Russian Student Scientific and Practical Conference with international participation within the framework of the Northern Forum 2020 and the International Scientific Online Summer School 2020. 2020. pp. 138-148.
4. Kunitskaya O.A. Proactive service for forest machines // Improving the efficiency of the forest complex. Materials of the Sixth All-Russian National Scientific and Practical Conference with international participation. Petrozavodsk, 2020. pp. 86-87.
5. Rudov S.E., Kunitskaya O.A. Theoretical studies of the ecological compatibility of wheeled forest vehicles and permafrost soils of cryolithozone forests // Transport and transport-technological systems. Materials of the International Scientific and Technical Conference. Editor-in-chief N.S. Zakharov. 2020. pp. 323-326.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_27-31
УДК 004.942, 630.387.33

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ЧАСТИ
СОПРОТИВЛЕНИЯ НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ ДВИЖЕНИЯ
ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ ЕДИНИЦ**

**THE RESULTS OF THE STUDY OF THE NON-STATIONARY PART OF THE
RESISTANCE OF THE UNSTEADY MOVEMENT OF THE LOGS RAFTING UNITS**

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

Шадрина Я.В., соискатель ученой степени кандидата наук ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия Воронеж.

Manukovsky A.Yu., D. Sc. in engineering, professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia, Voronezh

Shadrina Ya.V., PhD candidate Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia, Voronezh

Аннотация: Изучено воздействие нестационарной составляющей сопротивления на общую величину сопротивления воды движению лесотранспортных единиц при ускорении. Результаты основаны на изучении неустановившегося движения лесотранспортных единиц в условиях мелководья. Для исследования были специально разработаны сплотовые единицы для транспортировки лесоматериалов по рекам с малыми глубинами. Полученные результаты позволяют оценить влияние нестационарной части сопротивления на общее сопротивление при разгоне лесотранспортной единицы.

Abstract: The effect of the non-stationary component of resistance on the total value of water resistance to the movement of logs transport units during acceleration is studied. The results are based on the study of the non-stationary movement of logs transport units in shallow water conditions. For the study, rafting units were specially developed for transporting timber along rivers with shallow depths. The obtained results allow us to estimate the effect of the non-stationary component of resistance on the total resistance during acceleration of a logs transport unit.

Ключевые слова: сплотовая единица, сопротивление воды, неустановившееся движение, коэффициент сопротивления, коэффициент не стационарности.

Keywords: rafting unit, water tractive resistance, unsteady motion, coefficient of resistance, nonstationarity factor.

Эффективная организация процесса транспортировки лесоматериалов в настоящее время является одной из основополагающих задач, решение которой может повысить продуктивность работы лесного комплекса в целом. В настоящее время объемы вывозки заготавливаемой на лесосеках древесины сдерживаются комплексом факторов, главным из которых является отсутствие транспортной инфраструктуры, необходимой для перевозки грузов из удаленных лесных массивов. При этом следует отметить, что практически

исчерпаны лесные ресурсы, вывозка которых рентабельна с точки зрения локации относительно существующих транспортных путей – лесных дорог и дорог общего пользования – автомобильного транспорта и железнодорожного.

В этой связи огромные перспективы представляет собой транспортировка лесоматериалов водными путями, особенно по малым рекам. Последние десятилетия доминирующими методами транспортировки лесоматериалов являются судовые перевозки и зимняя береговая сплотка с последующим выводом плотов весной во время стояния высоких уровней воды. Транспортировка лесоматериалов по малым рекам практически не осуществляется в связи с отсутствием технологий, позволяющих организовать этот процесс эффективно как с экономической точки зрения, так и с позиций экологии и защиты окружающей среды.

В настоящее время интерес может представлять восстановление системы навигационной сплотки древесины, базирующейся на научно-обоснованных технологиях. Это позволило бы увеличить объемы сплава по водным путям лесных регионов страны.

Сплав леса по малым рекам затруднен в первую очередь ограниченностью водного потока, что обосновывает специфические требования к лесотранспортным единицам (ЛТЕ): малая осадка, высокая прочность и повышенные требования к управляемости. ЛТЕ. Соответствующая перечисленным требованиям, разработана сплоточная единица (СЕ) [2]. Были проведены экспериментальные исследования её гидродинамических характеристик при неустановившемся движении.

Эксперименты проводились на моделях в масштабе 1:20. Модели ЛТЕ состояли из СЕ, расположенных в ряд от 1 до 6. Исследования проводились при различных соотношениях глубины наполнения бассейна к осадке h/T : 7.0, 5.0, 4.0, 2.7, 1.6. Высота СЕ составляла $H = 0,05$ м, а соотношение длины линейки из СЕ к ее ширине L/B варьировалось от 1 до 6. Модели буксировались со скоростями v в диапазоне от 0,1 до 0,3 м/с [2].

Гидродинамическое сопротивление при неустановившемся движении ЛТЕ определяется по формуле [3]

$$R = \xi \frac{\rho}{2} \Omega v^2 \quad (1)$$

где ξ – коэффициент сопротивления движению,

$$\xi = \xi_0 + \xi_n \quad (2)$$

ξ_0 – коэффициент сопротивления, определяемый при равномерном поступательном движении ЛТЕ, соответствует текущей скорости ЛТЕ при неустановившемся движении;

ξ_n – коэффициент нестационарности, учитывающий дополнительное сопротивление, возникающее при неустановившемся движении;

ρ – плотность воды;

Ω – площадь миделя;

v – скорость движения ЛТЕ относительно воды.

Гидродинамическое сопротивление при неустановившемся движении ЛТЕ состоит из двух сил:

$$R = R_0 \pm \Delta R_{\text{нест}} \quad (3)$$

где R_0 – стационарная часть сопротивления. Гидродинамическое сопротивление равномерному движению ЛТЕ;

$\Delta R_{\text{нест}}$ – нестационарная часть сопротивления. Дополнительное сопротивление, которое возникает при неустановившемся движении.

Нестационарная часть сопротивления определяется по формуле [3]

$$\Delta R_{\text{нест}} = M_{\text{д}} (n - n_0) \frac{dv}{dt} \quad (4)$$

где n – коэффициент не стационарности.

Коэффициент не стационарности учитывает влияние на процесс движения присоединенной массы λ , массы воды $M_{\text{в}}$ в пространствах внутри ЛТЕ и нестационарной части сопротивления $\Delta R_{\text{нест}}$

$$n = \frac{\lambda + M_{\text{в}} \pm \Delta R_{\text{нест}} \frac{dv}{dt}}{M_{\text{д}}} \quad (5)$$

$M_{\text{д}}$ – масса древесины ЛТЕ;

$\frac{dv}{dt}$ – ускорение движения ЛТЕ;

n_0 – коэффициент нестационарности в начальный момент времени, в который ЛТЕ передается усилие буксировки и возникает ускорение.

$$n_0 = \frac{\lambda + M_{\text{в}}}{M_{\text{д}}} \quad (6)$$

На основании выражений (1 – 3) выводится формула для определения нестационарной части сопротивления

$$\Delta R_{\text{нест}} = \xi_{\text{н}} \frac{\rho}{2} \Omega v^2 \quad (7)$$

Факторы, влияющие на неустановившееся движение ЛТЕ – это скорость, ускорение и размеры ЛТЕ. Дополнительное нестационарное сопротивление возникает из-за интенсивного вихреобразования на смоченной поверхности и за кормой и состоит из вихревого сопротивления и сопротивления формы, которые зависят от вязкости жидкости. Исходя из этого, коэффициент нестационарности является функцией от чисел Рейнольдса и Марчи.

$$\xi_{\text{н}} = f(\text{Re}, \text{Ma}), \quad (8)$$

где $\text{Re} = \frac{vL}{\nu}$ – число Рейнольдса. Критерий подобия, учитывающий силы вязкости;

$\text{Ma} = \frac{L}{v^2} \frac{dv}{dt}$ – число Марчи. Его называют безразмерным ускорением. Число Марчи является разновидностью критерия гомохронности (изменение поля скоростей во времени).

L – линейный размер;

ν – кинематический коэффициент вязкости воды.

В результате получены значения сопротивления не стационарности $\Delta R_{\text{нест}}$ и коэффициента $\xi_{\text{н}}$ для всех моделей, при различном отношении h/T в исследуемом диапазоне скоростей.

На рисунках 1, 2 представлены примеры результатов вычислений $\Delta R_{\text{нест}}$ и $\xi_{\text{н}}$.

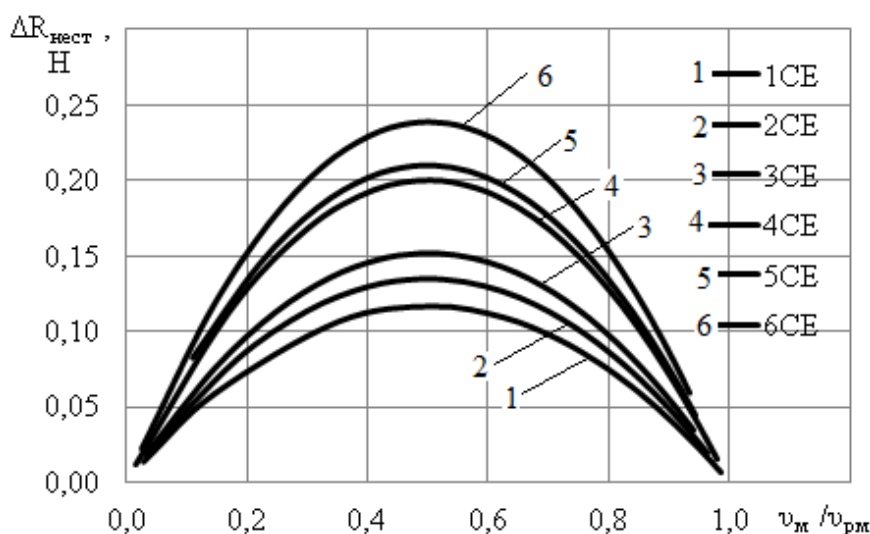


Рисунок 1 – Графики зависимости $\Delta R_{\text{нест}} = f(v_{\text{н}}/v_{\text{рм}})$ для соотношения $h/T=7$ и средней скорости равномерного движения $v=0,3$ м/с

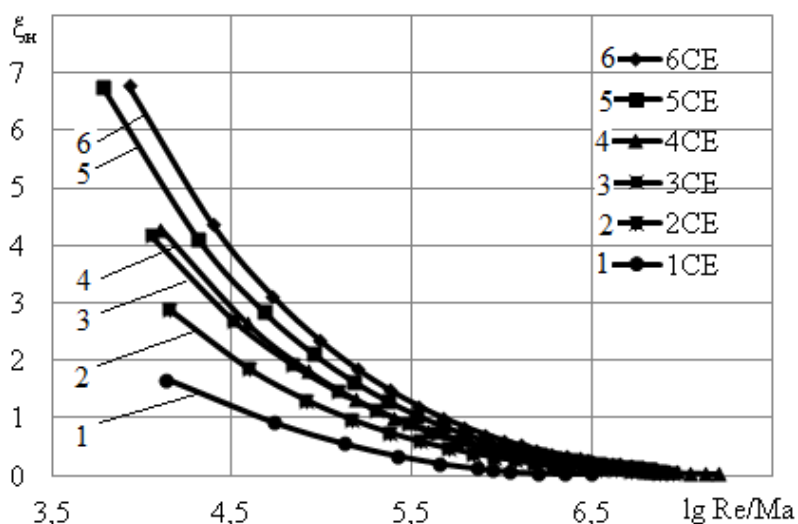


Рисунок 2 – Графики зависимости $\xi_{\text{н}} = f(\lg \text{Re}/\text{Ma})$ для соотношения $h/T = 7$ и средней скорости равномерного движения $v = 0,3$ м/с

На графике по оси абсцисс, следуя выражению (8), отложены значения логарифмов отношения числа Рейнольдса к числу Марчи:

$$\lg \frac{\text{Re}}{\text{Ma}} = \lg \frac{\frac{vL}{\nu}}{\frac{L}{v} \frac{dv}{dt}} = \lg \frac{v^3}{\nu \frac{dv}{dt}} \quad (9)$$

Важным фактом является то, что значение коэффициента $\xi_{\text{н}}$ при $\lg \text{Re}/\text{Ma} > 6,5$ ($v_{\text{н}}/v_{\text{рм}} > 0,5$), становятся пренебрежимо малыми, а значения сопротивления нестационарности приближается к значениям сопротивления при равномерном движении.

Полученные коэффициенты позволяют рассчитать значения сопротивления нестационарности, необходимые для определения сопротивления разгона.

Список литературы

1. Суров Г.Я., Ватлина Я.В., Шарова Т.М. Сплоточная единица // Патент России № 115769. 2012 Бюл. № 13.
2. Мануковский А. Ю., Шадрина Я.В. Гидродинамическое сопротивление лесотранспортных единиц новой конструкции // Resources and Technology. 2024. №4, Т. 21. С. 150–164.
3. Митрофанов А.А. Лесосплав. Новые технологии, научное и техническое обеспечение: монография / - Архангельск, 2007. - 492 с.

References

1. RF Patent no. 115769, MPK B 65 G 69/20. The rafting unit / Surov G.Ya., VatlinaYa.V., Sharova T.M./ Published 10.05.2012, no.13.
2. Manukovsky A.Yu., Shadrina Ya.V. Hydrodynamic resistance of the logs rafting units new construction // Resources and Technology. 2024. №4, Vol.21. pp. 150-164
3. Mitrofanov A.A. Timber rafting. New technolo-gies, scientific and technical support: monogra-phy. Arkhangelsk, ASTU Publ., 2007, 492 p.

**ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФЕРМЕНТОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ
И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВТОРИЧНЫХ ВОЛОКОН****EFFECT OF ENZYME USE ON PHYSICOMECHANICAL AND OPTICAL PROPERTIES
OF SECONDARY FIBERS**

Мидукова М.А., кандидат технических наук, старший преподаватель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», Россия, г. Санкт-Петербург.

Midukova M.A., Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, FGBOU VO «Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design». Russia, St. Petersburg.

Аннотация: За последние годы проблемы экологической безопасности и рационального использования природных ресурсов становятся всё более актуальными. В связи с тем, что при производстве бумаги и картона, при облагораживании вторичных волокон применяются опасные химикаты, встает вопрос снижения экологической нагрузки. Этого можно достичь за счёт применения ферментов, которые являются веществами природного происхождения. При широком разнообразии практическое применение нашли ферменты, которые воздействуют на целлюлозный материал. При их подаче в массу они образуют водорастворимые соединения, вступая во взаимодействие с фибриллами целлюлозного волокна. И в результате облагораживания ферментативная обработка будет оказывать положительное влияние на оптические свойства бумаги и картона.

Abstract: In recent years, the problems of environmental safety and the rational use of natural resources have become increasingly urgent. Due to the fact that hazardous chemicals are used in the production of paper and cardboard, when refining secondary fibers, the question arises of reducing the environmental burden. This can be achieved through the use of enzymes that are naturally occurring substances. With a wide variety of practical applications, enzymes that affect cellulosic material have found application. When they are fed into the mass, they form water-soluble compounds, interacting with fibrils of cellulose fiber. And as a result of refining, enzymatic treatment will have a positive effect on the optical properties of paper and cardboard.

Ключевые слова: вторичные волокна, ферменты, бумажная масса, оптические показатели, физико-механические параметры.

Keywords: secondary fibers, enzymes, paper mass, optical parameters, physical and mechanical parameters.

Наиболее перспективный и эффективный способ снижения химикатов при очистке макулатуры на сегодняшний день является ферментативная обработка. Ферментная обработка осуществляется совместно с флотацией, она позволяет существенно сократить расходы химикатов и энергозатраты [1–3]. На сегодняшний день известно применением ферментов в целлюлозно-бумажной промышленности: амилазы (для улучшения процесса роспуска бумажной массы, деинкинга); ксиланазы (при отбелке целлюлозных волокон, а также для

улучшения процесса роспуска бумажной массы); целлюлазы (деинкинг, при обезвоживании волокнистого материала, модификация поверхности, повышение эффективности размола волокнистой суспензии); липазы (при удалении смоляных затруднений, очистка); эстеразы (блокирует процессы налипания); протеазы (удаление слизи) [2]. В составе офисной бумаги содержится целлюлоза, при взаимодействии с ферментами происходит частичная деструкция макромолекулы целлюлозы до целлобиазы, а в дальнейшем до глюкозы. Для того чтобы понять химическое взаимодействие целлюлозы с ферментами, нужно рассмотреть строение самой целлюлозы [4].

Разрушающие целлюлозу ферменты (целлюлазы) образуются в результате биосинтеза микроорганизмов. К целлюлазам относится целый комплекс ферментов, которые поэтапно гидролизуют целлюлозу до глюкозы (рис. 1).

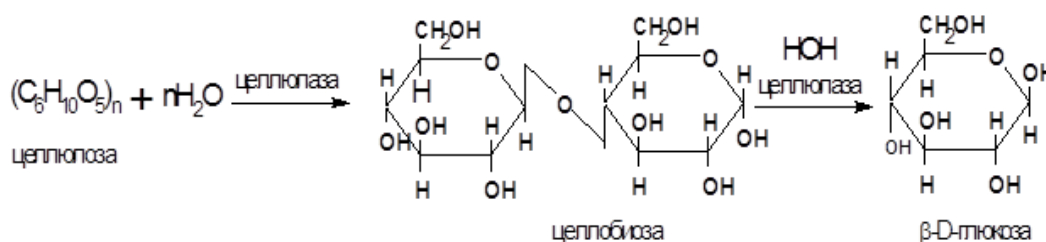


Рисунок 1 – Гидролиз целлюлозы до глюкозы под действием фермента

В целом ферменты имеют ряд преимуществ перед обычными химическими реагентами: ускоренный роспуск макулатуры, отказ от традиционных химикатов, лучшее обезвоживание макулатурной массы, повышение механической прочности бумаги, снижение эксплуатационных расходов, снижение затрат на очистку оборотной воды за счет снижения потребления небiorазлагаемых химикатов и поверхностно-активных веществ.

Некоторые ферменты позволяют повысить оптические свойства волокнистого материала, за счёт удаления тонера вместе с фибриллами либо путём делигнификации целлюлозных волокон (Таблица 1) [5,6]. Такие механизмы воздействия ферментов на целлюлозные волокна незначительно снижают механические свойства, так как прочные водородные связи между целлюлозными волокнами в большинстве случаев возникают между фибриллами, количество которых заметно снижается при ферментативной обработке.

Таблица 1 – Результаты исследования оптических свойств образцов при ферментативной обработке

Оптические свойства	Фермент α -амилаза	Фермент целлюлаза	Традиционный способ облагораживания в водной среде
CIE Белизна, %	98	95	99
ISO Белизна, %	76	75	86
Флуоресценция, %	9,5	8,9	10
Непрозрачность, %	96	96	94

Однако, при широком разнообразии практическое применение нашли ферменты, которые воздействуют на целлюлозный материал. При их подаче в массу они образуют водорастворимые соединения, вступая во взаимодействие с фибриллами целлюлозного волокна. В результате фибриллы, на которых в большей степени находится тонер удаляются из системы, очищая бумажную массу. При таком механизме ферментативная обработка будет оказывать положительное влияние на оптические свойства бумаги и картона, но снижение фибрилляции, как известно, приведёт к уменьшению водородных связей между волокнами, что негативно скажется на прочностных свойствах бумаги [7 - 9].

Для оценки влияния ферментативной обработки на прочностные свойства бумаги были проведены экспериментальные исследования, результаты которых представлены ниже в таблице. Например, в таблице 2 приведены средние значения установленных прочностных свойств бумаги после ферментативной обработки.

Таблица 2 – Экспериментально полученные данные прочностных свойств бумаги после ферментативной обработки при флотации

Прочностные свойства образцов бумаги	Фермент α -амилаза	Фермент целлюлаза	Традиционный способ облагораживания в водной среде
Масса метра квадратного, г	80	80	80
Толщина образцов бумаги, мкм	150	150	150
Разрывная длина, км	2,9	3,1	3,17
Сопротивляемость образцов бумаги продавливанию, кПа	152	167	167

Исследование механических свойств установило незначительное негативное воздействие фермента α -амилазы. В присутствии α -амилазы разрывная длина образцов уменьшилась с 3,17 до 2,9 км, а сопротивление продавливанию с 167 до 152 кПа.

Список литературы

1. Новожилов, Е.В. Применение ферментных технологий в целлюлозно-бумажной промышленности: монография / Е.В. Новожилов. – ИПЦ САФУ. – Архангельск, 2013. – 364 с.
2. Кондаков, А.В. Ферментные технологии для подготовки макулатуры к изготовлению бумаги и картона. Специальность 05.21.03. «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины»: автореф. дис. канд. техн. наук. / А.В. Кондаков: ГОУ ВПО «САФУ». – Архангельск, 2009. – 16 с.
3. Новожилов, Е.В. Определение содержания крахмала в волокнах макулатурной массы и оборотной воде / Е.В. Новожилов, Е.В. Смирнов, И.В. Тышкунова // Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов. II Междунар. науч.-техн. конф. г. Архангельск, 10-12 сентября 2013 г. С.139-145.
4. Терентьева, Э.П. Химия древесины, целлюлозы и синтетических полимеров: учебное пособие / Э.П. Терентьева, Н.К. Удовенко, Е.А. Павлова. – СПб., 2014. – Часть 1. – 54 с.

5. Ванчаков, М.В. Интенсификация розпуса макулатуры в воде / М.В. Ванчаков, А.С. Смолин, А.В. Канарский // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20. – №16. – С. 27–30.
6. Lipin, V. Effect of the enzyme lipase on delignification of kraft pulp / V. Lipin, I.A. Fedoskin, O. Dergacheva, E.Y. Demiantseva // Fibre Chemistry. – 2022. – No. 2. – Vol. 54. – P. 170-152.
7. Thakur, V.V. Studies on xylanase and laccase enzymatic prebleaching to reduce chlorine-based chemicals during cen ecf bleaching / V. Thakur, R.K. Jain, R.M. Mathur // Bioresources. – 2012. – Vol. 7. – No. 2. – P. 2220-2235.
8. Escudero, G.R. Deinking of Mixed Office Waste (MOW) Paper Using Enzymes / G.R. Escudero, G.P. Jeovani, Ch. R. Pírez // IntechOpen. – 2021. – 10 p.
9. Pathak, P. Optimization of chemical and enzymatic deinking of photocopier waste paper / P. Pathak, N.K. Bhardwaj, A.K. Singh // BioResources. – 2011. – Vol. 6. – No. 1. – P. 447–463.

References

1. Novozhilov, E.V. Application of enzyme technologies in the pulp and paper industry: a monograph / E.V. Novozhilov. – CPI of SAFU. Arkhangelsk, 2013. 364 p.
2. Kondakov, A.V. Enzyme technologies for the preparation of waste paper for the production of paper and cardboard. Specialty 05.21.03. "Technology and equipment of chemical processing of wood biomass; wood chemistry": abstract of the dissertation of the Candidate of Technical Sciences / A.V. Kondakov: State Educational Institution of Higher Professional Education "NArFU". – Arkhangelsk, 2009. – 16 p.
3. Novozhilov, E.V. Determination of starch content in waste paper fibers and recycled water / E.V. Novozhilov, E.V. Smirnov, I.V. Tyshkunova // Problems of mechanics of pulp and paper materials. THE SECOND International Scientific and Technical Arkhangelsk, 10-12 September 2013, pp.139-145.
4. Terentyeva, E.P. Chemistry of wood, cellulose and synthetic polymers: a textbook / E.P. Terentyeva, N.K. Udovenko, E.A. Pavlova. – St. Petersburg, 2014. – Part 1. – 54 p.
5. Vanchakov, M.V. Intensification of the dissolution of waste paper in water / M.V. Vanchakov, A.S. Smolin, A.V. Kanarsky // Bulletin of the Technological University. – 2017. – Vol. 20. – No. 16. – pp. 27-30.
6. Lipin, V. The effect of the lipase enzyme on the delignification of kraft paper / V. Lipin, I.A. Fedoskin, O. Dergacheva, E.Y. Demyantseva // Fiber Chemistry. – 2022. – No. 2. – Volume 54. – S. 170-152.
7. Thakur, V.V. Research on enzymatic pre-bleaching with xylanase and laccase to reduce the content of chlorine-based chemicals during centralized bleaching / V.V. Thakur, R.K. Jain, R.M. Mathur // Bioresources. – 2012. – Volume 7. – No. 2. – pp. 2220-2235.
8. Escudero, G.R. Disinfection of paper from mixed office waste (MOW) using enzymes / G.R. Escudero, G.P. Giovani, C. R. Pyrez // IntechOpen. – 2021. – 10 p.
9. Pathak, P. Optimization of chemical and enzymatic disinfection of waste paper for photocopiers / P. Pathak, N.K. Bhardwaj, A.K. Singh // Bioresources. – 2011. – Volume 6. – No. 1. – pp. 447-463.

ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ И НЕЛИКВИДНОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ РФ

WAYS OF USING LOW-QUALITY AND ILLIQUID WOOD IN THE RUSSIAN FOREST COMPLEX

Опара М.В., кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Воронеж, Россия.

Врагов С.А. преподаватель ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Воронеж, Россия.

Корниенко А.В. студент ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Воронеж, Россия.

Opара M.V., Candidate of Technical Sciences,
associate professor Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after G. F.
Morozov, Voronezh, Russia, Voronezh

Vragov S.A., teacher Voronezh State University
of Forestry and Technologies named after G. F.
Morozov, Voronezh, Russia, Voronezh

Kornienko A.V. Student of the Voronezh State
University of Forestry and Technologies named
after G. F. Morozov, Voronezh, Russia,
Voronezh

Аннотация: Лесной комплекс России, обладая крупнейшими лесными ресурсами, играет важную роль в экономике. Однако значительная часть древесины низкокачественная и неликвидна, что ограничивает её использование в строительстве и мебели. В условиях изменения климата эффективное использование такой древесины становится важным. Статья рассматривает переработку низкокачественной древесины в биотопливо, древесные плиты, целлюлозу, уголь и биопластики. Эти методы способствуют рациональному использованию лесных ресурсов, улучшают экологическую ситуацию и создают новые источники дохода для перерабатывающих отраслей, что укрепляет лесной сектор России и её конкурентоспособность на международном рынке.

Abstract: The Russian forest complex, having the largest forest resources, plays an important role in the economy. However, a significant part of the wood is of low quality and illiquid, which limits its use in construction and furniture. In the context of climate change, the effective use of such wood is becoming important. The article examines the processing of low-quality wood into biofuels, wood slabs, cellulose, coal and bioplastics. These methods contribute to the rational use of forest resources, improve the environmental situation and create new sources of income for processing industries, which strengthens the Russian forest sector and its competitiveness in the international market.

Ключевые слова: лесные ресурсы, устойчивое развитие, переработка отходов, лесная промышленность, климатические изменения

Keywords: forest resources, sustainable development, waste management, forest industry, climate change

Лесной комплекс России — важная отрасль экономики. Россия обладает крупнейшими лесными ресурсами, однако большая часть древесины низкого качества и неликвидна, то есть не

подходит для традиционного использования в строительстве и производстве мебели. В условиях дефицита ресурсов и изменения климата важно находить способы эффективного использования такой древесины.

Низкокачественная древесина имеет дефекты, такие как кривизна, сучковатость, повреждения от болезней или насекомых. Неликвидная древесина непригодна для массового использования в строительстве и мебели, но всё равно может быть переработана для других целей. Производство биотоплива: неликвидная древесина может быть переработана в биотопливо — древесные гранулы и пеллеты, которые используются для отопления и энергетических объектов, снижая зависимость от углеводородных источников. Производство древесных плит используется для производства ДСП, ОСБ и фанеры. Она превращается в стружку или опилки, которые прессуются и склеиваются для создания строительных и мебельных материалов. Целлюлоза и бумага: низкокачественная древесина является сырьём для производства целлюлозы и бумаги, что позволяет экономить на более дорогих материалах. Производство древесного угля из низкокачественной древесины используется в сельском хозяйстве, металлургии и для отопления, минимизируя отходы и эффективно используя ресурсы.

Древесные биопластики: современные технологии позволяют создавать биопластики и древесно-полимерные композиты, которые могут применяться в строительстве, автомобилестроении и упаковке. Переработка низкокачественной древесины помогает сократить отходы и нагрузку на окружающую среду, уменьшая потребность в вырубке высококачественных деревьев. Это также открывает новые источники дохода для лесной и перерабатывающей отраслей, создавая рабочие места и поддерживая экономику удалённых регионов.

Использование низкокачественной древесины в биотопливе, древесных плитах, целлюлозе и угле способствует рациональному использованию лесных ресурсов и улучшению экологической ситуации. Развитие технологий переработки древесины укрепит лесной сектор России и повысит её позиции на мировом рынке экологически чистых материалов и энергии.

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/
2. Научные чтения памяти доцента кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов Александра Дмитриевича Лазько: Сборник тезисов докладов международной конференции, 27 декабря 2018 г., г. Макеевка / Ред. кол.: Н.М. Зайченко, В.И. Нездойминов, В.Ф. Мушанов и др. – ГОУ ВПО «ДОННАСА», 2019. – 67 с
3. Филичкина М.В. Отходы древесно-подготовительного цикла производства газетной бумаги, как сырьё для изготовления древесно-композиционных материалов / М.В., Филичкина, В.С. Копарев, С.Б. Васильев; М.В., Филичкина, В.С. Копарев, С.Б. Васильев // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии: сборник статей научно-практической конференции, 23-27 июня 2014г. / Петрозаводский

государственный университет. – Петрозаводск: Изд-во Петропресс, 2015 – Ч.2. – С.66-81.

4. 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.

5. Formation of mechanisms for creating innovative national polygons / Tretyakova L.A., Azarova N.A., Opara M.V., Lavrikova N.I., Tsvyrko A.A. В сборнике: 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.

6. Poskrobko, S. Biofuels. Part II. Thermogravimetric research of dry de-composition / S. 9 Poskrobko, D. Krol // J. Therm. Anal. Calorim. – 2012. – V. 109. № 2. – P. 629-638.

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/

2. Scientific readings in memory of Associate Professor of the Department of Technologies of Building Structures, Products and Materials Alexander Dmitrievich Lazko: Collection of abstracts of the international conference, December 27, 2018, Makeevka / Ed. Col.: N.M. Zaichenko, V.I. Nezdoimov, V.F. Muschanov et al. – State Educational Institution of Higher Professional Education "DONNASA", 2019. – 67 p

3. Filichkina M.V. Waste from the wood preparatory cycle of newsprint production as a raw material for the production of wood-composite materials / M.V., Filichkina, V.S. Koparev, S.B. Vasiliev; .V., Filichkina, V.S. Koparev, S.B. Vasiliev //Wooden low-rise building construction: economics, architecture and resource-saving technologies: collection of articles of the scientific and practical conference, June 23-27, 2014. /Petrozavodsk State University. – Petrozavodsk: Petropress Publishing House, 2015 – Part 2. – P.66-81.

4. 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.

5. Formation of mechanisms for creating innovative national polygons / Tretyakova L.A., Azarova N.A., Opara M.V., Lavrikova N.I., Tsvyrko A.A. In: 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.

6. Poskrobko, S. Biofuels. Part II. Thermogravimetric research of dry de-composition / S. 9 Poskrobko, D. Krol // J. Therm. Anal. Calorim. – 2012. – V. 109. No. 2. – P. 629-638.

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ
И ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

RATIONAL THE USE OF LOW-QUALITY WOOD IN THE WOODWORKING INDUSTRY

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

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

Врагов С.А., преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Рублев И.Ю. аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Chernykh A.S. candidate of Technical Sciences, associate professor of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia,

Opara M.V., candidate of Technical Sciences, associate professor of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia, Voronezh

Vragov S.A., lecturer at Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Rublev I.U. postgraduate student, Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы переработки низкокачественной древесины механическим, химическим и термическим способом. Предложены технологии использования НКД и отходов древесины в производстве древесно-стружечных плит, в качестве строительного материала. В изготовлении древесно-композиционных строительных материалов на основе цементного связующего. А также предложена технология получения топливных брикетов и топливных гранул. Было акцентировано внимание с точки зрения экологической нагрузки на экосистему, учтены требования устойчивого лесопользования. Даны рекомендации для создания участков по производству различных видов материалов (арболит, фиблоит, топливные гранулы, топливные брикеты) в условиях деревообрабатывающих предприятий, это позволит не только использовать полученные материалы в собственных нуждах предприятия, но и добиться экономического эффекта от их реализации.

Abstract: This article discusses the issues of processing low-quality wood by mechanical, chemical and thermal methods. Technologies for the use of NKD and wood waste in the production of chipboard, as a building material, are proposed. In the manufacture of wood-composite building materials based on cement binder. A technology for producing fuel briquettes and fuel pellets has also been proposed. Attention was focused in terms of the environmental impact on the ecosystem, and the requirements of sustainable forest management were taken into account. Recommendations are given for the creation of sites for the production of various types of materials (arbolite,

phybloite, fuel pellets, fuel briquettes) in the conditions of woodworking enterprises, this will allow not only to use the obtained materials in the company's own needs, but also to achieve an economic effect from their sale.

Ключевые слова: деревообрабатывающая промышленность, древесные отходы, низкокачественная древесина, древесно - стружечные плиты, технология производства, лесные ресурсы.

Keywords: woodworking industry, wood waste, low-quality wood, chipboard, production technology, forest resources.

Российская Федерация является основным мировым источником древесины, запас которой составляет около 55%. Как известно, в процессе заготовки и переработки теряется огромное количество древесины. В результате различных технологических процессов, выявляется низкокачественная древесина и образуется большое количество древесных отходов, которые не используются должным образом, а их утилизация происходит за счет сжигания или закапывания в отвалы, что включает в себя не только экономические затраты для предприятия, но и наносит непоправимый вред окружающей среде, поскольку при сжигании, в атмосферу попадают вредные выбросы углекислого газа. Не стоит забывать и о том, что древесина является одним из наиболее востребованных экологически чистых материалов, которую используют не только в строительной, гидролизной, целлюлозной промышленности, но и других отраслях народного хозяйства [1].

В условиях высокого мирового спроса на древесные материалы и ресурсосберегающего использования лесных запасов, возникают вопросы применения низкокачественной древесины и древесных отходов в производстве различных материалов. Решение данного вопроса требует разработки и внедрения эффективных технологий производства, которые не только дадут возможность получения новых востребованных материалов, но и повысят экономическую эффективность работы предприятия, при сбыте готовой продукции. Еще одним из наиболее важных аспектов, является более полное использование НКД и отходов древесины, с точки зрения снижения заготовки древесины, что позволит более эффективно применять систему устойчивого лесопользования, то есть приведет к более бережному использованию лесных ресурсов.

Одним из вариантов использования НКД и отходов древесины является механический способ ее переработки в производстве древесно-стружечных плит (ДСП). Полученный материал находит широкое применение в строительстве и мебельной промышленности. Технологический процесс производства представляет собой измельчение древесины, смешивание с клеящими веществами, затем происходит прессование полученной смеси под высокой температурой. Согласно Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций (ФАО) [2], древесно-стружечные плиты составляют около 60% мирового производства, что несомненно повышает интерес к процессу механической переработки. Что касается использования НКД и древесных отходов в процессе лесозаготовки, то здесь целесообразно изготавливать сухие древесные маты, которые могут использоваться как подстилочные материалы или служить полуфабрикатами для последующей переработки.

Химический и термический способ получения материалов на основе древесины, позволяет значительно улучшить её свойства и расширить области ее применения. Термическая обработка древесины в автоклаве, включает нагревание древесины, выделение пара или инертного газа, это повышает её устойчивость к гниению и воздействию вредителей. Данный способ позволяет применять готовые изделия в качестве конструкционных и теплоизоляционных, таких как фасады домов, садовые элементы и др. Согласно данным Thermowoods sociation (2019), эти методы повышают долговечность и обеспечивают экологическую безопасность материалов, что способствует широкому применению в строительной отрасли.

Для увеличения полезного выхода готовой продукции и минимизации образования отходов, в производство внедряются современные технологии обработки древесины. Одной из таких является лазерная резка, которая отличается высокой точностью, что позволяет более качественно проводить распил древесины, особенно это становится актуальным при производстве сложных деталей и конструкций.

Инновационной технологией повышения качества древесины, является термомодификация древесины, которая позволяет улучшить физико-механические свойства древесины за счет применения высоких температурных режимов и обработки древесных материалов специальными химическими растворами. В результате данного процесса, термомодифицированная древесина становится более долговечной и пригодной для применения в условиях высокой влажности или агрессивных сред. Повышение физико-механических свойств позволяет расширить области применения древесины, что положительно сказывается на её конкурентоспособности по отношению к аналогичным материалам на основе древесины.

В настоящее время появилась тенденция использования древесных отходов в производстве таких древесно-композиционных материалов, как WoodPlasticComposites, Арболит, Дюрисол, Цементно-стружечные плиты, Фибролит и многие другие, которые активно применяются в строительстве не только в России, но и за рубежом. Как правило в таких строительных материалах в качестве наполнителя используют древесный наполнители (опилки, щепа, древесная шерсть и т.д.), а в качестве связующего (портландцемент, цемент, гипс), для улучшения физико-механических свойств, дополнительно применяют химические добавки. Полученные материалы обладают рядом преимуществ, помимо того, что данный вид материалов является экологически безопасным, так как древесина не выделяет вредных летучих веществ, позволяет стенам «дышать», он еще теплоизоляционный, морозостойкий, устойчивый к высоким температурным перепадам, влаге, ультрафиолету, поражению грибков и гниению. Учитывая, что данный вид материалов производится на основе древесных отходов, которые не имеют высокой стоимости, то здесь целесообразно в условиях деревообрабатывающих предприятий организовывать отдельные участки по производству таких видов материалов, это не только позволит эффективно использовать древесные отходы, решит вопросы утилизации, но и позволит получить экономическую эффективность от их реализации. [3,4]

Еще одним направлением применения НКД и отходов древесины, является их применение в производстве топливных брикетов и технологических гранул. Как правило данный вид продукции может быть использован в качестве бытового и промышленного топлива.

Технология производства заключается в измельчении древесных отходов и НКД до состояния древесной муки, затем с помощью пресса (матричного, поршневого, винтового) происходит уплотнение древесной массы до заданной плотности. Полученные материалы обладают высокими теплотворными свойствами, они сопоставимы с теплотворностью каменного угля. Помимо этого, технология прессованного древесного топлива позволяет получать экологически чистое, высококалорийное биотопливо, утилизировать древесные отходы, снизить затраты на перевозку и хранение, в сравнении с топливными дровами. [5]

Проанализировав значимость рационального использования низкокачественной древесины и древесных отходов, можно прийти к выводу о том, что грамотный подход к выбору технологии производства материалов, а как мы успели заметить, что различных технологии производства, огромное множество, то возможно не просто утилизировать отходы, которые несут экономическую нагрузку на предприятие, исключают ресурсосберегающие технологии, наносят непоправимый вред окружающей среде, препятствуют устойчивому лесопользованию и т.д., а целесообразно организовать участки по производству материалов в условиях деревообрабатывающих предприятий. Полученные материалы можно использовать не только для нужд предприятий, используя их в строительстве, отоплении помещений и др., но и достичь экономического эффекта при реализации произведенных материалов на рынок.

Список литературы

1. Филичкина, М. В. Отходы древесно-подготовительного цикла производства газетной бумаги, как сырье для изготовления древесно-композиционных материалов / М. В. Филичкина, В. С. Копарев, С. Б. Васильев // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии: сборник статей научно-практической конференции, 23-27 июня 2014г. / Петрозаводский государственный университет. – Петрозаводск: Изд-во Петропресс, 2015 – Ч.2. – С.66-81.
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., Opara M.V., Lavrikova N.I., Tsvyrko A.A. В сборнике: 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. 9 Poskrobko, D. Krol // J. Therm. Anal. Calorim. – 2012. – V. 109. № 2. – P. 629-638.
5. Кислицина С. Н. Способы переработки отходов деревообрабатывающей промышленности: учеб. пособие по направлению подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств»/ С.Н. Кислицына, И.Ю. Шитова. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 140 с

References

1. Filichkina, M. V. Waste of the wood-preparatory cycle for the production of newsprint, as raw materials for the manufacture of wood-composite materials / M. V. Filichkina, V. S. Koparev, S. B. Vasiliev // Wooden low-rise housekeeping: economics, architecture- and resource-saving technologies: collection of articles of the scientific-practical conference, June 23-27, 2014/Petrozavodsk State University. - Petrozavodsk: Publishing House Petropress, 2015 - Ch.2. - S.66-81
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., Aza-rova N.A., Opara M.V., Lavrikova N.I., Tsvyrko A.A. In the collection: IOP Conference Series: Land and Ecology. 3, production, production, transfer, processing and environmental protection. Ser. "III International Scientific and Practical Conference" Actual Problems of the Energy Complex: Production, Production, Transfer, Processing and Environmental Protection "" 2021. S. 012066..
4. Timidly, S. Biofuels. Part II. Thermogravimetric studies of dry decomponent/C. 9 Painstakingly, D. Krol//J. Term. Analyst Calorim. – 2012. - V. 109. № 2. - P. 629-638.
5. Kislitsina S. N. Methods of processing woodworking waste: textbook in the direction of 35.03.02 preparation "Technology of logging and wood processing industries "/S.N. Kislitsyna, I.Yu. Shitova. - Penza: PGUAS, 2016. - 140 s

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_44-47

УДК 634.0.36

СТЕНД ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБРЕЗКИ СУЧЬЕВ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРВЕСТЕРНОЙ ГОЛОВКОЙ

A STAND FOR EXPERIMENTAL STUDY OF THE PROCESS OF PRUNING BRANCHES WITH A PULSE HARVESTER HEAD

Серяков С.А., преподаватель, технологический колледж Императора Петра I Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия.

Seryakov S.A., lecturer, Technological College of Emperor Peter I of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Николаев В.В., аспирант, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

Nikolaev V.V., postgraduate student, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

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

Grigorev I.V., Doctor of Technical Sciences, professor, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

Аннотация: В статье изложена разработка механизма протаскивания харвестерной головки циклического действия в процессе обрезки сучьев хвойных и лиственных пород деревьев простых и сложных форм. Известные харвестерные головки недостаточно эффективны для обработки таких деревьев в сложных климатических условиях. Для решения этих задач требуются проекты конструкции подающих механизмов, решающие поставленные задачи. На данном этапе произведено моделирование и собран подающий и срезающий механизмы. Данная установка будет применяться для экспериментальных исследований без стружечного срезания сучьев деревьев с различными переменными факторами. 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 describes the development of a mechanism for dragging a cyclic harvester head in the process of pruning branches of coniferous and deciduous trees of simple and complex shapes. The known harvester heads are not effective enough for processing such trees in difficult climatic conditions. To solve these problems, designs of feeding mechanisms are required to solve the tasks set. At this stage, modeling has been performed and the feeding and shearing mechanisms have been assembled. This installation will be used for experimental studies of chipless cutting of tree branches with various variable factors. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry". The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, [https://rscf.ru/project/23-16-00092 /](https://rscf.ru/project/23-16-00092/).

Ключевые слова: обрезка сучьев, импульсные харвестерные головки, экспериментальный стенд.

Keywords: pruning of branches, pulse harvester heads, experimental stand.

Как известно, одним из основных методов научного проникновения являются экспериментальные исследования, позволяющие верифицировать теоретические разработки, определить граничные значения изучаемых процессов и величин, и т.д. [1, 2].

Целью, рассматриваемой в настоящей статье разработки - проектируемой экспериментальной установки являлось создать лабораторный агрегат, позволяющий проанализировать работу гидравлической системы импульсной харвестерной головки, а также определить потребляемую мощность на срезание сучьев деревьев при различных переменных факторах.

При проектировании и сборке установки поставлены и решены следующие задачи:

- Разработка предварительного чертежа.
- Проектирование 3D модели по заданным параметрам.
- Подбор материалов и составных элементов для экспериментальной модели.
- Изготовление базовой рамы.
- Сборка кинематической и гидравлической схемы.
- Регулировочные и наладочные работы.
- Испытание в заданных условиях работы.

Для проектирования рассматриваемой экспериментальной установки использовалась программа КОМПАС-3D v20. Затем была разработана 3D модель установки.

Для обеспечения работоспособности рассматриваемой экспериментальной установки необходимо было разработать гидравлическую систему с заданными параметрами. Она должна обеспечить, изменяемую скорость движения испытуемого образца, позволить срезать сучья с различными заданными параметрами, а также обеспечить гарантированную потребную мощность при срезании сучьев. Исходя из этих условий, спроектирована и собрана гидравлическая система, представленная на рисунке 1.

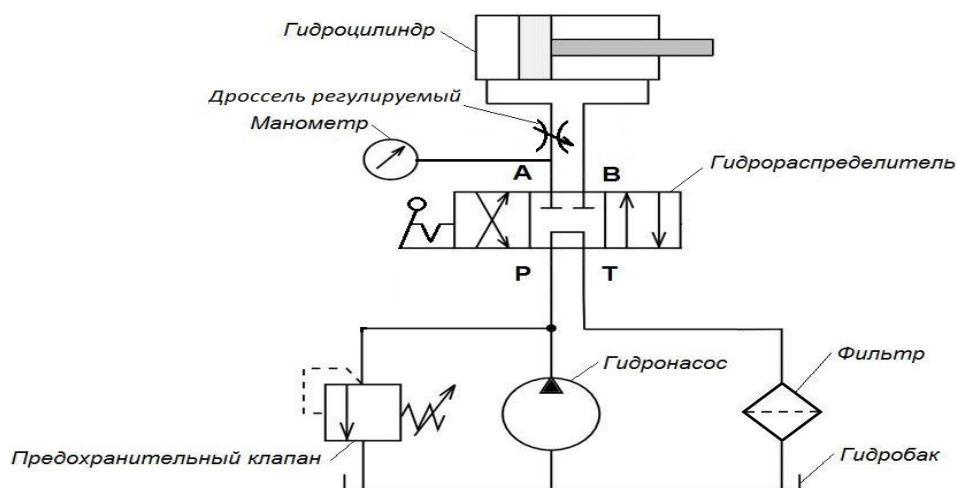


Рисунок 1 – Гидравлическая схема экспериментальной установки.

Моделирование процесса срезания сучьев импульсной харвестерной головкой несколько отличается от других вариантов резания древесины. В отличие от многих исследований резания, основанных на типе и сечении стружки для нескольких операций механической обработки, в рассматриваемом случае невозможно определить стружку, поскольку «стружка» - это целая ветвь. Отсутствие в литературе модели резания, репрезентативной для операции обрезки сучьев, подтвердило необходимость разработки оригинальной прогнозирующей модели силы резания. Геометрия места резания определяется на основе подхода Маккензи. При этом для определения процесса резки используются два угла. Первый формируется режущей кромкой в направлении срезания, второй - направлением скорости резания в направлении движения ножа. В результате, обрезку сучьев можно рассматривать, как процесс перпендикулярного резания под углом 90° - 90° , иногда называемый поперечным.

Корреляционный анализ показал, что в ходе ранее проведенного предварительного исследования, было разработано определение сокращенной модели механизма резанья экспериментальной установки. По результатам изучения физики процессов была разработана экспериментальная установка, которая позволит изучить процесс срезание сучье в различных заданных условиях. Для реализации углов резанья была применён стационарный нож от харвестерной головки компании Silvatec (рисунок 2).



Рисунок 2 – Стационарный нож харвестерной головки компании Silvatec

Разработка харвестерной головки, более приспособленной для обработки и валки сложных деревьев в сложных климатических и производственных условиях необходима для того, чтобы справиться с нехваткой работников ручного труда (вальщиков леса) и низким уровнем механизации при рубках сложных стволов хвойных и лиственных пород деревьев [3]. На разрабатываемой экспериментальной установке будут проанализированы, зависимости постоянных и переменных факторов, влияющих на мощность системы базовой машины, на которую будет устанавливаться импульсная харвестерная головка. Это, в свою очередь, может послужить базой при проектировании отечественных прототипов импульсных харвестерных головок. Также результаты исследования позволят выбирать оптимальные сочетания для подбора импульсной харвестерной головки и базовой лесозаготовительной машины-носителя. На данном этапе произведено моделирование и собран подающий и срезающий механизмы. Данная установка будет применяться в области экспериментальных исследований без стружечного срезания сучьев с деревьев с различными переменными факторами.

В конечном итоге, представленная в статье разработка может послужить задаче импортозамещения в области лесного машиностроения [5, 6].

Список литературы

1. Скобцов И.Г., Куницкая О.А. Экспериментальная проверка адекватности математической модели напряженно-деформированного состояния защитного устройства кабины колесного скиддера // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2023. № 5. С. 52-63.
2. Новиков М.С., Куницкая О.А., Рудов С.Е., Каляшов В.А. Экспериментальное исследование динамики температур слоев лесного почвогрунта криолитозоны // Устойчивое развитие сельского хозяйства и агросистем будущего в Арктике. Сборник научных статей по материалам Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием. 2023. С. 713-718.
3. Григорьева О.И. Повышение эффективности проведения рубок ухода за лесом // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 65-летию высшего лесного образования в Республике Карелия. 2016. С. 70-73.
4. Куницкая О.А., Должиков И.С., Сивцева Т.В., Степанищева М.В., Ревяко С.И., Калита О.Н. Динамика российского рынка лесных машин в XXI веке // Системы. Методы. Технологии. 2024. № 4 (64). С. 75-82.
5. Куницкая О.А., Макуев В.А., Стородубцева Т.Н., Калита Г.А., Ревяко С.И., Тимохов Р.С. Проблемы повышения качества отечественного лесного машиностроения // Системы. Методы. Технологии. 2022. № 4 (56). С. 57-63.

References

1. Skobtsov I.G., Kunitskaya O.A. Experimental verification of the adequacy of a mathematical model of the stress-strain state of the protective device of a wheeled skidder cabin // Occupational safety and health in logging and woodworking industries. 2023. No. 5. pp. 52-63.
2. Novikov M.S., Kunitskaya O.A., Rudov S.E., Kalyashov V.A. Experimental study of temperature dynamics of cryolithozone forest soil layers // Sustainable development of agriculture and agro-systems of the future in the Arctic. Collection of scientific articles based on the materials of the All-Russian Student scientific and practical conference with international participation. 2023. pp. 713-718.
3. Grigoreva O.I. Improving the efficiency of logging and forest maintenance // Improving the efficiency of the forest complex. Materials of the Second All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, dedicated to the 65th anniversary of higher forestry education in the Republic of Karelia. 2016. pp. 70-73.
4. Kunitskaya O.A., Dolzhikov I.S., Sivtseva T.V., Stepanishcheva M.V., Revyako S.I., Kalita O.N. Dynamics of the Russian market of forest machinery in the 21st century. Methods. Technologies. 2024. No. 4 (64). pp. 75-82.
5. Kunitskaya O.A., Makuev V.A., Storodubtseva T.N., Kalita G.A., Revyako S.I., Timokhov R.S. Problems of improving the quality of domestic forestry engineering // The system. Methods. Technologies. 2022. No. 4 (56). pp. 57-63.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_48-51
УДК502.3:674

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕРЕВОПЕРЕРАБОТКИ ENVIRONMENTAL ASPECTS OF WOOD PROCESSING

Терещенко В.А., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Стородубцева Т.Н., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Шакирова О.И., ст. преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Tereshchenko V.A., student of the Voronezh State Forestry University named after G. F. Morozova", Russia, Voronezh

Storodubtseva T.N., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Voronezh State Budgetary Educational Institution of Higher Education Forestry University named after G.F. Morozova", Russia, Voronezh

Shakirova O.I., senior lecturer Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia, Voronezh

Аннотация: В статье изучены экологические аспекты деревопереработки. Выделены проблемы, связанные с процессом деревопереработки и влиянием ее на экологическое состояние окружающей среды. Предлагается решение данных проблем при помощи комплексных подходов, которые включают в себя повышение уровня переработки, стимулирование повторного пользования, законодательную инициативу, использование более экологически чистых методов производства. Также рассмотрена возможность использования полного цикла переработки, вплоть до остатков древесины, из которых возможно изготовить биомассу, переработку древесных плит и других продуктов, способствуя более рациональному использованию

Abstract: The article examines the environmental aspects of wood processing. The problems associated with the wood processing process and its impact on the ecological state of the environment are highlighted. A solution to these problems is proposed using complex approaches, which include increasing the level of processing, stimulating reuse, legislative initiative, and using more environmentally friendly production methods. The possibility of using a full processing cycle, including wood residues from which it is possible to produce biomass, processing wood boards and other products, promoting more rational use is also considered

Ключевые слова: деревопереработка, экологические аспекты, экосистема, нерациональное использование, окружающая среда, ресурсы, переработка.

Key words: wood processing, environmental aspects, ecosystem, irrational use, environment, resources, recycling.

На сегодняшний день актуальность темы обусловлена растущими глобальными вызовами, связанными с изменением климата, утратой биоразнообразия и истощением природных ресурсов. Потребление древесины и других лесных продуктов увеличивается ежегодно, в связи с чем возникает потребность в обеспечении устойчивого управления лесами,

что позволит минимизировать негативное воздействие на окружающую среду [1, с. 211].

Стоит выделить основные аспекты такой проблемы, которые влияют на экологию. К примеру, интенсивная вырубка лесов связана с тем, что возрастает спрос на древесину и лесные продукты. Такие действия значительно влияют на утрату биоразнообразия, разрушение экосистем и нарушение природных циклов. Кроме того, это способствует увеличению углеродных выбросов, связано это с тем, что деревья поглощают углекислый газ.

Еще одной проблемой является загрязнение воздуха и воды, происходит это в процессе самой деревообработки, которая сопровождается выбросами загрязняющих веществ в атмосферу и водоемы [2, с. 309]. К этой же категории относятся и отходы производства, это могут быть как обрезки и стружка, так и побочные продукты. Именно нерациональное использование таких отходов может привести к загрязнению окружающей среды и потере ценных ресурсов, ведь некоторые из них могли быть переработаны или использованы повторно. Все эти проблемы приводят не только к загрязнению окружающей среды, но и к долгосрочным экономическим последствиям. Выражаются такие последствия в следующем: увеличение затрат на очистку, восстановление экосистем и лечение заболеваний, связанных с загрязнением. В качестве примера выступает увеличение затрат на очистку и восстановление, где государственные и частные организации в таком случае вынуждены тратить средства на устранение последствий загрязнения, что может отвлекать ресурсы от других важных социальных и экономических программ [3, с. 429]. Утилизация древесных отходов оказывает большое влияние на окружающую среду, особенно в городских условиях. Основными источниками городских древесных отходов являются коммерческие и промышленные отходы, строительные и демонтажные работы, а также упаковка и поддоны. Когда древесные материалы утилизируются вместо повторного использования, переработки или переоборудования, это приводит к различным экологическим проблемам.

Транспортировка отходов от места их образования до свалок вызывает выбросы парниковых газов и загрязняющих веществ [4, с. 95]. Удаление синтетических материалов может привести к образованию токсичных отходов, которые могут выщелачиваться из свалок, загрязняя почву и воду. Стоит отметить, что такие материалы занимают немалое пространство на свалках, а это, в свою очередь, создает необходимость в новых местах для захоронения отходов. Несмотря на то, что в крупных городах мира большое количество древесных направляется на свалки, часто данные о древесных отходах не разделены по категориям, а это затрудняет анализ и управление этими отходами [6, с. 43]. Для решения проблемы утилизации древесных отходов в городских условиях требуется комплексный подход, который включает в себя повышение уровня переработки, стимулирование повторного пользования, законодательные инициативы и создание структур сбора и сортировки.

Для того чтобы минимизировать такие последствия и попробовать решить экологические проблемы в части деревопереработки, стоит рассмотреть и предложить варианты как разработки технологий переработки отходов, так и использование более экологически чистых методов производства [5, с. 211]. К примеру, стоит рассмотреть возможность использования полного цикла переработки, вплоть до остатков древесины, из которых возможно изготовить биомассу, переработку древесных плит и других продуктов, способствуя более рациональному использованию. Эти отходы впоследствии могут быть использованы в других местах, снижая

потребность в новых ресурсах. Такой технологией активно пользуются в Швеции, перерабатывая древесные отходы в биомассу и древесные плиты, не только помогая окружающей среде, но и создавая новые рабочие места в сфере переработки [6, с. 112]. Это также снижает уровень загрязнения, связанный с утилизацией отходов, улучшая состояние окружающей среды и здоровье населения. В части использования экологически чистых методов производства – использование возобновляемых источников энергии и безотходных технологий. Выражается это в использовании солнечной и ветровой энергии, а также внедрение технологий, которые минимизируют выбросы загрязнения, к примеру, таким методом активно пользуются в Норвегии, снижая углеродный след и негативное воздействие на окружающую среду. Устойчивое управление лесами, как один из экологически чистых методов производства помогает сохранять экосистемы и биоразнообразие, обеспечивая при этом экономическую выгоду для местных сообществ. Канада является той страной, которая активно реализует программы устойчивого лесопользования, выражающиеся в планировании вырубке деревьев, восстановление лесов и защите природных ресурсов.

Еще одним вариантом решения такой проблемы является обучение работников и местных сообществ экологически чистым методам производства и управления ресурсами [7, с. 225]. Сюда можно отнести различные программы повышения квалификации, семинары и информационные кампании, направленные на осведомленность о важности устойчивого развития. Такую практику проводят в Бразилии, где проходит обучение местных жителей для правильного ведения хозяйства и управления ресурсами, что способствует их участию в процессах принятия решений и защите своих интересов.

Хороший опыт существует в Финляндии, который стоит перенимать в плане исследования и разработки в области экологически чистых технологий, что приводит к созданию новых методов производства, которые менее вредны для окружающей среды. К таковым можно отнести не только разработку новых материалов и технологий переработки, но и специальных методов управления отходами.

Экологические аспекты деревообработки являются важной темой, которая требует внимание как со стороны производителей, так и со стороны потребителей. Для минимизации нежелательного влияния на экосистемы важно принимать методы устойчивого лесопользования, обеспечивающие баланс между экономическими интересами и сохранением природных ресурсов. Кроме того, эффективные технологии переработки древесины и использование отходов деревообработки помогут значительно снизить количество отходов и уменьшить нагрузку на окружающую среду. В целом, для достижения экологической устойчивости в деревообработке необходимо интегрировать экологические принципы в бизнес-процессы и активно работать над инновациями, которые направлены на защиту окружающей среды.

Список литературы

1. Анисимов, А. П. Основы экологического права: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. П. Анисимов, А. Я. Рыженков, Ю. И. Исакова. – 9-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 432 с.

2. Астафьева, О. Е. Экологические основы природопользования: учебник для среднего профессионального образования / О. Е. Астафьева, А. А. Авраменко, А. В. Питрюк. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 376 с.
3. Боголюбов, С. А. Актуальные проблемы экологического права: монография / С. А. Боголюбов. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 498 с.
4. Боголюбов, С. А. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды: учебник и практикум для вузов / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 479 с.
5. Ерофеев, Б. В. Экологическое право России. Особенная и специальная части : учебник для вузов / Б. В. Ерофеев ; под научной редакцией Л. Б. Братковской. – 26-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 305 с.
6. Ерофеев, Б. В. Экологическое право России. Общая часть: учебник для вузов / Б. В. Ерофеев; под научной редакцией Л. Б. Братковской. – 27-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 230 с.
7. Ерофеев, Б. В. Экологическое право России. Особенная и специальная части: учебник для вузов / Б. В. Ерофеев; под научной редакцией Л. Б. Братковской. – 26-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 305 с.

References

1. Anisimov, A. P. Fundamentals of environmental law: textbook and practical course for secondary vocational education / A. P. Anisimov, A. Ya. Ryzhenkov, Yu. I. Isakova. – 9th ed., revised and add. – Moscow : Yurait Publishing House, 2024. – 432 p.
2. Astafyeva O. E., Avramenko A. A., Pitryuk A.V. Ecological foundations of nature management: a textbook for secondary vocational education. – 2nd ed., ispr. and add. Moscow : Yurait Publishing House, 2025. 376 p.
3. Bogolyubov, S. A. Actual problems of environmental law: a monograph / S. A. Bogolyubov. Moscow : Yurait Publishing House, 2023. 498 p.
4. Bogolyubov, S. A. The legal foundations of nature management and environmental protection: textbook and practical course for universities / S. A. Bogolyubov, E. A. Pozdnyakova. – 5th ed., revised and add. Moscow : Yurait Publishing House, 2023. 479 p.
5. Erofeev, B. V. Environmental law of Russia. Special and special parts : a textbook for universities / B. V. Yerofeyev ; edited by L. B. Bratkovskaya. – 26th ed., revised and add. Moscow : Yurait Publishing House, 2023. 305 p.
6. Yerofeyev, B. V. Environmental law of Russia. General part: textbook for universities / B. V. Yerofeyev; edited by L. B. Bratkovskaya. – 27th ed., revised and add. – Moscow: Yurait Publishing House, 2024. – 230 p.
7. Yerofeyev, B. V. Environmental law of Russia. Special and special parts: a textbook for universities / B. V. Yerofeyev; edited by L. B. Bratkovskaya. – 26th ed., revised and add. Moscow : Yurait Publishing House, 2025. 305 p.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_52-55

УДК 674.81

СПОСОБ ОЧИСТКИ ПОРУБОЧНЫХ ОСТАТКОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧАСТИЦАМИ ПОЧВОГРУНТА НА ЛЕСНОМ ТЕРМИНАЛЕ

A METHOD FOR CLEANING FELLING RESIDUES FROM CONTAMINATION BY SOIL
PARTICLES AT A FOREST TERMINAL

Трушевский П.В., директор ООО «Сибирский биоуголь», Россия, Калуга.

Trushevsky P.V., Director of Sibirsky Biogol LLC, Kaluga, Russia

Куницкая О.А., доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

Kunitskaya O.A., Doctor of Technical Sciences, professor, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

Борисов В.И., аспирант, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

Borisov V.I., Postgraduate Student, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

Аннотация: В настоящее время в связи с постоянным ростом расстояния вывозки заготовленной древесины, особенно в Сибири на Дальнем Востоке, все активнее развивается практика первичной обработки древесины на лесных терминалах. В работах предшественников доказана перспективность производства на лесных биотоплива из древесных отходов, к которым относятся и порубочные остатки. Но для их эффективной переработки необходимо их предварительно очистить от загрязнения частицами почвогрунта. В работе предложен способ такой очистки при помощи мобильных барабанов. 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: Currently, due to the constant increase in the distance of export of harvested wood, especially in Siberia and the Far East, the practice of primary wood processing at forest terminals is increasingly developing. The works of the predecessors proved the prospects of producing biofuels from wood waste on forest, which also include felling residues. But for their effective processing, they must first be cleaned of contamination by soil particles. The paper suggests a method for such cleaning using mobile drums. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry". The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, [https://rscf.ru/project/23-16-00092 /](https://rscf.ru/project/23-16-00092/).

Ключевые слова: лесные терминалы, порубочные остатки, биотопливо, мобильные окорочные барабаны.

Keywords: timber terminals, felling residues, biofuels, mobile ham drums.

При проведении лесосечных работ, на пасаках, или на верхних складах, образуется значительный объем порубочных остатков, представляющих собой части кроны (ветви, сучья,

вершины), а также откомлевки, сломы стволов. Объем этого ресурса достигает 40% от объема заготовленной стволовой древесины. При выполнении обрезки сучьев и раскряжевки на верхнем складе (при канадской технологии лесосечных работ) большая часть порубочных остатков может быть собрана и использована для дальнейшей переработки. При выполнении обрезки сучьев и раскряжевки на пасеке (при скандинавской технологии лесосечных работ) собрана может быть несколько меньшая часть порубочных остатков, но также значительная по объему для организации ее переработки [1].

Как известно, коэффициент полнодревесности воза порубочных остатков не превышает 0,3, что делает совершенно нерациональным их перевозку на большие расстояния. Но получающая все большее распространение технология лесных терминалов (непостоянных лесных складов) позволяет очень существенно сократить расстояние перевозки древесного сырья к местам первичной обработки. На лесных терминалах из порубочных остатков возможно производить прессованное биотопливо – топливные брикеты, которые могут быть использованы непосредственно на лесном терминале для получения тепловой и электрической энергии (при помощи газогенераторов), или перевезены для дальнейшей реализации.

Как показали предварительные промышленные эксперименты на мобильной брикетной линии, основной проблемой переработки порубочных остатков на данный вид продукции является их загрязнение частицами почвогрунта, которые приводят к очень быстрому износу ножей рубительных машин, а также подвижных частей брикетных прессов. Получаемая интенсивность износа рабочих органов технологического оборудования мобильной брикетной линии делает экономически нерациональным переработку загрязненных частицами почвогрунта порубочных остатков.

В наибольшей степени эта проблема касается порубочных остатков, собранных на пасеках в теплый период года. Также достаточно сильно оказываются загрязнены порубочные остатки, получаемые при осуществлении канадской технологии лесосечных работ в теплый период года, что, очевидно, связано с трелевкой деревьев за комли в полуподвешенном положении.

Выполненный анализ возможных технических решений показал, что наиболее перспективными вариантами мобильных установок для очистки собранных порубочных остатков от загрязнения частицами почвогрунта, в условиях лесных терминалов, будут или встряхивающие устройства, наподобии сепараторов щепы - виброгрохотов, или мобильные барабаны, наподобии барабанов шишкосушилок, или окорочных.

Наиболее предпочтительным представляется использование установок барабанного типа, которые лучше отработаны и их проще перемещать при смене места дислокации лесного терминала.

Мобильные окорочные барабаны не очень распространены в лесной отрасли России, но вполне доступны, и производятся достаточно широкой линейкой в Китае (таблица 1), ранее подобные барабаны производились и в СССР (таблица 2).

Для доставки порубочных остатков на лесной терминал желательно на месте их сбора увязывать в сигарообразные пакеты, при помощи известных пакетирующих порубочные остатки машин. На лесном терминале эти пакеты надо раскряжевывать в требуемый размер, соответствующий используемому барабану, при помощи установки с цепной пильной гарнитурой [2].

Таблица 1 – Характеристики мобильных окорочных барабанов компании «Чэнян» (Китай)

Модель	Производительность (т)	Габариты (Длина×Ширина), м	Вес, т	Мощность, кВт	Скорость вращения, мин ⁻¹
2500N1.0	1	2,5×1,4	1,8	5,5	30
3000N1.2	1,2	3,0×1,6	2,4	7,5	27
3000N1.5	1,5	3,0×1,9	3,2	7,5	25
3000N2.0	2	3,0×2,2	4,5	11	22

Таблица 2 – Характеристики окорочных барабанов производства СССР

Параметры	Марка барабана			
	БК 1,8х1,8	БК 1,8х2,4	БМП 1,9х2,8	ЛО-20
Диаметр барабана, м	1,8	1,8	1,9	3,0
Длина барабана, м	1,8	2,4	2,8	3,6
Число оборотов барабана мин ⁻¹	4-31	30	24	10
Мощность привода, кВт	14-17	17	22	50,8
Сменная производительность, м ³	8-10	12-14	16-18	50
Вес барабана, т	1,6	2,4	3,7	24

Безусловно, для эффективного использования мобильных окорочных барабанов на очистке порубочных остатков от загрязнения частицами почвогрунта необходимо теоретически и экспериментально обосновать оптимальные режимы их работы, и, возможно, некоторые конструктивные изменения. При этом необходимо учесть, что степень загрязнения порубочных остатков может быть различной, также различными могут быть влажность порубочных остатков и частиц почвогрунта, состав частиц почвогрунта – от песка до глины, что безусловно скажется на их липкости.

Также безусловно, при наличии возможности, желательно осуществлять предварительную естественную подсушку предназначенных для дальнейшей переработки порубочных остатков, что должно позволить снизить энергозатраты на дальнейшую их принудительную очистку от минеральных загрязнений.

Предварительная промывка порубочных остатков водой под давлением, в большинстве случаев, будет нерациональным вариантом, ввиду отсутствия доступных источников воды, непосредственно на терминале, а ее доставка, в больших объемах для этих целей будет экономически не целесообразной.

При разработке и апробации математической модели выбора оптимальных режимов мобильных окорочных барабанов на очистке порубочных остатков от загрязнения частицами почвогрунта целесообразно взять за основу ранее разработанные модели оптимизации работы окорочных барабанов сухой окорки для балансового коротья [3-6].

Практическая проверка адекватности разработанных математических моделей возможна на лабораторной модели, с учетом масштабного коэффициента.

Список литературы

1. Григорьева О.И. Новая машина для очистки лесосек // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 5-3 (10-3). С. 96-99.
2. Рябухин П.Б., Григорьев И.В., Трушевский П.В., Курочкин П.А., Охлопкова М.К., Жук А.Ю. Постановка задачи поиска оптимальных параметров конструкции установки для групповой раскряжевки пачек порубочных остатков // Системы. Методы. Технологии. 2024. № 1 (61). С. 130-137.
3. Шапиро В.Я., Григорьев И.В., Гулько А.Е. Анализ методов расчета параметров и обоснование математической модели разрушения коры при групповой окорке древесины // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия естественные и технические науки. № 8 (121), 2011. С. 92-97.
4. Григорьев И.В., Шапиро В.Я., Гулько А.Е. Математическая модель групповой окорки лесоматериалов в окорочных барабанах // Научное обозрение, 2012. № 4, С. 154-172.
5. Grigorev I., Shadrin A., Kostyukevich N., Levushkin D., Borisov V., Diev R., Voronova A. Improving the efficiency of wood chipping operations // INMATEH - Agricultural Engineering. 2020. T. 61. № 2. С. 217-224.
6. Grigorev I., Shadrin A., Katkov S., Borisov V., Gnatovskaya I., Diev R., Kaznacheeva N., Levushkin D., Druzyanova V., Akinin D. Russian sawmill modernization (a case study). Part 2: improving the efficiency of wood chipping operations // International Wood Products Journal. 2021. T. 12. № 2. С. 128-134.

References

1. Grigoreva O.I. A new cutting machine // Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2014. Vol. 2. No. 5-3 (10-3). pp. 96-99.
2. Ryabukhin P.B., Grigorev I.V., Trushevsky P.V., Kurochkin P.A., Okhlopkova M.K., Zhuk A.Yu. Formulation of the problem of finding optimal design parameters of an installation for group bucking of bundles of felling residues // Systems. Methods. Technologies. 2024. No. 1 (61). pp. 130-137.
3. Shapiro V.Ya., Grigorev I.V., Gulko A.E. Analysis of methods for calculating parameters and substantiation of a mathematical model of bark destruction during group hauling of wood // Scientific Notes of Petrozavodsk State University. A series of natural and technical sciences. No. 8 (121), 2011. pp. 92-97.
4. Grigorev I.V., Shapiro V.Ya., Gulko A.E. A mathematical model of group logging of timber in leg drums // Scientific Review, 2012. No. 4, pp. 154-172.
5. Grigorev I., Shadrin A., Kostyukevich N., Levushkin D., Borisov V., Diev R., Voronova A. Improving the efficiency of wood chipping operations // INMATEH - Agricultural Engineering. 2020. T. 61. № 2. С. 217-224.
6. Grigorev I., Shadrin A., Katkov S., Borisov V., Gnatovskaya I., Diev R., Kaznacheeva N., Levushkin D., Druzyanova V., Akinin D. Russian sawmill modernization (a case study). Part 2: improving the efficiency of wood chipping operations // International Wood Products Journal. 2021. T. 12. № 2. С. 128-134.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_56-58

УДК 630*381

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫСАДКИ МОЛОДЫХ РАСТЕНИЙ DEVICE FOR PLANTING YOUNG PLANTS

Царев Е.М., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет, Россия, Йошкар-Ола.

Рукомойников К.П., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет, Россия, Йошкар-Ола.

Алексагина Н.Н., магистрант, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет, Россия, Йошкар-Ола.

Tsarev E.M., Doctor of Technical Sciences, Professor, Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia.

Rukomojnikov K.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia.

Aleksagina N.N., Master's degree student, Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia.

Аннотация: Статья посвящена устройству для высадки молодых растений с защищенной корневой системой, предназначенному для использования в лесоводстве и агропромышленном секторе. Описаны недостатки существующих аналогов, таких как сложность эксплуатации и низкая эффективность. Предложено новое устройство, включающее передвижную платформу с полым элементом и инструментом для создания углублений в почве, что снижает физическую нагрузку и повышает производительность. Приведены принцип работы и преимущества разработки, включая универсальность и улучшение качества высадки. Устройство может быть применено в лесном и сельском хозяйстве.

Abstract: The article presents a device for planting young plants with a protected root system, designed for use in forestry and the agricultural sector. The shortcomings of existing analogues, such as operational complexity and low efficiency, are described. A new device is proposed, consisting of a mobile platform with a hollow element and a tool for creating soil cavities, which reduces physical effort and increases productivity. The working principle and advantages of the development, including versatility and improved planting quality, are outlined. The device can be applied in both forestry and agriculture.

Ключевые слова: лесоводство, агропромышленный сектор, защищенная корневая система, инструмент для создания углублений, снижение физической нагрузки, повышение эффективности.

Keywords: forestry, agricultural sector, protected root system, soil cavity tool, reduced physical effort, increased efficiency.

Предлагаемое устройство для высадки молодых растений относится к сфере лесоводства, в частности к методикам выращивания древесных насаждений с применением саженцев, корневая система которых защищена специальными емкостями. Оно также может быть адаптировано для использования в агропромышленном секторе.

В существующих патентных документах описаны различные механизмы, предназначенные для облегчения процесса высадки растительного материала. Примеры таких решений можно найти в публикациях [1, 2, 3]. Эти конструкции включают в себя элементы, такие как стержневая основа с поперечным держателем, инструмент для подготовки углублений в почве, выполненный в форме конусообразного полого элемента с опорой для ноги, а также режущую часть с креплением и рукоятью. Однако подобные разработки имеют существенные минусы, включая сложность в обращении и недостаточную эффективность, что ограничивает их практическое применение.

Наиболее схожим по функционалу аналогом является механизм, описанный в патенте [4]. Он представляет собой передвижную платформу, на которой размещается контейнер с растительным материалом. В нижнем сегменте конструкции закреплен полый элемент, соединенный с верхней частью через фиксирующий механизм. В зоне изгиба установлена плоская деталь, с одной стороны которой находится направляющий канал для саженца, а с другой — инструмент для создания углублений в грунте. Несмотря на свою функциональность, эта система имеет недостатки, такие как сложность в эксплуатации и повышенные затраты труда, что снижает ее практическую ценность.

Целью разработки является улучшение процесса высадки растительного материала за счет снижения физической нагрузки при подготовке лунок и повышения эффективности работы. Это достигается благодаря уникальной конструкции, которая включает в себя передвижную платформу 1 с полым элементом 2, закрепленным в задней части. В нижнем сегменте платформы установлен инструмент для создания углублений 3, который может перемещаться в горизонтальной плоскости благодаря подвижному механизму 4. На краях этого механизма зафиксированы ограничители, выполненные в форме плоских элементов 5. Инструмент и полый элемент смонтированы на направляющей 6, которая соединена с пружинным механизмом 7, позволяющим изменять положение конструкции в вертикальной плоскости.

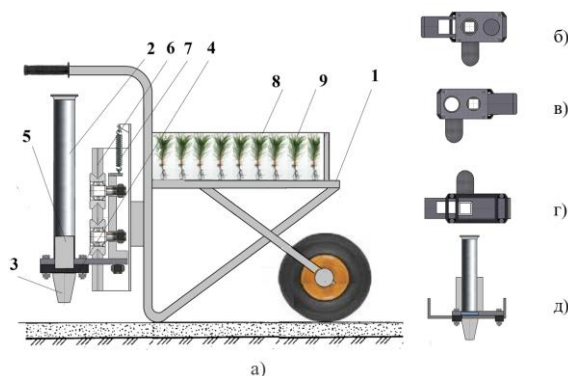


Рисунок 1 – Устройство для высадки молодых растений

Для наглядности разработка сопровождается схематическими изображениями, на которых показаны: вид сверху в момент формирования углубления (рис. 1, а), вид сверху в положении для транспортировки (рис. 1, б), вид инструмента снизу (рис. 1, в), вид спереди (рис. 1, г) и общий вид сбоку (рис. 1, д).

Принцип функционирования заключается в следующем. На платформу помещаются емкости с растительным материалом, после чего она устанавливается на подготовленную

площадку для высадки. Для создания углубления инструмент приводится в рабочее положение, при котором его ось совпадает с осью полого элемента. Затем, под воздействием внешнего усилия, инструмент опускается вниз, при этом пружинный механизм растягивается. Инструмент погружается в почву, формируя углубление необходимой глубины. После этого направляющая перемещается в верхнее положение, а инструмент возвращается в транспортное состояние. Растительный материал помещается в полый элемент, через который он поступает в подготовленное углубление. Затем платформа перемещается на новую позицию, материал фиксируется в углублении, и процесс повторяется.

Преимущества данной разработки заключаются в сокращении времени, необходимого для перемещения растительного материала, улучшении качества высадки благодаря снижению физической нагрузки, а также в повышении общей эффективности работы. Это устройство может быть успешно применено как в лесоводстве, так и в сельском хозяйстве, что делает его универсальным решением для оптимизации процессов высадки растений.

Список литературы

1. Устройство для посадки саженцев лесных культур: пат. 2384038 Рос. Федерация: МПК A01C 11/00, A01G 23/04 / В. А. Козлов, А. В. Козлов; заявитель и патентообладатель В. А. Козлов. — № 2008102984/12; заявл. 28.01.2008; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 7. — 7 с.
2. Устройство для посадки саженцев: пат. 2145780 Рос. Федерация: МПК A01C 11/00 / В. А. Козлов; заявитель и патентообладатель В. А. Козлов. — № 98103637/13; заявл. 05.03.1998; опубл. 20.02.2000, Бюл. № 5. — 5 с.: ил.
3. Устройство для посадки саженцев: пат. 2415563 Рос. Федерация: МПК A01C 11/00 / В. А. Козлов, А. В. Козлов; заявитель и патентообладатель В. А. Козлов. — № 2009105464/13; заявл. 17.02.2009; опубл. 27.03.2011, Бюл. № 9. — 6 с.: ил.
4. Устройство для посадки саженцев: пат. 2572316 Рос. Федерация: МПК A01C 11/00 / В. А. Козлов, А. В. Козлов; заявитель и патентообладатель В. А. Козлов. — № 2014144825/13; заявл. 06.11.2014; опубл. 10.01.2016, Бюл. № 1. — 7 с.: ил.

References

1. Device for planting forest crop seedlings: pat. 2384038 Russian Federation: IPC A01C 11/00, A01G 23/04 / V. A. Kozlov, A. V. Kozlov; applicant and patent holder V. A. Kozlov. — № 2008102984/12; filed 28.01.2008; publ. 10.03.2010, Bull. № 7. — 7 p.: ill.
2. Device for planting seedlings: pat. 2145780 Russian Federation: IPC A01C 11/00 / V. A. Kozlov; applicant and patent holder V. A. Kozlov. — № 98103637/13; filed 05.03.1998; publ. 20.02.2000, Bull. № 5. — 5 p.: ill.
3. Device for planting seedlings: pat. 2415563 Russian Federation: IPC A01C 11/00 / V. A. Kozlov, A. V. Kozlov; applicant and patent holder V. A. Kozlov. — № 2009105464/13; filed 17.02.2009; publ. 27.03.2011, Bull. № 9. — 6 p.: ill.
4. Device for planting seedlings: pat. 2572316 Russian Federation: IPC A01C 11/00 / V. A. Kozlov, A. V. Kozlov; applicant and patent holder V. A. Kozlov. — № 2014144825/13; filed 06.11.2014; publ. 10.01.2016, Bull. № 1. — 7 p.: ill.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_59-62

УДК 674.083.3

ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ БИОТОПЛИВА

THE PRIORITY AREA IS THE USE OF WOOD WASTE IN THE PRODUCTION OF BIOFUELS

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

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

Врагов С.А., преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Рублев И.Ю., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Chernykh A.S., candidate of Technical Sciences, associate professor of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia, Voronezh

Opara M.V., candidate of Technical Sciences, associate professor of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia, Voronezh

Vragov S.A., lecturer at Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Rublev I.U., postgraduate student, Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы экономической и экологической эффективности переработки древесных отходов в альтернативные источники энергии (топливные гранулы). Приводится технология процесса производства топливных гранул, включая подготовку сырья, прессование и упаковку, также выделяют ключевые аспекты оптимизации производственного цикла. Обсуждаются преимущества использования отходов в производстве топливных гранул, такие как снижение негативного воздействия на окружающую среду, уменьшение объема отходов, получение экономической эффективности. Решаются вопросы утилизации отходов, образующихся в деревообрабатывающем производстве. Также приводятся сведения применения данной технологии в рамках устойчивого развития и перехода на более чистые и возобновляемые источники энергии.

Abstract: This article discusses the economic and environmental efficiency of processing wood waste into alternative energy sources (fuel pellets). The technology of the fuel pellet production process is given, including the preparation of raw materials, pressing and packaging, and the key aspects of optimizing the production cycle are also highlighted. The advantages of using waste in the production of fuel pellets are discussed, such as reducing the negative impact on the environment, reducing waste, and achieving economic efficiency. The issues of waste disposal generated in the woodworking industry are being addressed. It also provides information on the use of this technology in the framework of sustainable development and the transition to cleaner and renewable energy sources.

Ключевые слова: Указ Президента РФ, отходы деревообрабатывающей промышленности, производство топливных гранул, альтернативные источники энергии, утилизация, возобновляемые источники энергии, устойчивое развитие, энергетическая переработка, экономическая эффективность

Keywords: Decree of the President of the Russian Federation, waste from the woodworking industry, production of fuel pellets, alternative energy sources, recycling, renewable energy sources, sustainable development, energy processing, economic efficiency

В последние годы вопросы переработки и утилизации всех видов промышленных отходов являются наиболее актуальными. В 2017 году Президент Российской Федерации издал Указ о развитии экологической безопасности в России, который гласит следующее: тенденцией в развитии экологической безопасности является увеличение количества промышленных отходов, при этом утилизация этих отходов сведена к минимуму. Чтобы получить максимальный эффект и достичь поставленных целей, необходимо найти решение, "...более полное использование природных ресурсов, повышение уровня утилизации отходов производства и потребления". Решать эту задачу необходимо в приоритетном направлении: "... развитие системы эффективного управления отходами производства и потребления, создание перерабатывающей промышленности, включая повторное использование таких отходов, и активизация фундаментальных и прикладных научных исследований в области охраны окружающей среды [1].

Учитывая вышесказанное, использование отходов любого вида производства является важным элементом устойчивого развития и эффективного использования природных ресурсов. Особенно это актуально для отраслей, где производственные процессы сопровождаются образованием значительного количества отходов. Так что же представляют собой производственные отходы – это остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, образующиеся в процессе производства основной продукции и частично или в полной мере утратившие свою потребительную стоимость сырья и материалов. [2,3]

Одной из производственных отраслей, где непосредственно образуются «природные» отходы, является деревообрабатывающая промышленность. Данная промышленность является важной частью экономики, которая производит различные изделия из древесины, начиная с производства мебели и заканчивая производством строительных материалов. Однако, процесс производства различных видов изделий сопровождается образованием значительного количества отходов, таких как стружка, опилки, кора, обрезки и других. В процентном соотношении количество образовавшихся отходов деревообрабатывающей промышленности, составляет порядка 45-65%. Трудно даже представить, каким балласт тянет деревообрабатывающее предприятие, решая вопросы вторичного использования и утилизации этих отходов. Насколько нам известно, утилизацию отходов можно производить двумя способами, сжигать или закапывать в отвалы. Первый способ не нашел широкого применения, поскольку при сжигании отходов образуются вредные вещества, которые попадая в атмосферу, наносят экологический урон окружающей среде. Что касается закапывания в отвалы, то здесь, проблема в том, что отходы имеют огромную объемную массу, что экономически невыгодно предприятию при их вывозке к местам захоронения.

Выполняя Указ Президента, «о более полном использовании природных ресурсов и

производству продукции на их основе», можно предложить использование отходов деревообрабатывающей промышленности в производстве биотоплива, которое применяется как экологически чистый и эффективный источник альтернативной энергии. К данному виду топлива можно отнести топливные гранулы, которые представляют собой мелкие цилиндрические гранулы, которые производят путём прессования древесных отходов под высоким давлением без использования химических добавок. Эти гранулы представляют собой экологически чистое топливо, которое может быть использовано в специальных котлах и отопительных системах. [4].

Процесс производства топливных гранул состоит из нескольких этапов. На первом этапе древесные отходы, в виде опилок, стружки, коры и очищаются от загрязнений и сортируются. Затем их высушивают до определенной температуры, что позволяет улучшить качество готовой продукции (древесных гранул). После этого происходит процесс прессования, который заключается в том, что высушенные материалы подвергают прессованию в гранулы под высоким давлением, что способствует их увеличению их плотности и повышение теплотворной способности. Заключительным этапом производства является, охлаждение и упаковка, полученные гранулы охлаждаются и упаковываются для дальнейшей транспортировки или хранения. Производство данного вида биотоплива из древесных отходов, позволяет не только эффективно использовать отходы, но и создавать экологически чистый вид топлива, которое является конкурентоспособным на рынке, используя его в отоплении частных домов, промышленных объектов и в энергетике. С точки зрения первоочередного использования отходов деревообрабатывающей промышленности в производстве топливных гранул, можно отметить несколько существенных преимуществ. Во-первых, снижение экологической нагрузки на экосистему, поскольку переработка древесных отходов помогает сократить количество мусора, который мог бы попасть на свалки или загрязнять окружающую среду при сжигании. Во-вторых, приоритетным является сохранении природных ресурсов, поскольку использование отходов позволяет снизить потребность в вырубке новых лесов, что в свою очередь способствует сохранению лесных экосистем. Что касается экономических аспектов, то здесь производство топливных гранул может стать прибыльным бизнесом, поскольку спрос на экологически чистые источники энергии растет, и предприятия могут сократить расходы на утилизацию отходов. Последним преимуществом является энергоэффективность применения данного вида биотоплива, которое является эффективным источником энергии с высокой теплотворной способностью и низким уровнем загрязняющих выбросов, попадающих в окружающую среду. Хотя, производство топливных гранул из отходов деревообрабатывающей промышленности имеет очевидные преимущества, существует ряд недостатков, которые необходимо учитывать, прежде чем приступать к производству данного вида биотоплив. Первый, это необходимость вложений в оборудование для переработки отходов и производства топливных гранул. Второй, для экономически выгодной переработки требуется постоянный поток сырья, что может быть проблемой в некоторых регионах, где уровень производства древесины варьируется. Кроме того, необходимо учитывать факторы сезонности производства и образование древесных отходов, и соответствие со стандартами качества топливных гранул для их дальнейшего использования в энергетических системах.

Грамотный подход к рациональному использованию отходов деревообрабатывающей промышленности в производстве топливных гранул, является важным шагом на пути к

устойчивому развитию лесных экосистем. Предложенная технология производства топливных гранул позволит эффективно перерабатывать отходы, снижая негативное воздействие на окружающую среду и сохраняя природные ресурсы. В условиях глобализации и перехода на более экологичные способы производства альтернативных источников энергии, переработка древесных отходов в топливные гранулы становится не только экономически оправданной, но и важной частью экологической политики.

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/
2. 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.
3. Formation of mechanisms for creating innovative national polygons / Tretyakova L.A., Azarova N.A., Opара M.V., Lavrikova N.I., Tsvyrko A.A. В сборнике: 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. 9 Poskrobko, D. Krol // J. Therm. Anal. Calorim. – 2012. – V. 109. № 2. – P. 629-638.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation "On the Strategy of scientific and technological development of the Russian Federation": dated December 01, 2016 No. 642 // SPS "ConsultantPlus". URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207967/491d0aad1a57443c712cfd119c49c7d5291eab8/
2. Opара, M. V. Method of rational use of natural resources in the production of building materials / M. V. Opара, M. L. Shabanov // Journal of Agriculture and Environment. - 2023. - № 12 (40). - eLIBRARY.
3. Formation of mechanisms for creating innovative national polygons / Tretyakova L.A., Azarova N.A., Opара M.V., Lavrikova N.I., Tsvyrko A.A. В сборнике: 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. 9 Poskrobko, D. Krol // J. Therm. Anal. Calorim. – 2012. – V. 109. № 2. – P. 629-638.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_63-67

УДК 674.05

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ЗА СЧЕТ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

IMPROVING THE QUALITY OF LOGGING PRODUCTS THROUGH THE VERIFICATION OF MEASURING INSTRUMENTS

Шабанов М.Л., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Черников Э.А., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Шабанова Л.В., магистр ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Shabanov M.L., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor FGBOU VO «Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov», Russia, Voronezh

Chernikov E.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor FGBOU VO «Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov», Russia, Voronezh

Shabanova L.V., master's degree of FGBOU VO «Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov», Russia, Voronezh

Аннотация: В статье рассматривается актуальная проблема повышения качества лесозаготовительной продукции и эффективности лесозаготовительных предприятий. Обоснована необходимость регулярной поверки средств измерений (СИ) для обеспечения точности параметров лесоматериалов, снижения потерь и оптимизации производственных процессов. Представлены результаты исследований, демонстрирующие влияние поверки СИ на точность измерения объема, длины, диаметра и влажности древесины. Сделан вывод о том, что регулярная поверка СИ является важным фактором повышения конкурентоспособности предприятий лесозаготовительной отрасли.

Abstract: The article discusses the urgent problem of improving the quality of logging products and the efficiency of logging enterprises. The necessity of regular verification of measuring instruments (SI) is substantiated to ensure the accuracy of timber parameters, reduce losses and optimize production processes. The research results demonstrating the effect of SI verification on the accuracy of measuring the volume, length, diameter and moisture content of wood are presented. It is concluded that regular SI verification is an important factor in increasing the competitiveness of enterprises in the logging industry.

Ключевые слова: лесозаготовка, качество продукции, средства измерения, поверка, лесоматериалы, точность измерений, эффективность производства.

Keywords: logging, product quality, measuring instruments, verification, timber, measurement accuracy, production efficiency.

Лесная промышленность является одним из важнейших секторов экономики Российской Федерации, обеспечивая занятость населения, поступления от экспорта и удовлетворяя потребности внутреннего рынка в древесине и продуктах её переработки. Вклад лесного комплекса в ВВП страны составляет значительную долю, и его устойчивое развитие имеет стратегическое значение. Глобальная конкуренция на рынке лесоматериалов усиливается, что требует от российских предприятий постоянного повышения качества продукции, оптимизации затрат и внедрения современных технологий. Повышение эффективности лесозаготовительных предприятий, сокращение потерь древесины и увеличение выхода продукции высших сортов напрямую влияют на экономические показатели отрасли и её вклад в социально-экономическое развитие регионов.

Одним из ключевых факторов, влияющих на качество лесозаготовительной продукции, является точность измерения параметров лесоматериалов на всех этапах производственного процесса: от оценки запасов древесины в лесу и заготовки круглого леса до сортировки, раскроя и сушки пиломатериалов. Недостаточная точность измерений, обусловленная использованием не поверенных, неисправных или неправильно эксплуатируемых средств измерений (СИ), приводит к целому ряду негативных последствий, оказывающих существенное влияние на экономику предприятия и качество конечной продукции.

К наиболее распространённым проблемам, вызванным неточным измерением параметров лесоматериалов, относятся:

- неправильное определение размеров, сортности или наличия дефектов приводит к тому, что высококачественные материалы ошибочно классифицируются как низкосортные и продаются по более низкой цене, а некондиционные материалы попадают в партии качественной продукции, снижая её общую ценность и приводя к рекламациям со стороны потребителей. Согласно статистическим данным, пересортица может приводить к снижению стоимости продукции до 15%;

- ошибки при определении объема круглого леса или пиломатериалов приводят к неправильным расчетам с поставщиками и покупателями, что может повлечь за собой финансовые потери и судебные разбирательства. Погрешности в определении объема также затрудняют учет движения древесины на предприятии, создавая возможности для злоупотреблений и хищений;

- точность измерения влажности древесины критически важна для правильного выбора режимов сушки. Неточное определение влажности приводит к пересушке или недосушке древесины, что вызывает растрескивание, деформацию и ухудшение физико-механических свойств пиломатериалов. Экономические потери от брака, связанного с неправильной сушкой, могут достигать значительных сумм;

- ошибки при измерении размеров лесоматериалов приводят к неоптимальному раскрою, что увеличивает количество отходов и снижает выход деловой древесины. Современные программные комплексы позволяют значительно повысить эффективность раскроя, но их применение невозможно без точных данных о размерах исходного сырья;

- неточности на начальных этапах производства (например, неправильное определение размеров пиломатериалов) накапливаются и влияют на качество конечной продукции (мебели, строительных конструкций и т. д.). Несоответствие размеров и отклонение от проектных параметров приводят к трудностям при сборке, снижению надежности и долговечности изделий [1].

Таким образом, обеспечение точности измерений параметров лесоматериалов является важной задачей, решение которой требует комплексного подхода, включающего использование современных средств измерений, соблюдение правил эксплуатации и, что особенно важно, регулярную поверку средств измерений в соответствии с установленными метрологическими нормами. Регулярная поверка гарантирует соответствие средств измерений заявленным характеристикам, выявляет и устраняет погрешности измерений, обеспечивая достоверность и сопоставимость результатов [2,3].

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 [4,5].

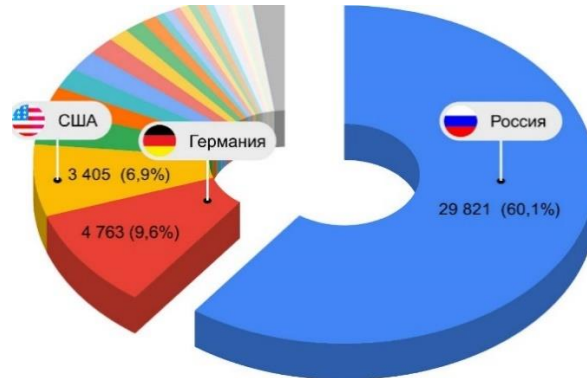


Рисунок 1 – Данные мониторинга Федерального информационного фонда по использованию оборудования в лесопромышленном комплексе в 2025 году.

Анализ влияния поверки СИ на качество продукции показал, что регулярная поверка СИ позволяет улучшить показатели качества лесозаготовительной продукции. Результаты представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, регулярная поверка СИ позволяет:

- сократить объем отходов при раскросе пиломатериалов в среднем на 2% (или на 16,7% в относительном выражении). Это связано с более точным определением размеров лесоматериалов и оптимизацией раскроя;
- уменьшить количество рекламаций от покупателей на 10%. Это связано с более точным соответствием продукции требованиям стандартов по размерам и качеству;

- повысить соответствие продукции требованиям стандартов на 8% (или 9,4% в относительном выражении). Это связано с более точным измерением параметров лесоматериалов и отбраковкой некачественной продукции.

Таблица 1 – Влияние поверки СИ на показатели качества лесозаготовительной продукции

Показатель качества	Значение до поверки	Значение после поверки	Относительное изменение, %
Объем отходов при раскросе (%)	12%	10%	-16,7%
Количество рекламаций от покупателей	20	18	-10%
Соответствие требованиям стандартов (%)	85%	93%	+9,4%

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой и внедрением автоматизированных систем измерения параметров лесоматериалов, обеспечивающих высокую точность, скорость и надежность измерений, а также с изучением влияния внешних факторов на точность измерений и разработкой мер по компенсации этого влияния.

В заключение следует подчеркнуть, что регулярная поверка СИ является не просто формальным требованием, а необходимым элементом системы управления качеством лесозаготовительной продукции, обеспечивающим экономическую эффективность и устойчивое развитие лесного комплекса. Внедрение современных методов метрологического обеспечения и повышение квалификации персонала в области измерений являются важными задачами, стоящими перед предприятиями лесозаготовительной отрасли. Только в этом случае можно обеспечить высокое качество продукции, снизить потери древесины и повысить конкурентоспособность на рынке лесоматериалов.

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 (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 (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>.

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**
IMPROVING THE QUALITY OF VERIFICATION OF MEASURING INSTRUMENTS FOR
LOGGING PRODUCTION

Шабанов М.Л., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Черников Э.А., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Шабанова Л.В., магистр ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Shabanov M.L., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor FGBOU VO «Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov», Russia, Voronezh.

Chernikov E.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor FGBOU VO «Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov», Russia, Voronezh.

Shabanova L.V., master's degree of FGBOU VO «Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov», Russia, Voronezh.

Аннотация: Точность измерений играет ключевую роль в лесозаготовительном производстве, влияя на качество продукции и эффективность процессов. Однако качество измерений может привести к снижению качества продукции. В данной статье обсуждаются методы повышения качества поверки измерений в лесозаготовительном производстве с использованием статистических подходов и автоматизации процесса поверки.

Abstract: Measurement accuracy plays a key role in logging operations, affecting product quality and process efficiency. However, the quality of measurements can lead to a decrease in product quality. This article discusses methods for improving the quality of measurement verification in logging production using statistical approaches and automation of the verification process.

Ключевые слова: лесозаготовка, надежность, метод, качество продукции, средства измерения, поверка, лесоматериалы, точность измерений.

Keywords: logging, reliability, method, product quality, measuring instruments, verification, timber, measurement accuracy.

Лесозаготовительное производство является одной из ключевых отраслей экономики, обеспечивающей сырьем различные отрасли промышленности. Точность измерений на этом производстве играет решающую роль, так как влияет на качество продукции и эффективность процессов. Поверка и калибровка измерений соответствуют процедурам, обеспечивающим точность и надежность измерений. Однако традиционные методы мышления могут оказаться недостаточно эффективными и требовать прогресса.

Существующие методы поверки средств измерений в лесозаготовительном производстве включают ручные измерения и проверку соответствия установленным стандартам. Эти методы могут допускать человеческие ошибки и не всегда требуют необходимой точности. Статистические методы, такие как анализ дисперсии и метод наименьших квадратов, могут использоваться для повышения качества поверки [1].

Анализ дисперсии (ANOVA): этот метод позволяет отслеживать влияние различных факторов на результаты измерений и определять, какие из них оказывают наибольшее влияние на точность.

Метод наименьших квадратов: используется для оптимизации процессов измерения и уменьшения погрешностей. Это позволяет минимизировать величину квадратов отклонений между наблюдаемыми значениями и предсказанными значениями, что приводит к более точному измерению параметров.

Автоматизация процесса поверки с помощью современных технологий, таких как машинное зрение, может значительно повысить точность и скорость поверки. Машинное зрение позволяет автоматически обрабатывать данные и выявлять отклонения, связанные с риском человеческих ошибок. Например, модернизация универсального коллиматора с использованием ПЗС-камеры позволяет повысить точность измерений и повысить производительность труда.

Статистические методы позволяют более точно оценивать результаты поверки и выявлять отклонения в работе измерений. Например, метод наименьших квадратов можно использовать для оптимизации процесса измерения и уменьшения погрешностей. Этот метод особенно эффективен при обработке больших объемов данных, когда необходимо быстро и точно оценить точность измерений.

Автоматизация процесса поверки с помощью машинного зрения может быть реализована на различных этапах производства. Например, камера может быть установлена на лесопилках для измерения размеров пиломатериалов, что позволяет исключить человеческий фактор и повышать точность измерений. Кроме того, автоматизация позволяет быстро выявлять дефекты продукции и корректировать производственный процесс в режиме реального времени [2].

На лесозаготовительном предприятии ЛХК "Кареллеспром" было проведено исследование по применению статистических методов для повышения качества измерений. Установлено, что применение метода наименьших квадратов снижает погрешность измерения на 15% и повышает точность на 20%. Это привело к достижению качества продукции и сокращения количества брака [3].

На Нововятском лесоперерабатывающем комбинате была внедрена система автоматизации процессов с использованием машинного зрения. Это позволило увеличить скорость измерений в три раза и повысило точность на 30%. Кроме того, автоматизация позволило снизить затраты на ручной труд и повысило производительность труда [3].

Применение статистических методов и автоматизация процессов поверки могут повысить качество измерений в лесозаготовительном производстве [4]. Это позволяет не только повысить точность и надежность измерений, но и оптимизировать производственные процессы и снизить затраты. Поверка и калибровка измерений играют решающую роль в качестве продукции, поскольку они обеспечивают точность и надежность результатов измерений [5].

Повышение качества измерений в лесозаготовительном производстве является гарантией обеспечения точности и эффективности процессов. Применение статистических методов и автоматизация процессов поверки могут стать ключевыми направлениями решения данных проблем. Перспективы нынешних исследований включают разработку новых алгоритмов для анализа данных и внедрение более совершенных технологий для автоматизации процессов.

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 (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. Управление по результатам учета круглых лесоматериалов: Авторы: Н.Л. Беляев и др. Журнал «Системы Методы Технологии» (2023, № 2 (58), с. 129-138).
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 (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. Management based on the results of accounting for round timber: Authors: N.L. Belyaev et al. The magazine "Systems and Methods of Technology" (2023, № 2 (58), pp. 129-138).
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>.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

ENERGY EFFICIENCY OF UNIVERSAL LOGGING MACHINES

Швецов А.С., начальник лаборатории Филиал Военного учебно-научного центра военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» в г. Сызрань, Россия, Сызрань

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

Куницкая О.А., доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск

Shvetsov A.S., Head of the Laboratory, Branch of the Military Training and Scientific Center of the Air Force "Military Air Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin" in Syzran, Russia, Syzran

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

Kunitskaya O.A., Doctor of Technical Sciences, professor, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia

Аннотация: Представлен технологической работы валочно-трелевочно-процессорной машины «Highlander», производства австрийской компании «Konrad Forsttechnik GmbH». Обоснованы наиболее рациональные варианты ее использования (технологии работы), с точки зрения энергетической эффективности. 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 technological operation of the Highlander roller-skidding processor machine, manufactured by the Austrian company Konrad Forsttechnik GmbH, is presented. The most rational options for its use (operating technology) from the point of view of energy efficiency are substantiated. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry". The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, [https://rscf.ru/project/23-16-00092 /](https://rscf.ru/project/23-16-00092/).

Ключевые слова: лесосырьевые запасы, цифровое, условное клеймение деревьев, дистанционное зондирование, интеллектуальный комплекс.

Keywords: forest resources, digital, conditional tree branding, remote sensing, intelligent complex.

Из теории лесозаготовительного производства известно [1], что для сравнительной оценки технологических процессов и систем машин лесосечных работ, а также одномашинных комплексов, желательно использовать такой набор показателей, который позволил бы исключать воздействие субъективных факторов, например, квалификацию

оператора, техническое состояние машин, качество их технического обслуживания, и т.п. Оценочные показатели для сравнительной оценки технологических процессов и систем машин лесосечных работ, прежде всего, должны учитывать природно-производственные факторы – таксационные характеристики вырубаемых лесных насаждений, почвенно-грунтовые и рельефные условия [2].

Наиболее универсальными такими показателями являются энергоемкость (энергетическая эффективность) работы машин и их производительность [3].

В технологических расчетах принято рассчитывать часовую производительность машин, и их сменную производительность, зависящую от часовой производительности, продолжительности смены, времени, затрачиваемого на подготовительно-заключительные операции (например, прогрев двигателя и гидросистемы перед началом работы, ежесменное техническое обслуживание, и т.д.), а также коэффициента использования рабочего времени [4]. Но с точки зрения именно сравнительного оценочного показателя энергетической эффективности наиболее точным будет являться часовая производительность, а точнее математическое ожидание часовой производительности, под которым понимают производительность машины при полной загрузке двигателя, с максимальными, из допустимых, скоростями работы технологического оборудования, с исключением из учета временных затрат на холостые переезды, простои, и выполнение не основных операций [5].

Соответственно, действительная производительность системы лесосечных машин, или одномашинного комплекса, отличается от ее математического ожидания учетом временных затрат на холостые переезды, простои, и выполнение не основных операций, и, в большинстве случаев, будет меньше по величине, при прочих равных условиях.

В процессе выполнения лесосечных работ машинными комплексами выполняются обрабатывающие (рабочие и смешанные) – валка деревьев, обрезка сучьев, раскряжевка, и транспортные операции – сбор пачек лесоматериалов, трелевка, штабелевка, погрузка.

Местом выполнения обрезки сучьев и раскряжевки могут являться пасеки, или верхние склады. В последнем варианте наблюдается концентрация предмета труда, что позволяет повысить производительность.

Из теории лесозаготовительного производства известно, что транспортные операции лесосечных работ являются более энергоемкими, чем обрабатывающие. При этом общие затраты энергии на освоение единицы площади лесосеки ($\text{кВт} \cdot \text{ч/га}$, или МДж/га) включают в себя затраты энергии на холостые и рабочие перемещения машин, на привод технологического оборудования, на обработку деревьев.

При прочих равных условиях (запасе леса на га, среднем объеме хлыста, породном составе, температуре) затраты энергии будут зависеть от количества выполняемых с деревьями обрабатывающих операций.

Валочно-трелевочно-процессорные машины (ВТПМ) могут работать со значительной вариативностью технологических схем использования, например, как валочные машины, как валочно-пакетирующие, как валочно-сучкорезные, как харвестеры – т.е. в режиме обрабатывающих машин; а также как валочно-трелевочные, как валочно-сучкорезно-трелевочные, как валочно-трелевочно-сучкорезные, как валочно-трелевочно-сучкорезно-раскряжевочные – т.е. в режиме обрабатывающе-транспортных машин.

В данный перечень не включен еще вариант использования ВТПМ для погрузки лесоматериалов на лесовозный транспорт, а надо учитывать, что машины «Highlander», производства австрийской компании «Konrad Forsttechnik GmbH» имеют такую конструктивную возможность.

При оценке энергетической эффективности вариантов использования ВТПМ наиболее рациональным представляется комплексный анализ, позволяющий учесть не только затраты энергии на определенную операцию – валку, обрезку сучьев, укладку в кониковый зажим, и т.д., но и влияние места и факта ее выполнения на последующие показатели работы машины.

Например, при проведении исследовательских испытаний ВТПМ «Highlander», осенью 2024 г. (без снежного покрова) на лесосеках в Хилокском районе Забайкальского края, расположенных на землях, закрепленных за Бадинским лесничеством, на территории одноименного участкового лесничества, в квартале 87, было установлено, что если ВТПМ после валки дерева сразу производит его очистку от сучьев, а затем укладывает комлем в кониковый зажим, то затраты энергии (расход топлива) при сборе и трелевке полновесных пачек с одной пасеки уменьшаются в пределах 5-10%, по сравнению с вариантом сбора и трелевки пачек деревьев. Экономия энергии (расхода топлива) тем больше, чем больше расстояние трелевки. Этот эффект, очевидно, вызван тем, что сила сопротивления волочению вершинных концов хлыстов в пачке меньше, нежели вершинных концов деревьев с кроной в такой же пачке.

При проведении исследовательских испытаний ВТПМ были выбраны лесосеки с хорошими почвенно-грунтовыми условиями. Но при этом можно утверждать, что если срезаемую с деревьев кроновую часть укладывать пасечные волокна при плохих почвенно-грунтовых условиях, то можно будет снизить интенсивность колееобразования, и, соответственно также и затраты энергии на преодоление пути [6].

Если же проанализировать общие затраты энергии на классический вариант работы ВТПМ – валка-сбор пачки-трелевка-обрезка сучьев-раскряжевка-штабелевка, и вариант с обрезкой сучьев на пасеке, т.е. валка-обрезка сучьев-сбор пачки-трелевка-раскряжевка-штабелевка, то, при прочих равных условиях, энергетическая эффективность будет больше у второго варианта, за счет уменьшения сил сопротивления перемещению волочащейся части пачки, при небольшом дополнительном перемещении технологического оборудования – дополнительной возвратной прокатке ствола харвестерной головкой. И чем больше расстояние трелевки – тем более энергетически эффективным будет такой вариант. При этом варианте производительность ВТПМ практически не меняется из-за больших рабочих скоростей работы валцов харвестерной головки.

Большим достоинством ВТПМ, как и харвардера, является отсутствие необходимости в холостых перемещениях дополнительных лесных машин, например, трелевочных тракторов. И при этом их общим недостатком является необходимость перемещения достаточно массивного технологического оборудования – харвестерной головки, при выполнении транспортных операций.

У форвестера харвестерная головка при выполнении транспортных операций заменяется на относительно легкий грейферный захват, но при этом форвестеру приходится делать больше холостых ходов для сбора и трелевки пачек сортиментов.

Список литературы

1. Григорьев И.В., Григорьева О.И., Никифорова А.И., Глуховский В.М. Перспективные направления развития технологических процессов лесосечных работ // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2016. № 2 (184). С. 109-116.
2. Григорьев И.В., Григорьева О.И. Повышение экологической эффективности лесохозяйственного производства // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 3-4 (8-4). С. 51-55.
3. Григорьев И.В., Григорьева О.И., Вернер Н.Н. Системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2017. Т. 5. № 5 (31). С. 438-443.
4. Григорьев И.В., Григорьева О.И. Постановка задачи экономической оценки улучшения условий труда и безопасности работы операторов лесных машин // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2022. № 4. С. 43-48.
5. Марков О.Б., Воронов Р.В., Давтян А.Б., Григорьев И.В., Калита Г.А. Математическая модель выбора системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Деревообрабатывающая промышленность. 2021. № 1. С. 16-26.
6. Никифорова А.И., Хитров Е.Г., Пельмский А.А., Григорьева О.И. Определение осадки при движении лесозаготовительной машины по двуслойному основанию // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2014. № 2 (139). С. 87-91.

References

1. Grigorev I.V., Grigoreva O.I., Nikiforova A.I., Glukhovsky V.M. Promising directions for the development of technological processes of logging operations // Proceedings of BSTU. No. 2. Forestry and woodworking industry. 2016. No. 2 (184). pp. 109-116.
2. 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.
3. Grigorev I.V., Grigoreva O.I., Werner N.N. Systems of machines for the creation and operation of forest plantations // Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2017. Vol. 5. No. 5 (31). pp. 438-443.
4. Grigorev I.V., Grigoreva O.I. Setting the task of economic assessment of improving working conditions and safety of operators of forest machinery // Occupational safety and health in logging and woodworking industries. 2022. No. 4. pp. 43-48.
5. Markov O.B., Voronov R.V., Davtyan A.B., Grigorev I.V., Kalita G.A. A mathematical model for selecting a system of machines for creating and operating forest plantations. // The woodworking industry. 2021. No. 1. pp. 16-26.
6. Nikiforova A.I., Khitrov E.G., Pelymsky A.A., Grigoreva O.I. Determination of precipitation during the movement of a logging machine on a two-layer base // Scientific notes of Petrozavodsk State University. 2014. No. 2 (139). pp. 87-91.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_75-78

УДК 676.164.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВМЕСТНОЙ ВАРКИ ОСИНЫ И БЕРЕЗЫ

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF COMBINED COOKING OF ASPEN AND BIRCH

Федорова О.В.¹, кандидат технических наук, доцент кафедры ТЦКМ,

Рыбников О.В., кандидат технических наук, исполнительный директор НПАО «Светогорский ЦБК»^{1,2},

Аким Э.Л.¹ доктор технических наук, профессор кафедры ТЦКМ,

Таразанов А.А.¹, старший преподаватель кафедры ТЦКМ,

Бобкова Е.А.¹, ассистент кафедры ТЦКМ

¹Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия

²НПАО Светогорский ЦБК

Fedorova O.V., Candidate of Technical Sciences, associate Professor of the Department of TPCM¹,

Rybnikov O.V., Candidate of Technical Sciences, Executive Director of NPAO Svetogorsk^{1,2},

Akim E.L. doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of TPCM¹,

Tarazanov A.A., senior lecturer of the Department of TPCM¹,

Bobkova E.A., assistant of the Department of TPCM¹

¹St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design, St. Petersburg, Russia

² NPAO Svetogorsk

Аннотация: В условиях глобальных экономических санкций, связанных с ограничениями на импорт белой бумаги и химикатов для её производства, Россия сталкивается с необходимостью разработки собственных технологий для обеспечения устойчивого производства офисной бумаги. Необходимость снижения степени белизны бумаги, обусловлено не только экономическими соображениями, но и негативным воздействием на окружающую среду отбеливающих реагентов.

Abstract: In the context of global economic sanctions related to restrictions on the import of white paper and chemicals for its production, Russia is faced with the need to develop its own technologies to ensure sustainable production of office paper. The need to reduce the degree of whiteness of paper is due not only to economic considerations, but also to the negative environmental impact of bleaching reagents.

Ключевые слова: бумага «ЭКО»; совместная варка осины и березы

Keywords: «ECO» paper; combined cooking of aspen and birch

На протяжении десятилетий экологические организации по всему миру активно выступали за уменьшение степени белизны офисной бумаги до минимально необходимого уровня, достаточного для ее основной функции – хранения информации. Учитывая краткий срок службы многих видов документации (счета, квитанции и т.п.), снижение стоимости является приоритетным. Чрезмерная белизна бумаги, достигаемая за счет оптических отбеливателей, может быть вредна для зрения (белизна школьных тетрадей, согласно ISO, ограничена 80 единицами).

В 2022 году, в условиях санкционных ограничений, импорт белой бумаги в Россию был прекращен рядом стран, а некоторые зарубежные производители остановили поставки химикатов, в том числе для отбеливания целлюлозы. Опираясь на результаты предыдущих исследований Кафедры ТЦКМ и Светогорского ЦБК по биорефайнингу осины, в сжатые сроки было налажено производство ЭКО-бумаги TCF с использованием частично отбеленной лиственной целлюлозы и минеральных наполнителей. Качество этой бумаги соответствует всем требованиям, предъявляемым к офисной бумаге. Разработана и внедрена в производство новая марка офисной бумаги – бумага ЭКО, не содержащая хвойной беленой целлюлозы. Ключевым этапом является получение частично отбеленной лиственной целлюлозы путем совместной варки березы и осины с последующей кислородно-щелочной обработкой.

Технология сульфатной варки представляет собой способ переработки древесины с целью производства промежуточных продуктов, востребованных в различных секторах экономики. В рамках настоящего исследования в качестве сырья применялась щепа березы и осины. Данная порода дерева является довольно распространенной на территории Российской Федерации. Дополнительно изучались образцы офисной бумаги, серийно выпускаемой на Светогорском ЦБК, и образцы, разработанные в рамках данного проекта. [1]

Совместная варка древесины березы и осины осуществлялась на пилотной установке Кафедры Технологии целлюлозы и композиционных материалов ВШТЭ, оснащенной системой принудительной циркуляции и автоматизированной системой управления, аналогичной промышленным системам, применяемым на Светогорском ЦБК.



Рисунок 1 – Лабораторная варочная установка кафедры ТЦКМ

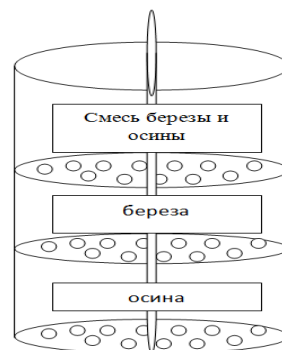


Рисунок 2 – Оригинальная трёхъярусная вставка в пилотную варочную установку

Производство бумаги ЭКО, ориентированной на экологические стандарты, является многоступенчатым процессом, в котором ключевую роль играет использование целлюлозы из лиственных пород деревьев. Одним из самых важных этапов этого процесса является изготовление частично отбеленной целлюлозы, что достигается путем совместной варки древесины березы и осины. Этот метод позволяет добиться оптимального соотношения качества и экологичности готовой продукции.

Древесина березы и осины – это две лиственные породы, которые широко используются в производстве целлюлозы. Они имеют различные физические и химические характеристики, что влияет на конечные свойства целлюлозы. Для достижения наилучших результатов необходимо учитывать, как каждая порода влияет на степень провара,

морфологические особенности волокна и, соответственно, на качество итогового продукта.

На кафедре ТЦКМ была разработана уникальная лабораторная варочная установка, которая позволяет проводить эксперименты с высокой степенью контроля. Установка оснащена системой принудительной циркуляции и оригинальной трехъярусной вставкой, что обеспечивает равномерное распределение температур и давление в процессе варки. Это важно для достижения однородности целлюлозы и минимизации потерь при обработке. Для проведения эксперимента был выбран технологический режим, который соответствует регламенту производства целлюлозы на Светогорском ЦБК. Это позволяет получить результаты, максимально приближенные к промышленным условиям, и провести корректный анализ влияния различных факторов на качество целлюлозы.

Одной из первостепенных задач, стоящих в исследовании, является разделение технологической щепы на березовую и осиновую. Это необходимо для того, чтобы точно оценить влияние каждой породы на процесс варки и на конечные характеристики целлюлозы. Использование современных методов разделения и обработки щепы позволяет добиться высокой степени чистоты эксперимента и, как следствие, более точных результатов.

Производство ЭКО-бумаги требует комплексного подхода и глубокого понимания свойств используемых материалов. Совместная варка березы и осины, с учетом их уникальных характеристик, является ключевым этапом, который влияет на качество конечного продукта.

Использование трёхъярусной варочной корзины с разделителями [2] позволило проводить параллельную варку разных видов древесины – осины и березы при одинаковых условиях для каждого слоя. Такой подход минимизирует влияние случайных факторов и обеспечивает более точное сравнение свойств полученного полуфабриката из разных видов сырья. Предварительное разделение щепы по видам древесины производилось с помощью визуального метода и окрашивания 4%-ным раствором NaOH [3]. Осина приобретает светло-желтый оттенок, а береза – коричневый. Заметим, что использование раствора NaOH не только облегчает сортировку. В ходе эксперимента щепка укладывалась в три слоях [2]: нижний – 100% осина, средний – 100% береза, верхний – смесь 15% осины и 85% березы. Это позволяет оценить оптимальные соотношения компонентов для достижения целевых параметров готового продукта. После варки определялись ключевые характеристики полученного полуфабриката: анализ структурно-морфологических характеристик волокон (табл.1), а также жесткость (число Каппа) и водоудержание (табл.2). Данное определение проводилось на приборе Morfi, который позволяет оценить длину, толщину, и другие параметры волокон, влияющие на свойства бумаги или картона, получаемых из этого сырья.

Результаты данной работы были использованы Светогорским ЦБК при создании линейки продукции бумаги «ЭКО». Проведенная работа показала, что делигнификация осиновой щепы происходит более глубже, что дает положительный эффект при кислородной щелочной обработке, проводимой на опытно-промышленной выработке на Светогорском ЦБК.

Таблица 1 – Сравнительная таблица показателей морфологических характеристик

Характеристики	Береза	Осина	Смесь
Длина волокон, мм	0,89	0,82	0,9
Ширина волокон, мкм	21,4	23,4	22,6
Угол изгиба,°	133,3	131	133,7
Скручиваемость волокон, %	6,4	7,1	6,8
Процент от площади мелочи, %	5,2	5,5	4,2
Грубость, мг/м	0,1	0,1	0,1

Таблица 2 – Сравнительная таблица

Наименование показателя	1 варка			2 варка			3 варка		
	смесь	осина	береза	смесь	осина	береза	смесь	осина	береза
Жесткость, ед. Каппа	16,1	11,9	16,3	18,3	11,3	18,3	17,2	12,0	16,9
Выход, %	45,9	41,1	46,5	50,3	46,6	46,9	46,2	44,3	45,8
Непровар, %	0	0	0	0	0	0,9	0,2	0	0,3
Водоудержание по Джайме, %	426	221	559	525	147	718	515	178	682

Список литературы

1. Аким Э.Л., Бучельникова Я.В., Молотков Л.К., Коваленко М.В., Мандре Ю.Г., Заяц Ю.Н., Сергеев А.Д., Рыбников О.В., Рассказова Н.Я. Биорефайнинг осины // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2010. № 8. С. 26-31.
2. Патент РФ № 2493309. Аппарат для переработки растительных целлюлозосодержащих материалов / Аким Э.Л., Мандре Ю.Г., Коваленко М.В., Сергеев А.Д., Мазитов Л.А., Таразанов А.А. 7 с.
3. Патент № SU 1606558A1МПК D21B 1/02 G01N 33/46. Способ определения количественного содержания древесины березы и осины в технологической щепе/ Рыкова Т.М., Стромская Г.И., Закаров А.Н., Литвинцева М. Б. 3 с.

References

1. Akim E.L., Buchelnikova Ya.V., Molotkov L.K., Kovalenko M.V., Mandre Yu.G., Zayats Yu.N., Sergeev A.D., Rybnikov O.V., Rasskazova N.Ya. Biorefining aspen // Cellulose. Paper. Paperboard. 2010. No. 8. pp. 26-31.
2. Patent of the Russian Federation No. 2493309. Apparatus for processing vegetable cellulose-containing materials / Akim E.L., Mandre Yu.G., Kovalenko M.V., Sergeev A.D., Mazitov L.A., Tarazanov A.A. 7 p.
3. Patent No. SU 1606558A1MPK D21B 1/02 G01N 33/46. Method for determining the quantitative content of birch and aspen wood in technological chips/ Rykova T.M., Stromskaya G.I., Zakorov A.N., Litvintseva M. B. 3 S.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_79-83

УДК 674.053:621.934

**ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ДИСКОВЫХ ПИЛ НА СИЛУ РЕЗАНИЯ, ОБЪЕМ ОТХОДОВ И НАДЕЖНОСТЬ
РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ**

INFLUENCE OF GEOMETRIC AND KINEMATIC PARAMETERS OF CIRCULAR SAWS ON
CUTTING FORCE, WASTE VOLUME AND RELIABILITY OF EQUIPMENT OPERATION

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

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

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

Bukhtoyarov L.D., Cand. Sci. (Tech.) Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia
Buryakova A.A., master, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia

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

Аннотация: Минимизация отходов производства на лесопромышленных предприятиях остается актуальной проблемой. Одним из оборудования при распиловке древесины являются круглопильные станки рабочим органом которых являются дисковые пилы. На величину отходов влияют геометрические параметры пилы, а на производительность её кинематические и динамические параметры. В статье показано влияние геометрических параметров на силу резания, и объем отходов, а также влияние кинематических параметров на скорость резания и производительность с учетом надежности работы оборудования.

Abstract: Minimization of production waste at forestry enterprises remains an urgent problem. One of the equipment used for sawing wood is circular sawing machines, the working element of which is a circular saw. The amount of waste is affected by the geometric parameters of the saw, and its productivity is affected by its kinematic and dynamic parameters. The article shows the influence of geometric parameters on the cutting force and the volume of waste, as well as the influence of kinematic parameters on the cutting speed and productivity, taking into account the reliability of the equipment.

Ключевые слова: дисковая пила, скорость резания, мощность, объем отходов, скорость подачи.

Key words: circular saw, cutting speed, power, waste volume, feed rate.

Подбор технического оснащения на лесопромышленных и деревоперерабатывающих производствах с каждым годом становится все сложнее. Появляются новые способы

обработки древесины в соответствии с задачами, которые ставит перед собой предприятие. Основная цель любого деревоперерабатывающего предприятия увеличить производительность и минимизировать отходы производства.

Несмотря на свою долгую историю использования, дисковые пилы продолжают оставаться наиболее востребованными на средних и крупных предприятиях. Их используют практически во всех этапах деревообработки, будь она первичной, вторичной или финишной. Что же касается мелких предприятий, они отдают предпочтение ленточным пилам из-за их дешевизны и срока службы, что также является не менее важным фактом. Преимущества использования дисковых пил – высокая точность при распиловке древесины, что позволяет получить необходимые размеры изделия, возможность распиловки разных пород древесины (возможность работы и с мягкими и с твердыми породами); количество дефектов продукции сведено до минимума, что обеспечивает получение досок без сколов и трещин; возможность получения гладких и ровных поверхностей. Дисковые пилы по сравнению с ленточными обладают большим объемом отходов.

Рассмотрим основные параметры дисковых пил, которые непосредственно влияют на производительность и надежность. В данной статье представлен анализ влияния различных факторов пил на процесс распиловки древесины.

Проведем анализ основных параметров дисковых пил. В первую очередь обратим внимание на такой фактор, как геометрия лезвия. Рассматривая угол наклона между передней гранью зуба и линией, перпендикулярной направлению резки, можно сказать, что, увеличивая угол снижаем силу резания, но и в тоже время увеличиваем износ [1]. Что касается заднего угла, обычно используют (10° - 15°), если мы уменьшаем угол, увеличивается трение, но в тоже время повышается и долговечность пилы. Силу резания рассчитываем по следующей формуле:

$$F_c = k \cdot b \cdot h \cdot (1 - \sin y), \quad (1)$$

где k – удельное сопротивление, Н/мм²;

b – ширина пропила, мм;

h – толщина стружки, мм.

Улучшить эффективность мы можем путем увеличения угла наклона, но при этом скорость резания будет уменьшена. Также важным фактором является количество и тип зубьев.

Объем отходов определим следующим образом:

$$V_w = b \cdot t \cdot L, \quad (2)$$

где b – ширина пропила, мм;

t – толщина распиливаемого материала, мм;

L – длина реза, мм.

Скорость резания V_c может увеличивать или уменьшать качество получаемой поверхности, но в тоже время, чем выше скорость, тем выше энергопотребление [2].

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{60 \cdot 1000}, \quad (3)$$

где D – диаметр пилы, мм;

N – частота вращения пилы, об/мин.

Определив скорость резания найдем мощность, кВт:

$$P = \frac{F_c \cdot V_c}{1000}, \quad (4)$$

Из этого следует, что если мы повышаем скорость резания, например, на 20 %, то и мощность увеличится на 20-25 %.

Еще один не менее важный фактор – скорость подачи. В зависимости от того, какую скорость подачи мы выбираем для дисковой пилы получаем увеличение или уменьшение толщины стружки, при этом повышая силу резания повышается нагрев оборудования, что может привести к поломке. Скорость подачи определим по следующей формуле:

$$v_f = \frac{f_z \cdot z \cdot N}{1000}, \quad (5)$$

где f_z – подача на зуб, (z – число зубьев пилы), мм.

Толщину стружки определим по формуле:

$$h = f_z \cdot \sin \gamma, \quad (6)$$

Если толщина стружки превышает ($h > 0,5$ мм), то это с большой вероятностью может вызвать прогиб пилы.

Рассмотрим ширину пропила, которая непосредственно влияет на величину отходов:

$$b = t + 2 \cdot s, \quad (7)$$

где t – толщина диска, мм;

s – развод зубьев, мм.

Из этой формулы можем сделать вывод, что, если мы уменьшим толщину, пропила на 0,5 мм, мы сможем и количество отходов снизить до 20 %, что на сегодняшний день является одним из важнейших целей деревоперерабатывающего производства.

Изучим параметры, влияющие на процесс распила древесины:

1. Энергоэффективность. Если проведем оптимизацию скорости резания и скорости подачи произойдет минимизация мощности. Покрытия (например, AlTiN) снижают трение, уменьшая мощность на 10-15% [3].

2. Качество реза. В этом случае уменьшать необходимо толщину стружки и повышать скорость резания, тогда мы сможем добиться ровности поверхности (0,1 мм против 0,3 мм).

3. Образование отходов. Чем меньше отходов, тем выше рентабельность выбираемого оборудования. Для этого следует обратить внимание на количество зубьев и ширину пропила.

4. Износ и надежность. Скорость износа можем определить по формуле:

$$W = k_w \cdot V_c \cdot F_c \cdot t, \quad (8)$$

где k_w – коэффициент износа,

t – время резки, с.

Высокая скорость резания безусловно понижает срок службы пилы (например, с 500 до 400 резов).

Не стоит забывать и о влиянии свойств древесины на качество обслуживания и срок службы пилы. На силу резания влияет плотность древесины, так, например, ель с плотностью $\sim 450 \text{ кг/м}^3$ требует меньшую F_c , по сравнению с буком, который имеет плотность $\sim 700 \text{ кг/м}^3$. Влажность тоже имеет свое влияние, если она ($>30 \%$), то это увеличивает удельное сопротивление и повышает мощность почти на 20 %. Поэтому, на предприятиях используют древесину 8-20 % влажности, предварительно просушивая при комнатной температуре, или в специальных сушильных камерах.

На сегодняшний день на лесозаготовительных предприятиях практическое применение получили многодисковые пилы с оптимизированной скоростью подачи и шириной подачи. Благодаря этим подходам предприятия получают хорошую производительность дисковых пил. Если конструкция энергоэффективна, то это способствует поддержанию устойчивой бесперебойной работы производства, и соответственно снижает количество затрат на закупку нового оборудования [4].

Соответственно, одной из основных проблем является нахождение баланса между мощностью и количеством отходов. Создание умных пил с адаптивной скоростью резания и скоростью подачи может повысить надежность и эффективность процесса распиловки на предприятиях.

Делая вывод, приходим к тому, что производительность и надежность круглых пил напрямую зависит и от геометрии лезвия, и от конструкции зубьев, а из этого вытекает скорость резания, скорость подачи и ширина пропила. Формулы и расчеты помогают понять, что высокая скорость резания улучшает качество продукции, но снижает надежность оборудования, а уменьшение ширины пропила непосредственно сокращает отходы. При оптимизации данных параметров обеспечивается эффективная и устойчивая обработка древесины.

Список литературы

1. Какмак Али, Абдулкадир Малкочоглу. Важность геометрии пильного диска и технических условий при обработке древесины на циркулярных пилах: Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi 8(2). – 2019. – С. 114-124. DOI 10.17100/nevbiltek.441857
2. Глебов И.Т. Расчет режимов резания древесины: Монография / И. Т. Глебов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. – 159 с.
3. Марьям Торкгхашгхаи, Уильям Шаффер (и др.) Увеличение срока службы дисковых пил, используемых при первичной обработке древесины // BioResources 18 (1). – 2023. с. 2024–2044. – DOI: 10.15376/biores.18.1.2024-2044
4. Ивановский, В. П. Анализ силового взаимодействия дискового ножа с древесиной при бесстружечном делении / В. П. Ивановский, Д. К. Томенко, С. П. Трофимов, А. В. Киселева // Лесотехнический журнал. – 2022. – Т. 12. – № 4 (48). – С. 130–140. – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2022.4/9>.

References

1. Çakmak Al, Malkoçoğlu Abdulkadir. (2019). Importance of Saw Blade Geometry and Technic Conditions in Machining of Wood Materials in Circular Saw Machines: Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi. 8. 2019. pp. 114-124. DOI 10.17100/nevbiltek.441857
2. Glebov I.T. Calculation of wood cutting modes: Monograph. / I.T. Glebov – Yekaterinburg: Ural State Forestry University. Univ., 2005. 159 p.
3. Maryam Torkghashghai, William Shaffer (et al.) Extended service life of circular saws used in primary wood processing // BioResources 18 (1). – 2023. pp. 2024-2044. – DOI:10.15376/biores.18.1.2024-2044
4. Ivanovsky, V. P. Analysis of the force interaction of a circular knife with wood during chipless fission / V. P. Ivanovsky, D. K. Tomenko, S. P. Trofimov, A.V. Kiseleva // Forestry Engineering Journal. – 2022. – Vol. 12. – № 4 (48). – pp. 130-140. – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2022.4/9>.

АЛЕКСЕЕВО-АКАТОВ МОНАСТЫРЬ ДО ПЕРЕСТРОЙКИ В КАМНЕ**ALEKSEEVO-AKATOV MONASTERY BEFORE PERESTROIKA IN STONE**

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

Аннотация: Акатов Алексеевский монастырь, основанный в XVII веке, первоначально представлял собой деревянный комплекс, характерный для того времени. Его расположение на возвышенности у реки Воронеж обеспечивало стратегические и хозяйственные преимущества. Однако к концу XVII – началу XVIII века монастырь начал подвергаться перестройке в камне. Причинами этого стали высокая пожарная опасность деревянных построек, военные угрозы, рост значимости монастыря и развитие каменного строительства в регионе. Первые каменные здания включали храм, ограду и жилые корпуса, что значительно укрепило монастырь и придало ему статус одного из важнейших духовных центров Воронежской губернии.

Abstract: Akatov Alekseevsky Monastery, founded in the 17th century, was originally a wooden complex typical of that time. Its location on a hill near the Voronezh River provided strategic and economic advantages. However, by the end of the XVII – beginning of the XVIII century, the monastery began to undergo reconstruction in stone. The reasons for this were the high fire danger of wooden buildings, military threats, the growing importance of the monastery and the development of stone construction in the region. The first stone buildings included a temple, a fence and residential buildings, which significantly strengthened the monastery and gave it the status of one of the most important spiritual centers of the Voronezh province.

Ключевые слова: монастырь, деревянный комплекс, перестройка в камне, Воронежская губерния, пожарная опасность, военные угрозы, каменное строительство, храм.

Keywords: monastery, wooden complex, reconstruction in stone, Voronezh province, fire danger, military threats, stone construction, temple.

Алексеево-Акатов монастырь, один из старейших монастырей Воронежской епархии, был основан в 1620 году по обету горожан, в благодарность за дарованную им победу над многочисленным войском литовцев и черкас. [1]. Монастырь был построен на возвышенности, рядом с рекой Воронеж. Это расположение играло ключевую роль, так как имело в первую очередь оборонительное значение: возвышенность давала хороший обзор местности, что позволяло заранее заметить возможную опасность. В XVII веке южные земли Русского царства подвергались набегам крымских татар, и деревянный монастырь мог служить временным укреплением. Во вторую очередь играла роль приближенности к воде: река Воронеж обеспечивала монахов водой для питья, хозяйственных нужд и земледелия; вода использовалась для промышленных нужд монастыря (например, для мельницы). В третью очередь была

важность плодородия земли: низины у реки были удобны для сельского хозяйства — монастырь мог обеспечивать себя продовольствием; леса вокруг служили источником древесины и дичи.

В документах 1620-30-х годов монастырь именовался пустынью. В последующие годы Акатова обитель стала монастырём и имела собственных настоятелей. В 1674 году в Акатовом монастыре был возведен первый в Воронеже каменный храм с колокольной во имя святителя Алексия Московского [2].

На протяжении всего XVII – начала XIX века. Алексиево-Акатов монастырь оставался единственной в городе мужской обителью. С того времени настоятели его имели сан архимандрита [1].

Монастырь имел деревянные постройки, крытые соломой. Ограда была выполнена из соснового леса с двумя воротами. В 1770—1780-е годы при архимандрите Сампсонии (1713-1793) на территории монастыря были возведены трапезная, новые кельи, пекарня, настоятельский корпус. Деревянная ограда была заменена на каменную с тремя угловыми башенками. Западная башня была жилой. Монастырь занимал две десятины земли [3]. При его наследнике, архимандрите Амвросии, был перестроен Алексеевский храм.

В 1879-1880 годах в монастыре в створе Введенской улицы была возведена надвратная четырехъярусная колокольня (1674 год) высотой в 49 метров, которая в настоящее время является самой древней постройкой в Воронеже, с церковью Сергия Радонежского в нижнем ярусе [4].

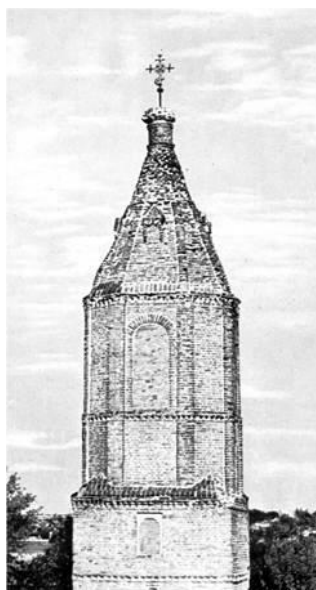


Рисунок 1 – Надвратная колокольня

Краевед Николай Валукинский так описывал в 1912 году колокольню: «Весь корпус Окатовской колокольницы состоит из трех частей: нижней четверичной, средней восьмигранной призмы и верхней пирамиды, увенчанной кирпичной главкой. Стиль русский: большие стены, малые отверстия, большая лобовая часть являются характерными знаменателями старания строителей привлечь богомольцев чистотою своих помыслов, бескорыстной, благородной души. Средняя часть - восьмигранная призма - на едва показавшемся четырехскатном начале, прячет углы в пилястрах и украшена в середине поясом, аверху карнизом, состоящим из фриза и

чередующихся ребер торца. С четырех сторон - открытые арки для звона. Непосредственно от карниза идет кирпичная пирамида шатра с четырьмя слухами. Углы пирамиды, как и призмы, спрятаны в пилястры, не доходящие до барабана (шейки главки), обнимая тем самым переход от пирамиды. Москва от земли до креста!» (рис. 1).

Историк архитектуры Юрий Успенский делал общий вывод: «Все части колокольни: и нижний четверик, и средний восьмигранник, и верхний шатер представляют из себя формы, легко воспроизводимые в дереве. В этом и есть разгадка архитектурного стиля этих чисто русских колоколен, явившихся всецело повторением в камне столь привычных и излюбленных деревянных форм. Колокольня Алексеевского монастыря является единственным сооружением типа вполне московского, допетровского. Все сооружение, если нельзя назвать одним из лучших образцов столь пленительных, интимных колоколен Московской Руси, если в нем и виден известный провинциализм стиля, - однако, все же оно в целом является одним из трогательных образчиков самостоятельного старого зодчества» [3].

К концу XVII века деревянный Акатов Алексеевский монастырь уже не соответствовал новым требованиям к монастырским комплексам. Несколько факторов привели к решению перестроить его в камне:

1. Опасность пожаров:
 - Деревянные постройки были легко воспламеняемыми, а в условиях монастырской жизни (использование свечей, печей) это представляло большую угрозу.
 - В истории монастыря были пожары, после которых здания приходилось восстанавливать.
2. Укрепление южных рубежей России:
 - Конец XVII – начало XVIII века — это период активного освоения юга России, и Пётр I делал ставку на развитие Воронежа как стратегически важного региона.
 - Каменные монастыри воспринимались как укрепления — в случае военных угроз они могли служить убежищем для местного населения.
3. Повышение статуса монастыря:
 - К XVIII веку монастырь стал важным духовным и культурным центром Воронежской губернии.
 - Каменные постройки подчёркивали его значимость и привлекали новых меценатов.
4. Развитие каменного строительства:
 - В регионе начали развиваться кирпичные заводы, что сделало каменные материалы более доступными.
 - Появились технологии, позволявшие строить долговечные храмы и монастырские здания.

К концу XVII – началу XVIII века Акатов Алексеевский монастырь уже не мог оставаться деревянным. Причины для его перестройки в камне назревали давно: пожары, военные угрозы и стремление к статусу более значимого духовного центра.

Перестройка монастыря в камне началась в конце XVII века и была связана с поддержкой как церковных властей, так и государства. В это время в России активно развивалась каменная архитектура, особенно в южных регионах, которые Пётр I рассматривал как стратегические.

Главными инициаторами перестройки стали: монастырское духовенство – настоятели понимали, что каменные постройки придадут монастырю прочность и увеличат его значимость; Воронежская епархия – Воронеж к этому времени становился важным центром православия на юге России, и власти стремились укрепить местные монастыри; Царь Пётр I – Воронеж был важным городом для строительства русского флота, и Пётр способствовал укреплению региона, в том числе финансированию крупных каменных строек.

Перестройка шла постепенно, так как требовала больших затрат и труда. Новые здания возводились поочередно, заменяя старые деревянные постройки. Первыми каменными сооружениями в монастыре стали: главный храм – деревянная Алексеевская церковь начала разрушаться, и было принято решение строить новую, каменную. Она стала первым значительным каменным зданием монастыря; каменная ограда – старая деревянная ограда уже не обеспечивала достаточной защиты, а каменные стены придавали монастырю фортификационный вид; жилые и хозяйственные постройки – в первую очередь были заменены здания, наиболее подверженные износу и пожарам.

Для строительства использовали: кирпич – производился на местных заводах, которые начали активно работать в это время; камень – вероятно, добывался в местных карьерах; белый камень и штукатурка – использовались для облицовки и придания храмам величественного вида.

После перестройки монастырь стал более крепким и долговечным – каменные постройки защищали от пожаров и разрушений; приобрёл новый архитектурный стиль – монастырь стал похож на другие крупные монастыри России; укрепил свой статус – перестройка сделала его одним из ведущих монастырей Воронежской губернии.

На протяжении XVIII–XIX веков обитель продолжала строиться и благоустраиваться. В 1804–1819 годах была построена двухэтажная каменная церковь, сохранившаяся и действующая в настоящее время. Нижний храм был освящен в 1812 году во имя святителя Алексия, верхний – в 1819 году в честь Воскресения Христова (рисунок 2) [1].



Рисунок 2 – Панорама Алексиевского - Акатова монастыря начала XVIII

В центре монастырского двора сейчас расположена Алексеевско-Владимирская церковь, выполненная в стиле классицизма. Рядом церковью расположена звонница в первоначальном виде. По периметру двора размещены одно- и двухэтажные монастырские постройки (рисунок 3).

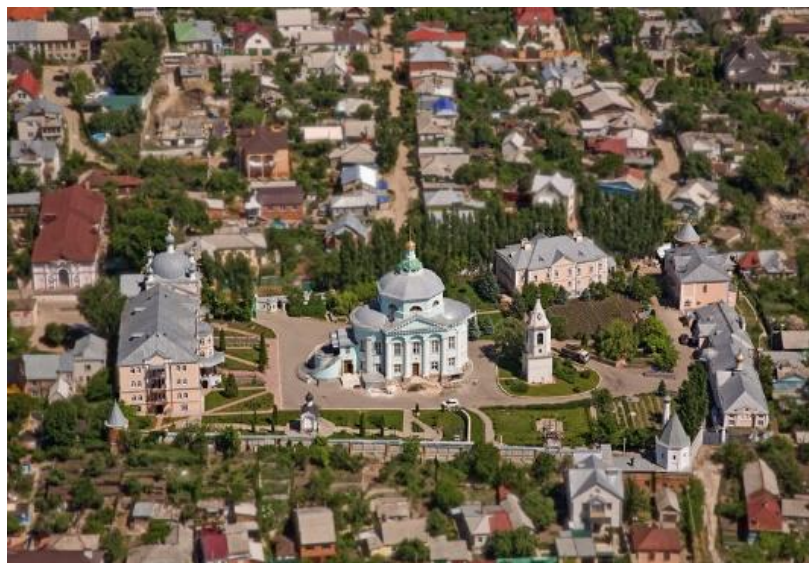


Рисунок 3 – Современное состояние территории

Список литературы

1. Официальный сайт Администрации Карачунского сельского поселения : История. – URL: <http://karachunskoe.ru/information/history.html> – свободный. – загл. с экрана.
2. Дерево. Открытая православная энциклопедия. : Алексеево-Акатов монастырь. Воронежский Акатов женский монастырь во имя святителя Алексия Московского Воронежской епархии. – URL: <http://drevo-info.ru/articles/15463.html> – свободный. – загл. с экрана.
3. Акиншин А. Н. Храмы Воронежа : А.Н. Акиншин. – Изд. 2-е. – Воронеж: Кварта, 2003. – 240 с.
4. Кригер Л. В. Путеводитель Воронежской области по памятникам истории и культуры Воронежской области : Л. В. Кригер, Воронеж: Воронежский государственный университет, 2006. – 244 с.

References

1. The official website of the Administration of the Karachunsky rural settlement : History. – URL: <http://karachunskoe.ru/information/history.html> – free. – caption from the screen.
2. The tree. The Open Orthodox Encyclopedia. : Alekseevo-Akatov Monastery. Voronezh Akatov Convent in the name of St. Alexy of Moscow, Voronezh Diocese. – URL: <http://drevo-info.ru/articles/15463.html> – free. – caption from the screen.
3. Akinshin A. N. Temples of Voronezh : A.N. Akinshin. – 2nd ed. Voronezh: Kvarta Publ., 2003. 240 p.
4. Krieger L. V. Guide of the Voronezh region to the monuments of history and culture of the Voronezh region : L. V. Krieger, Voronezh: Voronezh State University, 2006. – 244 p.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_89-93

УДК 747.012

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ**INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR PROCESSING WOOD WASTE**

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

Стородубцева Т.Н., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Морковин В.А., кандидат технических наук, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Evseeva A.A., student of the FGBOU VO Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Storodubtseva T.N., Doctor of Technical Sciences, Professor of the FGBOU VO Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Morkovin V.A., Candidate of Technical Sciences, Head of Department FGBOU VO Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Аннотация. Во многих развивающихся странах возобновляемые источники энергии сбалансированно используются в промышленных целях наряду с традиционными энергоресурсами. Это позволяет достичь устойчивого развития экономики и помогает сохранить чистоту окружающей среды. В условиях современного темпа роста промышленности проблеме бережного использования природных ресурсов уделяется недостаточное внимание.

Abstract: In many developing countries, renewable energy sources are used in a balanced manner for industrial purposes along with traditional energy resources. This makes it possible to achieve sustainable economic development and helps to keep the environment clean. With the current rate of industrial growth, insufficient attention is being paid to the problem of careful use of natural resources.

Ключевые слова: древесина, отходы, эффективность, инновации, ресурсы, процессы, вырубка, пожар, доступность.

Keywords: wood, waste, efficiency, innovation, resources, processes, deforestation, fire, accessibility.

Рациональное природопользование наряду с полным удовлетворением потребностей должно учитывать принципы истощаемости и непостоянства природных ресурсов, сохранять возможность восстановления природно-ресурсного потенциала и экологического баланса. Одним из ярких примеров отрасли остро нуждающейся в регулировании процессов потребления может служить лесная промышленность. Результатом лесозаготовки помимо качественных пиломатериалов является образование большого количества нерентабельной древесины и отходов, которые полезно не используются и зачастую остаются на местах вырубки. Причинами этого являются низкая транспортная доступность объектов вырубки, недостаточное внедрение систем переработки отходов, мягкость законодательства и недобросовестность лесозаготовителей. Помимо нереализованного экономического потенциала образующийся

валежник таит в себе ряд опасностей – это обширный рассадник для вредителей и возможный очаг будущего лесного пожара. Количество отходов увеличивается пропорционально росту производства, одновременно с этим удельный вес отходов дровозаготовки

возрастает с увеличением глубины переработки.

В такой ситуации остро встает вопрос об утилизации и полезном использовании древесных отходов. Государственная политика в сфере использования местных видов топлива на период до 2030 года будет предусматривать: восстановление и поддержку развития производства местных источников топлива, создание тепловых электростанций и котельных, работающих на этих источниках (торф, отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности), в том числе в труднодоступных и удаленных регионах [1].

Помимо неоспоримой пользы для экологии, переработка вторичных природных ресурсов является источником получения дополнительной прибыли от продажи топливных гранул сторонним организациям и хозяйствам. Затраты на тепловую и электрическую энергию составляют порядка 25 % себестоимости конечных продуктов деревообработки что, несомненно, подогревает интерес к использованию собственных источников энергии. Это особенно актуально в условиях роста тарифов на энергоресурсы и установления лимитов потребления. Отдаленность и трудная транспортная доступность объектов вырубki делают невозможным или заметно удорожают вывоз отходов для дальнейшего использования, что порождает потребность в мобильной установке для переработки отходов и выработки энергии для собственных нужд производства и организации быта персонала.

Коэффициент полндревесности и насыпная масса. Древесные отходы в процессе лесозаготовки накапливаются в одном месте и без предварительного уплотнения занимают больший объем, чем они занимали в цельной древесине. Вес единицы объема такой насыпи напротив меньше за счет разрыхления. Эта характеристика была рассмотрена ранее, в контексте анализа возможности и рентабельности перевозки древесных отходов. Влажность. Влага в древесине влияет на физико-механические свойства древесины в любом ее виде.

Уровень содержания влаги в древесных отходах имеет большое влияние на технологию производства паллет. Так при влажности выше 14-16 % затрудняется процесс измельчения, т.к. вода играет роль смазки и на выходе после измельчения получают более крупные частицы. При очень низкой влажности, порядка 4-5 % напротив древесина становится хрупкой и легко измельчается. При такой низкой влажности древесина активнее 32 впитывает как воду, так и другие растворимые элементы, предусмотренные технологией обработки, например, связующие и обеззараживающие [2].

Содержание лигнина в древесине лиственных пород порядка 20-30 %, в хвойных – до 50 %. Лигнин придает древесине пластичность, что позволяет осуществлять прессование без дополнительных связующих веществ. Сам по себе он также прекрасно гранулируется и брикетируется, поэтому иногда его добавляют к трудно прессуемому сырью, например - к березовым отходам, для улучшения качества производимых гранул и брикетов. Несмотря на то, что высокое содержание лигнина в древесине хвойных пород обеспечивает ее пластичные свойства, высокое содержание смолы не позволяет использовать для изготовления пеллет хвойный опил в чистом виде.

Необходимо смешивать хвойные опилки с опилками лиственных пород (рекомендуемое количество хвойных не больше 20 %). Размеры частиц непосредственно влияет на эффективность процесса, чем меньше фракция, тем выше производительность. Так как форма измельченных древесных отходов далека от формы шара, то для ее характеристики используют такой параметр как эквивалентный диаметр. Оптимальный размер для подачи на сушку не более 25 мм, на пеллетайзер – не более 5 мм, допускается примесь в массу для пеллетирования отходов эквивалентного диаметра 25 мм, но не более 25 процентов от общей массы.

Добавление крупных частиц сказывается на прочности пеллет и возможности их транспортировки. Размер частиц неразрывно связан с таким показателем как парусность. Под парусностью понимают способность частиц витать в потоке воздуха или другого газа. Этот параметр важен при проектировании сушильных установок для расчета оптимальной скорости сушильного агента, чтобы избежать высокой доли уноса частиц. Чтобы анализировать эффективность и рентабельность организации мероприятий по переработке древесных отходов, нужно иметь представление об их количестве.

Безусловно, данные меняются в зависимости от метода раскря древесины, совершенства технологии и многих других факторов.

Соответственно, отходы составляют 37 % от общей заготовки древесины. Имея информацию об объемах лесозаготовки предприятия, можно рассчитать примерный объем древесных отходов.

Помимо переработки в топливные гранулы древесные отходы, предварительно измельченные, могут непосредственно сжигаться в котлах. Этот путь имеет место на пеллетных или иных производствах, связанных с деревообработкой при выработке энергии для собственных нужд.

Основные методы энергетического использования древесных отходов - прямое сжигание; сжигание в кипящем циркулирующем слое; газификация; сжигание пылевидного топлива. Для использования кусковых отходов в качестве топлива необходимо их предварительно переработать в щепу.

Практика показала, что наиболее эффективно и интенсивно сгорают древесные отходы, имеющие размер от 25 до 100 мм [3].

Для повышения эффективности использования древесных отходов, следует их предварительно измельчить и высушить. Организация слоевого сжигания пылевидного топлива происходит при подаче на решетку снизу небольшого количества воздуха, необходимого для процессов горения.

При восполнении отработанного объема и постоянной подаче воздуха на решетке будет поддерживаться фиксированный горящий слой. Пылевидное древесное топливо с минимальным содержанием влаги можно использовать в более совершенных методах. Если повысить скорость подаваемого на решетку воздуха, то на частицы начнут действовать подъемные силы, и толщина слоя увеличится. Возникновение кипящего слоя происходит при равенстве сил тяжести частиц и подъемной силы воздуха, минимальную скорость, при которой начинается этот процесс, называют первой критической скоростью.

При дальнейшем увеличении скорости подаваемого воздуха, установится стационарный кипящий слой. Однако существует верхний порог скорости (зависит от размера и плотности

частиц) при котором топливо не успевает прогореть и уносится потоками воздуха за пределы топки. Эта скорость называется второй критической. Реально существующие установки на кипящем слое работают в промежутке между этими двумя скоростями.

Недостатком является высокая доля уноса (в отдельных случаях достигает 20 %) и высокий абразивный износ внутренних частей оборудования, из-за использования инертных материалов для поддержания процесса горения в узком диапазоне температур. Следующим этапом совершенствования технологии сжигания является установка после топки циклона. Недогоревшие частицы возвращаются обратно в топку и циркулируют до полного сгорания, что решает проблему уноса.

Газификация осуществляется в вертикальных шахтах, называемых газогенераторами. Процесс газификации проходит в 4 этапа, соответственно газогенератор подразделяется на 4 зоны. Схема газогенераторного процесса [4] а) – прямой; б) – обращенный. В зоне сушки, расположенной в верхней части бункера, происходит сушка древесных отходов за счет генераторного газа. В средней части 38 бункера до камеры горения располагается зона сухой перегонки. В ней топливо после зоны подсушки подвергается сухой перегонке. Температура в этой зоне примерно 300-500 градусов. Процесс нагрева без доступа воздуха называется пиролизом – топливо обугливается, и из него выделяются смолы, кислоты и другие продукты сухой перегонки. В последней зоне осуществляется непосредственно процесс газификации. При прямом процессе газификации смолы, кислоты и пары воды проходят через зоны горения и восстановления, разлагаются на составные части и переходят в газообразную фазу. Благодаря этому системы топливоподачи меньше загрязняются, но увеличивается количество смол в составе продукта.

К основным факторам, влияющим на процессы газификации и состав генераторного газа можно отнести: размер газифицируемой древесины, влажность газифицируемой древесины, порода газифицируемой древесины, слой щепы в газогенераторе. В настоящее время, в контексте поиска путей энергосбережения, выпускается много статей и исследований возможности перевода ТЭЦ работающих на природном газе на генераторный.

Одно из исследований говорит о том, что перевод действующих котлов на менее калорийный вид топлива может происходить достаточно легко – с заменой или модернизацией горелочных устройств, без изменения топки и газохода. Это обусловлено тем, что на горение генераторного газа необходимо примерно в 9 раз меньше воздуха, несмотря на то, что его калорийность в 6-7 раз ниже [5].

Выводы. Потребность в надежном, дешевом и экологически чистом источнике энергии не теряет свою актуальность во все времена. Избыток традиционных топливных ресурсов нашей страны негативно сказывается на развитии альтернативных технологий получения энергии. Как показало исследование, проводимое в рамках данной работы, Европейские страны могут похвастаться обилием технологий и хорошей нормативно-правовой базой в сфере производства топливных гранул и оборудования для технологических линий.

В условиях современного темпа роста промышленности, загрязнения окружающей среды и факта истощаемости природных ресурсов, возникает необходимость воздействия рычагов государственного управления по примеру зарубежных коллег. Создание благоприятной рыночной ситуации, единых правил, норм и систем регулирования может подстегнуть

российского промышленного производителя двигаться в сторону использования альтернативных источников энергии.

В настоящее время в некоторых регионах России активно ведутся работы по внедрению систем переработки древесных отходов, но до сих пор львиная доля готовой продукции подвергается экспорту. Энергетическая стратегия России включает в себя, в том числе, увеличение доли переработки древесных и прочих отходов. Результаты данной работы могут быть полезны не только крупным лесозаготовительным предприятиям, но и частным потребителям, мелким фермерским хозяйствам как возможный путь снижения издержек собственного производства или как достаточно прибыльный инвестиционный проект.

Цепочка проста: если производимые древесные гранулы будут использоваться на внутреннем рынке - это значит, что с их помощью получают энергию и используют ее для некоего производства, плоды этого производства, в том числе и налоги, будут способствовать росту промышленности и укреплению экономики страны. Организация перерабатывающего предприятия подразумевает появление новых рабочих мест в регионе, потребностей в технологиях и оборудовании.

Все эти факторы аккумулятивно образуют единый сильный экономический эффект. Подводя итоги проделанной работы, стоит отметить, что лесопромышленный комплекс России таит в себе крупную нереализованную прибыль. Однако работа призвана привлечь внимание читателя не только на экономические аспекты использования отходов, но и на неопределимую пользу окружающей среде от этой деятельности.

Список литературы

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года.
2. Семенов, М.И. Производство электро- и теплоэнергии из отходов лесозаготовки и деревообработки // Лесное хозяйство. - 2025. - №5. – с.37-39.
3. Каталог производственной компании «Gran Master». – URL: <https://gran-master.ru/catalog/detail.php?ID=219> (дата обращения 01.03.2025).
4. Косарин, А.А. Пути повышения экономической эффективности сушки пиломатериалов // Лесной вестник. Мытищи. – 2021. - №1. – С.114-117.
5. Диденко, В.Н., Энергетические аспекты полного перевода котлоагрегатов с природного на генераторный газ: Интеллектуальные системы в производстве, - 2021. - №3. – с.97-102.

References

1. Russia's Energy Strategy for the period up to 2030
2. Semenov, M.I. Production of electrical and thermal energy from logging and woodworking waste // Forestry. – 2025, No. 5, pp.37-39.
3. Catalog of the production company "Gran Master". – URL: <https://gran-master.ru/catalog/detail.php?ID=219> (accessed 03/01/2025).
4. Kosarin, A.A. Ways to increase the economic efficiency of drying lumber // Lesnoy Vestnik. Mytishchi. – 2021. - No. 1. – pp.114-117.
5. Didenko, V.N., Energy aspects of the complete conversion of boilers from natural to generator gas: Intelligent systems in production, 2021, No. 3, pp.97-102.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_94-98

УДК 684.4; 69

СИНЕРГИЯ СТРОИТЕЛЕЙ И МЕБЕЛЬЩИКОВ: АКТУАЛЬНЫЙ ТРЕНД ИЛИ ДОЛГОСРОЧНАЯ ПЕРСПЕКТИВА

**SYNERGY OF BUILDERS AND FURNITURE MAKERS: CURRENT TREND
OR LONG-TERM PROSPECT**

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

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

Kantieva E.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Ponomarenko L.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Аннотация: В работе проведен анализ объемов строительства квартир, предлагаемых покупателю с чистовой отделкой, укомплектованных мебелью. Рассмотрены достоинства и недостатки приобретения готовых квартир с меблировкой, а также определен портрет целевой аудитории, для которой данное предложение может оказаться наиболее привлекательным. Проанализированы возможности включения стоимости мебели в договор долевого участия, перспективы взаимовыгодного сотрудничества строителей и мебельщиков.

Abstract: The paper analyzes the volumes of construction of apartments offered to the buyer with finishing, equipped with furniture. The advantages and disadvantages of purchasing finished apartments with furniture are considered, and a portrait of the target audience for which this offer may be the most attractive is determined. The possibilities of including the cost of furniture in the equity participation agreement, the prospects for mutually beneficial cooperation between builders and furniture makers are analyzed.

Ключевые слова: мебель, строительство, застройщик, меблированная квартира

Keywords: furniture, construction, developer, furnished apartment

В современном мире концепция «заезжай и живи» доминирует на рынке недвижимости. В России практика продажи квартир, обставленных мебелью начала распространяться сравнительно недавно, хотя еще десять лет назад практически не было предложений по квартирам с чистовой отделкой. В целом по стране доля новых квартир с мебелью сейчас не превышает 3 %, в лидерах Москва и Подмосковье - 12 %; Санкт-Петербург и Ленинградская область — 9 %. В этих регионах на меблированные квартиры приходится 50-80 % продаж [1]. Новостройки с мебелью представлены также в Ярославской, Калужской, Ростовской, Тюменской областях, республике Татарстан, Краснодарском крае.

Социологические опросы жителей России показывают, что около 80 % респондентов предпочли бы приобрести новое жилье с современным ремонтом и мебелью [2]. И хотя в большинстве случаев это лишь гипотетическое желание, тенденция весьма показательна.

Эксперты приводят следующие данные: объем производства мебели в России за первые три квартала 2024 года вырос на 9 % — министр промышленности и торговли РФ Антон Алиханов [3]; 15 % от объема мебельного рынка приходится на долю продаж мебели через застройщиков — президент Ассоциации предприятий мебельной и деревообрабатывающей промышленности России (АМДПР) и гендиректор Первой мебельной фабрики Александр Шестаков [4].

Таким образом, можно утверждать, что реализация квартир с мебелью - тренд перспективный, но сложный.

Если говорить про целевую аудиторию данного тренда, то она будет интересна следующим категориям клиентов:

- тем, кто приобретает недвижимость с целью дальнейшей сдачи в аренду;
- клиентам, планирующим переехать из регионов (при удаленной покупке готовой мебели можно значительно сократить время на переезд);
- тем, кто покупает квартиру, например, для детей или пожилых родителей;
- поколению Z, (это люди, рожденные после 1996 года, они платежеспособны, легко меняют местожительство, не привязываются к вещам, их не пугает стандартный ремонт и мебель, главное чтобы «все работало» и было комфортно);
- для себя.

Рассмотрим плюсы и минусы покупки мебелированной квартиры. В качестве преимуществ стоит отметить следующее:

- после получения ключей можно сразу заселиться в квартиру, это позволит сэкономить время;
- мебель будет подобрана и расставлена согласно рекомендациям профессиональных дизайнеров интерьеров. Вам не нужно будет делать замеры, продумывать план расстановки, так как застройщик для любой планировки предлагает один или несколько вариантов мебелировки;
- стоимость мебели от застройщика будет ниже. По данным экспертов экономия может составлять от 20 до 40 % благодаря покупке застройщиком крупных партий, без посредников;
- мебель можно включить в ипотеку. Мебель уже включена в стоимость квартиры, поэтому клиенту не надо собирать деньги на ее покупку. Расходы будут равномерно распределены между ежемесячными платежами, при этом стоимость мебели останется неизменной с момента ее приобретения. Также стоит отметить, что ставка по ипотечному кредиту ниже, чем по потребительскому.

Основными минусами готовых квартир с мебелью являются:

- предлагаемые дизайн-проекты достаточно стандартные и однотипные, так как разрабатывать индивидуальный проект для каждой квартиры довольно затратно.
- ограниченность выбора. Большинство компаний не предоставляют клиенту возможности что-то изменить в оснащении квартир. Другие предоставляют на выбор ограниченное количество решений по цветовой гамме и/или комплектации. Застройщики чаще всего имеют одного партнёра-производителя мебели;

- вопросы к качеству— покупатель не всегда может оценить, насколько удобной, качественной и функциональной будет мебель. Для техники это еще актуальнее, потому что потребители часто выбирают определенные бренды, которым доверяют, и чужой выбор им может не понравиться.

Наиболее значимыми игроками на рынке меблированных квартир в России являются компании «Самолет» и «Пик». Группа компаний «Самолет» наиболее широко представлена в Москве, Санкт-Петербурге, Московской и Ленинградской области. Имеются проекты в Тюмени, Владивостоке, Сахалине и других городах РФ. Еще в 2021 г. треть от продаж компании составляли квартиры с мебелью. Компания «ПИК» работает в 15 регионах России, включая Москву, Санкт-Петербург, Ленинградскую, Московскую, Нижегородскую, Пермскую, Ростовскую, Свердловскую области, Татарстан и Тюменскую область.

Самым распространенным предложением по меблировке новостроек является кухонный гарнитур. Например, «Самолет» предлагает мебель для кухни в трех сегментах: эконом, комфорт и бизнес, в каждом из которых можно выбрать фасады нескольких цветов. У застройщика «ПИК» есть две категории кухонь «Оптима» и «Максима», представленные в трех цветах. Отдельные застройщики предлагают меблировать не только кухню, но и другие помещения – спальню, гостиную и т.д. или выбрать мебель не одного, а нескольких производителей, установить бытовую технику заказчика, если не подходят предложенные варианты.

Монтаж мебели застройщиком также вариативен. Например, «Самолет» производит сборку до заселения жильцов в квартиры, а «ПИК» – после получения жильцом ключей, что позволяет устранить замечания, выявленные клиентом при приемке квартиры.

На сегодня не более 10% застройщиков включают мебель в договор долевого участия (ДДУ), а до 25% предлагают мебель в качестве дополнительной опции, выдавая сертификаты на ее покупку у партнеров. Сумма такого сертификата может достигать до 1,5 млн. рублей.

Включение мебели в ДДУ это творческий процесс, который решается юристами застройщиков по разному. На эту проблему обратил внимание В. Путин и на совещания по вопросам развития лесопромышленного комплекса дал поручение до 1 июня 2023 г. представить предложения, направленные на предоставление гражданам возможности при приобретении жилого помещения на стадии строительства включать в сумму ипотечного кредита оплату стоимости неотделимых улучшений, в том числе окон, дверей, встроенной мебели российского производства. Работа над законопроектом велась с начала 2023 года, но откладывалась в связи с внесением поправок в 214-ФЗ «Об участии в долевом строительстве». В апреле 2024 г проект закона был опубликован для общественного обсуждения.

Согласно представленному законопроекту, при покупке квартир в строящихся домах в сумму ипотеки можно будет включить встроенную мебель, которая не подлежит перемещению, в том числе за счет крепления к внутренним стенам, полу и (или) потолку. При этом мебель должна быть произведена в России или в странах ЕЭАС, а договор долевого участия заключен с использованием эскроу-счетов [5].

Из текста законопроекта неясно, первое - можно ли будет сделать перестановку или ремонт, если мебель в ипотеке. Второе, распространяются ли гарантийные сроки по качеству, установленные 214-ФЗ (не менее пяти лет на объект долевого строительства, трех лет на

технологическое и инженерное оборудование) на мебель и бытовые приборы, включенные в ДДУ.

Для устранения разногласий в трактовке закона необходимо установить чёткие критерии для оценки долговечности мебели и внедрить механизмы страхования рисков.

Специалисты рассматривают два возможных сценария реализации проекта: 1. Клиент выбирает из нескольких предложенных застройщиком стандартных вариантов мебели и включает его в ипотечный договор. 2. Клиент самостоятельно выбирает мебель понравившихся ему производителей, стоимость которой включает в ипотечный договор.

В последние годы строительная отрасль России переживает бум, ежегодно вводя около 100 млн кв. м жилья [6]. И несмотря на некоторый спад в 2024 году, объёмы строительства на территории Российской Федерации впечатляют.

Практически все застройщики предлагают квартиры с отделкой или с возможностью ее заказать. В перспективе 3–5 лет меблировка станет таким же стандартным предложением в проектах жилья комфорт-класса, как и отделка. Как только покупатели оценят преимущества полностью укомплектованного жилья, спрос на него значительно возрастет.

Мебельная промышленность во многом зависит от состояния рынка недвижимости, так как спрос на мебель в значительной степени формируется благодаря покупке нового жилья. Рост объемов строительства является одним из основных стимулов развития мебельной отрасли. Принятие законопроекта о включении мебели в ипотеку будет способствовать развитию и мебельной, и строительной отрасли. Чем больше вариантов мебели застройщик предлагает клиенту, тем скорее он примет решение в его пользу. На основании этого можно утверждать, что синергия строителей и мебельщиков — это взаимовыгодная и долгосрочная перспектива.

Список литературы

1. Предложение меблированных квартир от застройщиков в 2025 году удвоится. — URL: <https://rostov-nadony.cian.ru/novosti-predlozhenie-meblirovannyh-kvartir-ot-zastrojschikov-v-2025-godu-udvoitsja-337001/> (Дата обращения 25.02.25).
2. Интерьеры от застройщиков: как меблировка влияет на стоимость жилья. — URL: <https://dvizhenie.ru/media/1464/interery-ot-zastrojshikov-kak-meblirovka-vliyaet-na-stoimost-zhilya> (Дата обращения 24.02.25).
3. Производство мебельной продукции в России выросло на 9%. — URL: <https://realty.ria.ru/20241118/proizvodstvo-1984419748.html> (Дата обращения 2.12.24).
4. Застройщики перешли на продажу квартир с мебелью. — URL: <https://www.mk.ru/economics/2024/11/23/zastroyschiki-pereshli-na-prodazhu-kvartir-s-mebelyu.html> (Дата обращения 25.02.25).
5. В ипотеку включают мебель. Это снизит затраты на обустройство жилья. — URL: <https://realty.rbc.ru/news/661d4d8d9a7947c2c596a295> (Дата обращения 24.02.25).
6. Мониторинг объемов жилищного строительства. — URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/trades/zhilishnaya-politika/8/> (Дата обращения 24.02.25).

References

1. The supply of furnished apartments from developers will double in 2025. – URL: <https://rostov-nadony.cian.ru/novosti-predlozhenie-meblirovannyh-kvartir-ot-zastrojschikov-v-2025-godu-udvoitsja-337001/> (Accessed 25.02.25).
2. Interiors from developers: how furniture affects the cost of housing. – URL: <https://dvizhenie.ru/media/1464/interery-ot-zastrojshikov-kak-meblirovka-vliyaet-na-stoimost-zhilya> (Accessed 24.02.25).
3. Furniture production in Russia increased by 9%. – URL: <https://realty.ria.ru/20241118/proizvodstvo-1984419748.html> (Accessed 2.12.24).
4. Developers have switched to selling apartments with furniture. – URL: <https://www.mk.ru/economics/2024/11/23/zastroyshiki-pereshli-na-prodazhu-kvartir-s-mebelyu.html> (Accessed 25.02.25).
5. The mortgage will include furniture. This will reduce the cost of housing. – URL: <https://realty.rbc.ru/news/661d4d8d9a7947c2c596a295> (Accessed 24.02.25).
6. Monitoring of housing construction volumes. – URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/trades/zhilishnaya-politika/8/> (Accessed 24.02.25).

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_99-104

УДК 62-783.311

ПРИМЕНЕНИЕ ОГРАЖДЕНИЙ ОТ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ ВДОЛЬ ЛЕСОПОЛОСЫ**APPLICATION WILDLIFE FENCES ALONG THE FOREST BELT**

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

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

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

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

Гоптарев С.М., доцент, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», Россия, Воронеж»

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

Kurdyukov D.P., postgraduate student of the Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia

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

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

Goptarev S.M., Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Voronezh State Forestry Technical University named after G. F. Morozov, Russia, Voronezh

Аннотация: В статье рассмотрена задача устройства защитных сооружений от попадания диких животных из лесополосы на автомобильные дороги для превращения дорожно-транспортных происшествий.

Abstract: The article considers the task of constructing protective structures against wild animals from entering the forest belt onto highways to transform road traffic invasions.

Ключевые слова: защитного ограждения для диких животных

Keywords: protective fencing for wild animals

В России ежегодно фиксируется множество дорожно-транспортных происшествий, вызванных столкновением автомобилей с дикими животными. В ответ на данную проблему предусматриваются защитные ограждения, предназначенные для установки в зонах, где животные пересекают автомобильные дороги, что способствует повышению безопасности дорожного движения и сохранению жизни как животных, так и автомобилистов.

Экологическим изысканиями определяются участки миграции диких животных, исследуются следы, тропы и интервьюирование местных жителей о наличии разных видов диких животных. Согласно изысканий назначаются участки защитных сооружений от попадания диких животных на автомобильную дорогу и их параметры.

В качестве мероприятий по охране животного мира, согласно Постановлению Правительства РФ от 13.08.1996 N 997 (ред. от 13.03.2008) "Об утверждении Требований по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи», предусматривается устройство сетчатого забора.

Конструкция защитного ограждения для животных представлена серией типовых секций, состоящих из надземной части и фундамента. Надземная часть включает стойки, на которые закреплена металлическая сетка. Стойки оснащены специальными крепежными элементами, что значительно укоряет процесс монтажа сетки. (рисунок 1)

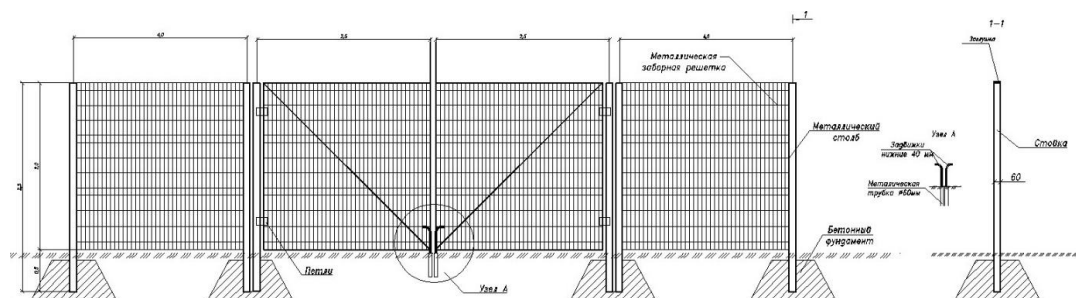


Рисунок 1 – Общий вид защитного забора от диких животных с устройством открывающихся и закрывающихся ворот.

Полотно ограждения должно быть сплошным на всей протяженности установленного участка без наличия разрывов. В конструкции ограждений предусмотрены калитки, ворота и технологические разрывы, позволяющие проводить необходимые эксплуатационные мероприятия и предотвращать возможные чрезвычайные ситуации. Интервал установки калиток, ворот и частота создания разрывов определяются в соответствии с проектной документацией. При необходимости предусматриваются защита от подкома (рисунок 2) между фундаментами в зависимости от животного мира на участке изысканий.

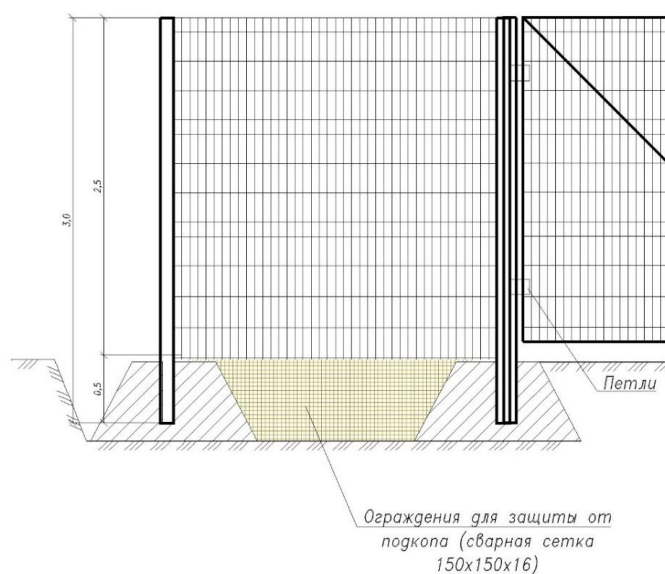


Рисунок 2 – Мероприятия по защите проникновения диких животных на участки автомобильных дорог за счет подкопа.

Расчеты производятся в зависимости от экологического определения животного мира на объекте изысканий и согласно этого определяется высота ограждения и приложение нагрузок от удара диким животным об ограждение. На примере расчета предусмотрено что на участке из крупных животных и которые могут разрушить ограждения дикие кабаны массой 300 кг. С

Ограждение состоит из металлических стоек прямоугольного сечения 100х70х4мм из стали с пределом текучести 235МПа и сварной сетки из оцинкованной проволоки. Шаг стоек – 4 м. Высота стойки над поверхностью земли 2м. Стойка установлена в сверленный котлован на глубину 1,8 м, пространство между стойкой и котлованом заполняется песком. Расчётная схема ограждения представлена на рисунке 3.

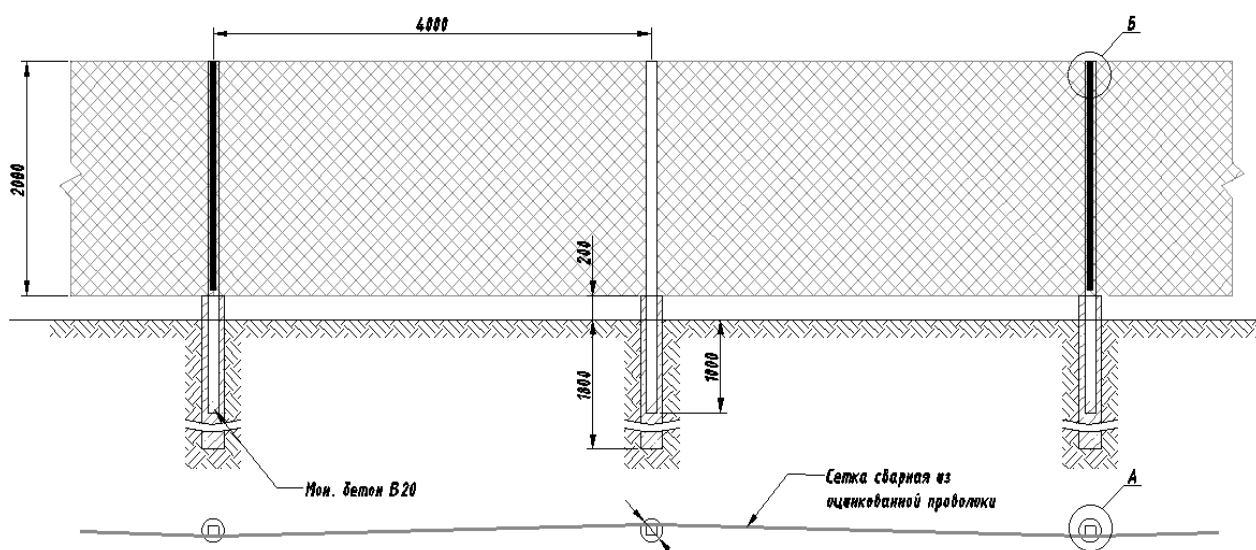


Рисунок 3 – Расчётная схема ограждения.

Таблица 1 - Расчётные показатели грунтов:

Наименование грунта	Удельный вес грунта, кН/м ³	Удельное сцепление, кПа	Угол внутреннего трения, град	Модуль деформации, Мпа
ИГЭ7 Пески маловлажные	18	1	32	35,2

Нагрузки:

Уровень ответственности сооружения – нормальный. Коэффициент надежности по ответственности – 1.

Горизонтальная нагрузка от животных на стойку принята 300 кг и приложена на высоте 1,4м. Коэффициент надёжности по нагрузке 1,4.

Расчёт:

Опорные реакции в стойке в уровне земли от расчётных нагрузок:

$$\text{Расчётный изгибающий момент } M_p = F \cdot \gamma_f \cdot h = 3 \text{ кН} \cdot 1,4 \cdot 1,4 \text{ м} = 5,9 \text{ кНм}$$

$$M_p = F \cdot \gamma_f \cdot h = 3 \text{ кН} \cdot 1,4 \cdot 1,4 \text{ м} = 5,9 \text{ кНм}$$

$$\text{Расчётная вертикальная сила } N_p = 0,2 \text{ т}$$

Расчётная поперечная сила $Q_p = F \cdot \gamma_f = 3 \text{ кН} \cdot 1,4 = 4,2 \text{ кН}$

Напряжение в стойке от расчетных нагрузок представлено на рисунке 4.

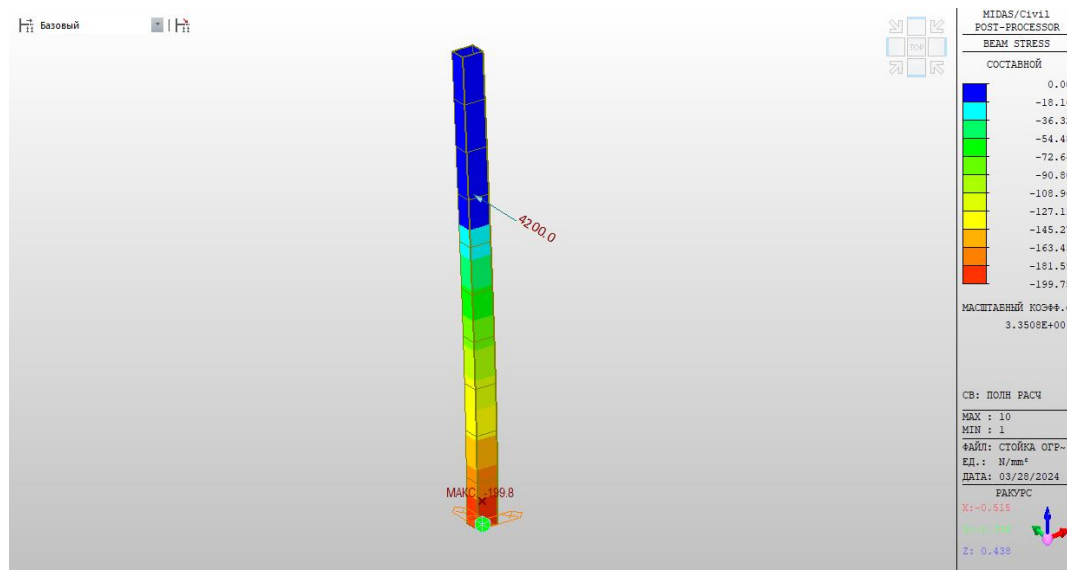


Рисунок 4 – Напряжения в стойке от расчётных нагрузок, МПа

$$\sigma = 200 \text{ МПа} < (R_y \cdot \gamma_s) / (\gamma_m \cdot \gamma_m) = 235 \text{ МПа}$$

Условие прочности по I группе предельных состояний выполняется.

Расчет свободностоящей стойки на опрокидывание предоставлен в таблице 2.

Расчет стойки (таблица 3) выполнен согласно 3041-тм-т2 «Руководство по проектированию опор и фундаментов линий электропередачи и распределительных устройств подстанций напряжением выше 1кВ». Схема нагрузок на фундамент предоставлена на рисунке 5.

Таблица 2 – Расчет свободностоящей стойки на опрокидывание

Характеристики стойки				
h =	1,8	глубина заделки стойки в грунт, м		
b ₀ =	0,2	средняя ширина стойки в грунте, м		
Характеристики грунта (расчетные, α=0,95)				
c ₁	1	удельное сцепление кПа (кгс/см2)		
Φ ₁	32	угол внутреннего трения, град	В рад.:	0.5585
γ ₁	18	удельный вес, кН/м ³ (кгс/см ³);		
Коэффициенты надежности				
γ _{c2}	1	коэффициент условия работы закрепления		
γ _n	1.3	коэффициент надежности по назначению		

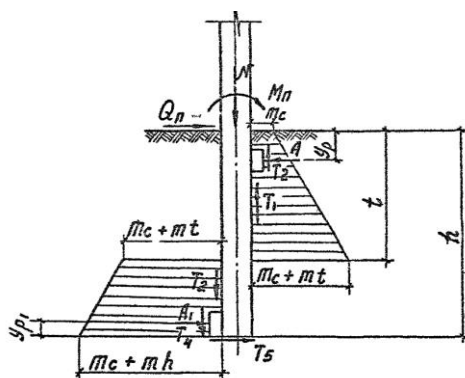


Рисунок 5 – Схема нагрузок на фундамент.

Таблица 3 – Рассчитанные значения

$Q_u^n =$	7.00	Нормативное значение предельной допускаемой поперечной силы на высоте Н, кН
$Q_u^p =$	5.38	Расчетное значение предельной допускаемой поперечной силы на высоте Н, кН
$M_u^p =$	7.56	Расчетное значение предельного допускаемого изгибающего момента в стойке на уровне замли Н, кН
$\psi =$	0.566	
$C_{od} =$	0.138	безразмерный коэффициент
$k_{od} =$	2.24	безразмерный коэффициент
$b =$	0.448	расчетная ширина стойки в пределах закрепления в грунт, м
$\omega =$	0.997	коэффициент формы эпюры давления грунта на стойку
$m_c =$	3.608	
$m =$	58.58	
$U =$	42.52	пассивное давление грунта на поверхности стойки, кН/м ²
$\eta =$	0.034	безразмерный коэффициент
$H =$	1.40	приведенная высота приложения нагрузки (момент приведен к поперечной силе Q, действующей на высоте Н)
$\alpha =$	0.78	относительное заглубление стойки в грунт
$f_d =$	0.0306	безразмерный коэффициент
$\lambda_d =$	0.0306	безразмерный коэффициент
$\lambda_{d1} =$	0.0306	безразмерный коэффициент
$B =$	-0.177	
$f_N =$	0.003	
$C =$	-0.422	
$\theta =$	0.744	относительная глубина центра поворота

$$Q_p = 4,2 \text{ кН} < Q_u^p = 5,38 \text{ кН}$$

$$M_p = 5,9 \text{ кН} \cdot \text{м} < M_u^p = 7,56 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Условия устойчивости выполняются.

Расчет свободностоящей стойки на опрокидывание по деформациям показан в таблице 4.

$\psi_u = 0,01$ рад - предельный угол поворота головы сваи

Таблица 4 – Расчет свободностоящей стойки на опрокидывание по деформациям

$M_p =$	4,2	Момент кН·м
$Q_p =$	3	Поперечная сила кН
$b_0/h =$	0.111	аргумент функции для определения коэффициента ν
$\nu =$	6.71	безразмерный коэффициент
$\nu_B =$	7.00	безразмерный коэффициент
$\nu_H =$	7.00	безразмерный коэффициент
$H =$	1.40	м, приведенная высота приложения нагрузки (момент приведен к поперечной силе Q , действующей на высоте H)
$H_{II} =$	1.40	м, при наличии банкетки и/или грунтов нарушенной структуры используется это значение H
$h_{II} =$	1.8	м, при наличии банкетки и/или грунтов нарушенной структуры используется это значение h
$\alpha =$	0.78	относительное заглубление стойки в грунт

$$\beta=0.001 < \psi_{II}=0,01 \text{ рад}$$

Условие устойчивости выполняется.

1. По расчету УСТОЙЧИВОСТИ глубины заложения стойки ДОСТАТОЧНО.
Коэффициент использования несущей способности 0,61.
2. По расчету по ДЕФОРМАЦИЯМ несущей способности фундамента ДОСТАТОЧНО.
Коэффициент использования несущей способности 0,14.
3. Угол поворота стойки в заделке 0,26°

Список литературы

1. ГОСТ Р 57278–2016. ОГРАЖДЕНИЯ ЗАЩИТНЫЕ. Классификация. Общие положения.
2. Постановление Правительства РФ от 13 августа 1996 г. N 997 "Об утверждении Требований по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи" (с изменениями и дополнениями).
3. Методические рекомендации по обеспечению безопасности дорожного движения на участках пересечения автомобильными дорогами путей миграции животных : Федеральное дорожное агентство (Росавтодор). – Москва, 2017.

References

1. GOST R 57278–2016. PROTECTIVE FENCES. Classification. General provisions.
2. Resolution of the Government of the Russian Federation of August 13, 1996 No. 997 "On approval of the Requirements for preventing the death of wildlife during production processes, as well as during the operation of transport highways, pipelines, communication lines and power transmission lines" (with amendments and additions).
3. Methodological recommendations for ensuring road safety at sections of intersection of animal migration routes by roads : Federal roads agency (Rosavtodor). – Moscow 2017.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_105-108

УДК 630*812

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БРУСКОВ МОДИФИЦИРОВАННОЙ
ДРЕВЕСИНЫ МАРКИ «ДРЕВСТАЛЬ»**

TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF BARS OF MODIFIED WOOD OF THE DREVSTAL
BRAND

Медведев И.Н., кандидат технических наук, доцент каф. промышленного транспорта, строительства и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Шамаев В.А., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

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

Medvedev I.N., Candidate of Technical Sciences, docent of the kaf. industrial transport construction and geodesy

FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia

Shamaev V.A., Doctor of Technical Sciences, professor FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia.

Russu A.V., Candidate of Technical Sciences, FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia.

Аннотация: В статье рассмотрено содержание технологии получения нового материала, упрочненной модифицированием древесины из малоценных лиственных пород торговой марки «Древсталь». Технология предусматривает этапы воздействия ультразвуком при пластифицировании, трехстороннее сжатие, воздействие жидким азотом и кратковременным импульсным магнитным полем. Изделия из данного материала обладают конкурентным преимуществом с аналогичными изделиями, получаемыми из металлов и пластмасс.

Abstract: The article examines the content of the technology for obtaining a new material, strengthened by modifying wood from low-value deciduous species of the Drevstal trademark. The technology includes stages of exposure to ultrasound during plasticization, three-sided compression, exposure to liquid nitrogen and a short-term pulsed magnetic field. Products made from this material have a competitive advantage over similar products made from metals and plastics.

Ключевые слова: модифицированная древесина, прессование, ультразвук, импульсно-магнитное поле, жидкий азот, плотность, твердость.

Keywords: modified wood, pressing, ultrasound, pulsed magnetic field, liquid nitrogen, density, hardness.

Для получения материала марки «Древсталь» на основе древесины малоценных пород сосны, осины, тополя и аналогичных применяют физико-механическую и химическую

обработку [1]. Модифицирование древесины прессованием и последующая химическая обработка обладает следующими преимуществами:

- структурно обработка проводится на микро- и макроуровнях материала;
- материал высокостабилен [2];
- используется доступное сырье, обладающее схожими свойствами;
- себестоимость продукта ниже, если сравнивать с аналогами из металлов и полимеров [3].

В общем виде получение продукта модифицированной древесины обеспечивается выполнением следующих этапов [4-7]:

1. Подготовка древесного сырья с использованием механических средств.
2. Сушка в атмосферных условиях;
3. Сушка, обеспеченная микроволновым воздействием источников СВЧ энергии;
4. Установка рабочих заготовок в формы для прессования;
5. Ультразвуковое воздействие на обрабатываемый материал;
6. Механическое сжатие материала прессованием;
7. Охлаждение материала;
8. Воздействие на материал импульсным магнитным полем;
9. Упаковка продукта вакуумным автоматом;
10. Логистика готового продукта.

Механическая обработка — это, во-первых, прессование одноосное (поперек волокон). Во-вторых, прессование клином [1].

Более детальный процесс технологии производства материала марки «Древсталь» на основе модифицированной древесины осуществляется следующим образом.

1. На территорию, где производится атмосферная сушка, сырье доставляется автотранспортом. Заготовки представляют собой сырой брус 90х90 мм, длина 4 м или 6 м. Заготовки штабелируются и сушатся до влажности 18-22%.

2. Затем для удаления сучков и сердцевины, а также механической обработки брус при помощи электрокара перемещают в цех. Обработка ведется применением циркулярной пилы, фрезерных и строгальных станков. Таким образом получают заготовки размером 80х80х700 мм.

3. На следующем этапе при помощи сушильной СВЧ-камеры заготовки доводят до влажности 2 %.

4. Затем заготовки сортируют на 3 партии:

4.1 Первая партия готовится для последующей металлизации,

4.2 Вторая партия направляется на аэрозольную установку с целью пропитки маслом марки «Биол»,

4.3 Третья партия используется для прессования.

5. Затем заготовки помещают в горизонтальную пресс-форму. Происходит прессование клином с одновременной подпрессовкой вдоль волокон и воздействием ультразвука.

6. Далее на заготовки воздействуют жидким азотом и импульсным магнитным полем.

7. Получаемые в итоге бруски проходят квалитетрический отбор, после этого упаковываются и перемещаются на склад готовой продукции.

В таблице 1 представлены физико-механические свойства МД «Древсталь»

Таблица 1 – Физико-механические свойства МД «Древсталь»

Наименование показателя	Ед.	МД «Древсталь»
Плотность	кг/м ³	1290-1300
Влажность	%	2,9-3,0
Предел прочности при сжатии вдоль волокон	МПа	188-190
Твердость	МПа	257-260
Истираемость, (текстолит – 12%)	%	4,1-5,0
Влагопоглощение за 30 сут.,	%	11-12
Водопоглощение за 1 сут.,	%	19-20
Разбухание объемное при влагопоглощении за 30 сут.	%	24-25
Разбухание объемное при водопоглощении за 1 сут.	%	33-35

В таблице 2 приведены свойства некоторых материалов для сопоставления с модифицированной древесиной марки «Древсталь».

Таблица 2 – Эксплуатационные свойств конструкционных материалов

Наименование материала	Масса, кг	Коэффициент трения	Срок службы, лет	Предел прочности при сжатии, МПа	Твердость по Бриннелю, ед.
Шарикоподшипник (легированная сталь)	15	0,019-0,020	10-11	258-260	45-46
Бронза	16	0,089-0,090	8-9	176-180	28-29
Баббит	26	0,078-0,080	8-9	63-65	11-12
Текстолит	2,1	0,158-0,160	4-5	163-165	27-28
Полиамид	2,0	0,116-0,120	3-4	34-36	16-17
Графлекс	1,7	0,096-0,100	4-5	40-42	18-19
Углестеклопластик	1,9	0,127-0,130	4-5	220-222	40-42
МД «Древсталь»	1,8	0,049-0,050	9-10	200-203	30-31

Список литературы

1. Хухрянский П. М. Прессование древесины / П. М. Хухрянский. – М. : Лесн. пром-сть, 1986. – 368 с.
2. Шамаев В.А., Медведев И.Н. Перспективный конструкционный материал с высокими физико-механическими свойствами из модифицированной древесины // В сборнике: ЛЕСА РОССИИ В XXI ВЕКЕ. Материалы девятой международной научно-технической интернет - конференции. С. Петербург, 2012. С. 37-40.
3. Шамаев В.А., Медведев И.Н. Модифицированная древесина нового поколения для деталей трения // В книге: Полимерные композиты и трибология (ПОЛИКОМТРИБ-2011). тезисы докладов международной научно-технической конференции. редкол.: В. Н. Адериха. Гомель, Беларусь, 2011. С. 225-226.
4. Rowell R.M., Anderson I., Andersons B. 2012. Heat treatment. Chapter 14 in Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. Second Edition, CRC Press, 511-536.

5. Elisashvili V., Irbe I., Andersone I., Andersons B., Tsiklauri N. Hydrolytic enzyme activity of EN113 standard basidiomycetes in the fermentation of lignocellulosic material and wood colonization. // *Holzforschung*, 2012, 66(7), 841-847

6. Sansonetti, E., Andersons, B., Biziks, V., Grinins, J., Chirkova, J. Investigation of surface properties of the hydrothermally modified soft deciduous wood // *International Wood Products Journal*, 2012 (accepted 26.11.2012)

7. Irbe I., Andersone I., Andersons B., Noldt G., Dizbite T., Kurnosova N., Nuopponen M., Stewart D. 2011. Characterisation of initial degradation state of Scots pine (*Pinus sylvestris*) sapwood after attack by brown-rot fungus *Coniophora puteana*. *Biodegradation*, Vol. 22, Issue 4, 719-728.

References

1. Khukhriansky P. M. Pressing of wood / P. M. Khukhriansky. – M. : Lesn. prom-st, 1986. – 368 p.

2. Shamaev V.A., Medvedev I.N. A promising structural material with high physical and mechanical properties made of modified wood // In the collection: *FORESTS OF RUSSIA IN THE XXI CENTURY*. Proceedings of the ninth International Scientific and Technical Internet Conference. St. Petersburg, 2012. pp. 37-40.

3. Shamaev V.A., Medvedev I.N. Modified new generation wood for friction parts // In the book: *Polymer composites and tribology (POLYCOMTRIB-2011)*. abstracts of the international scientific and technical conference. Editor's note: V. N. Aderikha. Gomel, Belarus, 2011. pp. 225-226.

4. Rowell R.M., Andersone I., Andersons B. 2012. Heat treatment. Chapter 14 in *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*. Second Edition, CRC Press, 511-536.

5. Elisashvili V., Irbe I., Andersone I., Andersons B., Tsiklauri N. Hydrolytic enzyme activity of EN113 standard basidiomycetes in the fermentation of lignocellulosic material and wood colonization. // *Holzforschung*, 2012, 66(7), 841-847

6. Sansonetti, E., Andersons, B., Biziks, V., Grinins, J., Chirkova, J. Investigation of surface properties of the hydrothermally modified soft deciduous wood // *International Wood Products Journal*, 2012 (accepted 26.11.2012)

7. Irbe I., Andersone I., Andersons B., Noldt G., Dizbite T., Kurnosova N., Nuopponen M., Stewart D. 2011. Characterisation of initial degradation state of Scots pine (*Pinus sylvestris*) sapwood after attack by brown-rot fungus *Coniophora puteana*. *Biodegradation*, Vol. 22, Issue 4, 719-728.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_109-112

УДК 674; 681.5

**ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЛЕСОПИЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА****ENGINEERING SOLUTIONS FOR AUTOMATION OF SAWMILL PRODUCTION**

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

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

Meshcheryakova A.A., Candidate of Technical Sciences, associate professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Gribanov A.A., Candidate of Technical Sciences, associate professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: Статья посвящена анализу существующего уровня автоматизации лесопильного производства. Предложены решения по повышению эффективности работы лесопильного цеха.

Abstract: The article is devoted to the analysis of the existing level of automation of sawmill production. Solutions to improve the efficiency of the sawmill are proposed.

Ключевые слова: экономическая эффективность, системы управления, лесопильное оборудование, автоматизированные системы управления

Keywords: economic efficiency, control systems, sawmill equipment, automated control systems

Россия, являясь крупнейшей лесной державой, входит в тройку мировых лидеров по объёму лесозаготовок и производству пиломатериалов. Ограниченность экономических исследований, которые зачастую не устанавливают взаимосвязь между технологическими параметрами производства и экономическими показателями предприятий, приводит к недостаточной эффективности предприятий отрасли [1-2]. Существующие работы фокусируются на влиянии технологических факторов на объёмный выход пиломатериалов, однако вопросы оптимизации управления оборудованием в режиме реального времени остаются нерешёнными [3].

Анализ существующего на данный момент уровня автоматизации раскроечного цеха деревообрабатывающего предприятия ООО «Бобровский лес» делаем вывод о необходимости совершенствования и оптимизации с применением средств автоматики для сокращения уровня ручного труда в цехе и автоматизации отдельных участков цеха.

Работу лесопильного цеха можно автоматизировать, если будут решены следующие задачи: разработка система автоматического управления оборудованием на участке лесопиления круглых лесоматериалов; оптимизировать процесс погрузки сырья на автоматическую линию.

В данной работе было решено автоматизировать не всю линию. Причиной этого является желание достигнуть оптимального соотношения стоимости внедряемого оборудования, свести к минимуму кардинальные перестройки в цехе и сохранить часть рабочих мест.

Решение первой задачи возможно при применении целого ряда средств автоматизации. В первую очередь – замена малоэффективных ленточнопильных станков станком с дисковым режущим инструментом. Кроме этого предполагается автоматизировать управление подачи пиломатериала, управление прижимом пиломатериала. Подобные решения позволят скорректировать работу станка максимально точно, таким образом снизив до минимума вероятность повреждения оборудования, режущего инструмента связанные с возможностью вылета заготовки из зоны пиления.

Решение второй задачи возможно при применении сбрасывающего устройства, перемещающего бревно с бревнотаски непосредственно на подающий конвейер круглопильного станка. Это решение позволит снизить уровень тяжелого физического труда, связанного с перемещением брёвен.

В своей работе мы предлагаем частично уйти от ручного труда. А именно – сортировку вне лесопильного цеха и подачу сырья на цепную бревнотаску осуществляют вручную. Такое решение обусловлено рядом причин сохранение рабочих мест и сортирование леса снаружи. Такой подход позволяет, разделяя брёвна на две группы по диаметру максимально использовать ресурсы внедряемого оборудования, запустив его на максимальную производительность.

Идея заключается в следующем: бревна больших диаметров поступают на круглопильный станок, настроенный на раскрой с брусочкой. Стоящая следом пилорама распиливает брус согласно поставу. После окончания работы с сырьём больших диаметров круглопильный станок перестраивается при помощи специальных вставок на раскрой без брусочки, кроме того, пилорама также работает в прежнем режиме. Такое нововведение поможет увеличить среднесменную производительность в полтора раза.

Автоматическая линия, спроектированная в данной работе, представлена на функциональной схеме (рисунок 1).

Схема работы лесопильного цеха состоит в следующем:

1. На складе пиловочника осуществляют предварительную сортировку по диаметру и по длине бревна.
2. Рассортированные бревна по бревнотаске подаются в лесопильный цех.
3. Далее бревно сбрасывается сбрасывателем на подающий конвейер к головному круглопильному бревнопильному станку.
4. Срабатывает конечный выключатель, что приводит в действие реле, где размыкается цепь питания бревнотаски и запускается механизм опрокидывания сбрасывателя.
5. Бревно базируется по трем точкам для распиловки на головном круглопильном бревнопильном станке.
6. Толкатели бревна возвращаются в исходное положение.
7. Вдоль подающего конвейера круглопильного станка установлены инфракрасные датчики. Первый датчик запускает конвейер. В это время запускается электродвигатель круглопильного многопильного брусочного станка. Второй датчик расположен перед пильными дисками. Он блокирует пильные диски, если происходит внештатная ситуация (вылет

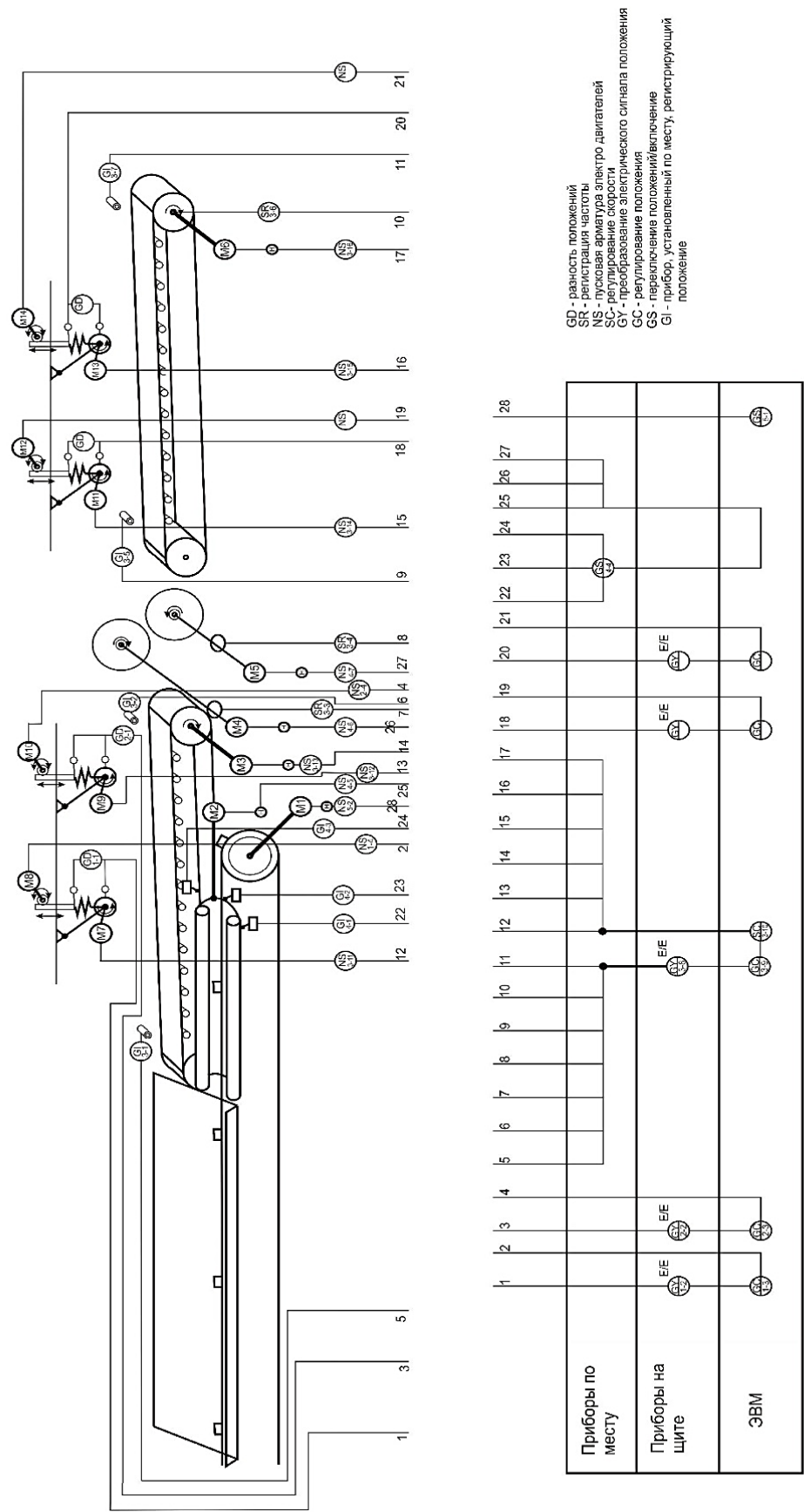


Рисунок 1 – Функциональная схема автоматизированной линии

диска, неправильное базирование бревна). Также датчик опускает прижимные упоры для резания бревна. Третий датчик установлен в крайней точке конвейера. Он необходим для остановки пильного диска после того, как пиломатериалы будут сброшены на конвейер. Далее полученные пиломатериалы направляются на участок торцовки и обрезки.

Работа круглопильного бревнопильного станка производится с пульта оператора. Оператор на экране компьютера наблюдает за процессом распиловки бревна, выбирает необходимый по диаметру бревна постав и по количеству получаемых пиломатериалов.

Таким образом, анализ современной системы управления лесопильным оборудованием позволил выделить ключевые аспекты, требующие внимания, а также определить возможности для оптимизации и повышения эффективности технологического процесса лесопильного производства. Предлагаемая схема автоматизированной линии оптимизирует процесс погрузки сырья на автоматическую линию, позволит сократить применение ручного труда на лесопильном производстве, повысить качество выпускаемых пиломатериалов за счет увеличения объемного выхода пиломатериалов. Разработанные решения позволят скорректировать работу бревнопильного станка максимально точно, таким образом снизив до минимума вероятность повреждения оборудования, режущего инструмента связанные с возможностью вылета заготовки из зоны пиления.

Список литературы

1. Калитеевский, Р. Е. Лесопиление в XXI веке. Технология, оборудование, менеджмент / Р. Е. Калитеевский. – СПб.: ПРОФИ–ИНФОРМ. 2005. – 480 с.
2. Тамби, А.А. Концепция создания современного отечественного производства оборудования для оснащения крупных лесопильных предприятий на базе стандартных технологических узлов / А.А. Тамби, В.Л. Швеце // Вестник АГАТУ. 2022. № 4 (8). – С. 106–115.
3. Мещерякова, А.А. Проектные решения по совершенствованию средств автоматизации лесопильного цеха / А. А. Мещерякова, Ю. А. Пяткова // Современные ресурсосберегающие технологии и технические средства лесного комплекса: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 25-26 ноября 2021 г. / отв. ред. И. В. Четверикова ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛУ». – Воронеж, 2021. – С. 94-98с.- eLIBRARY.

References

1. Kaliteevsky, R. E. Sawmilling in the 21st century. Technology, equipment, management / R. E. Kaliteevsky. – St. Petersburg: PROFI–INFORM. 2005. – 480 p.
2. Tambi, A.A. The concept of creating a modern domestic production of equipment for equipping large sawmills based on standard technological units / A.A. Tambi, V.L. Shvets // Bulletin of AGATU. 2022. No. 4 (8). – pp. 106-115.
3. Meshcheryakova, A.A. Design solutions for improving automation tools of the sawmill shop / A. A. Meshcheryakova, Yu. A. Pyatkova // Modern resource-saving technologies and technical means of the forest complex : materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Voronezh, November 25-26, 2021 / ed. by I. V. Chetverikov; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, VGLTU. – Voronezh, 2021. – pp. 94-98.- eLibrary.

**ВЛИЯНИЕ ВИДА КЛЕЯ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВЫДЕРЖКИ ЩИТОВ
ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА В ПРОЦЕССЕ СПЛАЧИВАНИЯ**

**THE EFFECT OF THE TYPE OF GLUE ON THE DURATION OF EXPOSURE OF OAK
BOARDS DURING THE BONDING PROCESS**

Путилин И. Н., магистрант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, г. Воронеж

Платонов А. Д., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, г. Воронеж

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

Putilin I. N., Master of Forestry Faculty Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia

Platonov A. D., Doctor of Technical Sciences, Professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia

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

Аннотация: В статье рассматривается влияние вида клея на процесс склеивания деталей из древесины дуба. Установлено рациональное время восстановления первоначальных размеров склеиваемых деталей в зоне клеевого шва. Рекомендовано рациональное время выдержки склеенных деталей перед различными видами механической обработки. Использование современных клеев позволяет более чем в 2 раза сократить время выдержки склеенных деталей перед обработкой, по сравнению с существующими нормативами.

Abstract: The article deals with the influence of glue type on the process of gluing oak wood parts. The rational time of restoration of initial dimensions of glued parts in the zone of glue joint is established. The rational time of holding time of glued parts before different types of mechanical processing is recommended. The use of modern adhesives allows to reduce more than 2 times the holding time of glued parts before machining in comparison with the existing norms.

Ключевые слова: древесина дуба, склеивание древесины, продолжительность выдержки склеенных деталей, разбухание древесины

Keywords: oak wood, gluing of wood, duration of exposure of glued parts, swelling of wood

Изготовление клееных деталей достаточно сложный процесс. Качество склеенных деталей во много зависит от качества подготовки исходного сырья. Долговечность и прочность изделий из древесины во многом зависит от формоустойчивости древесины и качества механической обработки. Большое практическое значение имеет продолжительность выдержки склеенной древесины перед её механической обработкой, которая во многом определяется временем полимеризации клея, а также временем необходимым для распределения влаги в зоне склеивания

и возврата толщины деталей к первоначальным размерам вследствие их разбухания. Поэтому получение качественно склеенных деталей с минимальными дефектами в зоне склеивания является актуальной задачей. Большое влияние на качество склеивания оказывает качество подготовки склеиваемых поверхностей [2].

Исследование процесса склеивания выполнено на древесине дуба, произрастающего в Московской области. Вид распиловки тангенциальный. После распиловки древесина была подвергнута камерной сушке при температуре не выше 60 °С. Затем высушенные заготовки были подвергнуты кондиционированию, до достижения влажности 10-11 %. После кондиционирования все заготовки были простроганы.

Склеивание древесины производили столярными клеями марок:

1. Titebond II Premium 5003. Характеристика клея: сухой остаток 48 %, плотность 109 г/см³, 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 клея около 162 г/м².

2. Клей ПВА 125 гр. Office Space. Для склеивания бумаги, картона, дерева, кожи. Не содержит растворителя.

После соединения склеиваемых заготовок и последующего размещения их в вайме производили замер толщины в трех точках у каждой из заготовок, на каждом соединении по два замера (две деланки по отдельности) (рис. 1). Первый замер толщины детали производили до склейки щита. Последующие замеры производили после склейки щитов до полного восстановления геометрии заготовок через 0,3 ч, 0,5 ч, 1 ч, 5 ч, 7 ч.

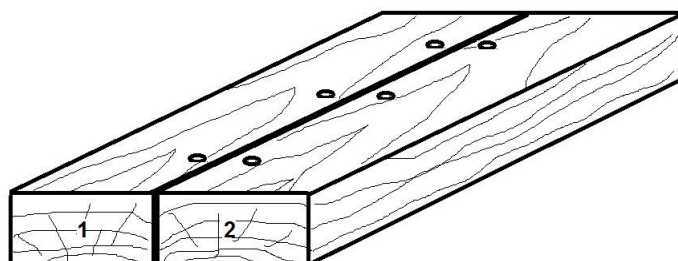


Рисунок 1 – Схема расположения мест замера толщины заготовок после сплачивания

Результаты исследования представлены в табл. 1 и 2.

Анализ экспериментальных исследований показывает, что при склейке древесины дуба клеем Titebond II Premium 5003 восстановление первоначальных размеров у заготовок происходит в течение одного часа (табл. 1). При склейке клеем ПВА 125 гр. Office Space – в течение 7 часов (табл. 2). Большая влажность древесины после склеивания клеем ПВА обусловлена его малым сухим остатком.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что использование современных клеев, модифицированных присадками, позволяет сократить продолжительность выдержки пиломатериалов после склеивания с рекомендованных одних суток до 1 часа (табл. 1). Экспериментально установлено, что выполнение операций строгания или калибрования склеенных заготовок через 1,5-2,0 часа не приводило к их разрушению по клеевому слою. Однако

производить раскрой склеенных щитов целесообразно не ранее чем через шесть часов [1].

Таблица 1 – Изменение толщины заготовок в зоне клеевого шва, при склейке древесины дуба клеем Titebond II Premium 5003

Номер заготовки	Средняя толщина заготовок рядом с клеевым швом после выдержки, мм			
	после склеивания	через 0,3 часа	через 0,5 часа	через 1,0 час
1	23,51	23,6	23,55	23,51
2	23,61	23,65	23,64	23,61

Таблица 2 – Изменение толщины заготовок в зоне клеевого шва, при склейке древесины дуба клеем ПВА 125 гр. Office Space

Номер заготовки	Средняя толщина заготовок рядом с клеевым швом после выдержки, мм				
	После склеивания	через 0,5 часа	через 1 час	через 5 часов	через 7 часов
1	23,34	23,43	23,39	23,36	23,34
2	23,37	23,4	23,4	23,4	23,37

Использование клея марки ПВА 125 гр. Office Space для сплачивания деталей из древесины дуба не обеспечивает быстрого восстановления первоначальных размеров склеиваемых деталей. Продолжительность восстановления размеров составляет не менее семи часов. Достижение прочности клеевого слоя для калибрования или шлифования возможно после 18 часов выдержки. Проведение операций раскроя не ранее 20-22 часов.

Список литературы

1. Справочник мебельщика. Под редакцией В.П. Бухтиярова. Конструкции и функциональные размеры. Материалы. Технология производства / В.Е. Кузнецов, Б.И. Артамонов, В.Ф. Савченко, В.Н. Розов. – 2-е изд., перераб. – Лесн. пром-сть. 1985. – 360 с.
2. Путилин И.Н. Влияние качества подготовки поверхности древесины на продолжительность процесса её сплачивания / И.Н. Путилин, А. Д. Платонов, С. Т. Шалтабаева // Энергоресурсосберегающие и экологически безопасные технологии лесопромышленного комплекса : Материалы Международной научной конференции ученых и студентов. Воронеж, 26 сентября 2024 года. - Воронеж, 2024. - С. 169-172.

References

1. The furniture maker's handbook. Edited by V.P. Bukhtiyarov. Designs and functional dimensions. Materials. Production technology / V.E. Kuznetsov, B.I. Artamonov, V.F. Savchenko, V.N. Rozov. – 2nd ed., pererab. – Lesn. prom-st. 1985. – 360 p.
2. Putilin I.N., Platonov A.D., Shaltabaeva S.T. The influence of the quality of wood surface preparation on the duration of its bonding process // Energy-saving and environmentally friendly technologies of the timber industry : Proceedings of the International Scientific Conference of Scientists and Students. Tuesday, September 26, 2024. Voronezh, 2024. pp. 169-172.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_116-120

УДК 517.98

ТЕХНИЧЕСКОЕ И АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУТП ВЕСОВОГО НЕПРЕРЫВНОГО ДОЗИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

TECHNICAL AND ALGORITHMIC SUPPORT OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS FOR CONTINUOUS WEIGHT DOSING OF BULK MATERIALS

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

Polyakov S.I., Candidate of Technical Sciences, associate professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: Статья посвящена проблеме автоматизации весоизмерения непрерывным способом сыпучих материалов. Алгоритмическое и техническое обеспечение автоматизированной системы управления непрерывным дозированием сыпучих материалов в различных отраслях промышленности создает предпосылки эффективного управления процессом дозирования. Приведен типовой алгоритм расчета числовых значений веса дозы. Преобразователь веса тензометрический позволяет с высокой точностью измерять удельный вес материала на ленте весоизмерительного дозатора. Рассмотрены конструктивные особенности прибора Ньютон-11М и параметры его настройки.

Abstract: The article is devoted to the problem of automation of weight measurement by a continuous method of bulk materials. Algorithmic and technical support of an automated control system for continuous dosing of bulk materials in various industries creates the prerequisites for effective control of the dosing process. A typical algorithm for calculating numerical values of dose weight is given. The strain gauge weight converter allows you to measure the specific gravity of the material on the tape of the weighing dispenser with high accuracy. The design features of the Newton-11M device and its configuration parameters are considered.

Ключевые слова: Алгоритмическое обеспечение, техническое обеспечение, автоматизированной системы управления, непрерывное весовое дозирование.

Keywords: Algorithmic support, technical support, automated control system, continuous weight dosing.

Алгоритмическое обеспечение автоматизированной системы управления непрерывным дозированием сыпучих материалов в различных отраслях промышленности строится по типовому принципу, содержит циклические, линейные, ветвящиеся структуры и показано на рис. 1: Блок 1. Выполнение команды на запрет прерываний. Блок 2. Формирование адреса канала N в ячейке RD12. Блок 3. Включить в работу счетчик. Блок 4. Формирование блока и присваивание нулевого значения. Блок 5. Если не произошло, то возврат на шаг -1. Блок 6. Присваивание счетчику нулевого значения. Блок 7. Вызов подпрограммы обработки аварийных ситуаций. Блок 8. Присваивание счетчику числового значения. Блок 9. Формирование блока и присваивание единичного значения. Блок 10. Если

не произошло, то возврат на шаг -1. Блок 11. Присваивание счетчику нулевого значения. Блок 12. Вызов подпрограммы обработки аварийных ситуаций. Блок 13. Формирование восьмиразрядного регистра С. Блок 14. Периоду опроса присваивается нулевое значение. Блок 15. Присваивание счетчику числового значения. Блок 16. Периоду опроса присваивается единичное значение. Блок 17. Если не произошло, то возврат на шаг -1. Блок 18. Присваивание счетчику нулевого значения. Блок 19. Ввод очередной цифры. Блок 20. Присваивание счетчику числового значения. Блок 21. Периоду опроса присваивается нулевое значение. Блок 22. Если не произошло, то возврат на шаг -1. Блок 23. Присваивание счетчику нулевого значения. Блок 24. Переход на следующий разряд числа. Блок 25. Разряды все заполнены.

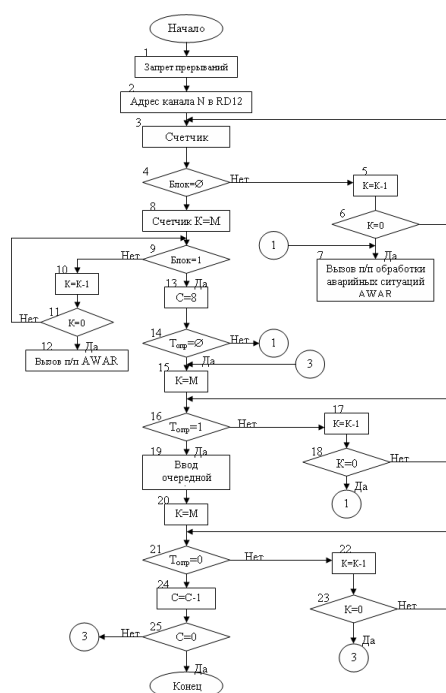


Рисунок 1 – Структурная схема алгоритма управления взвешиванием

Преобразователь тензометрический предназначен для получения достоверного сигнала веса материала, проходящего через дозатор непрерывного действия. В соответствии с ГОСТ на лицевой панели прибора размещены органы индикации и управления. Внешний вид размещения соответствующих органов на лицевой панели с пояснениями приведен на рис. 2. [1]-[3].

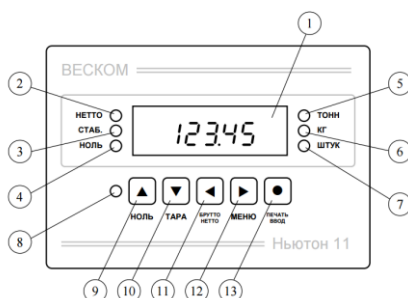


Рисунок 2 – Органы управления и индикации тензометрического преобразователя

Органы индикации и управления, изображенные на рис. 2 обозначены следующими цифрами: (1) Цифровой индикатор отображает при настройке преобразователя значения параметров и названия пунктов меню, а также индикацию текущего значения веса сыпучего материала. (2) Если преобразователь работает в режиме точного взвешивания НЕТТО, то светодиод НЕТТО горит. (3) Если происходит стабилизация текущего значения веса на ленте конвейера, то светодиод СТАБ горит. (4) Если материал на ленте отсутствует, то это соответствует горящему состоянию светодиода НОЛЬ. (5) Если для процесса измерения веса используются единицы измерения «тонны», то светодиод ТОНН горит. (6) Если используются по ходу технологического процесса единицы измерения «килограммы», то в этом случае светодиод КГ горит. (7) Если используются по ходу технологического процесса единицы измерения «штуки», то в этом случае светодиод ШТ горит. (8) Для изменения параметров настройки преобразователя и установления зависимости между размером значения веса и показанием преобразователя служит закрытая кнопка. При нажатии на кнопку осуществляется изменение параметров и калибровка. При повторном включении преобразователя функция изменения параметров и калибровка запрещены. (9) Для выбора необходимого пункта меню используется кнопка НОЛЬ. Она же используется при переводе показаний преобразователя в ноль, а также, если нужно параметр увеличить. (10) Для выбора из меню необходимого пункта при переходе вниз служит кнопка ТАРА. С помощью этой кнопки также обнуляется вес упаковки и значение выбранного параметра уменьшается. (11) Для перехода между режимами, выбора из меню необходимого пункта или цифры параметра служит кнопка БРУТТО/НЕТТО. (12) Для того, чтобы активировать меню, необходимо использовать кнопку МЕНЮ. Ее применяют, если требуется перейти вправо по меню или выделить необходимую цифру параметра. (13) Для передачи измеренных данных веса материала на конвейере по интерфейсу используется кнопка ПЕЧАТЬ/ВВОД. Ее также применяют, когда требуется подтвердить значение интересующего параметра. [4].

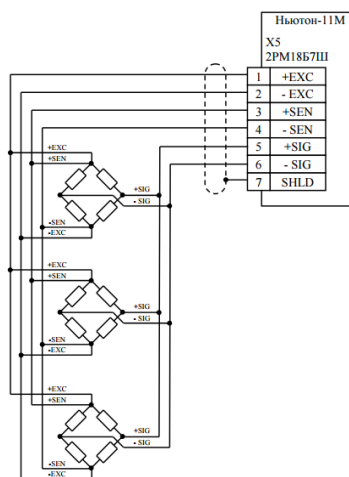


Рисунок 3 – Схема соединений трех шести проводных датчиков тензометрических к вторичному прибору Ньютон-11М

Особенность работы преобразователя связана с возможностью установки режима сигнализации. В этом режиме формируется необходимый по условиям технологического

регламента граничный весовой интервал. Изменение реального веса отслеживается преобразователем и соответствует установленным весовым границам. Может возникнуть такая ситуация когда набранный или измеренный вес материала выходит из установленных границ, тогда и срабатывает режим сигнализации.

Схема подключения к вторичному преобразователю внешнего источника питания и дискретных входов и выходов показана на рис. 4.

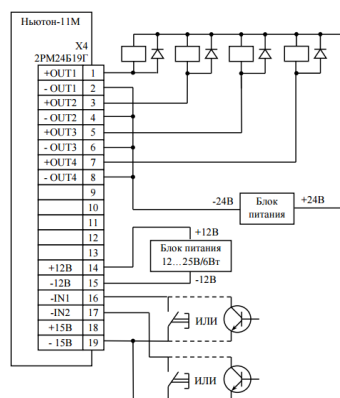


Рисунок 4 – Схема подключения к вторичному преобразователю внешнего источника питания и дискретных входов и выходов

Каждый выход в режиме сигнализации выполняет функцию граничного переключателя, а с одновременным использованием двух выходов можно установить режим контроля весового диапазона для ленточного непрерывного дозатора. Для этого необходимо присвоить выходам функцию "Контроль диапазона". Величинам F_OUT1 и F_OUT2 приравняется величина "rCtrl". Настраиваемые параметры d1_On и d1_OFF соответствуют выходу 1, а настраиваемые параметры d2_On и d2_OFF соответствуют выходу 2. В них задаются пороговые точки включения и выключения сигнализации соответственно при выходе за границы весового диапазона дозирования материала. [5], [6].

Структурная схема алгоритма настройки параметров прибора приведена на рис. 5.

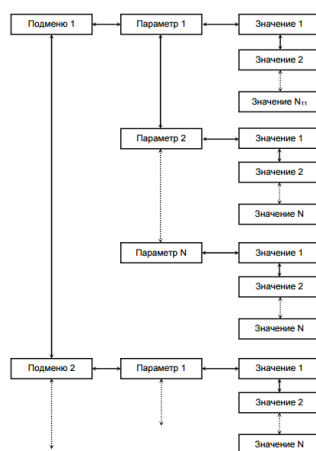


Рисунок 5 – Схема структурная алгоритма настройки параметров прибора

Выводы

1. Проведен выбор технических средств для автоматизированного дозирования составляющих смесей непрерывным способом.

2. Для практической реализации по точности дозирования необходимо обеспечить измерение веса, подобрать необходимый и достаточный комплекс технических средств, создав измерительный канал для достоверной передачи информации.

3. Предложено алгоритмическое обеспечение АСУТП дозирования.

Список литературы

1. Системы измерительные СТММ. Методика поверки», утверждённая руководителем ГЦИ СИ ФГУП «ЦАГИ» 18.12.2015 года.

2. Рачков М.Ю. Технические измерения и приборы / М. Ю. Рачков. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: МГИУ, 2007. - 200 с.

3. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений: / Г. Г. Рачков, А.П. Тарасенко. - Изд. 2-е, стереотипное. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 336 с.

4. Шишмарев В.Ю. Средства измерений / В. Ю. Шишмарев. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 320 с.

5. Поляков С.И., Ухин А.С., Челышев С.Г. Техническое обеспечение дозирования компонентов бетонных смесей с тензометрической весоизмерительной системой // Интернет-ресурс: XXXI-ая международная научно-техническая интернет-конференция «Новые материалы и технологии в машиностроении», 10 мая - 10 июня / Брянск: БГИТУ, 2020. <http://science-bsea.bgita.ru>.

6. Polyakov, S.I., V. I. Akimov V.I., Polukazakov A.V. Mathematical model of the dynamics of the balancing mechanism of the weighing system of the dispenser // Journal "Proceedings of the 8th International Conference on Industrial Engineering" ICIE 2022 publishing house Springer International Publishing AG / Switzerland, 2022. – pp. 370-380.

References

1. STMM measuring systems. Verification Methodology', approved by the Head of the SI Centre of FSUE TsAGI on 18.12.2015.

2. Rachkov M.Yu. Technical measurements and devices / M. Yu. Rachkov. - 2nd ed., revised. and add. - M. : MGIU, 2007. - 200 p.

3. Rannev G.G. Methods and measuring instruments / G. G. Rychkov, A.P. Tarasenko. - 2nd edition, stereotypical. - M. : Publishing center "Academy", 2004. - 336 p.

4. Shishmarev V.Y. Measuring instruments / V. Y. Shishmarev. Moscow : Publishing Center "Academy", 2006. - 320 p.

5. Polyakov S.I., Ukhin A.S., Chelyshev S.G. Technical support for the dosing of components of concrete mixtures with a strain gauge weighing system // Online resource: XXXI International Scientific and Technical Internet Conference "New Materials and Technologies in Mechanical Engineering", May 10 - June 10 / Bryansk: BGITU, 2020. <http://science-bsea.bgita.ru>.

6. Polyakov S.I., Akimov V.I., Polukazakov A.V. Mathematical model of the dynamics of the balancing mechanism of the weighing system of the dispenser // Journal "Proceedings of the 8th International Conference on Industrial Engineering" ICIE 2022 publishing house Springer International Publishing AG / Switzerland, 2022. - pp. 370-380.

АСПЕКТЫ КЛЕЁВ ДЛЯ КРОМЛЕНИЯ МЕБЕЛЬНЫХ ЩИТОВ
ASPECTS OF ADHESIVES FOR EDGING FURNITURE BOARDS

Пономаренко Л.В., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский 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.

Кантиева Е.В., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж **Kantieva E.V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: Производство корпусной мебели из плитных листовых материалов является самым востребованным на рынке мебели. Корпусная мебель окружает нас в быту, на работе, в учебных и общественных организациях, местах отдыха. Требования к изделиям мебели постоянно возрастают и требуют постоянного совершенствования технологий, оборудования и конечно же материалов. В работе представлен анализ клеев для приклеивания кромок к мебельным щитам. Показаны положительные и отрицательные особенности клеев-расплавов. В технологии имеется большой выбор клеев по цене, простоте использования, прочности приклеивания и имеется возможность выбора достойных клеев для разных категорий мебели.

Abstract: The production of cabinet furniture from plate sheet materials is the most in demand on the furniture market. Cabinet furniture surrounds us at home, at work, in educational and public organizations, and recreation areas. The requirements for furniture products are constantly increasing and require constant improvement of technologies, equipment and, of course, materials. The paper presents an analysis of adhesives for gluing edges to furniture panels. The positive and negative features of hot melt adhesives are shown. The technology offers a wide range of adhesives for price, ease of use, bonding strength, and the ability to choose decent adhesives for different categories of furniture.

Ключевые слова: клей, кромочный материал, прочность, долговечность, мебельный щит

Keywords: glue, edge material, strength, durability, furniture shield

Сегодня трудно представить нашу жизнь без окружающих нас предметов, декоров и особенно мебели. С мебелью мы сталкиваемся дома (спальные гарнитуры, кухни, ванные комнаты и т.д.), на работе, учебе, отдыхе, даже в транспорте. Самой востребованной мебелью среди населения является корпусная мебель. Это самая практичная и функциональная мебель с большими объемами производства, так как такая мебель используется во всех помещениях от прихожих и до балконов (рисунок 1) [1]. Корпусная мебель включает в себя вертикальные и горизонтальные каркасы, большое количество моделей, что позволяет создавать современный интерьер, практичную и функциональную

мебель для приема пищи, учебы, работы, отдыха. Она состоит из жёстких оснований (щитовых элементов), образующих цельную конструкцию – корпус, которая в большинстве случаев выполняет функцию хранения вещей.



Рисунок 1 – Производство мебели в России по основным категориям с 2017 по 2022 гг

С каждым годом благосостояние российских граждан и их покупательская способность растут и это является основным фактором развития мебельного рынка. По данным Росстат, АМДПР с каждым годом увеличиваются объемы производства мебели (рисунок 2) [1]. Высокие показатели связываются в первую очередь с масштабным строительством новых квартир, их ипотечным кредитованием, и как следствие ростом потребности в мебели.

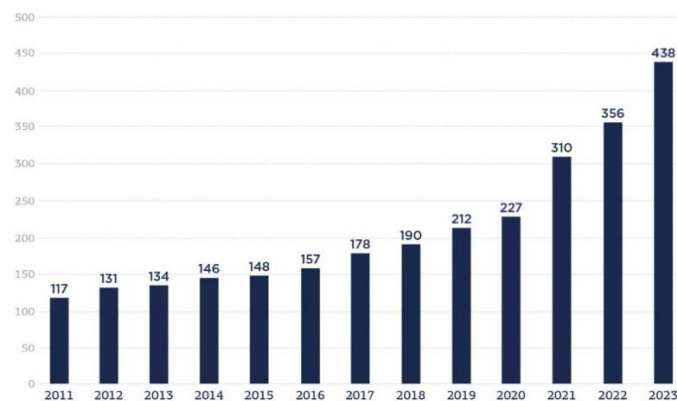


Рисунок 2 – Динамика производства мебели в России, млрд. руб

Высокая конкурентоспособность мебели и предприятий требует выпуска изделий высокого качества, функциональности, долговечности и экологичности. Мебельные щиты для корпусной мебели могут быть изготовлены либо из массивной древесины (дорогой вариант), либо из клееных плитных материалов (древесностружечные плиты (ДССтП), плиты МДФ, фанера и т.п.). Последние материалы как раз являются «бюджетными» и заняли широкую нишу в производстве корпусной мебели.

При производстве ДСтП используются синтетические клеи, содержащие формальдегид. Это вещество является канцерогенным для человека и может вызывать различные заболевания, в том числе онкологические. К сожалению, выделение формальдегида происходит не только в период изготовления плит, но и в период эксплуатации. Чтобы исключить эту проблему мебельные щиты должны облагораживаться по всем поверхностям, как по пласти, так и по кромкам щитов. В качестве облицовок кромок используется натуральный и синтетический шпон, пленки, пластики и др. В качестве клеев так называемые клеи-расплавы. Эти клеи обладают хорошей адгезией, не выделяют вредных для человека веществ, простые в использовании, отверждении и хранении, не пожароопасные, выпускаются чаще всего в виде гранул.

Каждому из нас приходилось видеть отставание и сколы кромок на мебели, особенно в учебных заведениях, общественных учреждениях, да чего греха таить и дома. На прочность приклеивания кромок оказывают влияние много факторов, одним из важнейших является вид применяемого клея.

Клеи-расплавы для облицовывания кромок щитов используются давно. Они очень популярны из-за простоты применения и хороших характеристик. Основой их являются термопластичные полимеры, которые при нагревании размягчаются и переходят в вязкотекучее состояние, а при остывании отвердевают. Процесс отверждения полностью физический, то есть происходит за счет снижения температуры. Состав клеев постоянно меняется, первоначально он состоял полностью из термопластов, далее в клей стали вводить различные наполнители. Клеи-расплавы делятся на ненаполненные и наполненные [2, 3]. Ненаполненные клеи характеризуются хорошей адгезией, бесцветным клеевым швом, прочностью, малым расходом клея, но имеют низкую вязкость и термостойкость. Для ДСтП с рыхлой структурой целесообразно применять наполненные клеи. В качестве наполнителей могут выступать каолин, тальк, мел и др. Они повышают вязкость и клеящие свойства. Наполнители снижают стоимость клеев, так как дорогостоящий полимер в составе этих клеев составляет всего 30-50%.

Клеи-расплавы различаются от вида используемого полимера. Он играет основную роль при оценке качества приклеивания, прочности и долговечности. В мебельной промышленности, в большей степени, используется клеи на основе этиленвинилацетат – ЭВА (EVA), полиолефина – ПО (PO) и полиуретана – ПУР (PUR/POR). Основное различие между ними в том, что EVA и PO относятся к термопластичным клеям, а PUR — к термореактивным.

Одним из самых распространенных, простых и доступных является клей на основе этиленвинилацетат. Этот клей не токсичный, нейтральный к воздействию химических веществ, быстро отвердевает, температура плавления от 140 до 180⁰ С. Так как этот клей термопластичный, им очень удобно работать, его можно оставить в станке, остудить, потом разогреть и опять работать. Можно сказать, что этот клей обратимый. Ненаполненный ЭВА-клей хорошо распределяется по поверхности, дает тонкий клеевой шов, меньше изнашивает оборудование (рисунок 3 а) [4].



а)



б)

Рисунок 3 - Внешний вид ЭВА-клей-расплава:

а – ненаполненный «Эргомелт»; б – наполненный «Эргомелт»

Наполненный ЭВА-клей имеет высокую вязкость (могут быть сильно-, средне-, слабо-наполненными), не просачивается в пустоты плитных материалов, снижает расход клея и к сожалению прочность (рисунок 3 б). Также наполнители застывают на клеевых вальцах и начинают гореть, в результате портится оборудование. Расход клея составляет $4,3 - 4,5 \text{ г/м}$ ($240 - 280 \text{ г/м}^2$). Хранится и транспортируется этот клей в виде гранул в мешках.

Клей-расплав на основе полиуретана однокомпонентный, не имеет растворителей, воды, наполнителей (тальк, мел и др.) и относится к необратимым. После остывания клея полная полимеризация достигается в течение 1-2 суток. Этот клей имеет высокую адгезию, термостойкость, стойкость к растворителям, прочность, он экологичный и водостойкий, с ним можно работать и эксплуатировать при достаточно высокой влажности до 30%, температура плавления $130 - 150^\circ \text{C}$ [5]. PUR-клей наносится тонким слоем, поэтому его расход в 2 – 2,5 раза ниже, чем у других клеев и составляет $2,2 - 2,4 \text{ г/м}$ ($120 - 140 \text{ г/м}^2$). Также надо указать на его эстетический вид, даже на темном фоне он практически незаметен. Клеевой слой невидимый, так как толщина его очень маленькая и прозрачный цвет. Но есть и особенности PUR-клея и связаны они с условиями его хранения. Этот клей отвердевает на воздухе, хранить его нужно в герметичных упаковках. Полимеризация происходит не за «один час», современные составы PUR-клея жизнеспособны в течение трех суток. Фасуются эти клеи в катриджи или фольгированные пакеты, герметизируются и помещаются в жесткую упаковку (рисунок 4 а). Также этот клей выпускается в виде гранул (рисунок 4 б). При не использовании всего катриджа или пакета за один раз, остатки рекомендуется вакуумировать, особенно это относится к гранулированному клею, так как при соприкосновении с воздухом отвердевает каждая гранула в отдельности.



а)



б)

Рисунок 4 – PUR-клея: а – в виде катриджа; б – в виде гранул

На рисунке 5 представлен внешний кромочного покрытия мебельного щита с использованием ЭВА- и ПУР-клеев.

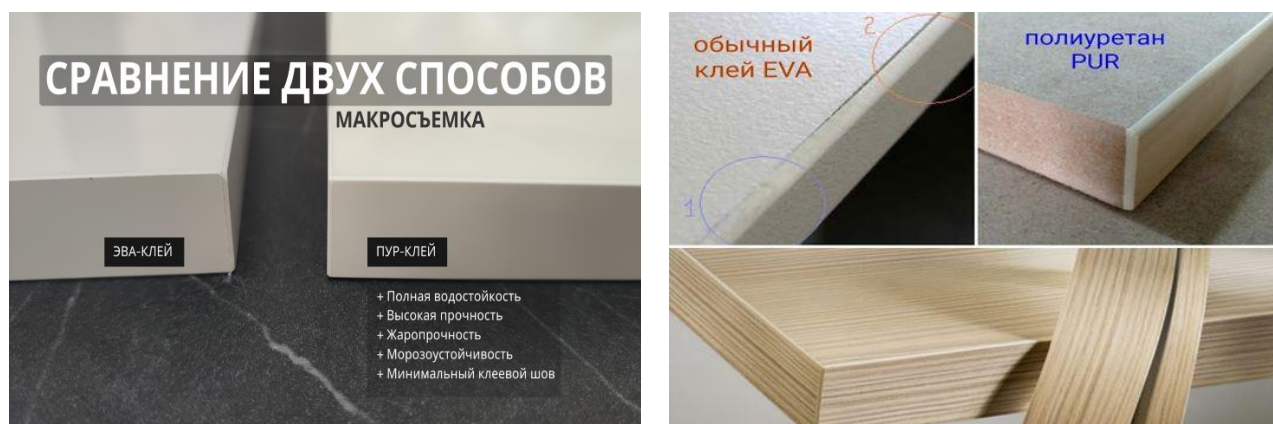


Рисунок 5 – Сравнение кромочного покрытия ЭВА- и ПУР-клеев

Клей-расплав на основе полиолефина получают из высокомолекулярных веществ природного газа или нефтепродуктов. Они имеют повышенные прочностные и эксплуатационные показатели, температура их плавления достаточно высокая 180°C [6]. Их чаще используют при кромлении фасонных поверхностей. Отличаются РО-клеи высокой прочностью, низким расходом клея, прозрачным клеевым швом. Полиолефин дает более прочный клеевой слой, чем ЭВА- и ПУР-клеи, его рекомендуется использовать в изделиях, эксплуатируемых возле нагревательных приборов (кухни), с повышенным содержанием пара (ванные комнаты). Термостойкость клея достигает $110 - 130^{\circ}\text{C}$, как и Эва –клей его можно оставить в клеевом бачке, потом опять разогреть и продолжить работать. Расход клея составляет в среднем $4,4\text{ г/м}$ (260 г/м^2).

Современные технологии не стоят на месте, и сегодня мы можем облицовывать кромки лазерным способом с использованием бесшовной кромки, создавая так называемый «нулевой шов». Лазерная кромка [7, 8] состоит из двух слоев: декоративного и функционального (рисунок 6).

ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ КРОМКИ

Кромка *laser edge* состоит из двух слоев:

ПП-верхний слой + модифицированный ПП – функциональный слой

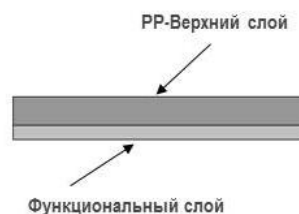


Рисунок 6 – Бесшовная обработка кромок при лазерном кромлении

Полимерный функциональный слой пленки позволяет получать монолитный клеевой шов. Такая кромка обладает эстетичным внешним видом, термо- и влагостойкостью, предотвращает загрязнения клеевого шва (рисунок 7).



Рисунок 7 – Внешний вид мебельных щитов

Нижний слой при кромлении может разогреваться различными способами [9]. При лазерном разогреве функциональный слой активируется лазером (рисунок 8). Такой слой размягчается, плавится, заполняет впадины шероховатой поверхности основы и застывая создает неразрывный клеевой шов (рисунок 9). Оборудование для лазерного кромления является дорогостоящим, поэтому не все предприятия решаются на внедрение такой технологии.

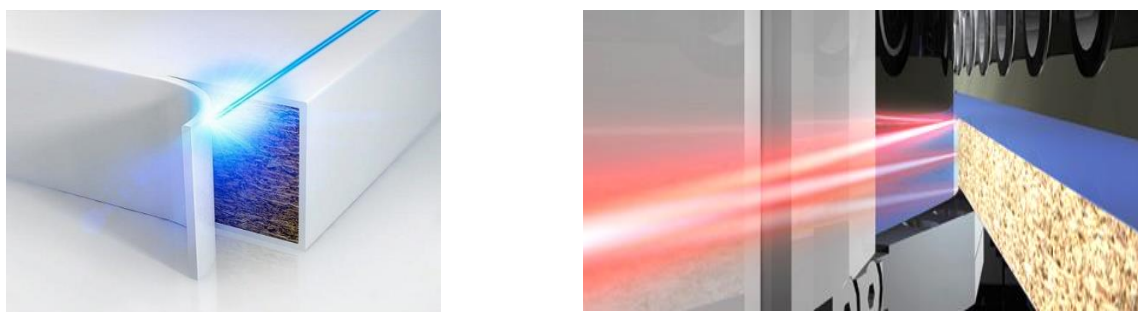


Рисунок – 8 Лазерное кромление мебельных щитов



Рисунок – 9 Механическое соединение (адгезия) полимера и основы

Более дешевым способом, который более широко внедряется в мебельную промышленность, является технология обработки горячим воздухом. Существует также NIR технология, где быстрая и точная передача тепла осуществляется ближним инфракрасным излучением.

На рисунке 10 представлен внешний вид мебельного щита с использованием разных способов кромления.

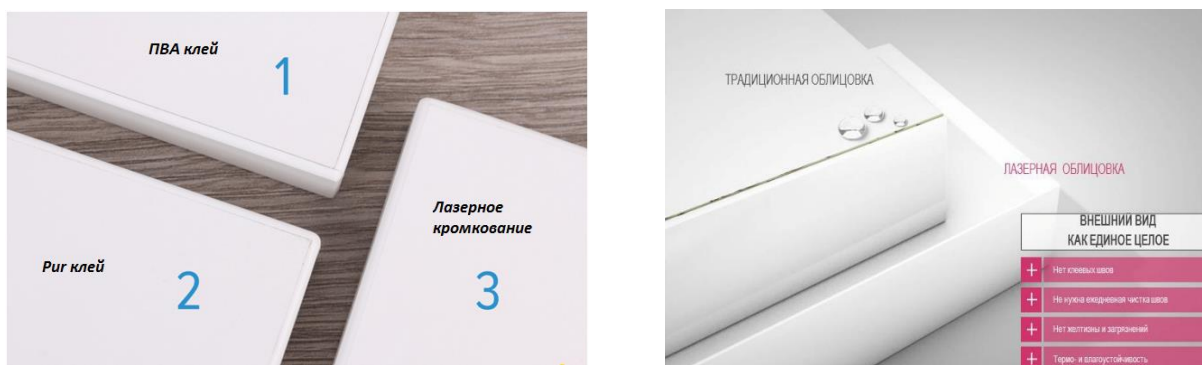


Рисунок 10 – Сравнение качества кромления с использованием ПВА- и ПУР-клеев, лазера

Резюмируя все выше изложенное, можно точно утверждать, что сегодня мебельная промышленность обладает достаточным количеством клеев для кромления плоских щитов. В зависимости от объемов и категорий производства, ценовой политики можно подобрать и использовать клеи-расплавы нужного качества и цены.

Список литературы

1. Мебельное производство в России: крупнейшие игроки. – URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/mebelnoe-proizvodstvo-v-rossii-krupneyshie-igroki/>. (Дата обращения 22.02.25).
2. Коалиция федеральный премиум-партнер Henkel. – URL: <https://cltn.ru/tpost/bok71enf21-klei-rasplavi-harakteristiki-i-sostav> (Дата обращения 22.02.25).
3. Клей для кромочной ленты: как выбрать подходящий? – URL: https://kontakt-market.ru/articles/kak_vybrat_podkhodyashchiy_kley_dlya_kromочноy_lenty/. (Дата обращения 24.02.25).
4. Что такое PUR-клей и чем он хорош для кромления деталей? – URL: https://www.plitstroysservice.ru/company/news/chto_takoe_pur_kley_i_chem_on_khorosh_dlya_kromleniya_detaley/ (Дата обращения 24.02.25).
5. Клей для кромкооблицовочного станка: PUR vs EVA // Мебельщик: Портал для специалистов в области мебели и деревообрабатывающей области. – URL: <https://mebelshik.biz/articles/oborudovanie-i-derevoobrabotka/kley-dlya-kromkooblitsovochnogo-stanka-pur-vs-eva/?ysclid=m7fwkjaa6x974720153>. (Дата обращения 25.02.25).
6. Кромление мебельных деталей на ПУР-клей. Что такое пур-клей. Преимущества кромки PUR // PAN-RASPIL (ПАН-РАСПИЛ). – URL: https://pan-raspil.com/kromlenie_mebelnykh_detaley_na_pur_klei_chto_takoe_pur_klei_priemushchiestva?ysclid=m7fx7hpscs302243404. (Дата обращения 25.02.25).
7. Бесшовное лазерное кромкование // Вся правда. HANDLER (Сервис мебельных идей). – URL: <https://handler.by/blog/mebel-tehnologii/besshovnoe-lazernoe-kromkovanie-vsya-pravda-201/>. (Дата обращения 28.02.25).
8. Совершенство до мельчайших деталей с кромкой для нулевого шва от PEXAY. – URL: <https://rhsolutions.ru/null-shov-nav/https://rhsolutions.ru/null-shov-nav/>. (Дата обращения 28.02.25).

9. Производство мебельных плит и стеновых панелей. – URL: <https://plastplit.ru/articles/lazernoe-kromkovanie>. (Дата обращения 02.03.25).

References

1. Furniture manufacturing in Russia: the largest players. – URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/mebelnoe-proizvodstvo-v-rossii-krupneyshie-igroki-/>. (Accessed 22.02.25).
2. The Coalition is Henkel's federal premium partner. – URL: <https://cltn.ru/tpost/bok71enf21-klei-rasplavi-harakteristiki-i-sostav>. (Date of issue 22.02.25).
3. Glue for edge tape: How do I choose the right one? – URL: https://kontakt-market.ru/articles/kak_vybrat_podkhodyashchiy_kley_dlya_kromочноy_lenty /. (Accessed 24.02.25).
4. What is PUR-glue and how is it good for edging parts? – URL: https://www.plitstroysevice.ru/company/news/chto_takoe_pur_kley_i_chem_on_khorosh_dlya_kromleniya_detaley/. (Accessed 24.02.25).
5. Glue for edge banding machine: PUR vs EVA // Mebelschik: A portal for specialists in the field of furniture and woodworking. – URL: <https://mebelshik.biz/articles/oborudovanie-i-derevoobrabotka/kley-dlya-kromkooblitsovochnogo-stanka-pur-vs-eva/?ysclid=m7fwkjaa6x974720153>. (Date of issue: 02/25/25).
6. Edging furniture parts with PUR-glue. What is pure glue? Advantages of the PUR // PAN-RASPIL edge. – URL: https://pan-raspil.com/kromlieniie_miebielnykh_detaliei_na_purklyei_chto_takoe_purklyei_prieimushchiestva?ysclid=m7fx7hpscs302243404. (Accessed 02/25/25).
7. Seamless laser edging // The whole truth. HANDLER (Furniture ideas service). – URL: <https://handler.by/blog/mebel-tehnologii/besshovnoe-lazernoe-kromkovanie-vsya-pravda-201> /. (Accessed 28.02.25).
8. Perfection down to the smallest detail with a zero-seam edge from RECHAU. – URL: on the REHAU website: <https://rhsolutions.ru/null-shov-nav/https://rhsolutions.ru/null-shov-nav> /. (Accessed 02/28/25).
9. Manufacture of furniture panels and wall panels. – URL: <https://plastplit.ru/articles/lazernoe-kromkovanie>. (Accessed 03/02/25).

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ COMPOSITE MATERIALS FROM WOOD WASTE

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

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», Россия, Воронеж

Rublev I.Y., postgraduate, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: В работе рассмотрены различные композиционные материалы из древесных отходов. Был проведен анализ трех групп материалов для производства из древесных отходов. Проанализирован новый композиционный материал из коры березы и технология его переработки.

Abstract: The article considers various composite materials from wood waste. The analysis of three groups of materials for production from wood waste was carried out. A new composite material from birch bark and the technology of its processing are analyzed.

Ключевые слова: древесные отходы, кора березы, технология, композиционный материал, переработка.

Keywords: wood waste, birch bark, technology, composite material, recycling.

Большие запасы древесины в России, обуславливают создание деревообрабатывающих предприятий, которые помимо готовой продукции, оставляют большое количество отходов. По статистическим данным, в России зарегистрировано более 1000 деревообрабатывающих производств. Большое количество отходов, которые образуются после обработки древесины, определяет необходимость разработки новых методов рационального использования отходов деревообработки. Выбрасываемые отходы представляют собой ценнейшее вторичное биосырье.

Одним из путей дальнейшего использования такого рода отходов является создание многофункциональных композиционных материалов. Возможность создания композиционного материала из вторичного сырья, с одной стороны, снижает техногенную нагрузку на окружающую среду, а с другой – существенно уменьшает стоимость композиционных материалов, которая в большинстве случаев является достаточно высокой и ограничивает масштабы использования композиционных материалов в строительной индустрии.

Полимерные композиционные материалы с древесными наполнителями отличаются большим количеством разновидностей, которые могут существенно различаться по

свойствам и областям применения. Как и в случае с другими композиционными материалами, классификационным признаком, учитывающим особенности этих разновидностей, является тип наполнителя, от которого, наряду с количественным соотношением между наполнителем и связующим, в первую очередь зависят свойства композиционного материала.

Рассмотрим различные виды композиционных материалов, которые можно создать из переработанного сырья.

Можно выделить три группы материалов: древесно-наполненные полимеры (ДНП) и древесно-полимерные композиты (ДПК), композиты с наполнителями в виде древесных стружек и волокон, а также древесно-слоистые пластики (ДСП).

К ДНП и ДПК относятся материалы, в которых наполнителем являются древесная мука или мелкая щепа в количестве до 50 % для ДНП и от 50 до 85 % для ДПК [1]. В качестве связующих для этой группы композитов применяют термопластичные полимеры, в основном полипропилен, полиэтилен и поливинилхлорид, несколько реже полистирол и акрилонитрилбутадиенстирол [1]. При этом с увеличением доли наполнителя получаемый композиционный материал по своим свойствам всё больше соответствует древесине, т.е. ДНП в большей степени соответствуют полимерным материалам, а ДПК – древесине. Материалы этой группы характеризуются легкостью механической обработки, прочностью удержания крепежных элементов (шурупов, гвоздей и т.д.), малой плотностью, низким водопоглощением и атмосферостойкостью.

Композиты с наполнителем в виде древесной стружки выпускаются в форме древесно-стружечных плит (ДСтП). Существует несколько разновидностей ДСтП, среди которых наиболее распространены ориентированно-стружечные плиты (ОСП), в которых стружка наружных слоев ориентирована параллельно длине и ширине плиты, а стружка внутренних слоев ориентирована перпендикулярно наружным слоям или расположена произвольно. Также существуют ДСтП, в которых наружные слои делают из измельченного древесного волокна (волокнуisto-стружечная плита) или из древесной пыли.

Композиты с наполнителем в виде древесных волокон выпускаются в виде древесноволокнистых плит (ДВП), среди которых различают мягкие ДВП (МДВП) теплоизоляционного назначения, твердые и полутвердые ДВП для отделочных работ, изготовления опалубки и мебели. В свою очередь, твердые ДВП подразделяют на плиты средней плотности (600–850 кг/м³) или МДФ (Medium Density Fiberboard) и плиты высокой плотности (более 850 кг/м³) или ХДФ (High Density Fiberboard). Среди твердых плит также выделяют такие модификации, как сверхтвердые, биостойкие, водостойкие и трудносгораемые, которые получают путем специальной обработки.

Для дополнительного повышения прочности и водостойкости, защиты от внешних воздействий и придания более эстетического внешнего вида лицевые поверхности ДСтП и ДВП в ряде случаев шпонируют, ламинируют и лакируют (окрашивают). Твердые ДВП с защитным лицевым слоем называют оргалитом.

ДСтП и ДВП (кроме МДВП) по сравнению с ДНП и ДПК отличаются более высокими значениями прочности и ударной вязкости, но их сложнее обрабатывать из-за более высоких

значений твердости и хрупкости, у них меньшая прочность удержания крепежных элементов, особенно у ДСтП.

ДСП (фанера) представляют собой композиционные материалы с наполнителем из нескольких слоев древесного шпона (листа древесины толщиной от 0,5 до 3 мм), скрепленных полимерным связующим. ДСП выпускают в виде плит, досок и панелей, они являются более прочными, долговечными и водостойкими по сравнению с рассмотренными выше группами композитов.

К полимерным композиционным материалам на реактопластичных связующих, в том числе карбамидоформальдегидной, полиэфирной и других смол, с наполнителем в виде стружки или пробки, можно отнести теплоизоляционный и конструкционно-теплоизоляционный полимербетоны строительного назначения, которые отличаются высокими значениями прочности, абразивной стойкости и морозостойкости [3].

В отдельную группу полимерных композитов с древесным наполнителем можно выделить древесно-корьевые плиты (ДКП) и коропласты, в которых в качестве наполнителя используют частицы коры, а в качестве связующих – указанные выше термореактивные смолы. Материалы данной группы композитов уступают уже рассмотренным композитам по прочности, но обладают хорошими теплоизоляционными характеристиками. Они применяются в качестве отделочного материала и утеплителя.

Как следует из вышесказанного, все рассмотренные разновидности композитов за исключением ДСП могут быть получены с использованием древесных отходов, а ДНП и ДПК позволяют использовать древесные отходы как наполнитель и полимерные отходы как связующее. Существует и возможность частичной или полной замены реактопластичных связующих на термопластичные. Например, известны конструкционный древесно-полимерный материал, где связующим является фенолформальдегидная смола с добавлением полиэтилентерефталата [2], и теплоизоляционный композиционный материал с использованием древесных опилок и отходов пенополистирола, который соответствует МДВП по теплопроводности и полутвердым ДВП по прочности, отличаясь от них меньшим водопоглощением и повышенной водостойкостью [2].

Также отдельно хотелось бы рассмотреть перспективы создания новых композиционных материалов, например, из коры березы, которая на фанерных комбинатах практически не используется, сжигается или вывозится в отвалы.

Особую ценность в коре березы составляет пробковый слой, который составляет до 20% ее объема. Пробка является натуральным гипоаллергенным материалом, который не выделяет никаких вредных для человеческого организма веществ ни в состоянии покоя, ни при нагреве или горении. Кору пробкового дерева высушивают только естественным путем. Затем этот натуральный материал поступает на завод, где проходит несколько технологических этапов. Его измельчают, а затем подвергают прессовке под большим давлением с дополнительной обработкой паром. При этом в технологии производства не используются никакие дополнительные связующие элементы, т.к. в пробке есть собственный клеевой компонент — суберин, или натуральный природный клей, в коре его содержится не меньше 45% [5].

Производство пробкового материала происходит по технологии, известной как агломерация. Отсюда и техническое название двух видов конечного продукта — черный и белый пробковый агломерат. Они отличаются друг от друга лишь тем, что белый изготавливается из коры веток дерева, а черный — из коры ствола. Уникальность пробкового материала заключается в его ячеистой структуре. В 1 см³ пробки располагается 40 миллионов ячеек, заполненных газовой смесью. Ячейки имеют равностороннюю форму с 14 гранями и разделены межклеточным пространством. Такая структура определяет высокие теплоизоляционные свойства пробки, плюс ко всему материал не боится воды и не пропускает газы. [6]

Солнечные лучи не могут повредить пробковое покрытие, к тому же оно их не пропускает. На такой поверхности не скапливается статическое электричество, она нейтральна по отношению к щелочам и другим агрессивным средствам, а также не меняет своих технических и эксплуатационных характеристик при отрицательных температурах. Однако пробка является горючим материалом, поэтому ее обрабатывают специальным веществом, после чего относят к категории Г1 — негорючие покрытия.

Актуальность использования древесных и полимерных отходов в производстве композиционных материалов связана с большими темпами накопления и объемами образования данных отходов, а также с проблемами их утилизации. Пробка — это универсальный материал, долговечный и удобный в использовании. Его утилизация происходит естественным путем без каких-либо сложных технологических процессов. К исключительным особенностям пробкового пола следует отнести тот факт, что этот материал может использоваться в качестве защиты от радиоактивного излучения.

Таким образом, расширение возможностей по утилизации данных отходов является перспективной и актуальной задачей. При этом особое внимание следует уделять задачам по созданию нового композиционного материала, разработки технологии производства из него продукции многих наименований.

Список литературы

1. Гиревая Х.Я., Шубина Н.И. Утилизация полимерных отходов путем получения древесно-полимерного композиционного материала и исследование его свойств // Теория и технология металлургического производства. 2012. № 12. С. 156–161. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20299748>
2. Крылов А.А., Вахнина Т.Н. Разработка древеснополимерного композита строительного назначения с добавкой вторичного полиэтилентерефталата // Строительные материалы. 2016. № 7. С. 67–70. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-drevesno-polimernogo-kompozita-stroitel'nogo-naznacheniya-s-dobavkoy-vtorichnogo-polietilentereftalata>
3. Сангалов Ю.А., Карчевский С.Г., Ионов В.И. Дисперсная древесина как перспективное химическое сырье // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2014. № 4. С. 5–15. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22751786>
4. Ушков В.А., Семочкин А.Ю., Невзоров Д.И. Древесно-полимерные композиты — эффективные отделочные строительные материалы // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 8. С. 82–85. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21845753>

5. 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>

6. Черных А.С., Рублев И.Ю. Проблемы переработки древесных отходов в виде коры березы. В сборнике: Энергоресурсосберегающие и экологически безопасные технологии лесопромышленного комплекса. Материалы Международной научной конференции ученых и студентов. Воронеж, 2024. С. 208-212. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=79715496>

References

1. Girevaya H.Ya., Shubina N.I. Utilization of polymer waste by obtaining wood-polymer composite material and investigation of its properties // Theory and technology of metallurgical production. 2012. No. 12. pp. 156-161. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20299748>

2. Krylov A.A., Vakhnina T.N. Development of a wood polymer composite for construction purposes with the addition of secondary polyethylene terephthalate // Building materials. 2016. No. 7. pp. 67-70. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-drevesno-polimernogo-kompozita-stroitel'nogo-naznacheniya-s-dobavkoy-vtorichnogo-polietilentereftalata>

3. Sangalov Yu.A., Karchevsky S.G., Ionov V.I. Dispersed wood as a promising chemical raw material // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2014. No. 4. pp. 5-15. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22751786>

4. Ushkov V.A., Semochkin A.Yu., Nevzorov D.I. Wood-polymer composites – effective finishing building materials // Industrial and civil engineering. 2014. No. 8. pp. 82-85. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21845753>

5. 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>

6. Chernykh A.S., Rublev I.Y. Problems of processing wood waste in the form of birch bark. In the collection: Energy-saving and environmentally friendly technologies of the timber industry. Proceedings of the International Scientific Conference of Scientists and Students. Voronezh, 2024. pp. 208-212. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=79715496>

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_134-138

УДК 631.879.34:676

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ОСНОВЕ
КОРОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ
ПРЕДПРИЯТИЙ**

TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF GROWTH STIMULANTS BASED ON GREASY
WASTEWATER FROM WOODWORKING ENTERPRISES

Смирнова А.И., кандидат химических наук, доцент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики», Россия, Санкт-Петербург

Дягилева А.Б., доктор химических наук, доцент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики», Россия, Санкт-Петербург

Пилецкая А.С., студент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики», Россия, Санкт-Петербург

Мазурик Д.И., аспирант ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики», Россия, Санкт-Петербург

Smirnova A.I.,

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design. Higher School of Technology and Energy, St. Petersburg, Russia

Dyagileva A.B., Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design. Higher School of Technology and Energy, St. Petersburg, Russia

Piletskaya A.S., student of the St. Petersburg State University of Industrial Design Technologies. Higher School of Technology and Energy, St. Petersburg, Russia

Mazurik D.I., postgraduate student at St. Petersburg State University of Industrial Design Technologies. Higher School of Technology and Energy, St. Petersburg, Russia

Аннотация: В работе рассмотрена применимость инновационной технологии получения и использования стимуляторов роста для различных культур на основе водной вытяжки коросодержащей массы, образующейся при переработке древесины в виде сточных вод. Данное решение позволит повысить экологическую эффективность предприятий деревообрабатывающей отрасли за счет расширения спектра товаров, которые могут использоваться в смежных отраслях хозяйственной деятельности, в том числе в агропромышленном комплексе. В работе приведены исследования по испытанию экстрактивных веществ коросодержащей массы при специальном способе ее подготовки в качестве стимулятора роста для ряда тестовых культур, в том числе используемых для рекультивации территорий. Установлено, что специально подготовленные водные экстракты обладают выраженными ростостимулирующими эффектами по отношению к выбранному семенному материалу (достоверное увеличение длины корня на 35-40 %, а ростков – более чем на 42-44%) и могут быть рекомендованы к применению в качестве

стимуляторов роста при подготовке посевного материала для садово-паркового хозяйства.

Abstract: The paper considers the applicability of an innovative technology for the production and use of growth stimulants for various crops based on aqueous extraction of a bark-containing mass formed during wood processing in the form of wastewater. This solution will improve the environmental efficiency of enterprises in the woodworking industry by expanding the range of products that can be used in related industries, including the agro-industrial complex. The paper presents studies on the testing of extractive substances of a bark-containing mass with a special method of its preparation as a growth stimulator for a number of test crops, including those used for the reclamation of territories. It has been established that specially prepared aqueous extracts have pronounced growth-stimulating effects in relation to the selected seed material (a significant increase in root length by 35-40%, and sprouts by more than 42-44%) and can be recommended for use as growth stimulants in the preparation of seed for horticulture

Ключевые слова: ростостимулирующая активность, стимуляторы роста, древесина, коросодержащий поток, водная экстракция коры.

Keywords: growth-stimulating activity, growth stimulants, wood, bark-containing stream, aqueous bark extraction.

Согласно принципам «зеленой» химии необходим переход к комплексной переработке сырья, к снижению эмиссии загрязняющих веществ в окружающей среде, к созданию химических процессов производства, в которых нет отходов, а есть неиспользованное сырье. То есть, нужно менять не только технологию, уменьшать число стадий производства, но и вводить отходы процесса производства и потребления обратно в кругооборот процесса воспроизводства биомассы, что влечет за собой повышение конкурентоспособности предприятия, уменьшение финансовых затраты, а также положительное влияние на состояние окружающей среды и снижение углеродного следа.

На сегодняшний день в целлюлозно-бумажной отрасли до 50 % всей перерабатываемой древесины составляют побочные продукты, относящиеся к категории отходов, которые сжигаются или вывозятся в отвал. Между тем они являются ценным сырьем для смежных отраслей промышленности, таких как фармацевтическая, химическая, строительная и жилищно-коммунальное хозяйство крупных агломераций. Утилизация отходов древесины имеет огромное народнохозяйственное значение. С одной стороны, она позволяет удовлетворить потребности в строительной отрасли в экологически чистых конструктивных, облицовочных и теплоизоляционных материалах, которые по техническим свойствам в ряде случаев превосходят синтетические аналоги. Современные технологические приемы подготовки композиционных материалов из растительного сырья позволяет существенно сократить объемы вырубки леса.

Все отходы переработки древесины являются ценным сырьем для производства различной продукции, однако по технологическому приему утилизации они не равноценны. Наибольшую ценность представляют деловые отходы, из которых можно изготавливать разнообразную мелкую пилопродукцию (горбыли, рейки, крупные

кусковые отходы). Значительной ценностью обладают отходы, которые можно использовать в качестве топливного материала в виде пеллет, гранул (стружка, опилки, мелкие кусковые отходы, щепа). Необходимо отметить, что жидкие отходы после контакта коры или древесины с водой используются недостаточно эффективно, исключением является мокрая кора и осадки сточных вод, которые совместно сжигаются в котлах, что повышает энергетическую эффективность предприятия [1].

До настоящего времени коросодержащий поток не рассматривался в технологии переработки биомассы древесины как потенциальное сырье для получения новых продуктов. Однако реализация этой технологии может быть отнесена к перспективным технологиям переработки древесины, а также к технологиям восстановления естественных механизмов при рекультивации почв с повышением плодородия. При взаимодействии воды с древесиной на стадии ее подготовки происходит разрушение слоя камбия, который содержит в своем составе необходимые биологически активные вещества, такие как моно- и полисахариды, фрагменты лигнина, экстрактивные соединения [2], которые при их различном сочетании обладают свойствами к стимуляции роста растений.

В связи с этим исследования продуктов на основе воспроизводимого растительного сырья для получения регуляторов роста являются актуальным направлением, связанным как с комплексной переработкой древесины, так и с получением новых ценных продуктов для агропромышленного сектора. Использование стимуляторов роста, полученных путем первичной переработки природного сырья в виде древесины без использования химикатов, позволит с большой степенью вероятности получать экологически чистую продукцию.

В качестве объектов исследования для оценки ростостимулирующей активности были выбраны различные культуры, которые используются как в агропромышленном комплексе, так и для рекультивации территорий. В качестве примера исследования ростостимулирующей активности приводятся результаты всхожести кресс-салата «Ажур» агрофирмы Аэлита, который относится к стандартным лабораторным тест-объектам для оценки всхожести семенного материала [3], что связано с их быстрым прорастанием. Образцы обрабатывали специально подготовленными растворами на основе водных экстрактов коры различных пород древесины.

В работе были использованы 2 модели водных вытяжек: первая модель (М1) для обработки семян была получена в лабораторных условиях по технологии, приближенной к формированию коросодержащей сточной воды ДПЦ, где преимущественно использовались листовые породы древесины; для сравнения была использована вторая модель (М2), представляющая собой усредненную пробу производственных сточных вод после корьевого пресса древесно-подготовительного цеха (ДПЦ) при переработке преимущественно хвойных пород древесины. Концентрации рабочих органических композиции модельных систем оценивались по интегральному показателю ХПК: для М1 она составила 960 ± 10 мг $O_2/дм^3$, для М2 – 910 ± 11 мг $O_2/дм^3$. Промежуточные концентрации для исследования готовились путем последовательного разбавления рабочих растворов.

Таблица 1 – Прирост биометрических показателей кресс-салата «Ажур» относительно контроля (дистиллированная вода) при использовании композиций на основе М1

Концентрация органической композиции ХПК, мгО ₂ /дм ³	Корень			Росток		
	Прирост %		Достоверность	Прирост %		Достоверность
0,09±0,05	108,5	+9,49	достоверно	14,92	+5,9	достоверно
0,95±0,05	102,15	+3,16	недостоверно	109,5	+9,54	достоверно
9,6±0,05	112,06	+12,06	достоверно	109,21	+9,21	достоверно
96±0,1	119,77	+19,77	достоверно	100,38	+0,38	недостоверно

Таблица 2 – Прирост биометрических показателей кресс-салата «Ажур» относительно контроля (дистиллированная вода) при использовании композиций на основе М2

Концентрация органической композиции ХПК, мг О ₂ /дм ³	Корень			Росток		
	Прирост, %		Достоверность	Прирост, %		Достоверность
0,09±0,05	97,77	-2,23	недостоверно	126,92	+26,92	достоверно
0,91±0,05	119,39	+19,39	достоверно	111,26	+11,26	достоверно
9,1±0,05	82,22	-17,78	достоверно	108,52	+8,52	достоверно
91±0,15	122,42	+22,42	достоверно	121,43	+21,43	достоверно
456±0,1	151,31	+51,31	достоверно	142,31	+42,31	достоверно

Как видно из представленных данных (табл.1), при использовании специально подготовленных растворов на основе модели М1, полученной в лабораторных условиях, наблюдается увеличение основных биометрических характеристик посевного материала во всех исследованных случаях. При использовании модели М2 (табл. 2) при различных концентрациях по ХПК соответственно 456 и 91 мг О₂/дм³ можно отметить существенные величины прироста ростка и корня по сравнению с контрольным образцом. При концентрации около 9,1 ХПК, мг О₂/дм³, отмечается угнетение ростостимулирующей активности, однако при меньших концентрациях опять наблюдается переход к положительному эффекту в развитии ростков и корневой системы выбранной культуры.

Таким образом, в работе представлена апробация технологии подготовки стимулятора роста высших растений в лабораторных условиях на основе водной вытяжки из коры различных пород древесины. Подготовка водной экстракции коросодержащего потока может быть реализована на базе основного технологического процесса локальной очистки с использованием биологически очищенной воды для регулирования концентрации активных компонентов. В результате проведенных исследований показана выраженная ростостимулирующая активность водных композиций на основе вытяжки из коры в диапазоне до 50 раз. Данная технология защищена патентом [4].

Список литературы

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Целлюлозно-бумажное производство. ИТС 1-2023. 459 с.
2. Дейнеко И.П., Дейнеко И.В., Белов Л.П. Исследование химического состава коры сосны // Химия растительного сырья. 2007. № 1. С. 19-24.
3. ГОСТ 12038—84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Стандартиформ. 2011. 64 с.
4. Патент РФ 2 734 634(13) С1. Способ получения стимуляторов роста из водной вытяжки коросодержащей массы / Дягилева А.Б., Смирнова А.И., Михайлова С.Б., Дягилева Д.В. Дата регистрации: 21.10.2020.

References

1. Information and technical handbook on the best available technologies. Pulp and paper production. ITS 1-2023. 459 p. Date of introduction – 2024-01-01.
2. Deineko I.P., Deineko I.V., Belov L.P. Investigation of the chemical composition of pine bark // Chemistry of plant raw materials. 2007. No. 1. pp. 19-24.
3. GOST 12038-84 Seeds of agricultural crops. Methods for determining germination. Moscow: Standartinform. 2011. 64 p.
4. Patent of the Russian Federation 2,734,634(13) C1. Method of obtaining growth stimulants from aqueous extract of a crust-containing mass / Diaghileva A.B., Smirnova A.I., Mikhailova S.B., Diaghileva D.V. Registration date: 10/21/2020.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_139-142

УДК 004.9

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ЗА СЧЁТ
АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА ПОСЕЩАЕМОСТИ**
ENHANCING EDUCATIONAL EFFICIENCY THROUGH ATTENDANCE AUTOMATION

Шевченко А.В., магистр ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» Россия, Воронеж

Shevchenko A.V., Master's student Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov Voronezh, Russia

Котляров В.В., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» Россия, Воронеж

Kotlyarov V.V., Postgraduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov Voronezh, Russia

Аннотация. Проведен анализ современных информационных систем, применяемых в образовательных учреждениях для автоматизации процессов учета посещаемости и оптимизации рабочего времени преподавателей. Выявлены недостатки существующих решений, такие как низкая степень автоматизации и излишняя трудоемкость. Предложено решение по проектированию собственной информационной системы, основанной на использовании proximity-карт и ридеров, что позволяет минимизировать ручной труд преподавателя. Разработана модель базы данных по методике «сущность-связь», обеспечивающая оперативный учет и мониторинг посещаемости. Представленное решение демонстрирует эффективность и экономическую целесообразность, значительно повышая производительность учебного процесса.

Abstract: The analysis of existing information systems used in educational institutions for automating attendance recording processes and optimizing teachers' work schedules is conducted. Current systems' drawbacks, such as insufficient automation and excessive manual labor, are identified. An improved information system based on proximity card readers is proposed to minimize teachers' manual efforts. The database model is developed using the entity-relationship approach, enabling real-time attendance tracking. This solution demonstrates high efficiency and cost-effectiveness, significantly enhancing the overall productivity and effectiveness of the educational process.

Ключевые слова: управление, информационная система, моделирование, база данных.

Keywords: management, information system, modeling, database.

В современных условиях образовательного процесса значительное количество рабочего времени преподавательского состава высших учебных заведений затрачивается на процедуру учета посещаемости студентов, что негативным образом влияет на эффективность преподавания и организацию учебного процесса в целом [1]. Например, если предположить, что преподаватель ведёт занятия у четырех академических групп, численностью около 30 студентов в каждой, то на проведение процедуры проверки присутствия учащихся может расходоваться до 10-15 минут от общего времени одной учебной пары [2]. Это ведёт не только к потере учебного времени, но и к снижению концентрации внимания студентов, вынужденных ожидать завершения процедуры регистрации.

С целью решения обозначенной проблемы, предлагается подход, основанный на использовании автоматизированной информационной системы, ключевым компонентом которой выступают proximity-карты. Данные карты в настоящее время уже активно используются многими университетами для обеспечения прохода студентов через систему турникетов при входе на территорию учебного заведения, что свидетельствует о практичности и универсальности предлагаемого решения [3].

Суть предлагаемой методики состоит в следующем: каждому первокурснику при зачислении, одновременно с выдачей студенческого билета и зачётной книжки, оформляется персональная электронная карта, оснащённая уникальным цифровым идентификатором. Этот идентификатор заносится в специально разработанную и структурированную базу данных, основу которой составляет модель типа «сущность-связь». Использование данной базы данных позволяет оперативно и без участия преподавателя отслеживать посещение студентами учебных занятий, благодаря считыванию информации с карты посредством установленных в аудиториях специализированных электронных устройств (ридеров). Пример базы данных представлен на рисунке 1.

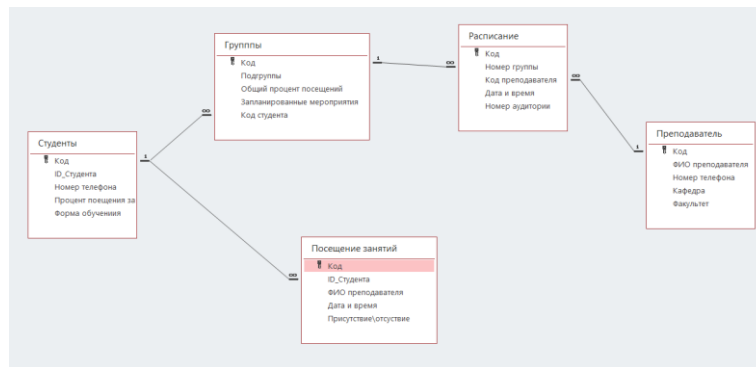


Рисунок 1 — База данных

Важным этапом реализации предложенного решения является оснащение учебных аудиторий специализированными считывающими устройствами (ридерами), предназначенными для автоматического сбора и внесения данных с proximity-карт студентов в соответствующую базу данных, структура которой была описана ранее.

Для эффективной и экономически оправданной реализации данной задачи рекомендуется использовать наиболее простые и доступные по стоимости типы электронных карт и считывающих устройств. Типовая схема устройства и принцип действия таких карт представлены на рисунке 2



Рисунок 2 — Схема Proximity-карты

В дополнение к описанному выше, предназначенному для студентов, существует возможность применения более сложных и функциональных электронных карт для сотрудников университета. Смарт-карты, характеризуются расширенным набором возможностей и позволяют обеспечивать не только учет посещаемости, но и дополнительный уровень безопасности при доступе к конфиденциальной информации в рамках университета [4]. Конструктивные особенности смарт-карты представлены на рисунке 3.

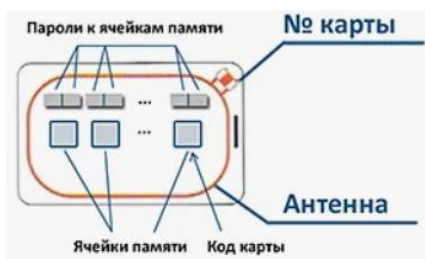


Рисунок 3 — Схема Смарт-карты

Процедура автоматического формирования отчета о посещении занятия проста и интуитивно понятна: студенту достаточно при входе в аудиторию приложить персональную карту к считывающему устройству. После этой процедуры данные автоматически фиксируются в базе данных, подтверждая присутствие студента на конкретной учебной паре. При возникновении необходимости, преподаватель обладает возможностью оперативного внесения корректировок в базу данных, используя либо свою личную учетную запись, либо идентификатор собственной смарт-карты.

Внедрение предложенного решения не только существенно упростит организационную сторону проведения учебных занятий, минимизируя отвлекающие факторы, но и обеспечит высокую экономическую эффективность. Примерные расчеты финансовых затрат, необходимых для реализации описанной системы, представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Затраты на установку

Затраты на работу и необходимые компоненты	Минимальный ценовой сегмент	Максимальный ценовой сегмент
Proximity-карты	11р за шт	60р за шт
Смарт-карты	76р за шт	142р за шт
Ридер	744р за шт	1500р за шт
Установка устройств в аудиториях	2000	10000
Интеграция базы данных в систему	5000	15000
Итог (установки системы):	7000	25000

После завершения процесса установки предложенной автоматизированной системы значительно сократится временной промежуток, который ранее затрачивался на формальный учет посещаемости студентов, что позволит преподавателям незамедлительно приступить к

непосредственному проведению учебного занятия. Средние расчеты показывают, что автоматизация данного процесса может сократить временные затраты преподавателей от 5 до 15 минут на каждую учебную пару.

Реализация предложенного подхода с относительно небольшими финансовыми затратами существенно повышает эффективность образовательного процесса. Освобождаемое время можно использовать для углубления и расширения объема учебного материала, что в конечном итоге положительно сказывается на уровне знаний и общей академической успеваемости студентов.

Список литературы

1. Евдокимова С.А., Новикова Т.П., Новиков А.И. Алгоритм анализа клиентской базы торговой организации // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 24-35.
2. Алгоритм голосового поиска в интеллектуальном мультимодальном интерфейсе / А.А. Абдуллин, Е.А. Маклакова, А.А. Илунина [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 4-9.
3. Модификация метода поиска информации в сети интернет на основе использования методов индуктивного рассуждения / В.В. Лавлинский, А.Л. Савченко, И.А. Земцов, О.Г. Иванова // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 61-67.
4. Модели интеллектуальных интерфейсов поисковых информационных систем / А.А. Абдуллин, В.В. Лавлинский, И.А. Земцов [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 4-9.

References

1. Evdokimova S.A., Novikova T.P., Novikov A.I. Algorithm for analyzing the customer base of a trade organization // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 24-35.
2. The algorithm of voice search in an intelligent multimodal interface / A.A. Abdullin, E.A. Maklakova, A.A. Ilunina [et al.] // Modeling of systems and processes. - 2019. – Vol. 12, No. 1. – pp. 4-9.
3. Modification of the method of searching for information on the Internet based on the use of inductive reasoning methods / V.V. Lavlinsky, A.L. Savchenko, I.A. Zemtsov, O.G. Ivanova // Modeling of systems and processes. - 2019. – Vol. 12, No. 1. – pp. 61-67.
4. Models of intelligent interfaces of search information systems / A.A. Abdullin, V.V. Lavlinsky, I.A. Zemtsov [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2019. – Vol. 12, No. 2. – pp. 4-9.

**ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ЛЕСНЫХ
ХОЗЯЙСТВАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ADVANTAGES OF APPLYING MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES FOR
BIODIVERSITY CONSERVATION IN FORESTRY OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Занин И.Н. преподаватель кафедры компьютерных технологий и микроэлектронной инженерии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Акименко А.В. канд. тех. наук, доцент кафедры компьютерных технологий и микроэлектронной инженерии, преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Авиллов Ю.О. преподаватель кафедры компьютерных технологий и микроэлектронной инженерии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Zanin I.N. Lecturer, Department of Computer Technologies and Microelectronic Engineering, Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Akimenko A.V., PhD (technical sciences), associate professor, Department of Computer Technologies and Microelectronic Engineering, lecturer of CT&MI, Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Avilov Yu.O. Lecturer, Department of Computer Technologies and Microelectronic Engineering, Voronezh State Forest Engineering University, Voronezh, Russia

Аннотация: В статье рассматриваются возможности применения современных информационных технологий для сохранения биоразнообразия в лесных хозяйствах Российской Федерации. Анализируются основные угрозы биоразнообразию лесов и недостатки традиционных методов управления. Рассмотрены перспективные направления информатизации, включая спутниковый мониторинг, дроны, наземные сенсоры и применение Big Data. Приведены примеры успешного внедрения технологий в других странах и предложены рекомендации для адаптации в России.

Abstract: The article explores the possibilities of using modern information technologies to conserve biodiversity in forestry in the Russian Federation. It analyzes the main threats to forest biodiversity and the shortcomings of traditional management methods. Promising areas of informatization are considered, including satellite monitoring, drones, ground sensors, and the application of Big Data. Examples of successful technology implementation in other countries are provided, and recommendations for adaptation in Russia are offered.

Ключевые слова: биоразнообразие, лесное хозяйство, информационные технологии.

Keywords: biodiversity, forestry, information technology.

В первой четверти XXI века проблема утраты биоразнообразия в лесных хозяйствах стала одной из ключевых экологических угроз, так как леса играют ключевую роль в поддержании экологического баланса, и сейчас, в условиях стремительного роста антропогенного воздействия, угроза биоразнообразию в Российской Федерации стала особенно актуальной. [1]

Традиционные методы мониторинга и управления лесным хозяйством часто оказываются недостаточными, в этой связи интеграция современных технологий становится критически важной для разработки более эффективных методов защиты и восстановления лесных экосистем. [3]

Важно понимать, что Россия обладает одними из крупнейших в мире лесных массивов, которые занимают около 45% её территории и являются домом для множества уникальных видов растений и животных, и несмотря на важность леса, в последние годы он подвергается серьёзным угрозам, которые включают в себя незаконную вырубку лесов, изменение климата, распространение вредителей и болезней, а также лесные пожары. [1]

Таким образом леса и лесные хозяйства Российской Федерации находятся под серьёзной угрозой, а внедрение современных цифровых технологий может существенно изменить ситуацию, улучшив мониторинг и управление лесными хозяйствами. [3]

Но вначале нам необходимо понять, чем же так важно биоразнообразие.

Оно является основой устойчивости экосистем и биосферы в целом, поскольку обеспечивает процессы, поддерживающие природную гармонию и полноту цепочек питания. [1]

Биоразнообразие можно разделить на три основных уровня, это генетическое, видовое и экосистемное разнообразие.

Биоразнообразие является ключевым показателем здоровья экосистем и напрямую влияет на устойчивость биосферы к негативным воздействиям.

Чем большее биоразнообразие сохраняется в природе, тем устойчивее экосистема. [2]

Теперь понимая важность биоразнообразия, нужно подчеркнуть какую роль в экосистеме играют лесные хозяйства.

1. Леса предоставляют укрытие, пищу и места размножения для множества видов.

2. Поглощение углекислого газа лесными массивами помогает смягчить воздействие глобального изменения климата.

3. Почва в лесу богата питательными веществами благодаря постоянному разложению органического материала.

4. Многие лесные растения полагаются на насекомых и животных для опыления и распространения семян, что поддерживает динамику экосистемы. [1]

Лес — это естественный резервуар генетического разнообразия, так же он играет ключевую роль в обеспечении пресной воды для многих регионов, предотвращая эрозию почв и разрушение экосистем. [3]

Однако в последние десятилетия лесные экосистемы сталкиваются с многочисленными угрозами, которые значительно сокращают их площадь и состав, что приводит к утрате биоразнообразия и снижает эффективность позитивного воздействия лесов.

Основные угрозы биоразнообразию в лесах России это рубка лесов, изменение климата, вредители и болезни, пожары, фрагментация местообитаний.

И со всеми этими проблемами нам может помочь информатизация лесного хозяйства, представляющая собой процесс внедрения и использования цифровых технологий для оптимизации мониторинга, планирования и контроля лесных ресурсов. [2]

Основные направления информатизации лесного хозяйства включают в себя:

1. Создание цифровых баз данных – цель которых регистрация и мониторинг изменений в лесных массивах, что поможет быстро реагировать на угрозы. [2]
2. Автоматизация процессов управления лесами – суть которых в планировании лесопользования, расчете норм заготовки, анализе текущих угроз лесным экосистемам. [2]
3. Мониторинг и прогнозирование изменений в экосистемах – информатизация позволит отслеживать изменения в лесных ресурсах в режиме реального времени. [2]
4. Спутниковый мониторинг – снимки со спутников предоставляют данные о состоянии лесных массивов на обширных территориях. Они позволяют обнаруживать очаги вырубок, отслеживать распространение лесных пожаров и прогнозировать риски, связанные с изменением климата. [2]
5. Дроны – беспилотные летательные аппараты обеспечивают высокоточную съёмку, позволяя проводить мониторинг труднодоступных территорий. Они позволяют оперативно обнаруживать очаги пожаров, фиксировать нарушения, связанные с незаконной деятельностью, а также контролировать восстановительные работы. [2]
6. Наземные сенсоры и датчики – они могут отслеживать различные параметры окружающей среды, такие как влажность почвы, уровень углекислого газа, температуру и качество воздуха. Эти данные позволяют проводить комплексный анализ состояния лесов. [2]
7. Применение Big Data – лесное хозяйство использует огромное количество данных из разных источников. Это данные о состоянии лесов, погодных условиях, информации о биоразнообразии, данных о рубках и восстановлении лесов. Big Data позволяет собирать, структурировать и анализировать эти данные в реальном времени. [2]
8. Нейросети и искусственный интеллект – они могут обучаться на огромных наборах данных, автоматически обнаруживать закономерности и выявлять аномалии, что делает их незаменимыми для мониторинга экосистем лесных массивов [2]. В мире существует множество успешных примеров внедрения информатизации для мониторинга и защиты лесных экосистем. Эти технологии помогли снизить потери биоразнообразия и улучшить управление лесными ресурсами.

Так, к примеру Канада активно использует информационные технологии для мониторинга лесов и борьбы с угрозами, такими как короеды и лесные пожары. В стране разрабатываются и внедряются системы на основе нейросетей, которые анализируют данные со спутников и дронов для раннего обнаружения вспышек вредителей. [3]

В США современные информационные технологии используются для борьбы с незаконными рубками и мониторинга лесных экосистем. [2]

В Бразилия: информационные технологии стали незаменимы для защиты Амазонии. [3]

Амазонские сталкиваются с серьёзными угрозами из-за незаконных рубок и пожаров. Поэтому в Бразилии были разработаны системы, которые позволяют мониторить состояние лесов Амазонии и предотвращать незаконную деятельность.

Россия обладает огромными лесными ресурсами, однако управление этими ресурсами часто сталкивается с множеством трудностей, таких как масштабная незаконная вырубка лесов, распространение вредителей и болезни деревьев, а также проблемы с пожарами в лесах Сибири и Дальнего Востока. Применение информационных технологий в России может существенно улучшить ситуацию, повысив эффективность мониторинга и управления лесными угодьями. [1]

Для этого необходимо сосредоточиться на адаптации в отечественных лесных хозяйствах существующих зарубежных технологий и разработке отечественных информационных технологий, для улучшения управления лесными ресурсами.

Применение информационных технологий в лесных хозяйствах для предотвращения утрат биоразнообразия в российских лесах будет иметь как экологические, так и экономические преимущества.

Сохранение лесных экосистем повысит их устойчивость к изменениям климата и позволит сохранить важные экосистемные функции, такие как поглощение углерода, предотвращение эрозии почв и поддержание местных климатических условий. [3]

Внедрение современных технологий в Российское лесное хозяйство может кардинально изменить подход к управлению лесами, повысить эффективность мониторинга, сократить потери лесов от пожаров и незаконной рубки, а также сохранить биоразнообразие для будущих поколений.

Список литературы

1. Алексеенко А.Ю. Интенсификация использования и воспроизводства лесов Сибири и дальнего востока / Алексеенко А.Ю. // Elibrary : [сайт]. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=74496474> (дата обращения: 21.03.2025).
2. Нигай Е.А., Никулин И.А. Цифровая трансформация управления лесным хозяйством: платформенный подход / Нигай Е.А., Никулин И.А. // Elibrary : [сайт]. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=56993334> (дата обращения: 21.03.2025).
3. Хуснутдинов И.И., Мирсияпов Н.И., Мусин Х.Г. Цифровизация защитного лесоразведения на землях сельскохозяйственных формирований в республике Татарста / Хуснутдинов И.И., Мирсияпов Н.И., Мусин Х.Г. // Elibrary : [сайт]. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54763369> (дата обращения: 21.03.2025).

References

1. Alekseenko A. Yu. Intensification of the Use and Reproduction of Forests in Siberia and the Far East / Alekseenko A. Yu. // Elibrary : [website]. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=74496474> (accessed: 21.03.2025).
2. Nigay E. A., Nikulin I. A. Digital Transformation of Forest Management: A Platform Approach / Nigay E. A., Nikulin I. A. // Elibrary : [website]. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=56993334> (accessed: 21.03.2025).
3. Khusnutdinov I. I., Mirsiyapov N. I., Musin Kh. G. Digitalization of Protective Afforestation on Agricultural Land in the Republic of Tatarstan / Khusnutdinov I. I., Mirsiyapov N. I., Musin Kh. G. // Elibrary : [website]. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54763369> (accessed: 21.03.2025).

**ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ АКТИВАЦИИ «SILU» В НЕЙРОСЕТЕВОМ
МОДЕЛИРОВАНИИ ХАРАКТЕРИСТИК СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ**
APPLICATION OF SILU ACTIVATION FUNCTION IN NEURAL NETWORK MODELING
OF PINE STAND CHARACTERISTICS

Арапов Д.В., доктор технических наук, доцент, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Россия, Воронеж.

Arapov D.V., Doctor of Technical Sciences, associate professor, professor FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia.

Аннотация: В статье рассматривается нейросетевое моделирование основных качественных показателей лесных древостоев на примере сосны обыкновенной южно-якутских брусничниковых лесов.

Abstract: The article discusses neural network modeling of the main quality indicators of forest stands using the example of Scots pine in the South Yakut lingonberry forests.

Ключевые слова: нейронные сети, качественные характеристики, сосновый древостой.

Keywords: neural networks, qualitative characteristics, pine forest stand.

В работах [1-4] проведено исследование и моделирование динамики естественного роста сосновых и иных древостоев лесных массивов РФ. Выявлено, что должна представлять собой аддитивную сумму функций временного тренда, волновой и случайной компонент математическая модель (ММ) динамики гибели элементов биосистемы. Для этого авторы широко используют экспоненциальные функции типа Ципфа-Парето-Мандельброта, Пюттера-Бераланфи, Г.Ф. Хильми, иногда аддитивно дополненные функцией $\cos(at)$, где t -возраст древостоев. Для моделирования средней толщины дерева используют экспоненциально-логарифмическую зависимость от возраста, а среднюю высоту и древесный запас рассчитывают с использованием экспоненциальных функций [1-4]. Является недостатком известных подходов к моделированию качественных показателей деревьев недостаточная точность полученных регрессий. Относительная погрешность моделирования зависимости числа живых деревьев от их возраста и густоты посадки [1, 2] составляет от 14% до 35%. ММ основанные на искусственных нейронных сетях, способные объединить в единое целое многочисленные опытные исследования и обеспечивающие достаточно высокую точность моделирования [5, 6] этих недостатков лишены. Целью данного исследования является разработка на основе нейронных сетей математических моделей качественных показателей лесных древостоев сосны опубликованных в открытой печати.

Для пяти качественных показателей (средняя высота сосны, m ; средний диаметр сосны, cm ; запас сосновой древесины, $m^3 / га$; общая продуктивность соснового леса, $m^3 / га$; отпад (гибель) сосновых деревьев, $m^3 / га / год$) выбрали многослойный персептрон, состоящий из входного слоя, одного скрытого слоя в 20 нейронов и 1 нейрона в выходном слое, с выхода которого

снимается значение качественного показателя древостоя. Количество принятых эпох – 5000. На вход нейронной сети поступает нормированное значение возраста сосен от 10 до 200 лет. Для показателя «число живых деревьев, *шт*» выбрали искусственную нейронную сеть, включающую 2 скрытых слоя по 20 нейронов, количество принятых эпох равно – 25000. Число опытов в каждом эксперименте равно 20. Выбранная функция активации нейронов – «*silu*» показала хорошие моделирующие результаты, которые показаны на рис. 1 – рис. 6.

Средние относительные погрешности нейросетевого моделирования составили соответственно: для зависимости средней высоты от возраста сосен – 1,47 % (рис. 1), для зависимости среднего диаметра от возраста сосен – 2,26% (рис. 2), для зависимости от возраста сосен числа живых деревьев – 6,54% (рис. 3), для зависимости древесного запаса от возраста сосен – 1,81% (рис. 4), для зависимости общей продуктивности от возраста сосен – 2,52% (рис. 5), для зависимости отпада сосен от возраста деревьев – 3,49% (рис. 6).

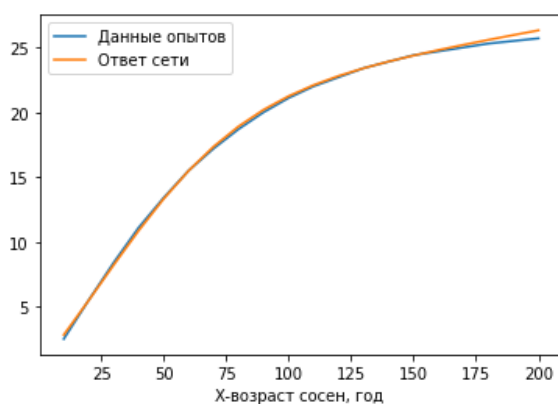


Рисунок 1 – Зависимость средней высоты от возраста сосен

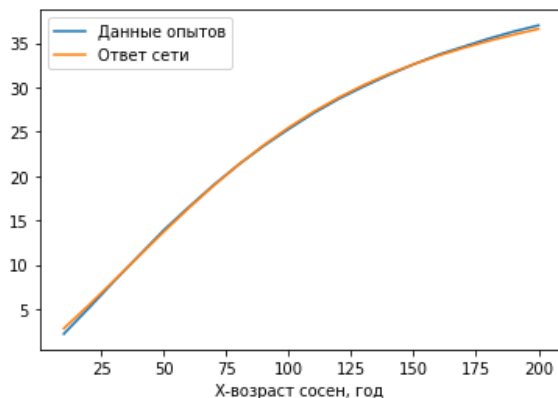


Рисунок 2 – Зависимость среднего диаметра от возраста сосен

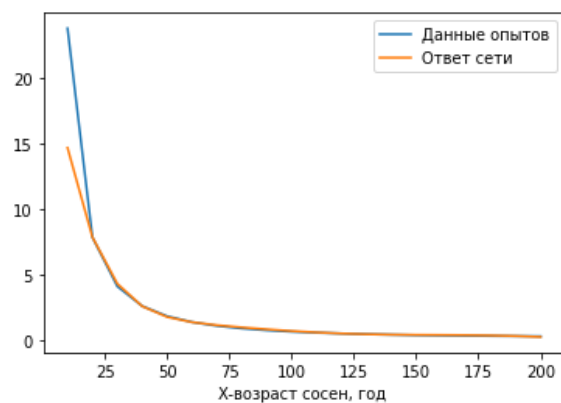


Рисунок 3 – Зависимость от возраста сосен числа живых деревьев

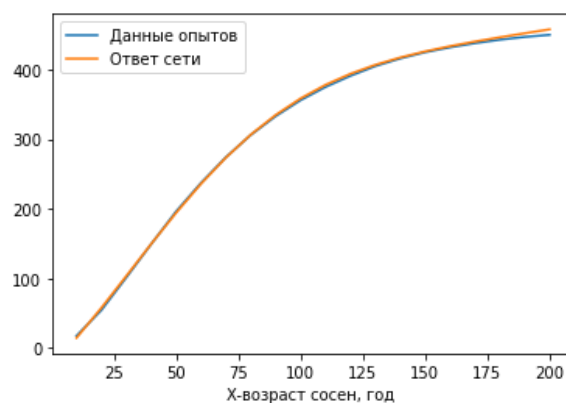


Рисунок 4. Зависимость древесного запаса от возраста сосен

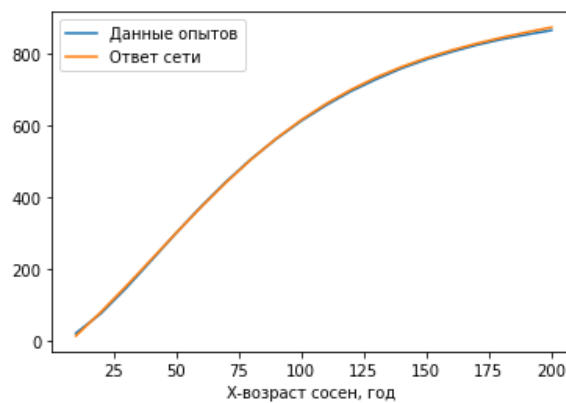


Рисунок 5 – Зависимость общей продуктивности от возраста сосен

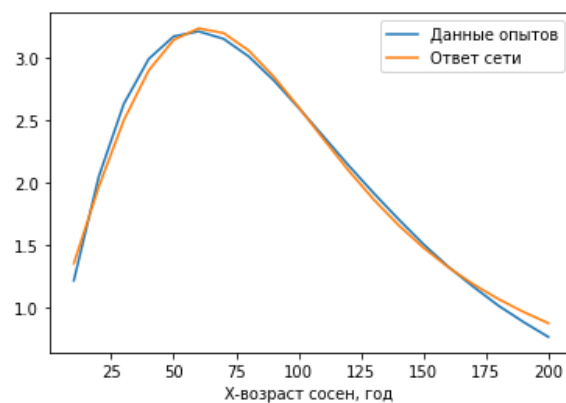


Рисунок 6 – Зависимость отпада сосен от возраста деревьев

Показало реализованное нейромоделирование его перспективность для исследования качественных показателей лесных массивов. Данный подход подтвердил его существенное преимущество по сравнению с подходом использования регрессионных моделей.

Список литературы

1. Швиденко, А.З. Система моделей роста и динамики продуктивности лесов России (таблицы и модели биопроductивности) / А.З Швиденко, Д.Г. Щепашенко, С. Нильссон, Ю.И. Булуй // Лесное хозяйство. – 2004. - №2. – С. 40 – 44.
2. Лебедев, А.В. Таксационные показатели сосновых древостоев по данным долговременных наблюдений/ А.В. Лебедев, В.В. Кузьмичев// Сибирский лесной журнал. – 2023. - №2. – С. 3 – 16.
3. Дубенок, Н.Н. Динамическая модель изреживания культур сосны/ Н.Н. Дубенок, А.В. Лебедев, В.В. Кузьмичев// Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2022. – Вып. №239. – С. 6 – 21.
4. Мерзленко, М.Д. Динамика роста сосны в старовозрастных древостоях сложного бора/ М.Д. Мерзленко [и др.]// Известия вузов. Лесной журнал. – 2018. - №4. – С. 31 – 39.
5. Киреева, К.А. Разработка искусственной нейронной сети для классификации ЭКГ/ К.А. Киреева, Л.А. Коробова, Д.В. Арапов// Моделирование систем и процессов. – 2023. – Т.16, №3. – С. 42 - 54. – DOI: 10.12737/2219-0767-2023-16-3-42-54. EDN PERZZQ.
6. Арапов, Д.В. Автоматизированная мобильная система принятия решений для использования в специальной медицине / Д.В. Арапов, В.А. Курицын, С.А. Скоробогатов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17. № 3. – С. 7-16. DOI: 10.12737/2219-0767-2024-5-13

References

1. Shvidenko, A.Z. The system of models of growth and productivity dynamics of Russian forests (tables and models of bioproductivity) / A.Z Shvidenko, D.G. Shchepashchenko, S. Nilsson, Yu.I. Buluy // Forestry. – 2004. - No. 2. – P. 40 – 44.
2. Lebedev, A.V. Taxation indicators of pine stands based on long-term observations / A.V. Lebedev, V.V. Kuzmichev // Siberian Forestry Journal. – 2023. - No. 2. – P. 3 – 16.
3. Dubenok, N.N. Dynamic model of thinning of pine crops / N.N. Dubenok, A.V. Lebedev, V.V. Kuzmichev// Bulletin of the St. Petersburg Forest Engineering Academy. - 2022. - Issue №239. - P. 6 - 21.
4. Merzlenko, M.D. Dynamics of pine growth in old-growth stands of complex pine forest / M.D. Merzlenko [et al.] // Bulletin of universities. Forestry journal. - 2018. - №4. - P. 31 - 39.
5. Kireeva, K. A. Development of an artificial neural network for ECG classification / K. A. Kireeva, L. A. Korobova, D. V. Arapov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16, No. 3. - P. 42 - 54. – DOI: 10.12737/2219-0767-2023-16-3-42-54. EDN PERZZQ.
6. Arapov, D. V. Automated mobile decision-making system for use in special medicine / D. V. Arapov, V. A. Kuritsyn, S. A. Skorobogatov // Modeling of systems and processes. – 2024. – V. 17. No. 3. – P. 7-16. DOI: 10.12737/2219-0767-2024-5-13

**ОБЗОР ПРЕИМУЩЕСТВА ВНЕДРЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ
В ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩУЮ ОТРАСЛЬ****OVERVIEW OF THE BENEFITS OF IMPLEMENTING A MOBILE APPLICATION IN THE
WOOD PROCESSING INDUSTRY****Баркалова Е.В.**, студент магистрФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Воронеж, Россия**Коньякова А.С.**, преподаватель СПОФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Воронеж, Россия**Рудова А.В.**, преподаватель СПОФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Воронеж, Россия**Barkalova E.V.**, Master's student"Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia**Konyakova A.S.**, vocational education teacherVoronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia**Rudova A.V.**, vocational education teacherVoronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia

Аннотация: В данной статье приведен краткий обзор преимуществ внедрения мобильных приложений в деревоперерабатывающую отрасль. Такие программные продукты предлагают возможность составления расчёта смет, географического расположения, типа древесины, ее плотности, породы, категории, функционального назначения и других параметров. Они позволяют автоматизировать процесс выбора материалов и рассчитать затраты, что в свою очередь ускоряет составление сметных документов. Автоматизация инструментов для расчёта стоимости различных подсистем при деревопереработке позволяют долговременно планировать этапы работ и соответствующие им расходы.

Abstract: This article provides a brief overview of the advantages of implementing mobile applications in the wood processing industry. Such software products offer the possibility of calculating estimates, geographical location, type of wood, its density, breed, category, functional purpose and other parameters. They allow you to automate the process of selecting materials and calculate costs, which in turn speeds up the preparation of estimates. Automation of tools for calculating the cost of various subsystems in wood processing allows for long-term planning of work stages and related costs.

Ключевые слова: мобильные технологии, деревоперерабатывающая сфера, автоматизация деятельности, оценка стоимости.

Keywords: mobile technologies, wood processing, automation of activities, value assessment.

Введение

На сегодняшний день, часто недооценивают мобильные технологии, хотя они способны выполнять большое количество задач и могут заменить современные компьютерные приложения. Возможности использования мобильных приложений увеличиваются с каждым годом, не только благодаря улучшению программного обеспечения,

но и за счет их количества. Современные мобильные приложения предназначены для оценки стоимости, расчетов и решения инженерных задач. А также большое преимущество в их мобильности, цене, доступности и безопасности.

Основные понятия

Актуальность обусловлена быстрым ростом показателей производства основных видов продукции деревоперерабатывающей сферы. По данным Росстата, в 2024 году индекс производства в деревообрабатывающей отрасли России составил 104,2%, то есть производство продукции деревообработки возросло на 4,2%. Основные виды продукции на 2024 год:

- *пиломатериалы* — 28,2 млн м³ (+0,6%);
- *древесно-топливные гранулы* — 1 099 тыс. тонн (-18,1%);
- *фанера* — 3 425 тыс. м³ (+5,1%);
- *ДСП* — 13,9 млн м³ (+20,9%);
- *ДВП* — 712 млн м² (+1,9%);
- *оконные коробки и деревянные окна* — 284 тыс. м² (-13,8%);
- *дверные коробки и деревянные двери* — 22,3 млн м² (+0,1%).

При подсчёте древесины, определения ее плотности и породы, а также при решении рабочих задач, предприятия сталкиваются со сложностью оценки стоимости, планирования ресурсов, контроля качества [1]. Это подчеркивает необходимость внедрить мобильное приложение в деревоперерабатывающее производство, что значительно упростит и улучшит производственные задачи.

Деревоперерабатывающие комбинаты для автоматизации своей деятельности используют программные продукты [2]. В современном мире имеется множество программ, которые могут предоставить расчёты смет, географическое расположение, тип древесины, ее плотность, порода, категория, функциональное назначение и другие параметры. Но, к сожалению, программные продукты менее мобильны по сравнению с мобильными приложениями. Удобные инструменты для расчёта стоимости различных подсистем при деревопереработке позволяют долговременно планировать этапы работ и соответствующие им расходы.

В последние годы достаточно популярным являются Web-приложения для измерения плотного объёма древесины, для подсчёта объёма заготовленной древесины, создания чертежей отвода лесосеки [3]. Обычно такие инструменты предоставляют стартапы среднего размера в маркетинговых целях, собирая персональные данные целевой аудитории для таргетированной рекламы своих услуг, а также для введения в дальнейшем ежемесячных тарифов для пользователей. Большое влияние оказывает рост использования смартфонов, позволяющих запускать мобильные приложения, и почти повсеместная доступность мобильного интернета на территории Российской Федерации вызывает необходимость в разработке мобильных приложений в сфере деревопереработки [4].

На сегодняшний день существует ряд специализированных программных продуктов, предназначенных для подсчета древесины, создания чертежей отвода лесосеки, измерения плотного объёма древесины. Одними из наиболее популярных инструментов являются программы, основанные на применении информационно-аналитических баз данных, в которых содержится информация о категории, сортности каждого бревна и породе. Такие программы формируют аналитику по объёмам заготовки и расчёт процента вырубленной древесины по разрешительному документу, а также служат для принятия управленческих решений по лесосекам. При внесении данных оперативного учёта по механизированной заготовке в отчёте добавляются дополнительные параметры «группа диаметров» и «длина» и соответственно можно дать более достоверную информацию по заготовке с указанием основных параметров сортамента.

Ниже приведены примеры интерфейса мобильных приложений. В одном из которых реализован функционал отображения истории отчётов. При нажатии на подмодуль «Синхронизация данных» отображается экран с историей отправленных отчётов. Порядок отображения истории по датам от более ранних к более поздним. История документов отображается при первом входе за последние 7 дней, в дальнейшем по накопительному признаку (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Интерфейс главного меню мобильного приложения

Переработка древесины в мобильном приложении, в котором для выбора доступны виды древесины, имеющиеся на выбранном складе у выбранного поставщика. Система покажет, какой объем древесины выбранного вида есть на складе. Необходимо ввести объем на переработку, но не больше доступного. Интерфейс экрана «Переработка древесины» представлен на Рисунке 2.



Рисунок 2 – Интерфейс экрана меню «Переработка древесины»

Заключение

Изучив рынок программных продуктов на основании потребностей заказчиков, был сделан вывод, что на данный момент мобильные приложения становятся всё более популярны, нежели десктопные приложения. Главным преимуществом мобильных приложений является то, что они позволяют работать пользователю без доступа к сети Интернет [5].

Список литературы

1. Никитина, А. Е. Исследование рынка автоматизированных систем управления для деревообрабатывающих компаний / А. Е. Никитина, И. А. Захаренкова // Проблемы и перспективы устойчивого развития промышленности в XXI веке: от теории к практике : МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Санкт-Петербург, 12 апреля 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2023. – С. 163-166. – EDN LMAVHT.
2. Беляева, Т. П. Современные тенденции и особенности рынка труда российского лесного сектора / Т. П. Беляева, И. А. Захаренкова // Экономика и управление народным хозяйством (Санкт-Петербург). – 2021. – № 14(16). – С. 135-142. – EDN BMHDOF.
3. Петрова, Н. А. Приложение для обучения в лесной отрасли с применением 3d-моделирования / Н. А. Петрова, Д. А. Ефимов, А. К. Бойцов // Актуальные вопросы лесного хозяйства : материалы V международной молодежной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2021 года / Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021. – С. 165-169. – EDN JILJST.

4. Мазуркин, П. М. Статистическое моделирование процессов деревообработки : учебное пособие / П. М. Мазуркин, Р. Г. Сафин, Д. Б. Просвирников. Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. 342 с. ISBN 978-5-7882-1676-8. Изд.

5. Льюис Ш. Нативная разработка мобильных приложений/ пер. с англ. А.Н. Киселева. – М: ДМК Пресс, 2020 – 336с.

References

1. Nikitina, A. E. Market research of automated control systems for woodworking companies / A. E. Nikitina, I. A. Zakharenkova // Problems and prospects of sustainable industrial development in the 21st century: from theory to practice : PROCEEDINGS of the INTERNATIONAL STUDENT CONFERENCE, St. Petersburg, April 12, 2023. – Saint Petersburg: Saint Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov, 2023. – pp. 163-166. – EDN LMABHT

2. Belyaeva, T. P. Modern trends and features of the labor market of the Russian forestry sector / T. P. Belyaeva, I. A. Zakharenkova // Economics and management of the national economy (Saint Petersburg). – 2021. – № 14(16). – Pp. 135-142. – EDN BMHDOF.

3. Petrova, N. A. An application for training in the forestry industry using 3D modeling / N. A. Petrova, D. A. Efimov, A. K. Boytsov // Actual issues of forestry: proceedings of the V International Youth Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, November 11-12, 2021 / St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov. – St. Petersburg: St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov, 2021. – pp. 165-169. – EDN JILJST.

4. Mazurkin, P. M. Statistical modeling of woodworking processes: A textbook / P. M. Mazurkin, R. G. Safin, D. B. Prosvirnikov. Kazan: Kazan National Research Technological University, 2014. 342 p. ISBN 978-5-7882-1676-8. EDN ZGKBIT.

5. Lewis S. Native development of mobile applications / trans. from English A.N. Kiseleva. – M: DMK Press, 2020 – 336 p.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_156-158

УДК 004.94

МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СЦЕНАРИЕВ ПОВЕДЕНИЯ РЫНКА И ВЛИЯНИЯ СЛУЧАЙНЫХ СОБЫТИЙ НА ПОРТФЕЛЬ

MONTE CARLO METHOD FOR MODELING THE ASSESSMENT OF POTENTIAL SCENARIOS OF MARKET BEHAVIOR AND THE IMPACT OF RANDOM EVENTS ON THE PORTFOLIO

Величко В.А., магистрант, кафедра информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, г. Воронеж

Юдина Н.Ю., научный руководитель, канд. техн. наук, доц., ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, г. Воронеж

Брославский Д.Р., магистрант, кафедра информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, г. Воронеж

Бунеев И.А., магистрант, кафедра информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, г. Воронеж

Velychko V.A., master's student Department of Information Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Yudina N.Yu., scientific supervisor, PhD in engineering, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Broslovsky D.R., master's student Department of Information Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Buneev I.A., master's student Department of Information Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Аннотация: Метод Монте-Карло является одним из наиболее эффективных инструментов моделирования рыночных сценариев и анализа финансовых рисков. В данной статье рассматриваются математические основы метода, его применение для оценки инвестиционных портфелей, а также использование модели Блэка-Шоулза для оценки стоимости производных финансовых инструментов. Приводится пример применения метода для анализа влияния случайных макроэкономических событий на портфель инвестора. Обсуждаются преимущества метода, его точность и вычислительная сложность, а также роль в современных автоматизированных торговых системах.

Abstract: The Monte Carlo method is one of the most effective tools for modeling market scenarios and analyzing financial risks. This article discusses the mathematical foundations of the method, its application to evaluate investment portfolios, as well as the use of the Black-Scholes model to evaluate the value of derivative financial instruments. An example of using the method to analyze the impact of random macroeconomic events on an investor's portfolio is given. The advantages of the method, its accuracy and computational complexity, as well as its role in modern automated trading systems are discussed.

Ключевые слова: метод Монте-Карло, стохастическое моделирование, финансовые риски, инвестиционный портфель, модель Блэка-Шоулза.

Keywords: Monte Carlo method, stochastic modeling, financial risks, investment portfolio, Black-Scholes model.

Метод Монте-Карло является мощным инструментом моделирования рыночных сценариев и оценки влияния случайных событий на инвестиционные портфели. Основная идея метода заключается в использовании случайных чисел для генерации множества возможных траекторий развития рынка, что позволяет получить статистически обоснованное распределение возможных исходов.

Математической основой метода Монте-Карло является стохастическое моделирование. Один из наиболее распространенных подходов базируется на уравнении геометрического броуновского движения, которое описывает динамику цен актива следующим образом:

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t \quad (1)$$

где S_t – цена актива в момент времени t , μ – средняя доходность, σ – волатильность, W_t – винеровский процесс, моделирующий случайные рыночные колебания.

Для численного решения этого уравнения применяется дискретизация по методу Эйлера-Маруямы, что позволяет получить приближенное значение цены на следующем шаге:

$$S_{t+\Delta t} = S_t \exp\left(\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t}Z_t\right) \quad (2)$$

где Z_t – случайная величина, распределенная по нормальному закону $N(0, 1)$.

Повторяя этот процесс для множества траекторий, можно построить вероятностное распределение возможных будущих значений цены.

При моделировании инвестиционных портфелей метод Монте-Карло применяется для оценки вероятностного распределения доходностей и рисков. Стоимость портфеля в будущем зависит от весов активов и их доходностей:

$$V_{t+\Delta t} = V_t(1 + \omega^T r) \quad (3)$$

Этот подход позволяет оценить возможные потери с заданной вероятностью, например, вычислить показатель Value-at-Risk (VaR), который определяется через квантиль распределения доходности портфеля:

$$VaR_\alpha = -\inf\{x | P(R \leq x) \geq \alpha\} \quad (4)$$

Метод Монте-Карло также используется в оценке производных финансовых инструментов, например, в модели Блэка-Шоулза для европейских опционов. Согласно данной модели, стоимость опциона на покупку с ценой исполнения K рассчитывается как математическое ожидание дисконтированной прибыли:

$$C = e^{-rT} E[\max(S_T - K, 0)] \quad (5)$$

где r – безрисковая ставка, T – срок экспирации, S_T – цена актива в момент истечения опциона.

Метод Монте-Карло позволяет численно оценить этот интеграл, моделируя множество возможных траекторий S_t и вычисляя среднее значение выигрышной функции.

Применение метода можно продемонстрировать на примере хеджирования портфеля. Допустим, инвестор хочет оценить влияние макроэкономического шока на стоимость своего портфеля.

С помощью Монте-Карло можно смоделировать тысячи возможных рыночных сценариев, учитывая случайные колебания процентных ставок, инфляции и цен на активы. Анализ полученных результатов позволяет выявить наименее устойчивые позиции и скорректировать стратегию управления рисками.

Преимущества метода Монте-Карло включают его универсальность, возможность моделирования сложных нелинейных зависимостей и учет стохастической природы финансовых рынков. Однако его точность зависит от количества симуляций и вычислительных ресурсов.

В условиях современных технологий использование Монте-Карло в автоматизированных торговых системах и управлении портфелями становится все более распространенным.

В заключение, метод Монте-Карло является ценным инструментом для анализа неопределенности на финансовых рынках. Он позволяет количественно оценивать риск и прогнозировать возможные сценарии развития рыночной ситуации. В сочетании с другими методами финансового анализа, Монте-Карло помогает принимать более взвешенные инвестиционные решения и повышать устойчивость портфелей к случайным рыночным событиям.

Список литературы

1. Метод Монте-Карло на графических процессорах: Учебное пособие / Некрасов К.А., Поташников С.И., Боярченков А.С., - 2-е изд., стер. - Москва: Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 58 с.
2. Кутузов, О. И. Моделирование систем. Имитационный метод / О. И. Кутузов, Т. М. Татарникова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 224 с. — ISBN 978-5-507-48872-8.
3. Glasserman, P. (2004). Monte Carlo Methods in Financial Engineering. Springer.
4. Hull, J. C. (2017). Options, Futures, and Other Derivatives (10th ed.). Pearson.

References

1. Monte Carlo Method on Graphic Processors: Tutorial / Nekrasov K.A., Potashnikov S.I., Boyarchenkov A.S., - 2nd ed., reprinted - Moscow: Flinta, Publishing House of the Ural University, 2017. - 58 p.
2. Kutuzov, O. I. Modeling of systems. Simulation method / O. I. Kutuzov, T. M. Tatarnikova. - 2nd ed., reprinted. - St. Petersburg: Lan, 2024. - 224 p. - ISBN 978-5-507-48872-8.
3. Glasserman, P. (2004). Monte Carlo Methods in Financial Engineering. Springer.
4. Hull, J. C. (2017). Options, Futures, and Other Derivatives (10th ed.). Pearson.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_159-163

УДК 630*323.12

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДРЕВОСТОЯ

TECHNOLOGICAL PROCESS OF LOGGING WORKS AS AN OBJECT OF AUTOMATED REGULATION AND CONTROL

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

Мильцин А.Н., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

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

Савченко С.И., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Воскобойник М.Ю., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Полукаров Д.А., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Носиков В.М., студент магистратуры ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Voronin P.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia.

Miltsin A.N., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia.

Abramov V.V., Candidate of Technical Sciences, associate professor FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia.

Savchenko S.I., Graduate student FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia.

Voskoboinikov M.Yu., Graduate student FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia.

Polukarov D.A., Graduate student FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia.

Nosikov V.M., Graduate student FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia.

Аннотация: Статья посвящена анализу современных средств и методов для дистанционного измерения параметров древостоя. Обозначены перспективы исследования лесозаготовительных процессов на основе данных полученных с помощью цифрового сканирования индивидуальных характеристик каждого конкретного дерева в насаждении.

Abstract: The article is devoted to the analysis of modern tools and methods for remote measurement of tree stand parameters. The prospects for the study of logging processes based on data obtained by digital scanning of the individual characteristics of each particular tree in the plantation are outlined.

Ключевые слова: средства дистанционного измерения, лазерное сканирование древостоя, лесозаготовки, лесосечные работы.

Keywords: remote measuring equipment, laser scanning of stands, logging, logging operations.

Проектирование технологии лесосечных работ считается одним из важнейших этапов лесозаготовительного производства. Результаты его выполнения во многом зависят от достоверности данных характеризующих таксационные параметры древостоев [1-4].

В настоящее время используется большое количество средств для дистанционного измерения таксационных характеристик насаждения (рис.1).

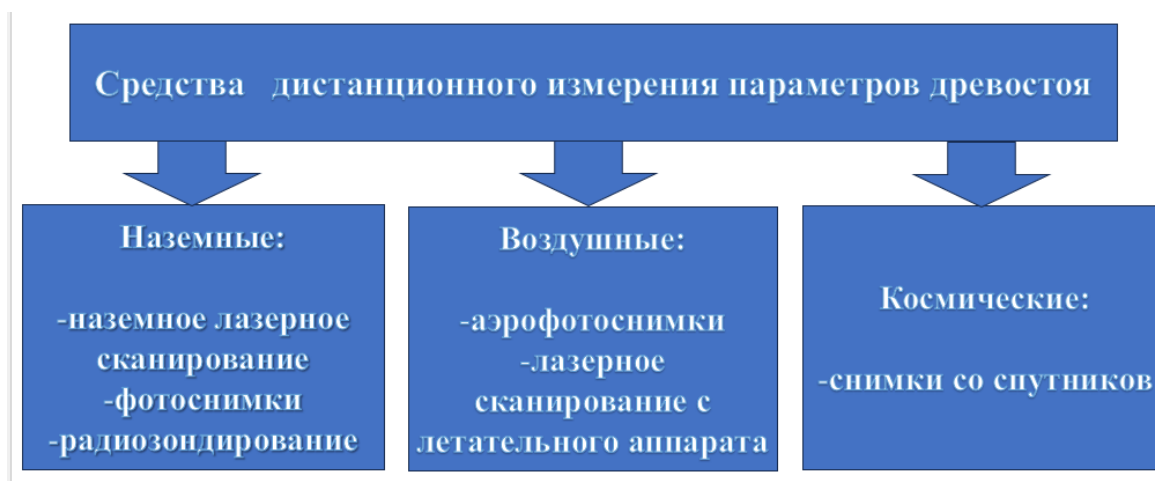


Рисунок 1 – Средства дистанционного измерения параметров древостоя

В табл.1 представлен анализ основных методов измерений таксационных параметров отдельных деревьев.

Применение геоинформационных систем позволяет на основе аэрокосмических снимков запаса насаждений анализировать средние таксационные параметры всего древостоя.

Перспективным направлением совершенствования процесса таксации леса является получение информации с беспилотных летательных аппаратов. Это положительно сказывается на скорости оценки лесных ресурсов. Появляется возможность получения большого объёма данных, изучения недоступных ранее участков леса. Однако при обозначенных достоинствах использования дронов в лесной таксации есть также серьёзные ограничения в их применении: высокая стоимость вместе с программным обеспечением, плохие метеорологические условия, необходимый высокий уровень квалификации операторов.

Таблица 1 – Методы дистанционного измерения параметров древостоя

Метод измерений	Размеры отдельных деревьев	Высоты деревьев	Площади и границы объектов	Получение данных	Обработка данных	Классификация лесного покрова
Наземные измерения	Отлично	Плохо	Нет	Нет	Плохо	Нет
Воздушная съемка и фотограмметрия	Хорошо	Плохо	Хорошо	Хорошо	Нет	Отлично
Спутниковые снимки	Нет	Нет	Отлично	Отлично	Отлично	Хорошо
Лазерное сканирование	Хорошо	Отлично	Хорошо	Отлично	Отлично	Плохо

На сегодняшний день, использование космических снимков со спутника или лазерного сканирования с беспилотных летательных аппаратов не позволяет получить детальную информацию о состоянии древесного ствола каждого конкретного дерева, а также точного его местоположения в лесном массиве. Именно эти данные являются определяющими при планировании большинства выборочных рубок леса, особенно таких как рубки ухода.

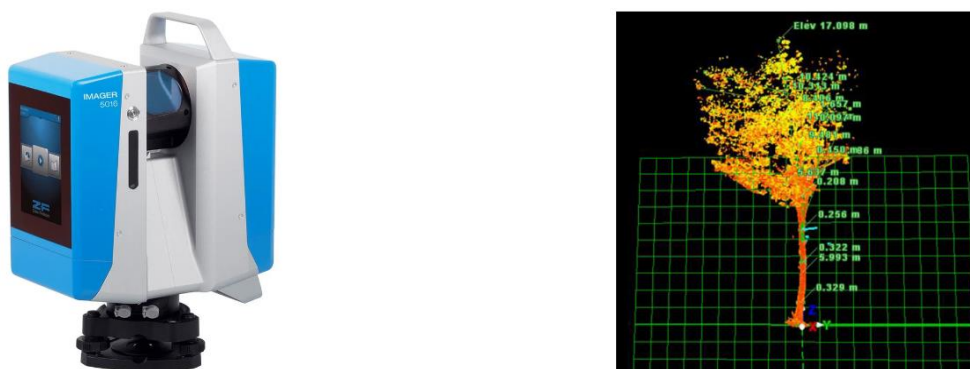


Рисунок 2 – Наземный 3D-лазерный сканер Z+F IMAGER 5016 и пример построения графической 3D- модели исследуемого дерева на основе его данных

Развитие технологий наземного лазерного сканирования с использованием трёхмерных лазерных сканеров позволяет получать измерительную информацию с относительной погрешностью около 10%, а некоторые модели, например, наземный 3D-лазерный сканер Z+F IMAGER 5016 (рис. 2) работает с погрешностью измерения 2 мм на 100 метров дистанции при максимальной дальности сканирования – 365 м.

Учитывая вышеобозначенные возможности получения на основе данных цифрового сканирования индивидуальных характеристик каждого конкретного дерева в насаждении (высота, диаметр на высоте груди, расположение дерева на лесосеке, форма и размеры кроны), становятся актуальными исследования, направленные на прогнозирование результата планируемой несплошной рубки по степени воздействия на лесную среду, особенно деревьев

оставляемые на лесосеке для последующего лесовыращивания, с целью снижения негативных последствий от технико-технологических и организационных решений, разрабатываемых на стадии проектирования лесосечных работ [5-9].

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.
6. Григорьев, И.В. Средащадящие 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. 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.

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 .
6. Grigoriev, I.V. 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. 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

**ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА
APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR THE FORESTRY COMPLEX**

Анциферова В.И., кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Российская Федерация

Antsiferova V.I. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia

Голова Е.А., магистрант кафедры информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Российская Федерация

Golova E.A. Master's student, Department of Information Technology, FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia

Аннотация: В статье рассматривается влияние искусственного интеллекта на сферу лесного хозяйства, а также будущее цифровых технологий, используемых в лесной промышленности. Несмотря на традиционную консервативность лесного сектора, технологии ИИ начинают активно применяться для решения задач, которые ранее требовали человеческого участия, таких как незаконные вырубki, спутниковый мониторинг. ИИ демонстрирует высокую эффективность в анализе космических снимков, что позволяет точнее выявлять изменения в лесном фонде. Однако, эксперты подчеркивают, что ИИ не сможет полностью заменить человека в мониторинге, так как требует квалифицированной поддержки. В заключение подчеркивается, что ИИ — это не просто модный тренд, а важный инструмент, способный изменить существующие системы мониторинга и повысить их эффективность.

Abstract: The article examines the impact of artificial intelligence on forestry, as well as the future of digital technologies used in the forest industry. Despite the traditional conservatism of the forestry sector, AI technologies are beginning to be actively used to solve problems that previously required human participation, such as illegal logging and satellite monitoring. AI demonstrates high efficiency in analyzing space images, which allows for more accurate detection of changes in forest resources. However, experts emphasize that AI will not be able to completely replace humans in monitoring, as it requires qualified support. In conclusion, it is emphasized that AI is not just a fashionable trend, but an important tool that can change existing monitoring systems and increase their efficiency.

Ключевые слова: цифровые технологии, лесная отрасль, лесной комплекс, искусственный интеллект, нейросеть

Key words: digital technologies, forest industry, forest complex, artificial intelligence, neural network

Признательность

Авторы выражают благодарность и глубокую признательность и.о. заведующего кафедрой Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф.

Морозова, г. Воронеж, кандидату физико-математических наук, доценту Ягодкину Александру Сергеевичу за возможность участия в научной конференции. Статья выполнена в рамках государственного задания Министерство науки и высшего образования РФ, в ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» по теме «Энерго ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии лесопромышленного комплекса», посвящённую 95-летию ВГЛТУ имени Г.Ф. Морозова и 80-летию Победы в Великой Отечественной войне.

Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в различные сферы человеческой деятельности происходит стремительными темпами. Увеличиваются инвестиции в обучение нейросетей, расширяются зоны космического мониторинга, и это приносит ощутимые результаты, в том числе в области лесного хозяйства. Хотя эта отрасль традиционно считается консервативной, она также переживает технологическую трансформацию. Развитие искусственного интеллекта и нейронных сетей происходит ежедневно, и можно наблюдать значительные изменения между первыми версиями и последними поколениями технологий. Многие задачи, которые ранее требовали человеческого участия, теперь могут быть успешно решены с помощью нейросетей. В ближайшем будущем новые технологии позволят оперативно отправлять нарушителям предписания о возмещении ущерба за незаконную вырубку лесов, выявленную с помощью спутников по аналогии с практикой, когда водителям, нарушающим правила дорожного движения, приходят уведомления о штрафах, зафиксированных камерами. Ожидается, что это снизит нагрузку на водителей лесовозов и инспекторов, а также сделает процесс транспортировки древесины более прозрачным. С 2026 года спутниковый мониторинг использования лесов охватит каждый второй регион России. Площадь мониторинга увеличится на 20% и составит 300 миллионов гектаров, что соответствует почти 42% всех лесных земель. Таким образом, впервые под космическое наблюдение попадут все леса, где ведется интенсивная коммерческая заготовка древесины, что позволит значительно быстрее выявлять незаконные рубки. Ранее существовало мнение, что внедрение технологий искусственного интеллекта — это всего лишь модный тренд. Однако сегодня этот инструмент доказал свою эффективность в различных областях. Исследования показывают, что многие задачи, решаемые традиционными методами, требуют значительно больше времени, усилий и финансовых затрат. Нейросети действительно способны ускорить обработку информации и, в конечном итоге, улучшить качество анализа данных. В своем Послании Федеральному Собранию в 2024 году президент России Владимир Путин обозначил основную цель использования искусственного интеллекта: автоматизацию процессов и повышение производительности труда. Технологии предоставляют дополнительные преимущества в традиционных системах дистанционного мониторинга, так как искусственный интеллект может обрабатывать большие объемы данных гораздо быстрее человека. Развитие системы космического слежения за лесными комплексами, основанное на расширении зоны непрерывного дистанционного мониторинга, позволило проводить анализ космических снимков на постоянной основе, в отличие от традиционного мониторинга, который осуществляется раз в пять-семь дней [2, 54]. Мониторинг значительно ускорил реакцию на выявленные нарушения: при непрерывном слежении проверки на месте проводятся в течение пяти дней, тогда как при обычном - до тридцати. Например, компания

«Терра Тех», входящая в холдинг «Российские космические системы» госкорпорации «Роскосмос», совместно с «Рослесинфоргом» уже давно экспериментирует использование нейросетей для анализа космических изображений с целью выявления изменений в лесах, особенно связанных с вырубкой [1, 14]. С 2022 года было успешно реализовано несколько проектов по непрерывному мониторингу лесного фонда для отдельных лесничеств, что дало конкретные результаты. Эксперименты показали, что производительность анализа космической информации возросла на 50%. Нейросети, работающие с большими территориями, более эффективно, чем человек, выявляют вырубки и помогают сосредоточить внимание на участках, которые могли бы быть упущены. Кроме того, они помогают выявлять несоответствия в разрешительной документации на использование лесов. Когда алгоритм ошибается, на проверку требуется значительно меньше времени, чем при полностью ручной работе, отмечает заместитель генерального директора «Терра Тех» Максим Болтаев [1, 3]. Технологии, связанные с искусственным интеллектом, демонстрируют высокое качество анализа исходных данных, и с каждым днем это качество продолжает улучшаться. Эксперты уверены, что новая система фиксации нарушений является шагом в будущее для систем дистанционного мониторинга. Одним из основных преимуществ системы контроля за лесовозами с использованием нейросетей и съемки с помощью стационарных камер или беспилотников является ее независимость от человеческого фактора. Она не делает выбор в пользу тех, кто ей нравится или не нравится, и исключает возможность коррупционных схем, таких как подкуп для достижения нужного результата. Дополнение этой системы трекерами на лесовозной технике позволит еще более точно идентифицировать нарушителей по принципу: «нет трекера, но везет лес — значит, нарушитель», — считает генеральный директор компании. Максим Чинов, представитель компании «Агримакс.Аэро» и член Ассоциации «АЭРОНЕКСТ». Также отмечено, что нейросети открывают возможности для реализации масштабных и амбициозных проектов. Одним из таких проектов является инициатива «Цифровая Земля — Сервисы». Благодаря использованию искусственного интеллекта удалось собрать информацию о качественных и количественных характеристиках территориальных и природных ресурсов в различных регионах страны. В частности, за период 2022-2023 годов была собрана информация о вырубках, фактических границах лесопокрытых площадей и лесных пожарах. «В рамках данного проекта территория страны была обработана 3-4 раза, что в сумме составляет более 65 миллионов квадратных километров. В ручном режиме на получение таких результатов ушли бы годы, а нейросети позволили сделать это всего за несколько месяцев», — делится Максим Болтаев. Наиболее распространенным сценарием применения искусственного интеллекта в лесном хозяйстве, который уже внедрен в некоторых регионах, является отслеживание незаконной вырубки леса. Система автоматически распознает изменения, происходящие в лесном фонде, и инспекторам остается лишь выехать на место для проверки легитимности вырубки. Кроме того, экспериментально подтверждено, что искусственный интеллект способен выявлять участки с усыхающими деревьями. Ему можно доверить обработку данных дистанционного зондирования Земли, при этом можно быть уверенным в скорости и точности дешифровки космических снимков, а также в исключении человеческого фактора — как умышленного, так и случайного искажения результатов. Конечно, нейросети сегодня находятся на пике популярности, но это не универсальное решение всех проблем. На первый взгляд может показаться, что достаточно лишь

инвестировать в разработку и обучение, а затем использовать систему без дополнительных затрат. Однако на практике, как и любая другая технология, искусственный интеллект требует постоянной квалифицированной поддержки. Появляются новые алгоритмы, изменяются геоданные, сам процесс мониторинга также претерпевает изменения. Все это необходимо учитывать и продолжать работу с технологией, внося коррективы и поддерживая развитие системы с помощью высококвалифицированных специалистов. Возможности человека ограничены, в то время как ИИ владеет наибольшими временными ресурсами и вычислительными мощностями. Система может постоянно обучаться, обрабатывать и анализировать все больше информации. Специалистам в области лесного хозяйства не стоит беспокоиться: нейросеть не оставит их без работы, хотя, безусловно, значительно упростит их задачи. «Несмотря на то, что нейронные сети могут помочь в решении некоторых задач, они не способны полностью заменить человека в дистанционном мониторинге. Во-первых, нейросети пока не обладают интуитивным пониманием проблем. Во-вторых, они не могут адаптироваться к новым ситуациям и принимать решения на основе опыта и знаний. Использование нейросетей — это будущее в обработке данных, а не просто модный тренд. Искусственный интеллект, о котором раньше писали в фантастических романах, начинает свое развитие, и мы можем направить его на благо человечества», — считает Владимир Кузьма, директор филиала Рослесинфорга «Прибайкалеспроект». «Полностью заменить человеческий ресурс нейросетями невозможно. Существует вероятность, что через 10 лет элементы ИИ будут применяться в лесном хозяйстве, и это станет нормой. Однако на данный момент первичную информацию, например, по лесопатологическому исследованию, все равно предоставляет человек. Только специалист, работающий непосредственно в лесу, может сделать точные замеры и внести их в базу данных. Алгоритмы могут быть высокоэффективными, но не совершенными. Текущий подход к мониторингу не интегрирует несколько процессов. Сначала происходит анализ снимков нейросетями, затем их проверка экспертами и сопоставление с документами. Два года назад АО «Терра Тех» и Рослесинфорг по поручению Правительства РФ запустили пилотный проект по непрерывному мониторингу лесного комплекса в Иркутской и Архангельской областях. Для совместной работы специалисты «Терра Тех» создали отдельную виртуальную среду, в которой сотрудники Рослесинфорга могли самостоятельно участвовать в процессе обучения искусственного интеллекта. Алгоритмы «Терра Тех» осуществляют автоматическую разметку данных, а специалисты Рослесинфорга проверяют ее на основе реальных данных лесоустройства. После этого происходит дообучение, и цикл повторяется. Автоматизация, достигнутая благодаря интеграции систем, позволила значительно улучшить процесс мониторинга. Осуществление непрерывного мониторинга в сочетании с постоянным обучением нейросетей позволяет постоянно повышать точность их работы. На сегодняшний день разработчики нейросетей сталкиваются с задачей обеспечения эффективной работы в сложных условиях, таких как разносезонные снимки, наличие снега, облачность, горные районы и другие труднопроходимые ландшафты. Это особенно важно, поскольку вырубка леса часто происходит именно в таких сложных территориях. Эти методы не являются взаимоисключающими, что позволяет использовать их совместно для интерпретации одной и той же модели с различными целями. В качестве примера таких методов мы рассмотрим механистические детали локально интерпретируемой независимой от модели объяснительной модели (LIME), предложенной

Рибейро и его коллегами в 2016 году [3, 199]. Метод постфактумной интерпретации, который не зависит от модели и может применяться как на глобальном, так и на локальном уровнях. Этот метод привлек значительное внимание в научном сообществе искусственного интеллекта и способствовал росту популярности объяснимого ИИ (xAI). Основная цель LIME заключается в том, чтобы объяснить, как сложная модель формирует прогноз для конкретного экземпляра (например, для ячейки сетки или другого локального окружения). Для достижения этой цели LIME создает «локальную суррогатную» модель (простую модель, такую как логистическая регрессия или дерево решений), которая аппроксимирует поведение сложной модели в ограниченной области n-мерного пространства, определяемого предикторами.

Процесс поиска локальной суррогатной модели формулируется следующим образом: как $\text{argmin}_L(f, g, \pi_x) + \Omega(g)$ [6, 5].

$L(f, g, \pi_x)$ вычисляет разницу в точности между сложной моделью f (например, случайные леса) и простой моделью g (например, линейная модель) в целевом прогнозе x и окружающей окрестности близости π в n-мерном пространстве.

$\Omega(g)$ — это сложность простой модели, представленная как число параметров. Алгоритм LIME минимизирует $L + \Omega$, чтобы заменить сложную модель более простой, пытаясь при этом избежать потери точности. Ключевое предположение LIME заключается в том, что необходимая степень сложности модели зависит от области данных, для которой должны быть сделаны прогнозы. Согласно стратегии развития лесного комплекса до 2030 года, приоритетной задачей сейчас является цифровизация. ИИ всецело работает с цифровыми данными и в будущем способен видоизменить системы мониторинга, действующие сейчас, и интегрироваться с любой системой. Специалисты видят наибольшую продуктивность именно в комбинировании различных подходов [5, 75]. Важно понимать, что использование нейросетей требует огромных вычислительных мощностей. Для их применения в системах мониторинга придётся работать с огромным фондом пространственных данных, данных дистанционного зондирования земли и табличных данных различных ведомств. Для реализации этой задачи быть может потребоваться не один дата-центр. Тем не менее, нейросети представляют собой следующий этап развития технологий. Поэтому в будущем интеграция будет постепенно охватывать все известные системы, что позволит достичь более эффективных результатов.

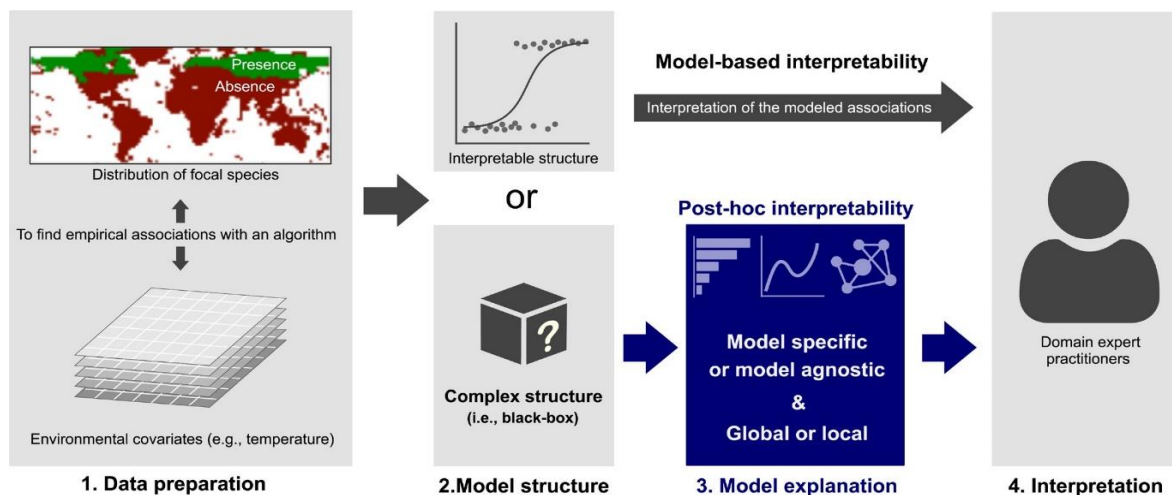


Рисунок 1- Моделирование с использованием ИИ

Рисунок 1 иллюстрирует значение объяснимого искусственного интеллекта (xAI) в моделировании распространения видов. Методы машинного обучения, которые можно интерпретировать, делятся на две категории: те, которые направлены на прямое понимание структуры модели (интерпретируемость на основе модели), и те, которые анализируют поведение модели для ее интерпретации (интерпретируемость постфактум). Методы интерпретируемости постфактум могут быть как специфичными для определенной модели, так и универсальными, что позволяет применять их к любой модели.

Список литературы

1. Каталакиди М. Искусственный интеллект всему голова.// «Лесной комплекс» № 2 (66) март-апрель 2024 г. С. 12-17. [сайт]. — URL: <https://terratech.ru/media/files/fc-110424.pdf> (дата обращения: 23.03.2025).
2. Chen YL, Wu BG, Chen D, Qi Y (2019). Использование машинного обучения для оценки пригодности участка для лесонасаждения с определенными видами. // *Forests* 10(9): 22. С.53-55.
3. МасахироРё, Боян А., Стефано М., Касс М., Блас М. Хартиг Б., ХартигФ..Объяснимый искусственный интеллект улучшает экологию. Интерпретируемость моделей распределения видов «черного ящика» // *Экология*. 2021. С. 199–205.
4. Кришнан, М. 2020. Против интерпретируемости: критический анализ проблемы интерпретируемости в машинном обучении.// *Фил. Технол.* 33: 487–502.
5. Лукас Л., Прозрачный ящик: интерпретируемое машинное обучение в экологии. // *Экологическая монография.Ecol. Monogr.* 2020. С. 74-76.
6. Матеус Э., Гёргенс Э. Б. Процедуры искусственного интеллекта для лесного комплекса. Оценка конусности в сложной мозаике растительности в Бразилии. Группа по экологии и охране лесов, кафедра ботанических наук, Кембриджский университет, Кембридж, Соединенное Королевство,Кафедра лесных наук, Сельскохозяйственный колледж, УниверситетизС. Паулу, Пирасикаба, С. Паулу, Бразилия // *PLoS ONE* 11(5),2016. С. 1-5.
7. АбрашкинаЕ.Д.Агропромышленный комплекс России: Agriculture 4.0. В 2 томах. Т. 1. Стратегии устойчивого развития регионального агропромышленного комплекса.// *Индустрия 4.0 : монография / Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 509 с. — ISBN 978-5-4497-3808-0 (т. 1), 978-5-4497-3807-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/144357.html> (дата обращения: 23.03.2025).*
8. МалафеевО. А., ШкрабакВ. С., ШкрабакР. В. [и др.] Математический анализ моделей многоагентного инвестирования и функционирования структур агропромышленного комплекса : учебное пособие; под редакцией О. А. Малафеева, В. С. Шкрабака. — Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2024. — 256 с. — ISBN 978-5-6046442-0-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128689.html> (дата обращения: 22.03.2025).

References

1. Katalakidi M. Artificial intelligence is the key.// "Forest Complex" N ° 2 (66) March-April 2024. Pp. 12-17. [website]. - URL: <https://terratech.ru/media/files/fc-110424.pdf> (accessed: 23.03.2025).
2. Chen YL, Wu BG, Chen D, Qi Y (2019). Using machine learning to assess the suitability of a site for afforestation with specific species. // *Forests* 10 (9): 22. Pp. 53-55.
3. Masahiro Ryo, Boyan A., Stefano M., Kass M., Blas M. Hartig B., HartigF.. Explainable artificial intelligence improves ecology. Interpretability of "black box" species distribution models // *Ecology*. 2021. P. 199–205.
4. Krishnan, M. 2020. Against interpretability: A critical analysis of the interpretability problem in machine learning.// *Phil. Technol.* 33: 487–502.
5. Lucas, L., The Transparent Box: Interpretable Machine Learning in Ecology. // *Ecological Monograph. Ecol. Monogr.* 2020. P. 74–76.
6. Mateus, E., Goergens, E. B. Artificial Intelligence Procedures for the Forest Complex. Conicity Estimation in a Complex Vegetation Mosaic in Brazil. *Forest Ecology and Conservation Group, Department of Botanical Sciences, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom, Department of Forestry Sciences, College of Agriculture, University of S. Paulo, Piracicaba, S. Paulo, Brazil* // *PLoS ONE* 11(5),2016. Pp. 1-5.
7. Abrashkina E.D. Agro-industrial complex of Russia: Agriculture 4.0. In 2 volumes. Vol. 1. Strategies for sustainable development of the regional agro-industrial complex.// *Industry 4.0: monograph* / Moscow: IPR Media, 2025. - 509 p. - ISBN 978-5-4497-3808-0 (vol. 1), 978-5-4497-3807-3. - Text: electronic // Digital educational resource IPR SMART: [website]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/144357.html> (date of access: 03/23/2025).
8. Malafeev O. A., Shkrabak V. S., Shkrabak R. V. [et al.] Mathematical analysis of multi-agent investment models and functioning of agro-industrial complex structures: a textbook; edited by O. A. Malafeev, V. S. Shkrabak. - St. Petersburg: Prospect Nauki, 2024. - 256 p. - ISBN 978-5-6046442-0-1. - Text: electronic // Digital educational resource IPR SMART: [website]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/128689.html> (accessed: 03/22/2025).

БЛОКЧЕЙН ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ: КАК ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОМОГАЮТ КОНТРОЛИРОВАТЬ ВЫРУБКУ

BLOCKCHAIN FOR SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT: HOW DIGITAL CHNOLOGIES
HELP TO CONTROL LOGGING.HOW DIGITAL TECHNOLOGIES HELP CONTROL LOGGING

Гурова Н.В., студент СПО ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Россия, Воронеж

Голубятников И.С., преподаватель СПО
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Россия, Воронеж

Gurova N.V., Student of the
Voronezh State Forestry Engineering
University named after G.F. Morozov, Russia,
Voronezh

Golubyatnikov I.S., lecturer at the Voronezh
State Forestry Engineering University named
after G.F. Morozov, Russia,
Voronezh

Аннотация: В статье рассматривается применение технологии блокчейн для решения проблем, связанных с незаконной вырубкой лесов и продвижением устойчивого лесопользования. Описываются преимущества блокчейна в обеспечении прозрачности и отслеживаемости цепочек поставок древесины, предотвращении мошенничества и улучшении систем сертификации. Приводятся примеры успешного применения блокчейна в лесном хозяйстве и обсуждаются вызовы, стоящие на пути широкого внедрения технологии. Статья подчеркивает роль блокчейна в создании более ответственного и экологически устойчивого будущего для лесного сектора.

Abstract: The article explores the application of blockchain technology to address issues related to illegal logging and promote sustainable forest management. It describes the benefits of blockchain in ensuring transparency and traceability of timber supply chains, preventing fraud, and improving certification systems. Examples of successful blockchain implementation in forestry are provided, and challenges to the widespread adoption of the technology are discussed. The article emphasizes the role of blockchain in creating a more responsible and environmentally sustainable future for the forestry sector.

Ключевые слова: блокчейн, незаконная рубка лесов, отслеживаемость, цепочка поставок древесины, лесное хозяйство, цифровые технологии.

Keywords: blockchain, illegal logging, Traceability, Wood Supply Chain, Forestry, Digital Technologies.

Введение:

Леса жизненно важны для жизни на Земле, обеспечивая критически важные экосистемные услуги, такие как связывание углерода, сохранение биоразнообразия и поддержка бесчисленного количества средств к существованию. Однако незаконная рубка лесов продолжает подрывать эти жизненно важные функции, вызывая рубку лесов, способствуя изменению климата и нанося значительный экономический и социальный ущерб. Настоятельная потребность в инновационных решениях привела к изучению новых технологий, и блокчейн стал мощным инструментом для повышения прозрачности, отслеживаемости и подотчетности в лесном секторе.

Последствия незаконной вырубки лесов и их масштаб:

Незаконная вырубка лесов включает в себя нелегальную заготовку, транспортировку, переработку и продажу древесины в обход национальных и международных законов. Это приводит к серьёзным последствиям:

1. Вырубка лесов способствует выбросу парниковых газов, особенно углекислого, что усугубляет изменение климата. Из-за вырубки леса снижается способность планеты поглощать CO₂.
2. Незаконная добыча древесины разрушает среду обитания, что приводит к значительным потерям биоразнообразия и способствует исчезновению многих видов растений и животных
3. Незаконная вырубка лесов подрывает законную торговлю древесиной, лишая правительства доходов, способствуя коррупции и нанося ущерб местной экономике.
4. Незаконная вырубка лесов часто связана с эксплуатацией местных сообществ, перемещением коренных народов и может привести к насильственным конфликтам из-за лесных ресурсов.

Технология блокчейн открывает новые возможности для предотвращения незаконной вырубки лесов, обеспечивая прозрачную и неизменяемую историю перемещения древесины от места её происхождения до конечного пользователя. Блокчейн можно уподобить гигантскому реестру, который рассредоточен по различным локациям. В этом реестре скрупулёзно фиксируются все манипуляции с древесиной: от момента её заготовки до момента переработки и конечного пункта назначения. Эти записи неподвластны изменениям или фальсификациям, что позволяет с абсолютной точностью установить происхождение древесины и её конечное местоположение. Технология блокчейн предоставляет возможность точного отслеживания происхождения и пути перемещения продуктов из древесины, что позволяет потребителям, контролирующим органам и предприятиям с лёгкостью идентифицировать источник каждого предмета. Криптографическая защита блокчейна представляет собой надёжный барьер, препятствующий фальсификации или манипулированию данными, что существенно снижает вероятность смешения незаконно заготовленной древесины с законно заготовленной, а также вероятность использования поддельных сертификатов. Применение технологии блокчейна может укрепить уже существующие системы сертификации лесов, способствуя повышению прозрачности и предоставляя заинтересованным сторонам возможность проверять подлинность сертификатов, а также обеспечивать заготовку древесины в соответствии с принципами устойчивого развития и в рамках правового поля. Платформы, основанные на технологии блокчейн, способствуют упрощению взаимодействия и обмена информацией между различными участниками, такими как лесники, лесозаготовительные предприятия, контролирующие органы и конечные потребители, что приводит к повышению эффективности и прозрачности операций.

Несколько инициатив уже демонстрируют силу блокчейна в преобразовании лесного хозяйства:

1. Всемирный фонд дикой природы запустил несколько пилотных проектов с использованием технологии блокчейн для отслеживания продуктов из древесины и борьбы с незаконной вырубкой лесов в таких регионах, как Юго-Восточная Азия, что иллюстрирует потенциал реального воздействия.

2. Эстонская компания Guardtime разработала решение на основе блокчейна для отслеживания древесины и обеспечения соблюдения правил лесного хозяйства, демонстрируя потенциал применения на национальном уровне.

Также, многочисленные технологические стартапы разрабатывают платформы на основе блокчейна для улучшения сертификации древесины, предоставления потребителям информации о происхождении и продвижения устойчивых методов лесного хозяйства, что свидетельствует о появлении новых рыночных возможностей. Хотя блокчейн предлагает значительные преимущества, для успешного внедрения этой технологии требуется тщательно учитывать проблемы с масштабируемостью и управлением данными, нормативно-правовой базой и стандартизацией. Способность платформ блокчейн обрабатывать большие объемы данных, генерируемых глобальными цепочками поставок древесины, необходимо оптимизировать для обеспечения широкого распространения. Разработка соответствующих нормативно-правовых баз и стандартов имеет решающее значение для установления правовой ясности и обеспечения функциональной совместимости систем блокчейн в лесном секторе. Технология блокчейн представляет собой преобразующий подход к борьбе с незаконной вырубкой лесов и содействию устойчивым методам ведения лесного хозяйства. Создавая прозрачные, отслеживаемые и безопасные цепочки поставок древесины, блокчейн дает заинтересованным сторонам возможность принимать обоснованные решения, повышать соблюдение требований и продвигать ответственные методы ведения лесного хозяйства.

Список литературы

1. Берман, Дж. (2019). Блокчейн для прозрачности цепочки поставок. Центр транспорта и логистики Массачусетского технологического института.
2. Бранкалион, П. Х. и др. (2020). Вырубка и деградация лесов в бразильской Амазонии: последствия и решения. *Environmental Research Letters*, 15(6), 063001.
3. Carbon Trust. (2018). Блокчейн для устойчивого развития: обзор. Carbon Trust.
4. Д'Амато, Д., Дросте, Н., Аллен, Б., Кеттунен, М. и Топпинен, А. (2020). Блокчейн для экономики замкнутого цикла: обзор. Ресурсы, сохранение и переработка, 162, 105038.
5. Делойт. (2018). Блокчейн в цепочке поставок. Делойт.
6. Эсмаилиан, Б., Бехдад, А. и Ван, Б. (2020). Эволюция технологии блокчейн: обзор. *International Journal of Production Research*, 58(11), 3399-3423.
7. Европейская комиссия. (2018). Исследование использования технологии блокчейн в цепочках создания стоимости сельскохозяйственной и лесохозяйственной продукции.
8. ФАО. (2020). Состояние лесов мира 2020. Леса, биоразнообразие и люди. Рим.
9. Global Witness. (2019). Защитники Земли: убийства и криминализация активистов-экологов. Лондон.
10. МГЭИК. (2021). Изменение климата, 2021: Физическая научная основа. Вклад рабочей группы I в шестой оценочный отчет Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Cambridge University Press.
11. Кшетри, Н. и Воас, Дж. (2018). Блокчейн и кибербезопасность. *IT Professional*, 20(5), 12-16.

12. Насименто, Д. Ф. и др. (2019). Блокчейн и отслеживаемость цепочки поставок: обзор. *Journal of Business Logistics*, 40(4), 345-366.
13. Программа ООН по окружающей среде. (2016). Незаконная торговля древесиной.
14. Уотсон, Дж. Э. М. и др. (2018). Исключительная ценность нетронутых лесных экосистем. *Nature Ecology & Evolution*, 2(4), 599-610.
15. Всемирный банк. (2017). Леса для развития: стратегия Всемирного банка. Вашингтон, округ Колумбия.
16. Вюст, К. и Жерве, А. (2018). Нужен ли вам блокчейн? Конференция Crypto Valley по технологии блокчейн 2018.

References

1. Berman, J. (2019). Blockchain for Supply Chain Transparency. MIT Center for Transportation & Logistics.
2. Brancalion, P. H., et al. (2020). Deforestation and forest degradation in the Brazilian Amazon: Impacts and solutions. *Environmental Research Letters*, 15(6), 063001.
3. Carbon Trust. (2018). Blockchain for Sustainability: A Review. Carbon Trust.
4. D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., & Toppinen, A. (2020). Blockchain for the Circular Economy: A Review. *Resources, Conservation and Recycling*, 162, 105038.
5. Deloitte. (2018). Blockchain in Supply Chain. Deloitte.
6. Esmaeilian, B., Behdad, A., & Wang, B. (2020). The evolution of blockchain technology: a review. *International Journal of Production Research*, 58(11), 3399-3423.
7. European Commission. (2018). Study on the use of blockchain technology in the value chains of agricultural and forestry products.
8. FAO. (2020). The State of the World's Forests 2020. Forests, Biodiversity and People. Rome.
9. Global Witness. (2019). Defenders of the Earth: The Murder and Criminalization of Environmental Activists. London.
10. IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
11. Kshetri, N., & Voas, J. (2018). Blockchain and cybersecurity. *IT Professional*, 20(5), 12-16.
12. Nascimento, D. F., et al. (2019). Blockchain and Supply Chain Traceability: A Review. *Journal of Business Logistics*, 40(4), 345-366.
13. UN Environment Programme. (2016). Illegal Timber Trade.
14. Watson, J. E. M., et al. (2018). The exceptional value of intact forest ecosystems. *Nature Ecology & Evolution*, 2(4), 599-610.
15. World Bank. (2017). Forests for Development: A World Bank Strategy. Washington, DC.
16. Wüst, K., & Gervais, A. (2018). Do you need a blockchain? Crypto Valley Conference on Blockchain Technology 2018.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_175-178

УДК 004.9

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА СЫРЬЯ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСНОГО НИЖНЕГО СКЛАДА

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR ACCOUNTING OF RAW MATERIALS AND FINISHED PRODUCTS IN THE CONDITIONS OF A FOREST LOWER WAREHOUSE

Дейнега Е.Ю., студент СПО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Врагов С.А., преподаватель СПО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Deynega E.Y., Student of the Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Vragov S.A., lecturer at the Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Аннотация: В статье рассматривается целесообразность разработки автоматизированной информационной системы для оптимизации и повышения эффективности учета сырья и готовой продукции в условиях работы лесного нижнего склада. В статье приводятся примеры некоторых видов программного обеспечения и уже существующие на рынке Российской Федерации (такие как: 1С или Microsoft Excel), о их возможностях, распределение по разным признакам и отрицательные стороны, проявляющиеся при непосредственной работе с ними. Дополнительно к будут выделены и описаны кратко причины отсутствия зарубежных программных решений для лесной промышленности. Под конец будет пояснение в выборе языков программирования, системы управления базы данных и операционной системы, в которой программа будет эксплуатироваться.

Abstract: The article discusses the feasibility of developing an automated information system to optimize and improve the efficiency of raw materials and finished products accounting in the conditions of a lower timber yard. The article provides examples of some types of software and those already existing on the Russian Federation market (such as 1C or Microsoft Excel), their capabilities, distribution by different features and negative aspects that appear when working directly with them. In addition, the reasons for the lack of foreign software solutions for the forest industry will be highlighted and briefly described. At the end, there will be an explanation of the choice of programming languages, database management system and operating system in which the program will be used.

Ключевые слова: 1С, модификация, АИС, SAP ERP, 1С: Пиломатериалы, 1С: ERP, Пилот. Лесоматериалы, лесозаготовки, учет лесоматериалов.

Keywords: 1C, modification, AIS, SAP ERP, 1C: Sawn timber, 1C: ERP, Pilot. Timber, logging, timber accounting.

В век повсеместной цифровизации, переход от аналогового хранения данных учета не обошел стороной и лесопромышленную отрасль и существует множество программных решений для этого.

Рассмотрим основных представителей: 1С: Пиломатериалы; Галактика ERP; SAP ERP; системы учета на базе Excel. Для дальнейшего понимания причин разработки новой автоматизированной информационной системы стоит рассмотреть два следующих понятия:

1. Автоматизированная информационная система "АИС" - это комплекс программно-технических средств, используемых для согласования деятельности организации и обеспечения хранения, передачи и обработки информации.

2. Модификация – дополнительное программное обеспечение, направленное на расширение функционала системы.

Зная эти определения, рассмотрим подробнее вышеописанные решения.

1С: Пиломатериалы – является модификацией для 1С: ERP. Имеет ряд недостатков от проблем с безопасностью до необходимости проведения дополнительной подготовки к использованию.

Галактика ERP, SAP ERP – как и 1С, только с некоторыми доработками подходит для работы нижних складов. Дополнительно к этому, последние версии были выпущены в 2014 году, что может сказаться на их стабильности в современных операционных системах.

Системы учета на базе Microsoft Excel – одно из самых распространенных (на уровне 1С) решений не только в лесопромышленной, но и других отраслях. Удобный интерфейс, но, например, для статистического метода оценки качества продукции требует ввода дополнительных формул.

Среди зарубежных АИС также нет конкурентоспособных решений по нескольким решениям:

1. Нет необходимости в связи с малой площадью лесов;
2. Это ERP системы, которые (как на примере с 1С) имеют модификации;
3. Частные компании имеют свои готовые решения.

Дополнительно ко всему, не стоит полагаться на зарубежные решения, так как последние события показали, что они ненадежны и в любой момент времени могут отозвать лицензию на использование системы в нашей стране.

Из вышеперечисленного появляется серьезная необходимость в автоматизированной информационной системы, которая специально направлена на решение задач учета пиломатериалов, а также мониторинга их качества для оптимизированной работы лесного нижнего склада.

Рассмотрим работу нижних складов. Базовое назначение заключается хранение временное или межсезонное. Кроме того, как отмечалось выше, в нем производится первичная обработка круглой древесины и заготовки. К такому мероприятию относят сортировку, раскряжевку и окорку кругляка.

Основные параметры нижних складов:

1. Емкость склада – объем древесины, который может храниться одновременно;
2. Грузооборот – объем переработки склада за отведенный период времени;
3. Режим работы – определяется сезонностью поставок и объемами поступления древесины.

Исходя из нормативов выхода обрезных материалов на 1 м³ бревен (рис. 1) древесины будет распределяться по базе данных для сокращения сроков сортировки обработанной древесины.

Норматив выхода обрезных пиломатериалов на 1 м ³ бревен					
Вид древесины	Диаметр бревен, мм	Сорт	Выход из 1 м ³		
			Пиломатериалов, м ³	Дровяных отходов, м ³	Опилки, м ³
хвойные породы	140-240	2	0,591	0,269	0,14
то же	свыше 260	2	0,637	0,223	0,14
лиственные породы (включая березу)	140-240	2	0,553	0,307	0,14
то же	свыше 260	2	0,565	0,295	0,14
осина	140-240	2	0,481	0,379	0,14
то же	свыше 260	2	0,512	0,348	0,14

Рисунок 1 – норматив выхода обрезных пиломатериалов

Программа будет реализована на языке программирования C# с использованием системы управления базой данных SQL Server Management Studio. Такой выбор обусловлен большим распространением операционной системы Windows (около 89%).

Основной базой для функционала программы будут применены следующие методики, стандарты и нормативно-правовые акты Российской Федерации: ГОСТ 16588-91, ГОСТ 6782.1-75, ГОСТ 6782.2-75, ГОСТ 6564-84, ГОСТ 19041-85, ГОСТ 34.003-90, Федеральный закон № 152-ФЗ "О персональных данных", а также статистический метод оценки качества продукции.

Стоит еще раз отметить важность и актуальность разработки информационной системы учета сырья и готовой продукции в условиях лесного нижнего склада, так как готовых аналогов, которым не требуются усовершенствования, не существует или они будут несовместимы с новым поколением аппаратных и программных средств. В дополнение к этому не применяются методологии, оптимизирующие учет сырья и готового продукта.

В перспективе данная автоматизированная информационная система может включить в себя последующие этапы обработки вплоть до готового продукта, что существенно снизит нагрузку и избавит от лишних затрат лесопромышленные предприятия.

Список литературы

1. Григорьев, П. Н., Васильев, А. В. Анализ эффективности учетных систем на основе современных информационных технологий // Экономика и управление. - 2022. - № 9(6). - С. 50-65.
2. Кузнецов, А. В., Петрова, И. Н. Современные подходы к автоматизации учета на предприятиях лесного хозяйства // Журнал лесного хозяйства. - 2020. - №12(3) . - С. 45-58.
3. Кузьмина, Т. А., Фролов, И. В. Эффективные методы учета и анализа данных в лесной отрасли // Научный вестник лесного хозяйства. - 2022. - №11(4). - С. 90-102.
4. Федоров, С. П., Лебедев, А. И. Разработка систем управления для лесоперерабатывающих предприятий. // Лесная экономика. - 2021. - №15(1). - С. 10-25.
5. Черных А.С., Абрамов В.В., Бухтояров Л.Д., Филичкина М.В.; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ВГЛТА» Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств. – 2014
6. Черных, А.С. Основы управления качеством продукции лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств. – 2014
7. Чернышев, В. И. Информационные системы: проектирование и внедрение. - Москва: Издательство "Наука", 2020

References

1. Grigoriev, P. N., Vasiliev, A.V. Analysis of the effectiveness of accounting systems based on modern information technologies // Economics and management. - 2022. - № 9(6). - Pp. 50-65.
2. Kuznetsov, A.V., Petrova, I. N. Modern approaches to accounting automation at forestry enterprises // Journal of Forestry. - 2020. - №12(3) . - Pp. 45-58.
3. Kuzmina, T. A., Frolov, I. V. Effective methods of accounting and data analysis in the forest industry // Scientific Bulletin of Forestry. - 2022. - №11(4). - Pp. 90-102.
4. Fedorov, S. P., Lebedev, A. I. Development of control systems for timber processing enterprises. // Forest economy. - 2021. - №15(1). - Pp. 10-25.
5. Chernykh A.S., Abramov V.V., Bukhtoyarov L.D., Filichkina M.V.; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, VGLTA Technology of logging and Wood processing Industries. – 2014
6. Chernykh, A.S. Fundamentals of product quality management in logging and wood-processing industries. – 2014
7. Chernyshev, V. I. Information systems: design and implementation. - Moscow: Nauka Publishing House, 2020

**ПРИМЕНЕНИЕ BIG DATA ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМИ
РЕСУРСАМИ****APPLICATION OF BIG DATA FOR SUSTAINABLE FOREST MANAGMENT**

Ильин Е.С., преподаватель СПО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Карташов А.О., преподаватель СПО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Ilyin E.S., teacher of vocational education FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia

Kartashov A.O., teacher of vocational education FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russia

Аннотация: В статье рассматриваются возможности применения технологий Big Data в управлении лесными ресурсами для достижения устойчивого развития. Анализируются методы сбора и обработки данных (спутниковый мониторинг, IoT-датчики, машинное обучение), а также их применение для оптимизации логистики лесозаготовок, прогнозирования спроса на древесину и расчета углеродного следа. На примере глобальных и региональных кейсов (Global Forest Watch, опыт РФ) демонстрируется эффективность Big Data в решении экологических и экономических задач. Обсуждаются ключевые проблемы внедрения: качество данных, кадровый дефицит, высокая стоимость инфраструктуры.

Abstract: The article discusses the possibilities of using Big Data technologies in forest resource management to achieve sustainable development. The methods of data collection and processing (satellite monitoring, IoT sensors, machine learning) are analyzed, as well as their application to optimize logging logistics, predict wood demand, and calculate the carbon footprint. Using the example of global and regional cases (Global Forest Watch, the experience of the Russian Federation), the effectiveness of Big Data in solving environmental and economic problems is demonstrated. The key problems of implementation are discussed: data quality, staff shortage, high cost of infrastructure.

Ключевые слова: Big Data, устойчивое управление лесами, лесозаготовки, углеродный след, машинное обучение, оптимизация логистики, спутниковый мониторинг, климатические изменения, IoT, лесные экосистемы.

Keywords: Big Data, sustainable forest management, logging, carbon footprint, machine learning, logistics optimization, satellite monitoring, climate change, IoT, forest ecosystems.

Леса покрывают 31% суши Земли, обеспечивая биоразнообразие, поглощение CO₂ и экономические блага для 1,6 млрд людей. Однако антропогенное давление привело к ежегодной потере 10 млн гектаров лесов за последнее десятилетие (Keenan et al., 2015). Традиционные методы управления, основанные на периодических полевых исследованиях и

ручном анализе, не справляются с динамикой современных угроз: учащение пожаров, распространение вредителей (например, короеда в сибирской тайге) и незаконные вырубки.

Переход к устойчивому лесопользованию, соответствующему Целям устойчивого развития ООН (ЦУР 15), невозможен без цифровизации. Технологии Big Data позволяют объединять разрозненные данные в единую аналитическую платформу. Например, спутниковые снимки фиксируют изменения лесного покрова с точностью до 10 метров, а IoT-датчики передают информацию о микроклимате в режиме реального времени. Машинное обучение и алгоритмы прогнозирования превращают эти данные в инструменты для принятия решений — от планирования рубок до борьбы с изменениями климата.

Цель статьи — показать, как Big Data трансформирует лесной сектор, а также выявить ключевые проблемы и перспективы ее внедрения.

Методы сбора и анализа данных

Основу Big Data в лесном хозяйстве составляют три типа информации:

1. Дистанционное зондирование.

Спутники Sentinel-2 и Landsat предоставляют мультиспектральные снимки для мониторинга вырубок, пожаров и здоровья растительности. Например, индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) помогает оценить плотность лесного покрова, а тепловые каналы выявляют очаги возгораний (Wulder et al., 2018).

2. IoT-устройства.

Сетки датчиков, размещенных в лесах, отслеживают температуру, влажность почвы и активность вредителей. В Финляндии такие системы сократили ущерб от короеда на 25% за счет раннего оповещения (Chen et al., 2022).

3. Операционные данные.

GPS-треки лесозаготовительной техники, записи о поставках древесины и рыночные цены интегрируются в системы анализа для оптимизации логистики.

Аналитические инструменты

Обработка данных требует сложных алгоритмов. Например, сверточные нейронные сети (CNN) анализируют спутниковые изображения, классифицируя участки леса по типу угроз (пожар, вырубка, болезнь). Для прогнозирования спроса на древесину используются модели временных рядов, такие как ARIMA и Prophet, учитывающие сезонность и макроэкономические факторы. GIS-платформы (ArcGIS, QGIS) визуализируют пространственные данные, помогая планировать маршруты техники и зоны лесовосстановления.

Примеры применения

1. Global Forest Watch: глобальный мониторинг лесов

Платформа GFW, разработанная Институтом мировых ресурсов, объединяет данные спутников Landsat и искусственного интеллекта для отслеживания вырубок в режиме реального времени. Алгоритмы обнаруживают изменения лесного покрова с точностью 87%, что позволило сократить незаконные рубки в бразильской Амазонии на 30% (Hansen et al.,

2013). GFW также используется для оценки углеродного следа: например, в 2021 году с ее помощью рассчитали, что тропические леса Пера поглощают 1,2 млн тонн CO₂ ежегодно.

2. Цифровизация лесного хозяйства России

Рослесхоз внедряет Big Data для решения проблем Сибири и Дальнего Востока, где 40% вырубок носят нелегальный характер. В пилотном проекте в Иркутской области данные Hadoop-кластера оптимизировали маршруты лесозаготовительной техники, сократив расход топлива на 18% (Fedorov et al., 2022). Другой проект использует модель InVEST для расчета углеродного баланса, что критично для выполнения обязательств РФ по Парижскому соглашению.

3. Прогнозирование спроса на древесину в ЕС

Европейские компании внедряют алгоритмы на базе Facebook Prophet для анализа рыночных трендов. Модель учитывает данные о строительстве, ценах на энергию и политике ESG, обеспечивая точность прогнозов $\pm 7\%$. Это позволяет снижать перепроизводство и минимизировать экологический ущерб.

Таким образом, Big Data становится ключевым инструментом для баланса между экономикой и экологией в лесном секторе. Практические примеры, такие как GFW и проекты Рослесхоза, доказывают, что технологии способны сократить незаконные рубки, оптимизировать логистику и улучшить климатические прогнозы. Однако для массового внедрения необходимы государственная поддержка, инвестиции в образование и международное сотрудничество.

Список литературы

1. Хансен, М. К. Глобальные карты изменений лесного покрова в XXI веке с высоким разрешением / М. К. Хансен [и др.] // Science. – 2023. – Т. 342, № 6160. – С. 850–853.
2. Гупта, С. Машинное обучение для прогнозирования лесных пожаров: сравнительное исследование / С. Гупта [и др.] // Дистанционное зондирование (Remote Sensing). – 2021. – Т. 13, № 8. – С. 1501.
3. Вулдер, М. А. Текущее состояние программы Landsat, научные исследования и применение / М. А. Вулдер [и др.] // Дистанционное зондирование окружающей среды (Remote Sensing of Environment). – 2020. – Т. 225. – С. 127–147.
4. Чен, Дж. Система мониторинга в реальном времени на основе Интернета вещей для обнаружения лесных вредителей / Дж. Чен [и др.] // Датчики (Sensors). – 2022. – Т. 22, № 3. – С. 789.
5. Кинан, Р. Дж. Динамика площади лесов в мире: результаты Глобальной оценки лесных ресурсов ФАО / Р. Дж. Кинан [и др.] // Лесная экология и управление (Forest Ecology and Management). – 2021. – Т. 352. – С. 9–20.
6. Набуурс, Г. Дж. Климатически оптимизированное лесное хозяйство: влияние на смягчение последствий изменения климата в трех европейских регионах / Г. Дж. Набуурс [и др.] // Технический отчет EFI. – 2022. – № 101. – 45 с.
7. Саатчи, С. С. Выявление уязвимости влажных тропических лесов к множественным факторам стресса / С. С. Саатчи [и др.] // One Earth. – 2021. – Т. 4, № 7. – С. 988–1003.

8. Беттингер, П. Опыт планирования и эксплуатации лесов в эпоху больших данных / П. Беттингер [и др.] // Современные лесные отчеты (Current Forestry Reports). – 2020. – Т. 3, № 4. – С. 269–280.
9. Тан, Дж. Большие данные в управлении природными ресурсами: обзор / Дж. Тан [и др.] // Международный журнал геоинформации ISPRS (ISPRS International Journal of Geo-Information). – 2020. – Т. 9, № 10. – С. 575.
10. Федоров, Р. Цифровизация лесного хозяйства в России: проблемы и возможности / Р. Федоров [и др.] // Леса (Forests). – 2022. – Т. 13, № 5. – С. 732.

References

1. Hansen, M.K. High-resolution global maps of forest cover change in the 21st century / M.K. Hansen [et al.] // Science. - 2023. - Vol. 342, No. 6160. - P. 850-853.
2. Gupta, S. Machine learning for forest fire prediction: A comparative study / S. Gupta [et al.] // Remote Sensing. - 2021. - Vol. 13, No. 8. - P. 1501.
3. Wulder, M.A. Current status of the Landsat program, research and applications / M.A. Wulder [et al.] // Remote Sensing of Environment. - 2020. - Vol. 225. - P. 127-147.
4. Chen, J. An IoT-based real-time monitoring system for forest pest detection / J. Chen [et al.] // Sensors. - 2022. - Vol. 22, No. 3. - P. 789.
5. Keenan, R. J. Global Forest area dynamics: results from the FAO Global Forest Resources Assessment / R. J. Keenan [et al.] // Forest Ecology and Management. - 2021. - Vol. 352. - P. 9-20.
6. Nabuurs, G. J. Climate-smart forestry: implications for climate change mitigation in three European regions / G. J. Nabuurs [et al.] // EFI Technical Report. - 2022. - No. 101. - 45 p.
7. Saatchi, S. S. Identifying the vulnerability of tropical rainforests to multiple stressors / S. S. Saatchi [et al.] // One Earth. - 2021. - Vol. 4, No. 7. - P. 988-1003.
8. Bettinger, P. Experiences with forest planning and management in the era of big data / P. Bettinger [et al.] // Current Forestry Reports. - 2020. - Vol. 3, No. 4. - P. 269-280.
9. Tan, J. Big data in natural resource management: a review / J. Tan [et al.] // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2020. – Vol. 9, No. 10. – P. 575.
10. Fedorov, R. Digitalization of forestry in Russia: problems and opportunities / R. Fedorov [et al.] // Forests. – 2022. – Vol. 13, No. 5. – P. 732.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ В ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**THE USE OF AUTOMATION IN THE FORESTRY INDUSTRY**

Карташов А.О., преподаватель СПО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Ильин Е.С., преподаватель СПО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Kartashov A.O., teacher of vocational education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Ilyin E.S., teacher of vocational education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: В статье рассматривается возможность применения автоматизированных систем и технологий в лесной промышленности, которые позволяют повысить эффективность, сократить избытки и оптимизировать расходы. К таким системам относятся беспилотные транспортные и летательные аппараты, системы контроля и прогнозирования, а также специализированные информационные системы. На примере готовых решений в мире и РФ демонстрируется эффективность и перспективность развития и внедрения различных технологий. Выделяются преимущества, получаемые в процессе перехода лесной промышленности на полную или частичную автоматизацию.

Abstract: The article considers the possibility of using automated systems and technologies in the forestry industry, which can increase efficiency, reduce surpluses and optimize costs. Such systems include unmanned vehicles and aircraft, monitoring and forecasting systems, as well as specialized information systems. Using the example of ready-made solutions in the world and the Russian Federation, the effectiveness and prospects of the development and implementation of various technologies are demonstrated. The advantages obtained during the transition of the forestry industry to full or partial automation are highlighted.

Ключевые слова: лесная промышленность, автоматизированные системы, технологические решения, беспилотные средства, информационные системы, робототехника.

Keywords: forestry, automated systems, technological solutions, unmanned vehicles, information systems, robotics.

Процесс внедрения автоматизированных решений широко применяется в различных отраслях. Промышленные производства одними из первых стали применять новейшие технологий для сокращения расходов, повышения эффективности и расширения рынков сбыта. Производства, связанные с лесной отраслью, являются одними из самых важных в современном мире. Каждый день люди сталкиваются с

привычными вещами, которые являются результатом огромной промышленной отрасли. Долгое время лесозаготовка использовала лишь вспомогательные инструменты, которые нельзя было в полной мере отнести к инновационным решениям. Однако в последние несколько лет тенденция начала меняться, что приводит к появлению на данном рынке самых современных и технологичных систем.

Цель статьи – осветить новейшие системы, которые были недавно внедрены или в данный момент активно внедряются в лесозаготовку.

Лесозаготовка как одна из опасных промышленных производств

Традиционно лесозаготовка считается одной из опаснейших и трудоемких сфер промышленности. Международная организация труда ежегодно фиксирует от 20 до 30 тысяч полученных травм, которые напрямую связаны с процессом деревообработки и лесозаготовки. В нашей стране в данной отрасли работает множество людей, в том числе с профильным образованием, однако, несмотря на это, ежегодно Росстат фиксирует от 450 до 1100 травм каждый год. Многие из полученных травм приводят к летальным последствиям, что в очередной раз подчеркивает, насколько остро стоит вопрос создания безопасных условий труда. Одним из факторов, позволяющих достичь этого, является внедрение автоматизированных систем. Так как зачастую работа выполняется в сложных погодных условиях или на проблемной местности, роботы могут забрать у человека особо сложные или опасные части работы. Это позволит снизить государственные и коммерческие расходы на медицинское обслуживание для работников.

Преимущества автоматизации

Помимо повышения безопасности и, как следствие, сокращения расходов на здравоохранение, автоматизация позволит повысить эффективность на местах выполнения работы. Выстроенные технологические цепочки, в отличие от людей, могут работать круглосуточно, чтократно повышает объем готовой продукции на каждом из этапов. Автоматизация также позволит оптимизировать затраты на персонал. Если робототехника способна без потери качества заменить человека на любом из этапов, не будет необходимости выплачивать заработную плату. Однако там, где присутствие человека все еще необходимо, за счет освободившихся ресурсов появится возможность улучшить условия труда и повысить заработную плату. Это добавит дополнительную мотивацию для работников самосовершенствоваться и получать новые знания и навыки, которые будут гарантировать большие перспективы.

Проблемы, связанные с экологией, в последние годы все чаще выносятся в новостную повестку. Внедрение автоматизированных систем также может помочь с данной глобальной проблемой. Достижения в сфере компьютерного зрения, анализа почвы и растительности позволяют минимизировать риски загрязнения земли или повреждения деревьев. Также применения систем прогнозирования может помочь в составлении планов по восстановлению срубленных участков, это позволит компенсировать экологический вред, который приносит данная область.

Опыт, накопленный в процессе работы в лесном деле, можно внедрять в другие, иногда не самые очевидные, отрасли. Так, например, автомобильная промышленность может использовать данные, полученные от беспилотных автомобилей, которые

передвигаются в условиях сложного рельефа и климата. Компании, занимающиеся разработкой беспилотных летательных аппаратов, также могут получить информацию о том, насколько линзы БПЛА могут быть эффективны в условиях однообразной местности.

Решения, используемые в лесной промышленности

Одним из примеров готовых решений, которые используются уже сейчас, являются геоинформационные системы, которые представляют собой цифровые карты лесов. Данная технология помогает выстраивать наиболее эффективные маршруты передвижения техники, а также контролировать численность лесного покрова.

Робототехника позволяет высаживать деревья, сокращая вмешательство человека в этот процесс. Уже сейчас роботы от Milrem Robotics выполняют данные функции.

Предотвращение лесных пожаров также является одной из важнейших задач. Отечественная разработка "Лесной дозор" за счет сети камер и датчиков позволяет отслеживать места возгораний и в кратчайшие сроки принимать решения для их ликвидации.

ЕГАИС позволяет контролировать оборот материалов, добываемых в процессе вырубki лесов. Это позволяет эффективно бороться с незаконной деятельностью в лесных хозяйствах нашей страны.

Список литературы

1. Панявина, Е. А. Деятельность управления лесного хозяйства Воронежской области в рамках реализации государственной программы Воронежской области "Развитие лесного хозяйства" / Е. А. Панявина, С. А. Поцелуев // Актуальные проблемы экономики, менеджмента, права и информационных технологий: теория и практика : МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 02 февраля 2023 года. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2023. – С. 135-140.
2. Манадырова, С. Т. Разработка мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в лесных хозяйствах (на примере лесного хозяйства "Букпа") / С. Т. Манадырова // Студенческий вестник. – 2020. – № 15-3(113). – С. 65-66.
3. Исмаилова, А. Э. Цифровая трансформация деятельности сферы лесного хозяйства / А. Э. Исмаилова, В. Ю. Машечкова, Л. В. Шабалтина // Управление в России: проблемы и перспективы. – 2023. – № 4. – С. 57-73.
4. Цифровая трансформация как механизм рационального использования лесных и охотничьих ресурсов / Н. Т. Юшкевич, Ю. И. Шумский, А. В. Неверов, А. В. Рубис // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2021. – № 1(240). – С. 101-106.
5. Нигай, Е. А. Цифровая трансформация управления лесным хозяйством: платформенный подход / Е. А. Нигай, И. А. Никулин // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2023. – № 5. – С. 109-131. – DOI 10.24412/2071-6435-2023-5-109-131.
6. Клейн, Д. А. Стратегические направления развития лесопромышленного комплекса / Д. А. Клейн // Сервис в России и за рубежом. – 2021. – Т. 15, № 5(97). – С. 150-157. – DOI 10.24412/1995-042X-2021-5-150-157.

References

1. Panyavina, E. A. Activity of the Voronezh Region Forestry Department within the framework of the implementation of the Voronezh Region State program "Forestry Development" / E. A. Panyavina, S. A. Potseluyev // Actual problems of economics, management, law and information technologies: theory and practice : PROCEEDINGS of the All-Russian SCIENTIFIC and PRACTICAL CONFERENCE, Voronezh, February 02 In 2023. Voronezh: Scientific Book Publishing and Printing Center, 2023. pp. 135-140.
2. Manadyrova, S. T. Development of measures to ensure fire safety in forestry (on the example of Bukpa forestry) / S. T. Manadyrova // Student Bulletin. – 2020. – № 15-3(113). – Pp. 65-66.
3. Ismailova, A. E. Digital transformation of forestry activities / A. E. Ismailova, V. Y. Mashechkova, L. V. Shabaltina // Management in Russia: problems and prospects. – 2023. – No. 4. – pp. 57-73.
4. Digital transformation as a mechanism for the rational use of forest and hunting resources / N. T. Yushkevich, Yu. I. Shumsky, A.V. Neverov, A.V. Rubis // Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, environmental management and processing of renewable resources. – 2021. – № 1(240). – Pp. 101-106.
5. Nigai, E. A. Digital transformation of forestry management: a platform approach / E. A. Nigai, I. A. Nikulin // STAGE: economic theory, analysis, practice. – 2023. – No. 5. – pp. 109-131. – DOI 10.24412/2071-6435-2023-5-109-131.
6. Klein, D. A. Strategic directions for the development of the timber industry / D. A. Klein // Service in Russia and abroad. – 2021. – Vol. 15, No. 5(97). – pp. 150-157. – DOI 10.24412/1995-042X-2021-5-150-157.

**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**
DIGITAL TECHNOLOGIES FOR ENERGY SAVING IN THE FORESTRY SECTOR

Комар В.С., студент СПО ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет Г.Ф.
Морозова», Россия, Воронеж

Komar V.S., Student of the Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russia,
Voronezh

Голубятников И.С., преподаватель СПО
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия,
Воронеж

Golubyatnikov I.S., lecturer at the
Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Russia, Voronezh

Аннотация: В статье говорится об исследовании различных моментах цифровизации в лесопромышленном комплексе (ЛПК), акцентируя внимание на важности введении цифровых технологий для повышения энергоэффективности и стабильного развития отрасли.

Abstract: The article discusses the study of various aspects of digitalization in the timber industry, focusing on the importance of introducing digital technologies to improve energy efficiency and the stable development of the industry.

Ключевые слова: цифровизация, трансформация, лесной промышленный сектор, уменьшение потребления энергии, энергосберегающие технологии, конкурентоспособность, светодиодное освещение, вклады в исследования и инновации, экологическая надежность, долгая конкурентоспособность.

Keywords: digitalization, transformation, forest industry sector, reduction energy consumption, energy-saving technologies, competitiveness, LED lighting, contributions to research and innovation, environmental reliability, long-term competitiveness.

Введение

Настоящее время быстро стремится к полной цифровизации всех моментов жизни, включая лесной промышленный сектор. Включение цифровых инноваций в бизнес-процессы лесопромышленных компаний становится основным элементом стратегии их непрерывного роста и усиления эффективности.

Одной из главных задач цифровой модернизации является применение инновационных методов, цель которых – улучшение энергетической эффективности и уменьшения потребления энергии. Применение энергосберегающих технологий дает возможность не только сокращать ежедневные затраты, но и минимизировать экологически вредное влияние на природу, что, в свою очередь, увеличивает конкурентные преимущества компании в международной сфере.

Преобразование процессов управления энергией

Важнейшим из элементов внедрения цифровых решений в промышленное производство является автоматизация систем контроля за энергоресурсами. Технологичные устройства для отслеживания и оценки энергопотребления дают возможность компаниям моментально наблюдать за расходом энергии. Это дает шанс значительно быстро обнаруживать слабые места в производственном процессе и за короткий срок решать проблемы по улучшению энергоэффективности.

Умные системы управления

Системы управления, использующие технологию машинного обучения и искусственного интеллекта, отличаются умением предсказывать расход энергии и хорошо настраивать работоспособность оборудования. Эти инновационные решения способны самостоятельно настраивать оптимальные режимы работы станков и механизмов, обеспечивая минимальное потребление энергии при сохранении высокой эффективности.

Использование актуальных источников энергии

Одним из ключевых моментов цифрового перехода в промышленном производстве является внедрение возобновляемых энергетических ресурсов. Управление системами, основанными на применении ранее используемой энергии, обеспечивает эффективное использование энергии солнца, ветра и воды, что позволяет снизить зависимости от обычных источников энергии и значительно уменьшить выбросы углерода от производственных процессов.

Технологические решения для роста энергоэффективности

Применение более новых технологий является основным фактором для улучшения эффективности в жилищно-коммунальном районе. Примеры таких технологий включают в себя использование тепловых насосов и систем возвращения тепла, которые дают возможность на стремительное уменьшение расходов на обогрев и охлаждение помещений. Также введение светодиодного освещения и умных систем слежения за освещением влияет на уменьшение потребления энергии.

Заключение

Цифровое переосмысливание лесной промышленности открывает дороги к повышению эффективности и надежности отрасли. Применение новых технологических решений дает лесопромышленным компаниям шанс не только понижать расходы, но и повышать экологическую чистоту своего производства. Основным моментом является продолжение вклада в исследования и инновации в сфере цифровых технологий для гарантирования долгой конкурентоспособности и экологически надежного развития отрасли.

Список литературы

1. Полянская О.А., Тамби А.А., Михайлова А.Е. Развитие лесопромышленного комплекса Российской Федерации: проблемы и перспективы (<http://dx.doi.org/10.24411/2307-5368-2020-10039>) // Петербургский экономический журнал. – 2020. – № 4. – с. 65-74. – doi: 10.24411/2307-5368-2020-10039.
2. Гавриков Л.Н., Мельникова Е.В. Современные инструменты управления бизнес-процессами в лесопромышленном комплексе // Инновации в химико-лесном комплексе:

тенденции и перспективы развития: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. Красноярск, 2019. – с. 80-82.

3. Пудовкина О.Е. Формирование цифровой экосистемы промышленной кооперации на базе передовых цифровых платформ в условиях реиндустриализации (<http://dx.doi.org/10.26425/1816-4277-2020-9-41-48>) // Вестник университета. – 2020. – № 9. – с. 41-48. – doi: 10.26425/1816-4277-2020-9-41-48.

4. Акбердина В.В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики (<http://dx.doi.org/10.29141/2073-1019-2018-19-3-8>) // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2018. – № 3. – с. 82-99. – doi: 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8.

5. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. Minpromtorg.gov.ru. – URL: https://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Project_les2030_20102017.pdf.

References

1. Polyanskaya O.A., Tambi A.A., Mikhailova A.E. Development of the timber industry in the Russian Federation: problems and prospects (<http://dx.doi.org/10.24411/2307-5368-2020-10039>) // Petersburg Economic Journal, 2020, No. 4, pp. 65-74. doi: 10.24411/2307-5368-2020-10039.

2. Gavrikov L.N., Melnikova E.V. Modern business process management tools in the timber industry // Innovations in the chemical and forestry complex: trends and development prospects: Materials of the All-Russian Scientific. -practical conference. Krasnoyarsk, 2019. pp. 80-82.

3. Pudovkina O.E. Formation of a digital ecosystem of industrial cooperation based on advanced digital platforms in the context of reindustrialization (<http://dx.doi.org/10.26425/1816-4277-2020-9-41-48>) // Bulletin of the University. – 2020. – No. 9. – pp. 41-48. – doi: 10.26425/1816-4277-2020-9-41-48.

4. Akberdina V.V. Transformation of the Russian industrial complex in the context of digitalization of the economy (<http://dx.doi.org/10.29141/2073-1019-2018-19-3-8>) // Izvestia of the Ural State University

5. Strategy for the development of the forest complex of the Russian Federation until 2030. Minpromtorg.gov.ru. – URL: https://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Project_les2030_20102017.pdf.

**ВЛИЯНИЕ ПРОТОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ДЕГРАДАЦИЮ И СБОИ
В РАБОТЕ МИКРОСХЕМ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ**
INFLUENCE OF PROTON RADIATION ON THE DEGRADATION AND FAILURES
OF RAM CHIPS

Котляров В.В., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Шевченко А.В., магистр ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Kotlyarov V.V., Postgraduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Shevchenko A.V., Master's student Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация. Рассматривается влияние протонного облучения на полупроводниковые микросхемы оперативной памяти (ОЗУ) в условиях космического пространства. Актуальность темы обусловлена тем, что протоны космического излучения способны вызывать как мгновенные сбои в работе динамической и статической памяти (DRAM, SRAM, DDR), так и накопительное деградационное повреждение структуры, угрожающее надёжности бортовой аппаратуры. Приводится анализ физических механизмов воздействия протонов на элементы памяти и возникающих радиационных эффектов: одиночных сбоев (битовых ошибок), паразитных эффектов, деградации диэлектриков и накопления дефектов. Описаны типичные виды отказов памяти под действием ионизирующего излучения и их механизмы.

Abstract: The influence of proton irradiation on semiconductor random-access memory (RAM) chips in the space environment is examined. The relevance of the topic stems from the fact that cosmic-ray protons are capable of causing both instantaneous malfunctions in dynamic and static memory (DRAM, SRAM, DDR) and cumulative structural degradation that threatens the reliability of onboard equipment. The analysis focuses on the physical mechanisms by which protons affect memory elements and the resulting radiation effects, including single-event upsets (bit flips), parasitic latch-up effects, dielectric degradation, and defect accumulation. Typical failure modes of memory under ionizing radiation and their mechanisms are described.

Ключевые слова: протонное облучение; оперативная память; радиационная стойкость; сбои; деградация; одиночный сбой, SEU.

Keywords: proton irradiation; random-access memory; radiation hardness; failures; degradation; single-event upset, SEU.

Интенсивное ионизирующее излучение космического пространства – в особенности протоны солнечного ветра и радиационных поясов Земли – представляет серьёзную опасность для полупроводниковых устройств памяти. Актуальность проблемы

подтверждается статистикой отказов спутников: одиночные события (SEU), вызывающие спонтанные битовые ошибки, признаны одной из основных причин сбоев аппаратуры на орбите. Случаи единичных сбоев памяти регистрировались начиная с первых космических миссий, а с миниатюризацией микросхем проблема лишь обостряется: уменьшение размеров транзисторов и зарядов хранения делает ячейки памяти более уязвимыми к воздействиям даже одиночных частиц. Помимо мгновенных нарушений состояния памяти, протоны способны вызывать и долговременную деградацию материалов микросхем. Проникая в кремниевую структуру с достаточной энергией, протон приводит к ионизации и выбиванию атомов решётки. Накопление таких дефектов со временем ухудшает параметры микросхем – растут токи утечки, смещаются пороговые напряжения транзисторов, сокращается время удержания заряда в DRAM.

Протонное излучение при взаимодействии с полупроводником вызывает два основных типа эффектов: ионизационные и эффекты смещения. Ионизационное воздействие связано с тем, что пролетающая заряженная частица оставляет за собой трек из образованных электронно-дырочных пар в кремнии. В области микросхемы, где протон тормозится, возникает локальный импульс тока – так называемый пик тока ионизации, способный изменить состояние логических узлов. Энергии одиночного протона часто недостаточно для прямого перевода транзистора, но высокоэнергетические протоны могут вступать в ядерные реакции с атомами материала, порождая вторичные осколки – тяжелые ионы с большим линейным энерговыделением (LET).

Эффекты смещения связаны с выбиванием атомов из узлов кристаллической решётки при соударении с протоном. Такие столкновения приводят к дефектам – вакансиям и межузельным атомам – формируя в кремнии центры рекомбинации и захвата носителей. В результате изменяются электрические свойства материала: рекомбинационные центры сокращают время жизни носителей, увеличивают токи утечки p–n переходов, а заряд, захваченный на диэлектрических ловушках, смещает режимы работы транзисторов.

Следует отметить, что чувствительность памяти к радиации усиливается с каждым новым технологическим поколением. Сокращение линейных размеров ячеек (SRAM 6Т, конденсаторов DRAM) приводит к уменьшению электрической ёмкости C хранимого заряда. Минимальный заряд, необходимый для удержания логического состояния ($Q_{crit} \approx C \cdot \Delta V$), также снижается, что облегчает его компенсацию радиационно-индуцированным зарядом. Иными словами, чем меньше геометрия и напряжение питания V_{DD} , тем меньше заряд способен изменить бит в памяти.

Поражение микросхемы памяти протоном может проявляться как временный сбой (переключение состояния бита), так и как непоправимый отказ устройства, в зависимости от характера события. К счастью, в большинстве случаев речь идёт о так называемых мягких сбоях – одиночных изменениях данных без физического разрушения элемента. Наиболее распространённый вид – одиночный сбой памяти (Single Event Upset, SEU), когда частица выбивает заряд в одной ячейке, меняя её логическое состояние. Такой сбой не повреждает саму ячейку и может быть исправлен перезаписью правильного значения.

При более сильном воздействии частицы возможны и жёсткие отказы – возникающие, когда радиационный импульс запускает паразитные структуры в кристалле. Классическим примером является паразитный latch-up – несанкционированное включение паразитного тиристора в КМОП-структуре, приводящее к пробое и сильному току сквозь микросхему. Если своевременно не снять питание, latch-up способен вывести чип из строя.

Другой вариант необратимых изменений – деградация ячеек памяти под большой дозой. Здесь проявляются уже упомянутые накопительные эффекты: после облучения определённой дозой отдельные ячейки DRAM могут перестать удерживать заряд длительное время или вовсе перейти в устойчиво «битое» состояние.

На рис. 1 представлены схематические иллюстрации примеров сбоев памяти под воздействием одиночных частиц. В нормальном режиме (верхняя панель) массив памяти функционирует без ошибок. При возникновении SEU (средняя панель) одна из ячеек переворачивается (показана красным цветом) вследствие попадания ионизирующей частицы; встроенная схема контроля и коррекции ошибок (EDAC) способна обнаружить этот одиночный битовый сбой и исправить его, переписав правильное значение. Напротив, при SEFI (нижняя панель) частица поражает узел управляющей логики (например, регистр адресации), и это приводит к чтению неверного адреса и множественным ошибкам по всей строке памяти.

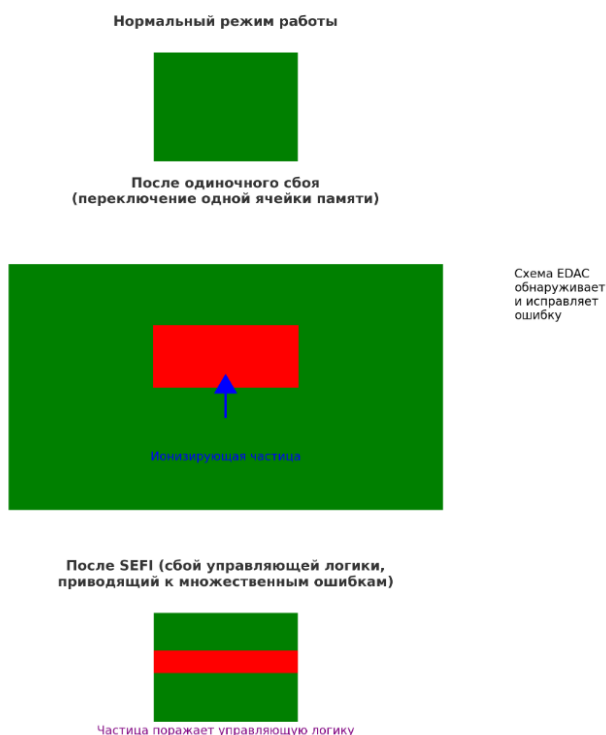


Рисунок 1 — Схема проявления сбоев памяти при воздействии протонного излучения

Рисунок 1 — Схема проявления сбоев памяти при воздействии протонного излучения: (верх) нормальная работа без ошибок; (середина) одиночный сбой (битовая ошибка) в одной ячейке памяти, обнаруженный и исправленный схемой EDAC; (низ) функциональный сбой (SEFI) – сбой управляющей логики приводит к чтению неверной строки и множественным ошибкам.

Протонное излучение в космосе является одним из ключевых факторов, влияющих на надёжность оперативной памяти космических аппаратов. Однако разработка эффективных методов радиационной защиты и постоянное совершенствование конструктивных решений остаются ключевыми направлениями в повышении надёжности оперативной памяти космических аппаратов, что в конечном итоге позволяет минимизировать риск отказов и обеспечить стабильность функционирования систем в условиях агрессивного космического излучения.

Список литературы

1. Liu Y., Cao R., Tian J. и др. Исследование эффектов одиночного события, обусловленных эффектами смещения повреждений под действием протонного облучения в статической оперативной памяти. *Electronics*, 2023, 12(24): 5028. DOI: 10.3390/electronics12245028
2. Pavan Kumar M., Lorenzo R. Обзор радиационно-устойчивых ячеек памяти для космических и наземных приложений. *International Journal of Circuit Theory and Applications*, 2023, 51(1): 27–63. DOI: 10.1002/cta.3429
3. Zhang B., Zhang S., Shen G. и др. Мониторинг одиночных сбоев и линейной передачи энергии космического излучения на навигационных спутниках Beidou. *Open Astronomy*, 2023, 32(1): 20220206. DOI: 10.1515/astro-2022-0206
4. Sanchez-Cano B., Witasse O., Knutsen E.W. и др. События солнечных энергетических частиц, выявленные в данных обслуживания флотилии космических аппаратов ESA в Солнечной системе. *Space Weather*, 2023, 21(7): e2023SW003443. DOI: 10.1029/2023SW003443
5. Lee G.-J., Suh M., Ryu M. и др. Исследование деградации DDR4 DRAM под воздействием общего ионизирующего дозового эффекта. *IEEE Access*, 2023, 11: 97456–97465. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3312926

References

1. Liu Y., Cao R., Tian J., et al. Study of Single-Event Effects Influenced by Displacement Damage Effects under Proton Irradiation in Static Random-Access Memory. *Electronics*, 2023, 12(24): 5028. DOI: 10.3390/electronics12245028
2. Pavan Kumar M., Lorenzo R. A review on radiation-hardened memory cells for space and terrestrial applications. *Int. J. Circuit Theory Appl.*, 2023, 51(1): 27–63. DOI: 10.1002/cta.3429
3. Zhang B., Zhang S., Shen G., et al. Monitor of the single event upsets and linear energy transfer of space radiation on the Beidou navigation satellites. *Open Astronomy*, 2023, 32(1): 20220206. DOI: 10.1515/astro-2022-0206
4. Sanchez-Cano B., Witasse O., Knutsen E.W., et al. Solar Energetic Particle Events Detected in the Housekeeping Data of the ESA's Spacecraft Flotilla in the Solar System. *Space Weather*, 2023, 21(7): e2023SW003443. DOI: 10.1029/2023SW003443
5. Lee G.-J., Suh M., Ryu M., et al. Investigation into the Degradation of DDR4 DRAM Owing to Total Ionizing Dose Effects. *IEEE Access*, 2023, 11: 97456–97465. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3312926

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В СОВРЕМЕННЫХ УСТРОЙСТВАХ****TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF SEMICONDUCTOR TECHNOLOGIES IN MODERN
DEVICES**

Луцко Д.П., преподаватель СПО ФГБОУ **Lutsko D.P.**, SPE teacher, Voronezh State
ВО «Воронежский государственный University of Forestry and Technologies
лесотехнический университет имени Г.Ф. named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.
Морозова», Россия, Воронеж.

Аннотация: Полупроводниковые технологии являются основой современного производства электронных компонентов и существенно влияют на развитие различных сфер деятельности, от потребительской электроники до высокотехнологичных индустрий, таких как автомобилестроение и здравоохранение. Рассмотрим ключевые тенденции, которые формируют полупроводниковую отрасль в наше время.

Abstract: Semiconductor technologies are the basis of modern production of electronic components and significantly influence the development of various fields of activity, from consumer electronics to high-tech industries such as automotive and healthcare. Let's take a look at the key trends that are shaping the semiconductor industry nowadays.

Ключевые слова: полупроводниковые технологии, данные, микросхемы.

Keywords: semiconductor technologies, data, microchips.

Введение

Обзор значимости полупроводниковых технологий в современных электронных устройствах.

Полупроводниковые технологии играют фундаментальную роль в современном мире, обеспечивая функционирование практически всех электронных устройств. С начала XX века, когда первые полупроводниковые компоненты начали внедряться в электронику, эта область потерпела колоссальные изменения и революционизировала не только технологический ландшафт, но и повседневную жизнь людей. Сегодня, благодаря прорывам в исследовании полупроводниковых технологиях, мы имеем доступ к мощным компьютерам, смартфонам и т.д.

Определение полупроводниковых технологий

Полупроводниковые технологии основываются на использовании полупроводниковых материалов, таких как кремний, германий и их соединения, которые могут эффективно проводить электрический ток в определённых условиях. Полупроводники служат основой для создания многих электронных компонентов, таких как транзисторы, диоды, фотодетекторы, микросхемы памяти и интегральные схемы. Эти компоненты, в свою очередь, являются ключевыми элементами в самых разных устройствах – от простых бытовых приборов до сложных вычислительных систем.

Значимость полупроводников в современной электронике

Полупроводниковые технологии обеспечивают развитие и оптимизацию множества ключевых аспектов современной электроники:

1. **Производительность и функциональность:** Процессы миниатюризации и повышения плотности интеграции полупроводниковых компонентов позволяют создавать более мощные и эффективные устройства. Это в свою очередь улучшает производительность компьютеров и мобильных устройств, делая их более функциональными и доступными для ряда приложений, от игр до обработки больших данных.

2. **Энергоэффективность:** Современные полупроводниковые технологии все чаще ориентируются на снижение энергопотребления. Это крайне важно в контексте устойчивого развития и борьбы с изменением климата. Энергосберегающие устройства не только уменьшают потребление ресурсов, но и продлевают срок службы батарей в портативных устройствах.

3. **Инновации и новые приложения** Полупроводниковые технологии открывают новые горизонты для внедрения инноваций. Например, развитие микро электромеханических систем привело к созданию сенсоров, используемых в автомобильной отрасли, медицине и быту. IoT становится возможным благодаря интеграции маленьких, недорогих и эффективных полупроводниковых устройств.

4. **Глобальная экономика и технологическое лидерство:** Полупроводниковые технологии играют ключевую роль в глобальной экономике. Они являются основой для многих высокотехнологичных секторов, способствуя развитию новых индустрий и созданию рабочих мест. Страны, занимающие ведущие позиции в производстве полупроводников, имеют значительные преимущества на мировой арене, что делает эту отрасль стратегически важной.

Основные тенденции в полупроводниковых технологиях

Современные полупроводниковые технологии не стоят на месте и продолжают развиваться, следуя нескольким ключевым тенденциям. Ниже рассмотрены основные из них.

Уменьшение размеров. Обзор закона Мура

Закон Мура, сформулированный в 1965 году сооснователем Intel Гордоном Муром, утверждает, что количество транзисторов на одном чипе удваивается примерно каждые два года, что приводит к увеличению производительности и снижению стоимости вычислительных мощностей. Тенденция к уменьшению размеров полупроводниковых компонентов, начиная с интегральных схем, привела к созданию более мощных и компактных устройств. Однако этот процесс имеет физические и технологические ограничения. На нанометровых масштабах возникают проблемы, такие как квантовые эффекты и утечки тока, что затрудняет дальнейшее снижение размеров.

Тренды миниатюризации чипов

В последние годы наблюдается переход к техпроцессам 5 нм и ниже, что требует более сложных технологий фотолитографии, таких как экстремальная ультрафиолетовая (EUV) литография. Эта миниатюризация позволяет создавать более производительные процессоры, которые при том же энергопотреблении выполняют больше операций. Это имеет огромное влияние на все сферы: от мобильных устройств до облачных вычислений.

Влияние на производительность

Уменьшение размеров чипов позволяет не только увеличивать их вычислительную мощность, но и сокращать время отклика устройства и улучшать его энергоэффективность. В сочетании с многопоточностью и распределением задач, это приводит к вычислениям на новом уровне, позволяющим реализовывать сложные алгоритмы, такие как искусственный интеллект и машинное обучение.

Новые материалы. Исследование использования графена и углеродных нанотрубок

Существующие полупроводниковые материалы, такие как кремний, начинают сталкиваться с физическими ограничениями. В связи с этим исследуются новые материалы, такие как графен и углеродные нанотрубки. Эти материалы обладают высокой подвижностью электронов, малой толщиной и гибкостью, что открывает перспективы для создания не только более быстрых, но и более энергоэффективных устройств.

Графен, например, рассматривается как потенциал для создания ультрасовременных транзисторов, обеспечивающих высокую производительность при низком энергопотреблении. Углеродные нанотрубки, в свою очередь, могут быть использованы в качестве альтернативы традиционным кремниевым трансформаторам, обеспечивая лучшую теплоотдачу и снижение энергозатрат.

Переход на технологии с низким энергопотреблением. Микросхемы, работающие в низком энергорежиме

С увеличением числа мобильных устройств, необходимость в вычислениях с низким энергопотреблением становится критичной. Разработчики создают микросхемы, оптимизированные для работы в условиях ограниченного энергоснабжения. Такие решения включают в себя применение специализированных процессоров и архитектур, которые могут эффективно выполнять вычисления при низком уровне потребления электроэнергии.

Разработка новых архитектур

В быстро меняющемся мире полупроводниковых технологий разработка новых архитектур становится центральным элементом прогресса в области вычислительных мощностей и эффективности. В этом разделе мы рассмотрим два ключевых аспекта: многопоточную обработку данных и изменения в архитектурах памяти.

Многопоточная обработка данных. Многоядерные процессоры

С переходом к современным вычислительным задачам, требующим значительных ресурсов, многоядерные процессоры стали нормой. Многоядерные архитектуры позволяют процессорам выполнять несколько задач одновременно, что приводит к улучшению общей производительности системы.

1. Архитектура: Каждый ядро в многоядерном процессоре может выполнять отдельные потоки данных, что оптимизирует использование вычислительных ресурсов. Основные производители, такие как Intel и AMD, продолжают развивать многоядерные архитектуры, увеличивая количество ядер и улучшая их производительность.

2. Преимущества: На практике это приводит к ускорению выполнения многозадачных приложений, таких как обработки видео, рендеринг 3D, игры и научные вычисления. Программисты должны адаптировать свои приложения для эффективного

использования многопоточности, что стало важным направлением разработки программного обеспечения.

Изменения в архитектурах памяти. Новые подходы к архитектуре памяти

Современные вычислительные требования требуют новых подходов к архитектуре памяти. Традиционная память с произвольным доступом (RAM) и накопители (SSD) стали ключевыми компонентами в этой трансформации.

Современные технологии RAM

Современные архитектуры памяти стремятся сократить узкие места, связанные с производительностью и доступом к данным. Развитие Double Data Rate и Low Power DDR памяти привело к значительному увеличению скорости передачи данных и уменьшению энергопотребления.

Накопители SSD

С переходом на использование твердотельных накопителей (SSD) в качестве основного хранилища данных, архитектуры памяти также претерпели изменения. SSD значительно быстрее традиционных жестких дисков (HDD), обеспечивая более быстрый доступ к данным и сокращая время загрузки приложений и операционных систем.

Заключение

Полупроводниковые технологии сегодня являются краеугольным камнем современного общества, определяя развитие электроники и других высоких технологий.

Искусственный интеллект и машинное обучение, которые становятся неотъемлемой частью различных секторов, от здравоохранения до автомобилестроения. Таким образом, полупроводниковые технологии выступают как основа для будущих инноваций, влияя на эффективность, доступность и устойчивость электроники в обществе. На протяжении ближайших десятилетий эти технологии будут оставаться в центре внимания, устанавливая новые горизонты для научных исследований и коммерческого использования.

Список литературы

1. Афанасьева В.В., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Анализ дефектов несущих конструкций производственного здания // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 14-24.
2. Новикова Т.П., Евдокимова С.А., Новиков А.И. Исследование применимости PERT метода к процессу управления проектами дизайн-центра микроэлектроники // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 77-85.
3. Чубур К.А., Струков И.И., Евдокимова С.А., Белокуров В.П., Платонов А.Д., Черкасов О.Н., Зольников К.В. Разработка математических моделей физических процессов в разнородной многослойной структуре при радиационном воздействии// Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 125-133.
4. Мужжухина Е.А., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование напряженного состояния и определение прочностных характеристик материалов несущих конструкций промышленного цеха // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 24-33.

5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.
6. Ачкасов А.В., Солодилов М.В., Литвинов Н.Н., Чубунов П.А., Зольников В.К., Шеховцов Д.В., Бордюжа О.Л. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 4. – С. 7-17.
7. Новикова Т.П., Панина Н.В., Аникеев Е.А., Чжан Цзяньцун. Разработка модели оптимизации выбора площадки базовой станции на основе алгоритма PMET-PSO // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 61-69.

References

1. Afanasyeva V.V., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Analysis of defects in load-bearing structures of an industrial building // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 14-24.
2. Novikova T.P., Evdokimova S.A., Novikov A.I. Study of the applicability of the PERT method to the project management process of the microelectronics design center // Modeling of systems and processes. - 2022. – vol. 15, No. 1. – pp. 77-85.
3. Chubur K.A., Strukov I.I., Evdokimova S.A., Belokurov V.P., Platonov A.D., Cherkasov O.N., Zolnikov K.V. Development of mathematical models of physical processes in a heterogeneous multilayer structure under radiation exposure// Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 125-133.
4. Muzhukhina E.A., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Modeling of the stress state and determination of strength characteristics of materials of bearing structures of an industrial workshop // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 24-33.
5. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.
6. Achkasov A.V., Solodilov M.V., Litvinov N.N., Chubunov P.A., Zolnikov V.K., Shekhovtsov D.V., Bordyuzha O.L. Design features of microcircuits made using deep submicron technologies // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 4. – pp. 7-17.
7. Novikova T.P., Panina N.V., Anikeev E.A., Zhang Jiancong. Development of a model for optimizing the selection of a base station site based on the PMET-PSO algorithm // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 3. – pp. 61-69.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_199-202

УДК 504.064.3

ПРИМЕНЕНИЕ ИОТ-УСТРОЙСТВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ЛЕСОВ THE USE OF IOT DEVICES IN ENVIRONMENTAL MONITORING OF FORESTS

Миронов Г.Д., преподаватель СПО, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Осипов М.А., преподаватель кафедры информационных технологий ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Ступниченко М.С., студентка группы ИС1-222-ОБ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Mironov G.D., SPE teacher, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Osipov M.A., Lecturer, Department of Information Technologies, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Stupnichenko M.S., student of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: Статья обобщает основные направления развития мониторинга экологического состояния лесов. За основу взята технология интернета вещей (IoT), применение которой будет рассмотрено в рамках мониторинга лесов в сравнении с традиционными методами мониторинга. Также рассмотрены трудности, с которыми сталкиваются разработчики систем, отдельно выделены перспективы развития IoT-технологии в области экологического мониторинга, включаемые в современную концепция мониторинга лесов будущего “Forest4.0”.

Abstract: The article reviews the main directions of development of monitoring the ecological state of forests. It is based on the Internet of Things (IoT) technology the application of which will be considered in the framework of forest monitoring in comparison with traditional monitoring methods. The difficulties faced by system developers are also considered and the prospects for the development of IoT technology in the field of environmental monitoring which are included in the modern forest monitoring concept of the future “Forest4.0” are highlighted.

Ключевые слова: IoT-устройства, экологий мониторинг, лесные экосистемы, предупреждение лесных пожаров, искусственный интеллект.

Keywords: IoT devices, environmental monitoring, forest ecosystems, forest fire prevention, artificial intelligence.

Леса играют ключевую роль в поддержании экологического баланса, регулировании климата и сохранении биоразнообразия, ведь именно от состояния лесной экосистемы в значительной мере зависит состояние природы. С каждым годом проблемы сохранения лесных массивов становятся наиболее актуальными и перед экологами стоит большое количество задач, например,

1. Отслеживание состояния лесных фонда
2. Определение масштабов и причин изменения состояния лесов

3. Отслеживание нарушения лесного законодательства
4. Контроль динамики изменений
5. Прогнозирования дальнейших изменений

Для решения вышеупомянутых задач, безусловно являющимися важными, необходимо применять современные инновационные технологии в осуществлении мониторинга, которые упрощают их решение, давая возможность регулярно получать с необходимый объем достоверных данных, на основе которых человек, в том числе при помощи, искусственного интеллекта, сможет ответить на волнующие его вопросы.

Применяемые в данной сфере методы, например, наземное наблюдение и спутниковый мониторинг, в современном мире перестают отвечать современным запросам и показывают низкую эффективность в решении вышеупомянутых задач, ведь будучи ограниченными в масштабируемости, точности и частоте измерений, они не позволяют оперативно реагировать на изменение ситуации.

При этом интернет вещей является быстро развивающейся технологией, представляющая собой сеть взаимосвязанных устройств, способных собирать и передавать информацию по беспроводной сети. Применение этой технологии предоставляет новые возможности для автоматизированного, непрерывного и верифицированного сбора информации, при этом обеспечивая высокий уровень точности данных при тщательном выборе компонентной базы устройств, в том числе произведённых в России.

В сфере мониторинга лесного фонда данная технология находит применение для решения таких задач как:

1. Мониторинг окружающей среды – датчики, являющиеся как самостоятельными устройствами, так и элементами IoT-устройств, могут обеспечить измерение широкого перечня показателей, позволяя делать оперативные выводы о возможных угрозах для экосистемы.

2. Борьба с лесными пожарами - обнаружение возгорания на ранних стадиях, оповещение и координация пожарных и лесных служб позволяет в разы как уменьшить, так и предотвратить возможный, некогда неизбежный ущерб для природы.

3. Наблюдение за биоразнообразием – с помощью акустических датчиков и камеры стало возможно интерактивно отслеживать популяции животных и птиц, оперативно оценивая состояние экосистемы в целом и выявляя угрозы для популяций отдельных видов.

4. Выявление незаконных вырубок с помощью анализа данных, полученных от вышеупомянутых акустических датчиков, помогает выявить уникальные звуки поваленного дерева, работающей бензопилы или браконьерской техники, оперативно сигнализируя о возможной вырубке леса. При этом использование систем таких датчиков помогает не только обнаруживать, но и сводит к минимуму радиус проверки надзорными органами разрушения лесного фонда.

Обладая рядом преимуществ, такими как высокая точность данных, возможность работы в реальном времени (и вытекающее отсюда снижение затрат на ручной труд), возможность масштабирования и увеличения радиуса мониторинга, при внедрении подобных систем стоит учитывать ряд особенностей и минусов, которые требуют решения - это ограничения срока службы аккумуляторов элементов системы, связанная с низким

количеством квалифицированных кадров сложность её проектирования, а также передача полученных данных на большие расстояния, и вытекающая из низкой распространенности высокая стоимость оборудования.

Хотелось бы уделить особое внимание концепции системы Forest 4.0. Это концепция управления лесными экосистема, в основе неё лежат технологии искусственного интеллекта, дистанционного зондирования и в том числе технология интернета вещей. Эта концепция основывается на идеи использования современных технологий, для обеспечения непрерывного наблюдения за состоянием лесных массивов. Эта система предусматривает установку датчиков, осуществляющих мониторинг различных показателей (температуры, влажности, концентрации углекислого газа, звуковых сенсоров и других). Эти данные передаются на облачный сервис, где анализируются.

В настоящее время системы, использующие технологию интернета вещей активно внедряются в мониторинг в лесной сфере по всему миру, но по-прежнему основной проблемой остается обеспечение достаточной энергоэффективности устройств и увеличения срока службы аккумулятора, для продления срока работы устройств, особенно в удаленных районах. Решением может стать использование альтернативных источников энергии, так уже во многих устройствах нашли своё применение солнечные панели.

Перспективным направлением для развития этой сферы является интеграция IoT с алгоритмами искусственного интеллекта и обработки больших данных. Взаимодействие этих инновационных технологий, позволяет эффективно анализировать и прогнозировать изменения в лесных экосистемах.

В заключении хотелось бы сделать вывод, что применение технологии интернета вещей открывает широкий спектр возможностей для развития экологического мониторинга в сфере анализа лесной экосистемы. Технология предоставляет возможность получения точного количества данных фактически без участия человека необходимых экологам и алгоритмам искусственного интеллекта практически в реальном времени, что позволит оперативно реагировать на угрозы и минимизировать возможные последствия. В дальнейшем разработки в этой сфере продолжать с фокусом в первую очередь на энергоэффективность и интеграцию искусственного интеллекта для создания глобальных систем мониторинга.

Список литературы

1. Салихов, Р. Б. Разработка автоматизированной системы экологического мониторинга с применением технологии IoT/ Р. Б. Салихов, А. А. Гаскарова, К.В. Важаев, А.Б. Аллабердин //Известия ТулГУ. Науки о Земле. — 2023. — №2. — С. 60–72.
2. Кирсанова К.Д. Исследование технологии интернета вещей (IoT) и ее применения в различных областях // Современные научные исследования и инновации. 2023. № 6. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2023/06/100402> (дата обращения: 18.03.2025).
3. Дамасевичус, Р. Цифровая трансформация будущего лесного хозяйства: исследование ключевых концепций в принципах Forest 4.0 / Р. Дамасевичус, Г. Мозгерис, А. Курти, Р. Маскелюнас // *Frontiers in Forests and Global Change*. — 2024. — Т. 7. — С. 1424327. DOI: 10.3389/ffgc.2024.1424327.

4. Концепция проекта FOREST 4.0// Центр компетенций по трансформации мониторинга лесной среды. URL: <https://forest40.lt/>
5. Муха, Р. А. Интернет вещей (IoT) / Р. А. Муха // Journal of Data Analysis and Information Processing. — 2021. — Т. 9. — С. 77–101. DOI: 10.4236/idaip.2021.92006.

References

1. Salikhov, R. B. Development of an automated environmental monitoring system using IoT technology/ R. B. Salikhov, A. A. Gaskarova, K.V. Vajdaev, A.B. Allaberdin //News of TulSU. Earth Sciences. — 2023. — No. 2. — pp. 60-72.
2. Kirsanova K.D. Research of the Internet of Things (IoT) technology and its applications in various fields // Modern scientific research and innovations. 2023. No. 6 . URL: <https://web.snauka.ru/issues/2023/06/100402> (date of request: 03/18/2025).
3. Damasėvicius, R. Digital transformation of the future of forestry: an exploration of key concepts in the principles behind Forest 4.0 / R. Damasėvicius, G. Mozgeris, A. Kurti, R. Maskelūnas // Frontiers in Forests and Global Change. — 2024. — Т. 7. — С. 1424327. DOI: 10.3389/ffgc.2024.1424327.
4. The concept of the FOREST 4.0 project// Competence Center for the transformation of forest environment monitoring. URL: <https://forest40.lt/>
5. Mouha, R. A. Internet of Things (IoT) / R. A. Mouha // Journal of Data Analysis and Information Processing. — 2021. — Vol. 9. — P. 77–101. DOI: 10.4236/idaip.2021.92006.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_203-207

УДК 004.41.057.2

**АНАЛИЗ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПО: МЕТОДЫ, МЕТРИКИ
И ПЕРСПЕКТИВЫ****SOFTWARE QUALITY ANALYSIS AND EVALUATION: METHODS, METRICS
AND PERSPECTIVES**

Опара М.В., кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Воронеж, Россия.

Врагов С.А., преподаватель ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Воронеж, Россия.

Ступниченко М.С., студент ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Воронеж, Россия.

Opара M.V., Candidate of Technical Sciences,
associate professor Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after G.F.
Morozov, Voronezh, Russia.

Vragov S.A., Teacher Voronezh State
University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Stupnichenko M.S., Student of the Voronezh
State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: В данной статье представлен обзор основных методов и метрик, применяемых для анализа качества программного обеспечения. В ней особое внимание уделено перспективам развития в области анализа и оценки качества ПО, перспективным технологиям, которые уже сейчас применяются для анализа ПО. Нами были рассмотрены понятие качество программного обеспечения и основные международные стандарты, применяющиеся в этой сфере. Так же были приведены факторы качества программы по стандарту ISO/IEC 25010:2023.

Abstract: This article is an overview of the main methods and metrics used to analyze software quality. It pays special attention to the development prospects in the field of software quality analysis and assessment, promising technologies that are already being used for software analysis. We have considered the concept of software quality and the main international standards applied in this field. The quality factors of the program according to the ISO/IEC 25010:2023 standard were also given.

Ключевые слова: качество программного обеспечения, анализ программ, оценка качества, методы оценки, метрики качества, тестирование.

Keywords: software quality, program analysis, quality assessment, evaluation methods, quality metrics, testing.

В свете современных тенденций развития информационных технологий, тема анализа и оценки качества программного обеспечения является ключевой и критически значимой сферой деятельности, так как с каждым годом количество программ стремительно растет. Программы уже давно применяются не только как вспомогательный предмет для работы человека, а как полноценные автоматизированные системы, которые применяются повсеместно в том числе в критически важных сферах. В современном мире

от качества ПО зависит многое, программы не достаточного качества могут привести не только к потере работоспособности самой системы, утрате массивов данных, экономическим и репутационным потерям, но даже к риску для безопасности и жизней людей. Чем быстрее растет сложность и масштабность программ, тем более очевидным становится значение этапа анализа и оценки качества программы во время этапов разработки и сопровождения программы. Цель данного обзора - рассмотреть основные методы и метрики применяющиеся для оценки качества ПО, проанализировать существующие тенденции и перспективы развития в будущем.

Качество ПО – это многогранное понятие, в которое мы закладываем множество критериев и характеристик, которым должна соответствовать программа. В зависимости от конкретной программы, её функционала и целей разработки акцент может смещаться с одних на другие характеристики. Таким образом определение этого понятия будет звучать так, “качество ПО – комплекс характеристик программного продукта, определяющих способность выполнять возложенные на него функции” Таким образом понятие качества включает в себя: соответствие программы представленным к ней требованиям, отсутствие дефектов, удовлетворенность пользователей (качество рассматривается с точки зрения пользовательского опыта), готовность программы к использованию.

В данный момент показатель качества регулируется несколькими стандартами, основные из которых:

1. ISO/IEC 25010:2023 – Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модель качества продукта. Стандарт, определяющий модель качества программного продукта. Модель состоит из 9 характеристик, подразделяемых на подхарактеристики. Эта модель представляет собой эталон качества продуктов.

2. ISO/IEC 25002:2024 - Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программных средств (SQuaRE). Обзор и использование модели качества. Данный стандарт определяет структуру моделей качества SQuaRE и представляет требования к их разработке. Модели должны применяться как ориентиры для определения и оценки требований.

3. ISO/IEC 25019:2023 - Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модель качества при использовании. Определяет модель качества, состоящую из 3 характеристик, влияющих на заинтересованные стороны при использовании продукта.

Для определения качества программного обеспечения применяются факторы качества, подробнее факторы качества по стандарту ISO/IEC 25010:2023, как одного из наиболее часто применяемых стандартов, можно рассмотреть на рисунке 1.

Оценка качества ПО требует применения различных методов анализа на различных этапах разработки. Условно методы можно поделить на 2 категории (статические и динамические).

Статический анализ проводится без выполнения кода. Основные инструменты, которые могут помочь при проведении оценки: SonarQube, Checkstyle, PMD и другие.

Они автоматически проверяют программу на соответствие правилам и стандартам, находят потенциальные ошибки, такие как утечка памяти, дублирование и другие. Помимо систем, автоматизирующих статический анализ не устаревает и широко применяется инспекция кода (CodeReview), такой анализ позволяет выявлять неполадки, которые могла не заметить программа, но данный метод требует большего количества ресурсов. Анализ архитектуры (оценка соответствия архитектуры требованиям).

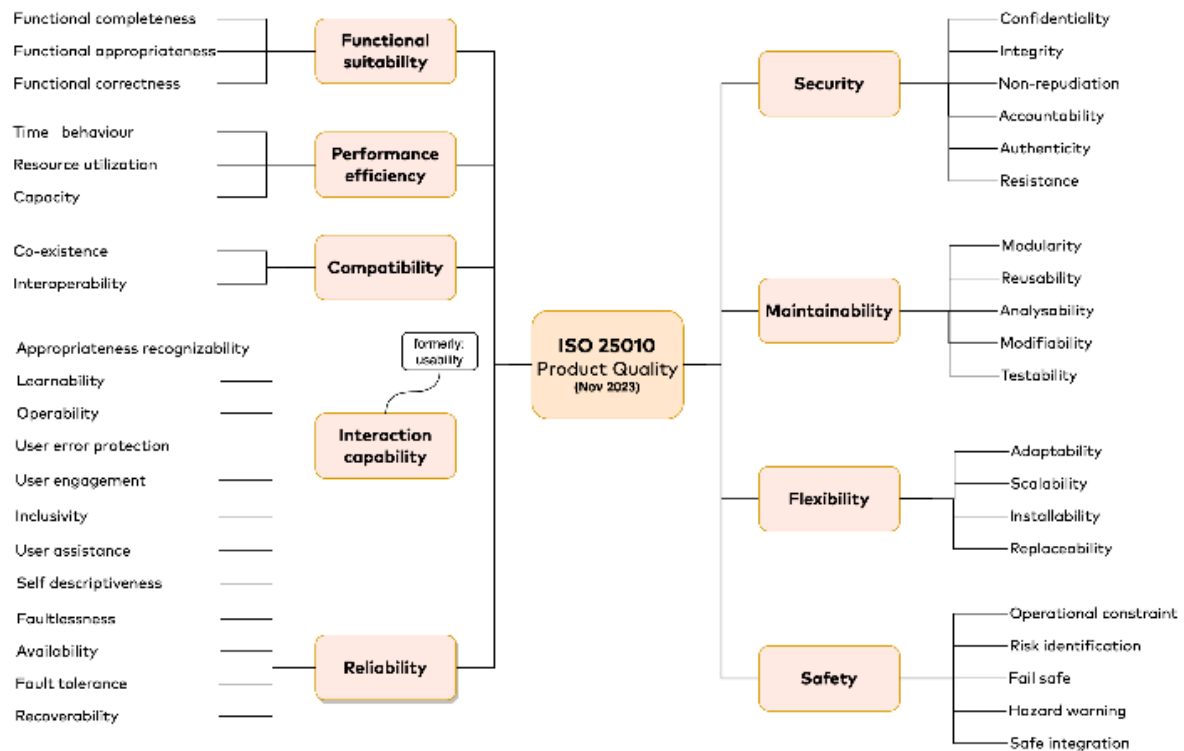


Рисунок 1 – факторы качества по стандарту ISO/IEC 25010:2023.

Динамические методы оценивают программу во время её выполнения. Применяется тестирование (модульное тестирование, интеграционное тестирование, системное тестирование, приемочное тестирование, регрессивное тестирование, функциональное, нефункциональное тестирование, альфа-тестирование, бета-тестирование. Анализ производительности программы во время её выполнения (профилирование). Анализ работы ПО в среде, предназначенной для реальной эксплуатации (мониторинг).

Метрики качества ПО – это количественные показатели, которые оценивают конечную программу с точки зрения её качества и соответствия требованиям выдвигаемых к ней. Метрики качества программы можно разделить на несколько разделов: качества кода – метрики, показывающие качество программного кода и его сложность, могут быть важны для масштабирования и продолжения разработки, но при этом на прямую не показывают качество программы и метрики использования.

Основные метрики кода, которые применяются в практике разработки: циклическая сложность – мера сложности кода основанная на количестве независимых путей внутри программы, метрика, которая на практике обычно не применяется, но, тем

не менее, не можем не упомянуть её – количество строк кода, плотность комментариев – метрика имеющая значение для разработчиков, показывающая отношение количества комментариев к количеству строк кода, количество классов и методов применяется для оценки размера и сложности программы

Процедурно-ориентированные метрики: функциональные указатели – показывают функциональную сложность программы, сцепление программных модулей – мера связи между модулями программы, которую нужно уменьшать для повышения качества ПО, связность модулей – мера прочности соединения в пределах одного программного модуля (для оценки используется шкала от 0 до 10). Также может использоваться метрика Холстеда. Объектно-ориентированные метрики – при оценке качества объектно-ориентированных программ применяются метрики Мартина, Чидамбера и Кемерера, Лоренца и Кидда, Абреу. Метрики использования применяются при введении программы в эксплуатацию. Основные составляющие: количество пользователей, время безотказной работы, количество сбоев, время отклика. Метрики удовлетворенности пользователей: опросы пользователей, оценки в магазинах приложений, число активных пользователей.

Оценка качества программ в будущем будет связана с несколькими тенденциями: автоматизация на основе ИИ и ML, активное развитие и внедрение метрик для оценки пользовательского опыта и удовлетворенности пользователя, интеграция с DevOps, использование технологии BigData для анализа информации о производительности программы, поведения пользователей, логах и других данных, DevSecOps – автоматический анализ кода на уязвимости и мониторинг безопасности в реальном времени.

В статье мы кратко рассмотрели основные методы и метрики для анализа качества ПО. Подчеркнута актуальность темы определения анализа качества программ, рассмотрены основные международные стандарты, отвечающие за регулирование в этой сфере. Были проанализированы различные, методы анализа программы, а также метрики, позволяющие количественно оценить отдельные аспекты качества ПО. Так же мы рассмотрели основные современные тенденции в этой области, которые могли бы помочь удовлетворить потребность в современных методологиях разработке (таких как agile) непрерывной оценки качества на всех этапах жизненного цикла. Подводя итоги, хотелось бы отметить, что будущее анализа и оценки качества ПО связано с использованием автоматизации, глубоким анализом данных и акцентом на пользовательском опыте.

Список литературы

1. Мерзлякова, Е. Ю. Обзор методов верификации и оценки качества программного обеспечения/ Е. Ю. Мерзлякова, Е. В. Янченко //Вестник СибГУТИ. Том 17. — 2023. — №1. — С. 92–105.
2. ISO/IEC 25019:2023. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модель качества при использовании

3. ISO/IEC 25002:2024. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программных средств (SQuaRE). Обзор и использование модели качества
4. ISO/IEC 25010:2024. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модель качества продукта
5. Парамзина, А. А. Качество программного обеспечения/ А. А. Парамзина, Е. Н. Тищенко // Экономика и социум. — 2022. — №3(94)-1. — С. 416–426.
6. Кулямин, В. В. Место тестирования среди методов оценки качества ПО/ В. В. Кулямин, О. Л. Петренко // Труды Института системного программирования РАН — 2003. — С. 163–176.

References

1. Merzlyakova, E. Y. Review of methods of verification and evaluation of software quality/ E. Y. Merzlyakova, E. V. Yanchenko //Bulletin of SibGUTI. Tom 17. — 2023. — №1. — Pp. 92-105.
2. ISO/IEC 25019:2023. System and software engineering. Requirements and evaluation of the quality of systems and software (SQuaRE). The quality model in use
3. ISO/IEC 25002:2024. System and software engineering. Requirements and evaluation of the quality of systems and software (SQuaRE). Review and use of the quality model
4. ISO/IEC 25010:2024. System and software engineering. Requirements and evaluation of the quality of systems and software (SQuaRE). Product Quality Model
5. Paramzina, A. A. Software quality/ A. A. Paramzina, E. N. Tishchenko // Economics and society. — 2022. — №3(94)-1. — Pp. 416-426.
6. Kulyamin, V. V. The place of testing among software quality assessment methods/ V. V. Kulyamin, O. L. Petrenko // Proceedings of the Institute of System Programming of the Russian Academy of Sciences — 2003. — pp. 163-176.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_208-210

УДК 630

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ

USE OF SOFTWARE TO OPTIMIZE FOREST NURSERY OPERATIONS

Орехов И.Д., студент 4-го курса СПО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Orekhov I.D. 4th year student of secondary vocational education, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russian Federation

Врагов С.А., преподаватель СПО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Vragov S.A. Lecturer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russian Federation

Аннотация. В данной статье затрагиваются вопросы экологической политики и деятельности различных объединений и государств. Глобальные меры направленных на сохранения природы. Также рассматривается проблема незаконной вырубке деревьев и механизмы их легального выращивания. Описываются контуры и функционал разрабатываемого программного обеспечения «Forest nursery», способного существенно оптимизировать работу лесных питомников, повысив производительность в данной области хозяйства.

Abstract: This article touches upon the issues of environmental policy and activities of various associations and states. Global measures aimed at preserving nature. The problem of illegal felling of trees and mechanisms of their legal cultivation are also considered. It describes the outlines and functionality of the software “Forest nursery”, which can significantly optimize the work of forest nurseries, increasing productivity in this area of farming.

Ключевые слова: Программное обеспечение, ПО, лесной питомник, «Forest nursery», законодательные акты, лесные насаждения, лесоводственные процессы, протоколы и акты.

Keywords: Software, software, forest nursery, Forest nursery, Forest nursery, legislation, forest plantations, silvicultural processes, protocols and acts.

По мере ухудшения экологической обстановки в мире, различные государства и объединения проводят ряд мер, направленные на сохранении природных зон и уменьшения загрязнений. Этот процесс включает комплекс мер: от популяризации проблем экологии, различными сообществами, к примеру «Всероссийское общество охраны природы» проводит проект «Вторая жизнь одежды» - проект направлен на привлечение внимание к проблеме чрезмерного потребления одежды и связанными с этим экологическими последствиями[1], до государственной и международной политики, в частности многие государства принимают законы, направленные на регулирования загрязнений, скажем в Российской Федерации это закон «Об охране окружающей среды», а в Казахстане «Экологический кодекс Республики Казахстан»[2],[3], принимаются и международные протоколы, и соглашения – например «Киотский протокол» и «Парижское соглашение», направленные на уменьшение выброса парниковых газов в атмосферу [4].

Одной из важных мер, направленных на защиту экологии является посадка лесных насаждений. Древесина является важнейшим материалом в промышленности, поэтому часто подвергается нелегальной рубки. Так по данным Рослесинфорга (лесоучетное учреждение Рослесхоза) в 2024 году в России было вырублено 93 тысячи кубометров леса, а ведь это наносит непоправимый вред экосистеме [5]. Поэтому часто для предотвращения незаконной вырубки деревьев и сохранения природы создаются специальные участки, на которых выращиваются деревья, с целью из дальнейшей продажи. Заниматься этим могут как государственные предприятия, так и частные предприниматели. На конец 2023 года в России насчитывалось около 1278 лесных питомников, которые могут выдавать более 700 млн шт. саженцев в год [6].

Заниматься выращиванием лесных насаждений очень хлопотный труд, ведь помимо контроля посаженных растений: необходимо точно знать сколько места требуется одному растению, сколько оно будет стоять, как посадить наибольшее количество растений, соблюдая все необходимые стандарты посадки. Поэтому если лесоводственные процессы требуют сильной вовлечённости и контроля, то процессы вычислительные можно существенно упростить. В эпоху информационных технологий, процессы производства существенно оптимизируются и лесоводство не должно быть исключением.

Для этого разрабатывается «Forest nursery» - программное обеспечение, написанное на объектно-ориентированном языке программирования C# с использованием языка SQL.

Программа будет обладать следующими функциями:

1. Хранение данных. Приложение предназначено для использования в помещениях с проложенной локальной сетью. Используя сервер для хранения базы данных, пользователи могут работать с программой, установленной на разных устройствах одновременно.
2. Математический расчёт. Вводя данные о дереве, пользователь указывает его размер и денежную суммы, необходимую для его посадки, добавив участок и указав количество деревьев, система рассчитает размер поля и затраченные средства.
3. Отчёт о посаженных насаждениях. За посаженными растениями введётся наблюдение, данные заносятся сотрудниками лесного питомника. По результату определённого времени можно сформировать итоговый отчёт. Где будут указано количество посаженных деревьев и затраченная на них сумма, а также итоговая прибыль после продажи выросших деревьев.

При анализе российского рынка, на предмет схожих программных продуктов, аналогов разрабатываемой программы было найдено крайне мало, а потому разработанная программа может стать достойным конкурентом и занять свою нишу в лесном бизнесе.

Экологическая политика — это не только лишения и ограничения, ввести эффективный бизнес, можно и не вырубая незаконно лес, оставляя после себя пустоши. Безопасный лесной промысел может принести пользу как государству, так и предпринимателю, а оптимизация производства и сокращение расходов с помощью программ вроде «Forest nursery», сможет перевесить чашу весов в пользу безопасного выращивания и вырубки леса.

Список литературы

1. Экология через красоту и дизайн! // Всероссийское общество охраны природы: [сайт]. — URL: <https://voop-rf.ru/second-life> (дата обращения: 18.03.2025).

2. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ (последняя редакция) // КонсультантПлюс: [сайт]. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/?ysclid=m8en5qq5ww419241230 (дата обращения: 18.03.2025).
3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОДЕКС РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан: [сайт]. — URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400> (дата обращения: 20.03.2025).
4. Сведения о выбросах парниковых газов // Мосэнерго: [сайт]. — URL: <https://mosenergo.gazprom.ru/ecology/ehkologicheskaya-politika/svedeniya-o-vybrosakh-parnikovykh/?ysclid=m8etntcek7665808921> (дата обращения: 18.03.2025).
5. В России значительно уменьшились незаконные вырубки в лесах // газета.ru: [сайт]. — URL: <https://www.gazeta.ru/social/news/2024/09/12/23904775.shtml?ysclid=m8ev1vax2909562040> (дата обращения: 18.03.2025).
6. Регионы-лидеры по производству лесных саженцев // Регионы-лидеры по производству лесных саженцев: [сайт]. — URL: <https://roslesinforg.ru/news/all/regiony-lidery-po-proizvodstvu-lesnykh-sazhentsev/?ysclid=m8ep9c7z0319631644> (дата обращения: 18.03.2025).

References

1. Ecology through beauty and design! // All-Russian Society for Nature Conservation: [website]. — URL: <https://voop-rf.ru/second-life> (accessed: 03/18/2025).
2. Federal Law "On Environmental Protection" dated 01/10/2002 N 7-FZ (latest revision) // ConsultantPlus: [website]. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/?ysclid=m8en5qq5ww419241230 (accessed: 03/18/2025).
3. ENVIRONMENTAL CODE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN // Information and legal system of regulatory legal acts of the Republic of Kazakhstan: [website]. — URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400> (date of access: 20.03.2025).
4. Information on greenhouse gas emissions // Mosenergo: [website]. — URL: <https://mosenergo.gazprom.ru/ecology/ehkologicheskaya-politika/svedeniya-o-vybrosakh-parnikovykh/?ysclid=m8etntcek7665808921> (date of access: 18.03.2025).
5. Illegal logging in forests has significantly decreased in Russia // newspaper.ru: [website]. — URL: <https://www.gazeta.ru/social/news/2024/09/12/23904775.shtml?ysclid=m8ev1vax2909562040> (accessed: 18.03.2025).
6. Regions leading in the production of forest seedlings // Regions leading in the production of forest seedlings: [website]. — URL: <https://roslesinforg.ru/news/all/regiony-lidery-po-proizvodstvu-lesnykh-sazhentsev/?ysclid=m8ep9c7z0319631644> (accessed: 18.03.2025).id=m8ep9c7z0319631644 (дата обращения: 18.03.2025).

⁴⁸DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_211-216

УДК 625.7/.8

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗА ПРОДАЖ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КОРРЕЛЯЦИИ И РЕГРЕССИИ

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF SALES FORECAST MODELS BASED ON CORRELATION AND REGRESSION

Анциферова В.И. кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Российская Федерация

Antsiferova V.I. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russian Federation.

Петров Б.Я., магистр группы ИС4-231-ОМ, факультета компьютерных наук и технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Российская Федерация

Petrov B.Y., Master of IS4-231-OM group, Faculty of Computer Science and Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russian Federation.

Аннотация: В данной работе рассматривается теоретическое изложение уравнения регрессии и его применение в различных областях исследования. Уравнение регрессии представляет собой математическую модель, используемую для описания зависимости между одной зависимой переменной и одной или несколькими независимыми переменными.

Abstract: This work discusses the theoretical exposition of the regression equation and its application in various fields of research. The regression equation is a mathematical model used to describe the relationship between one dependent variable and one or more independent variables.

Ключевые слова: Планирование, экономико-математические подходы, регрессионный анализ, критерий корреляции Пирсона.

Keywords: Planning, economic and mathematical approaches, regression analysis, Pearson correlation criterion.

Критерий корреляции Пирсона – это метод параметрической статистики, дающий возможность определить присутствие или отсутствие линейной связи между двумя количественными показателями, оценить ее статистическую значимость и ее тесноту. Другими словами, критерий корреляции Пирсона, позволяет определить, имеется ли линейная связь между изменениями значений двух представленных переменных.

Критерий корреляции Пирсона может выявить тесноту корреляционной связи различных показателей, которые будут измерены по шкале. С помощью большого количества расчетов будут определены важные аспекты, один из таких аспектов – выявление связи.

Условиями и ограничениями, для применения критерия Хи-квадрата Пирсона являются:

1. Сопоставляемые показатели, измеренные только в количественной шкале.

⁴⁸ Анциферова В.И., Петров Б.Я., 2025

2. С помощью критерия корреляции Пирсона появляется возможность в определении наличия силы линейной связи. С помощью регрессионного анализа, можно с легкостью найти наличие зависимости между двумя переменными и её определить.

3. Сумма исследуемых величин всегда должна быть равна двум. В различных ситуациях можно сделать анализ взаимосвязи четырех параметров, для чего необходим метод факторного анализа.

4. Критерий корреляции Пирсона является параметрическим, и его применение требует, чтобы сравниваемые переменные имели нормальное распределение. Если необходимо провести корреляционный анализ переменных с ненормальным распределением, включая показатели, измеренные по порядковой шкале, следует использовать коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

5. Необходимо различать и разграничивать понятия зависимости и корреляции. Зависимость величин влечет наличие корреляционной связи между ними, но не наоборот.

Самым известным методом анализа связи между количественными переменными, это – метод регрессионного анализа. В самом известном эксперименте мы видим значения $t+1$ переменных $-Y, X_1, \dots, X_t$.

Регрессионный анализ изучает связь между зависимой переменной Y и независимыми переменными $X_1, X_2, \dots, X_t$. Эта связь формулируется с использованием определенной математической модели.

Чтобы получить матрицу экспериментальных данных нужно воспользоваться одним из 2 способов. При использовании первого способа значения независимых переменных $X_1, X_2, \dots, X_t$ будут выбираться, и устанавливаться погрешность их измерения, в каждом опыте они будут измеряться с ошибками. Такой эксперимент является активным, при данном подходе случайные величины исключаются.

С помощью второго способа - все переменные $X_1, X_2, \dots, X_t$ наблюдаются и все данные случайны, другими словами матрица в данной ситуации случайна, выборка значений многомерной величины $(X_1, X_2, \dots, X_t)$.

Второй способ проводят с помощью корреляционного анализа, в таком случае статистический вывод, о возможности линейной зависимости между указанными переменными, зависит от параметров корреляции.

Самым известным и часто используемым является метод регрессионного анализа, метод наименьших квадратов. Благодаря этому методу можно получить математическое описание объекта.

По имеющимся значениям $\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$

Необходимо построить функцию $f(x)$.

Уравнение регрессионной зависимости выходной величины от переменных факторов выполняется в следующей последовательности:

- 1) выбираем тип уравнения;
- 2) вычисляем коэффициенты регрессии;
- 3) проверяем адекватность модели.

Рассмотрим данную регрессионную модель. Предположим, что случайная величина X зависит от T , принимая значения $t_1, t_2, \dots, t_n$, которые не являются случайными.

Зависимость среднего значения случайной величины X от T будет отображаться значением, называемым математическим ожиданием и определяемым по формуле

$$M(X|T = t_i) = f(t), \quad (1)$$

где $X = f(t)$ – уравнение регрессии,

$f(t)$ представляет собою кривую регрессии X на T .

Разница, между математическим ожиданием и полученной в данном эксперименте величиной X , вычисляется по формуле

$$\varepsilon_i = X_i - M(X|T = t_i) = X_i - f(t_i), \quad (2)$$

и есть ошибка наблюдения.

Ошибки наблюдений, должны удовлетворять условия Гаусса-Маркова:

1) математическое ожидание $M(\varepsilon_i) = 0$, при всех значениях i ;

2) дисперсия $D(\varepsilon_i) = \sigma^2 < +\infty$ при всех значениях i ;

3) величины независимы $\text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$, при всех значениях i, j .

Набор $\{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n\}$ является элементарными событиями одной и той же случайной величины, вследствие того, что при всех значениях $\varepsilon_i \cdot M(\varepsilon_i)$ и $D(\varepsilon_i)$ одинаковы.

Дисперсию величины $\mathcal{E}$, определим по формуле

$$D[\mathcal{E}] = M[\mathcal{E}^2] - (M[\mathcal{E}])^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \quad (3)$$

или

$$D[\mathcal{E}] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - f(t_i))^2$$

Допустив, что функция $f(t)$ определяется параметрами $\vec{c} = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$ или вектором $\vec{c} = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$ имеем $f(t, \vec{c})$ и тогда дисперсия ошибки от неизвестных параметров равна

$$D[\mathcal{E}] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - f(t_i, \vec{c}))^2 \quad (4)$$

Дисперсия ошибок $D[\mathcal{E}] \subset (0, +\infty)$ и имеет минимум на интервале $(0, \infty)$, который определим из выражения

$$\frac{\partial D[\mathcal{E}]}{\partial \vec{c}} = \frac{\partial D[\mathcal{E}]}{\partial c_0} \cdot \vec{e}_0 + \dots + \frac{\partial D[\mathcal{E}]}{\partial c_m} \cdot \vec{e}_m = 0 \quad (5)$$

где $\{\vec{e}_k\}_{k=0}^m = \{\vec{e}_0, \dots, \vec{e}_m\}$ есть базис из линейно-независимых функций

$\{\vec{e}_k\}_{k=0}^m = \{\phi_k\}_{k=0}^m = \{\phi_0(x), \dots, \phi_m(x)\}$ при условии $m < n$ аппроксимирующая

функция есть разложение по базису: $f(x, \vec{c}) = \sum_{k=0}^m c_k \cdot \phi_k(x)$.

Дисперсию можно записать в виде:

$$D[\varepsilon] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \sum_{k=0}^m c_k \cdot \phi_k(x_i))^2 \quad (6)$$

Для нахождения коэффициентов регрессии продифференцируем по каждому c_j из $\{c_k\}_{k=0}^m$, где $j = 0, 1, 2, \dots, m$.

$$\begin{cases} \frac{\partial D}{\partial c_0} = 0 \\ \frac{\partial D}{\partial c_1} = 0 \\ \dots \\ \frac{\partial D}{\partial c_m} = 0 \end{cases} \quad (7)$$

$$\frac{\partial D}{\partial c_j} = \frac{\partial}{\partial c_j} \sum_{i=1}^n (y_i - \sum_{k=0}^m c_k \cdot \phi_k(x_i))^2 = -2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \sum_{k=0}^m c_k \phi_k(x_i)) \cdot \sum_{k=0}^m \frac{\partial c_k}{\partial c_j} \phi_k(x_i) = 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial c_k}{\partial c_j} = \begin{cases} 1, j = k \\ 0, j \neq k \end{cases} \equiv \delta_{jk} \quad (9)$$

Учитывая, что $\sum_{k=0}^m \delta_{jk} \phi_k(x_i) = \phi_j(x_i)$, имеем

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \sum_{k=0}^m c_k \phi_k(x_i)) \cdot \phi_j(x_i) = 0, \quad (10)$$

где $j = 0, 1, 2, \dots, m$.

Полученное выражение представим в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n (y_i - \sum_{k=0}^m c_k \phi_k(x_i)) \cdot \phi_0(x_i) = 0 \\ \sum_{i=1}^n (y_i - \sum_{k=0}^m c_k \phi_k(x_i)) \cdot \phi_1(x_i) = 0 \\ \dots \\ \sum_{i=1}^n (y_i - \sum_{k=0}^m c_k \phi_k(x_i)) \cdot \phi_m(x_i) = 0 \end{cases} \quad (11)$$

В матричном виде система уравнений будет иметь вид: $A \cdot \vec{c} = \vec{b}$,

$$A = \begin{pmatrix} (\phi_0, \phi_0)(\phi_1, \phi_0) \dots (\phi_m, \phi_0) \\ (\phi_0, \phi_1)(\phi_1, \phi_1) \dots (\phi_m, \phi_1) \\ \dots \\ (\phi_0, \phi_m)(\phi_1, \phi_m) \dots (\phi_m, \phi_m) \end{pmatrix}, \quad \vec{c} = \begin{pmatrix} c_0 \\ c_1 \\ \dots \\ c_m \end{pmatrix}, \quad \vec{b} = \begin{pmatrix} (y, \phi_0) \\ (y, \phi_1) \\ \dots \\ (y, \phi_m) \end{pmatrix} \quad (12)$$

где

Решая систему, получаем вектор коэффициентов аппроксимирующей функции:

$$\vec{c} = \{c_0, c_1, \dots, c_m\} = A^{-1} \cdot b = \begin{pmatrix} (\varphi_0, \varphi_0)(\varphi_1, \varphi_0) \dots (\varphi_m, \varphi_0) \\ (\varphi_0, \varphi_1)(\varphi_1, \varphi_1) \dots (\varphi_m, \varphi_1) \\ \dots \\ (\varphi_0, \varphi_m)(\varphi_1, \varphi_m) \dots (\varphi_m, \varphi_m) \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} (y, \varphi_0) \\ (y, \varphi_1) \\ \dots \\ (y, \varphi_m) \end{pmatrix} \quad (13)$$

Аппроксимирующая функция в результате будет иметь вид:

$$f(x) = c_0 \varphi_0(x) + c_1 \varphi_1(x) + \dots + c_m \varphi_m(x) \quad (14)$$

В случае выбора степенной функции аппроксимирующую записывают в виде:

$$f(x, \vec{c}) = c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + c_3 x^3 + \dots + c_m x^m = \sum_{k=0}^m c_k x^k \quad (15)$$

Система $A \cdot \vec{c} = \vec{b}$ примет вид:

$$A = \begin{pmatrix} \sum x_1 & \sum x_i & \dots & \sum x_i^m \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \dots & \sum x_i^{m+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum x_i^m & \sum x_i^{m+1} & \dots & \sum x_i^{2m} \end{pmatrix}, \quad \vec{b} = \begin{pmatrix} \sum y_i \\ \sum y_i x_i \\ \dots \\ \sum y_i x_i^m \end{pmatrix} \quad (16)$$

$$\vec{c} = \begin{pmatrix} c_0 \\ c_1 \\ \dots \\ c_m \end{pmatrix} = A^{-1} b = \begin{pmatrix} \sum x_1 & \sum x_i & \dots & \sum x_i^m \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \dots & \sum x_i^{m+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum x_i^m & \sum x_i^{m+1} & \dots & \sum x_i^{2m} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \sum y_i \\ \sum y_i x_i \\ \dots \\ \sum y_i x_i^m \end{pmatrix} \quad (17)$$

где

$$f(x) = \begin{pmatrix} c_0 \\ c_1 \\ \dots \\ c_m \end{pmatrix} \{1, x, \dots, x^m\} = f(x, \vec{c}) = c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + c_3 x^3 + \dots + c_m x^m \quad (18)$$

Модель такого вида применять нельзя, если истинная зависимость отклика $y = f(x)$ от некоторого фактора:

- 1) Будет иметь более одного экстремума;
- 2) Имеет точку перегиба;
- 3) при некоторых значениях действующих факторов функция изменяется скачком.

При возникновении первых двух случаев рекомендуется выбирать многочлены более высокого порядка.

Список литературы

1. Антамошкина, О.И. Имитационные модели прогноза продаж / О.И. Антамошкина, Ю.В. Булгаков, О.В. Зинина // Вестник КРАСГАУ. – 2011. – №2(53). – С.28-36.
2. Бахтеева, Р.Х. Статистический анализ себестоимости от продаж и оказанных услуг / Р.Х. Бахтеева // Синергия наук. – 2018. – № 20. – С. 203-210.
3. Глухова, Л.В. Оптимизация планирования производства на основе моделирования прогноза объемов продаж / Л.В. Глухова, И.А. Маштаков // ВестникВолжскогоуниверситетаим.В.Н. Татищева. – 2012. – №1(25). – С. 110-117.
4. Юров, А.Н. Проектирование автоматизированной системы производственных планировок / А.Н. Юров // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 87-93.
5. Построение интеллектуальных систем управления информационными процессамивусловияхнеопределенности / Ю.Ю. Громов, В.Е. Дидрих, И.В. Дидрих, А.Ю. Гречушкина // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 1. – С. 10-14.
6. Оксюта, О.В. Разработка математической модели оптимального функционирования транспортно-логистического комплекса / О.В. Оксюта, В.А. Коротких // Моделирование систем и процессов. –2017. –Т. 10, № 3. – С. 55-66.

References

1. Antamoshkina, O.I. Simulation models of sales forecast / O.I. Antamoshkina, Yu.V. Bulgakov, O.V. Zinina // Vestnik KRASGAU. - 2011. - №2(53). - P. 28-36.
2. Bakhteeva, R.Kh. Statistical analysis of the cost of sales and rendered services / R.H. Bakhteeva // Synergy of Sciences. - 2018. - № 20. - P. 203-210.
3. Glukhova, L.V. Optimization of production planning on the basis of sales volume forecast modeling / L.V. Glukhova, I.A. Mashtakov // VestnikVolzhskyUniversityim.V.N. Tatishchev. - 2012. - No.1(25). - P. 110-117.
4. Yurov, A.N. Designing an automated system of production layouts / A.N. Yurov // Modeling of systems and processes. - 2019. - T. 12, № 1. - P. 87-93.
5. Building intelligent control systems for information processes in uncertainty conditions / Yu.Y. Gromov, V.E. Diedrich, I.V. Diedrich, A.Y. Grechushkina // Modeling of systems and processes. 2018. Vol. 11, No. 1. - P. 10-14
6. Oksyuta, O.V. Development of mathematical model of optimal functioning of transport and logistics complex / O.V. Oksyuta, V.A. Korotkikh // Modeling of systems and processes. -2017. -T. 10, № 3. - P. 55-66.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_217-220

УДК 658.849.2

МАРКЕТПЛЕЙСЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОДАЖ ПРОДУКЦИИ МЕБЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

MARKETPLACES AS A TOOL FOR DIGITALIZING SALES OF FURNITURE PRODUCTS

Проскурина И.Ю., кандидат экономических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж. **Proskurina I.Y.**, Candidate of Economic Sciences, associate professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы, связанные с процессом подготовки товарного портфеля мебельного предприятия для маркетплейс в качестве поиска современных каналов распределения продукции мебельных предприятий. В качестве примера представлена структура продаж при реализации проекта запуска нового продукта в НКП маркетплейс, наглядно демонстрирующая ускорение процесса ввода нового продукта, сокращение продолжительности цикла проектирования за счет предварительного планирования бизнес-процессов, а также позволяющая оптимизировать каналы сбыта.

Abstract: The article examines issues related to the process of preparing a product portfolio of a furniture enterprise for a marketplace as a search for modern distribution channels for furniture enterprises. As an example, the sales structure is presented during the implementation of a project to launch a new product in the NCP marketplace, clearly demonstrating the acceleration of the process of introducing a new product, reducing the duration of the design cycle due to preliminary planning of business processes, and also allowing for the optimization of sales channels.

Ключевые слова: мебельное предприятие, товарный портфель, канал продаж, маркетплейс.

Keywords: furniture company, product portfolio, sales channel, marketplace.

Стремительно растущая популярность маркетплейсов, на наш взгляд, в первую очередь обусловлена простотой их использования. Болевые точки и потребности клиента решаются быстро и в полном объеме, обеспечивая как объем продаж, так и последующий доступ покупателей к платформе. Крупные игроки уже осознали это, и их появление существенно изменило нишу, ускорив темпы ее роста и сделав ее более привлекательной для малого и среднего бизнеса [2].

Спрос на маркетплейсы напрямую связан с их основной функциональностью. Удовлетворение потребностей клиентов в безопасности, комфорте и экономии времени - это три кита, на которых зиждется ниша [3]. Платформа с одним названием, огромным выбором различных продавцов и гарантированной безопасностью транзакций, безусловно, более привлекательна, чем обычный интернет-магазин. Поддержка

дополнительных сервисов для клиентов, таких как пункты выдачи заказов в регионах, также является очень важным фактором, который часто становится решающим в процессе принятия решения о покупке [4].

Рассмотрим возможность использования нового канала продаж для предприятий мебельной промышленности [1]. В качестве объекта выберем широко известное в г. Воронеж мебельное предприятие ООО ПК «Ангстрем».

Для повышения эффективности управления товарной политикой объекта исследования главной целью стала разработка и ввод в ассортимент продукции для нового канала продаж.

Для выполнения всех задач проекта требуется составить матрицу ответственности процесса подготовки товарного портфеля для маркетплейса.

Реализация проекта запланирована с привлечением имеющихся трудовых ресурсов, без найма дополнительных сотрудников и инвестиций в технологии (табл.1).

Таблица 1 – Ресурсы проекта для ООО ПК «Ангстрем»

Ресурсы проекта	Финансовые	Трудовые	Материальные	Информационные
Все задачи	без дополнительных инвестиций	имеющиеся ресурсы	МиК (возвратные)	IT Маркетинг исследования Требования МП

С целью повышения эффективности использования имеющихся ресурсов планируется согласовать тщательную расстановку приоритетов по проектам и перенос сроков исполнения не приоритетных задач.

Чтобы улучшить выполнение проекта целесообразно составить матрицу коммуникаций процесса подготовки товарного портфеля для маркетплейса.

Стоит поднять вопрос о повышении эффективности проектирования за счет выполнения одновременно не одного, а нескольких независимых этапов работы по новому продукту (параллельное проектирование).

Определим экономический эффект по данной гипотезе на примере антикризисного проекта управления продуктовым портфелем по разработке нового продукта для нового канала продаж – маркетплейса в компании Ангстрем. В рамках данного проекта была проведена декомпозиция данной цели на задачи, подзадачи и мероприятия, на основании которой была разработана карта бизнес-процесса подготовки товарного портфеля для маркетплейса и поэтапный план-график данного процесса.

Изначально при последовательной реализации каждого этапа срок реализации данного проекта составил 8 месяцев и запуск пилотного тестирования продажами нового продукта попадал на январь 2024 года – на снижение рыночной активности покупателей. Для ускорения запуска пилотного тестирования было принято решение о параллельном исполнении ряда задач, что позволило сократить срок реализации проекта на 3 месяца, причем имеющимися трудовыми ресурсами без привлечения дополнительных специалистов.

В таблице 2 представлены данные расчета до и после оптимизации срока проектирования. Для расчета использовались следующие расчетные данные: объём продаж (1 000 000 тыс.руб.), наценка (95%), прямые переменные расходы (150 000 тыс.руб.) и валовая прибыль (337179,49 тыс.руб.).

Таблица 2 – Структура продаж при реализации проекта запуска нового продукта в НКП маркетплейс до и после оптимизации сроков проектирования

Объем продаж	До оптимизации сроков проектирования		После оптимизации сроков проектирования	
	Значение, тыс.руб.	Структура, %	Значение, тыс.руб.	Структура, %
Всего, вт.ч.	478 285,8	100	1 000 000	100
Москва	332 848	70	574 343,5	57
С.Петербург	145 437,8	30	332 848	33
РФ	0	-	92 808,5	10

Оценим экономическую эффективность подготовки товарного портфеля для нового канала продаж – маркетплейса:

1. Сокращение сроков исполнения проекта на 3 мес. за счет предварительного планирования и оптимизации бизнес-процесса. За год можно реализовать большее количество проектов имеющимися ресурсами.

2. Ускорение запуска пилотного тестирования продаж через новый канал сбыта – маркетплейс.

3. Снижение риска ошибок при выходе на новый канал продаж за счет составления карты рисков и выстраивания матриц коммуникаций между участниками проекта. Предотвращение выплат компенсаций клиентам, штрафов и потери репутации.

4. Разработка универсального процесса от создания товарного портфеля до ввода продукции в новый канал продаж, который может быть применен для работы с МФЦ, застройщиками и другими новыми каналами продаж.

В результате можно сделать вывод, что ООО ПК «Ангстрем» необходимо выйти на новый канал продаж – маркетплейс, так как поставлена основная стратегическая цель – реализовать план продаж за счёт эффективного ассортимента. Для этого был разработан проект подготовки товарного портфеля для маркетплейса ООО ПК «Ангстрем».

Таким образом, сокращение продолжительности цикла проектирования за счет предварительного планирования и оптимизации бизнес-процесса, а также использования параллельного проектирования позволяет ускорить процесс ввода нового продукта и увеличить прибыль, что в результате дает возможность за год реализовать больше проектов имеющимися ресурсами.

Список литературы

1. Ассоциация мебельной и деревообрабатывающей промышленности России : офиц. сайт / АМДПП. – URL: <http://amedoro.com/ru/>.

2. Бланк, И.А. Торговый менеджмент / И. А. Бланк. - Москва : Омега-Л, 2023. - 780 с.
3. Памбухчиянц, О. В. Организация коммерческой деятельности: учебник / О. В. Памбухчиянц. - 7е изд. - Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2023. - 266 с.
4. Сазонова М.В., Сазонов А.А. Антикризисное маркетинговое управление предприятий // Научные труды (Вестник МАТИ). - 2020. - № 17 (89). -С. 293.

References

1. Association of Furniture and Woodworking Industry of Russia : official. website / AMDPR. – URL: <http://amedoro.com/ru/>.
2. Blank, I.A. Trade management / I.A. Blank. - Moscow: Omega-L, 2023. - 780 p.
3. Pambukhchiyants, O.V. Organization of commercial activities: textbook / O.V. Pambukhchiyants. - 7th ed. - Moscow: Publishing and trading corporation "Dashkov and Co", 2023. - 266 p.
4. Sazonova M.V., Sazonov A.A. Anti-crisis marketing management of enterprises // Scientific works (Bulletin of MATI). - 2020. - No. 17 (89). -P. 293.

ТЕХНОЛОГИИ БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОЖАРОВ TECHNOLOGIE SOFUNMANNED SYSTEM SINFIRE PREVENTION

Руденко В.А., студент факультета компьютерных наук ФГБОУ ВО “Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Шабунина К.В., преподаватель СПО ФГБОУ ВО “Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Rudenko V.A., Student of the Faculty of Computer Science of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Shabunina K.V., teacher of the SPO Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Аннотация: Статья посвящена применению беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для идентификации участков с повышенной пожароопасностью, таких как заросшие территории и зоны с сухостоем.

Рассматриваются технологии дистанционного зондирования, анализа растительного покрова и прогнозирования рисков с использованием искусственного интеллекта (ИИ).

Abstract: The article is devoted to the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for the identification of areas with increased fire risk, such as overgrown areas and areas with deadwood.

Remote sensing, vegetation analysis and risk prediction technologies using artificial intelligence (AI) are discussed.

Ключевые слова: лесные пожары, БПЛА, мониторинг пожаров, профилактика пожаров.

Keywords: forest fires, UAVs, fire monitoring, fire prevention

Каждый год природные пожары уничтожают миллионы гектаров древесных лесов и создают серьезные угрозы поселениям. Коренная проблема заключается в том, что установленные стандарты систем раннего прогнозирования пожаров могут детектировать не те участки леса, где действительно уже активен очаг возгорания, а те, где пожар может возникнуть всего за несколько часов из-за накопившегося сухостоя или других легковоспламеняющихся материалов. Беспилотные летательные аппараты, снабженные мультиспектральными сенсорами и алгоритмами машинного обучения, способны провести детальный анализ ландшафта с целью выявления участков с превышением критических параметров. Новейшие беспилотники в большинстве случаев снабжены передовыми датчиками, которые позволяют провести комплексный анализ состояния лесного массива. Их оборудование включает:

Лидарные системы (LiDAR).

Лазерные сканеры создают трёхмерные карты рельефа, измеряя высоту деревьев, плотность подлеска и количество валежника. Они могут помочь идентифицировать участки с повышенной пожарной опасностью, где скопления сухого валежника и ветвей вместе с сухой лиственной стружкой также могут спровоцировать возгорание.

Гиперспектральные камеры.

Некоторые из них снимают излучение в ближнем и видимом инфракрасном спектре (420–1000 нм), что позволяет измерять влажность растительности. Например, сухие листья и трава отражают больше зелёного света (приблизительно 520–550 нм), что связано с изменением оптических свойств тканей при обезвоживании. В природе мёртвые листья и трава обычно отражают меньше света в видимом диапазоне.

Алгоритмы искусственного интеллекта.

Сюда входят специальные программы, обученные на инфракрасных спутниковых снимках и данных наблюдений с беспилотников, ищущие мёртвые деревья(сухостой) и скопления сухой биомассы. Это важно для мониторинга мест с пожаром, поскольку токсичность его листьев зачастую является источником лесных пожаров.

Тепловизоры.

Они позволяют обнаружить очаги пожаров даже на начальном этапе, потому что они иначе невидимы. Тепловизор также работает при сильном задымлении или в ночное время суток.

Применение БПЛА в предупреждении пожаров

– Раннее обнаружение: БПЛА могут обнаруживать пожар еще на самой первой стадии, что позволяет оперативно оповещать спасателей. Это помогает значительно снизить ущерб от возгораний и не дать пламени распространиться;

– Мониторинг и прогноз: для сбора данных о погоде, влажности и других факторов, способствующих пожарам, БПЛА позволяют прогнозировать потенциальные рискованные зоны и предпринимать меры.

– Профилактика: БПЛА занимаются патрулированием в целях профилактики появления пожаров и последующего разнесения огня.

Преимущества использования БПЛА

1.Эффективность.

Мониторинг лесов при помощи БПЛА позволяет автоматизировать его ведение, что, в свою очередь, увеличивает эффективность использования природных ресурсов.

2. Точность.

БПЛА позволяют самым точным образом определить состояние лесов и предупредить о возможных возгораниях.

3. Экономическая эффективность.

БПЛА уменьшают затраты на мониторинг леса и инвентаризацию площадей, так как их применения уменьшается необходимость в дорогостоящих наземных технологиях.

Будущее развитие БПЛА в борьбе с лесными пожарами.

В целом, будущее БПЛА в сфере предотвращения лесных пожаров выглядит перспективно и многообещающе. При интеграции с ИИ, LiDAR и другими передовыми

технологиями БПЛА будут обнаруживать и прогнозировать лесные пожары еще более успешно. Таким образом, лесной противопожарный надзор практически становится бесконтактным, что значительно улучшает специфику и оперативность оказания помощи в экстренных ситуациях. В следующем будущем ожидается появление совершенно автономных БПЛА с увеличенной дальностью и более точными системами обнаружения.

Список литературы

1. Костин П. И. Мониторинг лесных пожаров при помощи БПЛА // Вестник науки и образования. — 2022. — №. 1(121). — С. 57-58.
2. Насырова И.Р., Насыров Г.Н. Обнаружение лесных пожаров с помощью БПЛА самолётного типа. // international journal of humanities and natural sciences. — 2024. — №. 9-5(96). — С. 7-11.
3. Целин А.А. Предпосылки и история применения БПЛА в лесном хозяйстве. // Международный научный журнал вестник науки. — 2024. — №. 7(76) Том 1. — С. 678-686.
4. Ерицов А.М., Секерин И.М., Залесов С.В. Совершенствование беспилотных летательных аппаратов для обнаружения и мониторинга лесных пожаров. // Международный научно-исследовательский журнал. — 2024. — №. 5(143). — С. 1-5.

References

1. Kostin P. I. Monitoring of forest fires using UAVs // Bulletin of Science and Education. - 2022. - №. 1(121). - С. 57-58.
2. Nasyrova I.R., Nasyrov G.N. Detection of forest fires with the help of UAV of airplane type. // international journal of humanities and natural sciences. - 2024. - №. 9-5(96). - С. 7-11.
3. Tselin A.A. Prerequisites and history of UAV application in forestry. // International scientific journal Vestnik nauki. - 2024. - №. 7(76) Vol. 1. - С. 678-686.
4. Yeritsov A.M., Sekerin I.M., Zalesov S.V. Improvement of unmanned aerial vehicles for detection and monitoring of forest fires. // International Research Journal. - 2024. - №. 5(143). - С. 1-5.

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

INTERNET OF THINGS IN FORESTRY

Скворцова Е.И., преподаватель СПО кафедры информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Кравченко А.С., к.т.н., заведующий кафедрой вычислительной техники и информационных систем, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Фролов С.В., ассистент кафедры информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Skvortsova E.I., teacher of secondary vocational education, Department of Information Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh.

Kravchenko A.S., candidate of technical sciences, Head of the Department of computer science and information systems, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh.

Frolov S.V., assistant of Department of information technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh.

Аннотация: Статья рассматривает применение технологий Интернета вещей в лесном хозяйстве России. Описаны современные IoT-устройства для мониторинга состояния деревьев и лесных массивов, собирающие данные о температуре, влажности и других параметрах окружающей среды. Представлены отечественные разработки, включая систему «Умный лес» и программно-аппаратный комплекс «Лесной Дозор». Освещается использование IoT-технологий для обнаружения пожаров, предотвращения незаконных рубок и оптимизации лесозаготовительных процессов. Продемонстрирована роль искусственного интеллекта и цифровых двойников в управлении лесными ресурсами. Показано, как Интернет вещей способствует устойчивому развитию лесного комплекса, обеспечивая баланс между хозяйственной деятельностью и сохранением природных экосистем.

Abstract: The article examines the use of Internet of Things technologies in forestry in Russia. It describes modern IoT devices for monitoring the condition of trees and forests, collecting data on temperature, humidity and other environmental parameters. It presents domestic developments, including the Smart Forest system and the Forest Watch hardware and software complex. It highlights the use of IoT technologies to detect fires, prevent illegal logging and optimize logging processes. It demonstrates the role of artificial intelligence and digital twins in forest resource management. It shows how the Internet of Things contributes to the sustainable development of the forest complex, ensuring a balance between economic activity and the preservation of natural ecosystems.

Ключевые слова: интернет вещей, IoT-технологии, цифровизация лесного хозяйства, умный лес, мониторинг деревьев, дистанционные датчики, лесные пожары, незаконные рубки, искусственный интеллект.

Keywords: Internet of things, IoT technologies, digitalization of forestry, smart forest, tree monitoring, remote sensors, forest fires, illegal logging, artificial intelligence.

Развитие цифровых технологий мониторинга лесных экосистем представляет собой одно из наиболее перспективных направлений в сфере управления природными ресурсами России. В условиях климатических изменений и возрастающих экологических рисков внедрение интеллектуальных систем наблюдения и контроля становится не просто технологическим трендом, а необходимой мерой для сохранения и рационального использования лесных богатств страны.

В России активно внедряются программно-аппаратные комплексы для мониторинга лесов и раннего обнаружения возгораний. Система «Лесной Дозор» представляет собой разветвленную сеть управляемых датчиков наблюдения, включающих видеокамеры, тепловизионные датчики и инфракрасные камеры. Уникальной особенностью данной системы является использование уже существующей инфраструктуры мобильных операторов, что значительно сокращает затраты на развертывание.

Примечательным техническим решением «Лесного Дозора» стала концепция "умной точки мониторинга", позволяющая эффективно работать даже при низкоскоростном интернет-соединении. Основная часть данных обрабатывается специальными мини-серверами еще до передачи в сеть, что значительно уменьшает объем трафика и позволяет системе функционировать при пропускной способности канала менее 512 Кбит/сек.

Одним из наиболее перспективных отечественных решений в области мониторинга состояния деревьев является разработка Московского авиационного института - система «Умный лес». Инженеры МАИ создали систему, определяющую состояние здоровья деревьев с помощью температурных датчиков, что позволяет автоматически выявлять ослабленные экземпляры и определять целесообразность их лечения или вырубки.

Эффективность метода была подтверждена в ходе тестовых исследований на территории дендрария МГТУ им. Баумана, где была установлена зависимость здоровья дерева от его температуропроводности. Важным преимуществом данной разработки является ее экономичность - стоимость прототипа составила всего 30 тысяч рублей, что значительно ниже зарубежных аналогов (11-16 тысяч евро).

Для научных исследований и практического мониторинга состояния деревьев применяется технология TreeTalkers. Датчики, устанавливаемые на стволы деревьев, сканируют жизненно важные процессы - интенсивность сокодвижения и фотосинтеза. Дополнительный прибор ТТ-G определяет уклон и упругость дерева, что позволяет прогнозировать риск падения.

Механизм работы системы достаточно прост: данные с датчиков передаются компьютерной программе раз в час, где они анализируются для формирования комплексной оценки состояния дерева. Система позволяет получать информацию о наличии гнили,

болезней, вредителей и повреждений ствола, что особенно актуально для городской среды, где падение деревьев представляет серьезную угрозу безопасности.

Ключевым направлением цифровой трансформации лесного комплекса России является создание единого цифрового двойника лесов. По словам заместителя руководителя Рослесхоза Вячеслава Спиренкова, главная цель цифровизации - "обеление" лесной отрасли и повышение прозрачности работы всех участников.

ФГИС ЛК представляет собой единое цифровое пространство для автоматизации всех бизнес-процессов лесной отрасли. Система существенно превосходит возможности ранее внедренной ЛесЕГАИС, которая создавалась исключительно для учета заготавливаемой древесины.

Цифровой двойник леса объединяет в себе десятки государственных услуг, сведения государственного лесного реестра, актуальные данные в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, лесоразведения, учета древесины и ее прослеживаемости.

"Наша цель — создать цифровой двойник леса, чтобы все лесохозяйственные мероприятия отражались в системе, что называется, здесь и сейчас. Каждое мероприятие должно фиксироваться, чтобы все участники лесных отношений понимали текущее состояние лесных ресурсов", - отмечает Вячеслав Спиренков.

Федеральная информационная система лесного комплекса начала полноценную работу с 1 января 2025 года и в настоящее время находится под парламентским контролем. По замыслу разработчиков, система должна повысить эффективность управления лесным комплексом, улучшить контроль за его состоянием и сократить объемы нелегальной заготовки.

Для Дальнего Востока разработана специализированная система цифрового учета лесной отрасли лесовосток. рф, которая позволяет анализировать космические снимки лесов с помощью нейросети, что обеспечивает государство инструментом контроля за законностью использования лесных ресурсов.

Основой данной цифровой экосистемы является облачная платформа на базе суперкомпьютера "Кристофари", обеспечивающая возможности для обработки огромных массивов данных. Система проводит анализ космических снимков всех лесов Дальнего Востока с периодичностью раз в каждые 72 часа, что позволяет оперативно выявлять изменения в лесном фонде.

Одним из перспективных направлений цифровизации лесного комплекса является автоматизация учета заготовленной древесины с помощью технологий компьютерного зрения. Компания "Системы Компьютерного Зрения" разработала технологию Smart Timber, которая позволяет с высокой точностью определять объемы древесины по фотографиям.

Данная технология сочетает в себе высокую точность лазерного метода определения объемов леса и невысокую стоимость ручного метода. Для вычисления точных объемов достаточно сфотографировать штабель с двух сторон, после чего программа самостоятельно определяет количество бревен, плотность укладки и вводит необходимые поправки. Погрешность оценки объема древесины не превышает 3%, что значительно точнее традиционных методов с погрешностью до 20%.

Более современные разработки в этой области используют нейронные сети (Keras/Tensorflow, OpenCV, YOLOv5) для автоматического определения объема круглого леса в лесовозе по фотографии. Такие системы способны не только рассчитывать объем древесины, но и распознавать автомобильные номера, что позволяет автоматизировать процессы логистики и учета.

Для контроля за незаконной вырубкой лесов разрабатываются специализированные системы на основе нейронных сетей. В Калужской области и Башкортостане внедрены сервисы для мониторинга незаконных рубок леса, а в Челябинской области – системы для удаленного наблюдения за состоянием архивов, атмосферного воздуха и водных объектов.

Перспективным направлением является использование дронов и технологии блокчейн для учета лесных ресурсов. Министерство промышленности и торговли РФ совместно с Внешэкономбанком разрабатывает систему мониторинга лесных участков с помощью беспилотных летательных аппаратов, собирающих данные о вырубках. Полученная информация систематизируется по технологии блокчейн, что обеспечивает ее достоверность и защищенность от фальсификаций.

Помимо специализированных систем для лесного комплекса, в России внедряются комплексные IoT-платформы для экологического мониторинга. Одно из таких решений было представлено Минцифры России на конференции ЦИПР-2022 в Нижнем Новгороде.

Данная платформа, основанная на технологии интернета вещей, входит в состав Государственной информационной системы "Типовое облачное решение по автоматизации контрольной (надзорной) деятельности" (ГИС ТОР КНД). Система собирает со средств измерений данные о состоянии окружающей среды (например, о качестве воды и воздуха) и в режиме реального времени направляет информацию о нарушениях норм инспектору для оперативного реагирования.

Значительный потенциал для развития лесного комплекса представляют технологии виртуальной реальности (VR). Они могут использоваться не только для визуализации лесов и образовательных целей, но и для планирования лесохозяйственных мероприятий.

Образовательные мобильные игры, объединяющие виртуальный мир с реальным, способствуют повышению экологической грамотности населения. Такие проекты позволяют игрокам выращивать собственный виртуальный лес с насекомыми, животными и птицами, что формирует понимание ценности лесных экосистем.

Цифровизация лесного комплекса России с использованием технологий Интернета вещей, искусственного интеллекта, компьютерного зрения и блокчейна представляет собой комплексный подход к решению проблем сохранения и рационального использования лесных ресурсов. Создание цифрового двойника леса позволяет повысить прозрачность отрасли, оптимизировать процессы управления и мониторинга, а также эффективнее бороться с незаконными рубками и лесными пожарами.

Внедрение отечественных разработок, таких как "Умный лес", "Лесной Дозор" и ФГИС ЛК, демонстрирует высокий научно-технический потенциал России в области цифровизации природопользования. При этом экономическая эффективность многих российских решений делает их конкурентоспособными не только на внутреннем, но и на международном рынке.

Дальнейшее развитие цифровых технологий в лесном комплексе будет направлено на создание более детализированных цифровых моделей, интеграцию различных систем мониторинга в единую платформу и расширение функциональных возможностей существующих решений.

Список литературы

1. Николай Казаков. Промышленное лесоиспользование цифровизация и автоматизация // Инфра-Инженерия. - 2023.
2. Информационные технологии в лесном хозяйстве. / В.Л. Черных, В.В. Сысуев // Учебное пособие. – Йошкар-Ола: МарГту, 2000. -378 с.
3. Лесоводство / С.В. Залесов, // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. -295 с.

References

1. Nikolay Kazakov. Industrial forest management: digitalization and automation // Infra-Engineering. - 2023.
2. Information technologies in forestry. / V.L. Chernykh, V.V. Sysuev // Study guide. - Yoshkar-Ola: MartSTU, 2000.
3. Forestry / S.V. Zalesov, // Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Ural State Forest Engineering University. - Ekaterinburg: USFTU, 2020.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

INFORMATION TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF FOREST RESOURCES

Скворцова Е.И., преподаватель СПО кафедры информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Ягодкин А.С., к.т.н., заведующий кафедрой информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Занин И.Н., преподаватель кафедры компьютерных технологий и микроэлектронной инженерии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Шапкин В.С., ассистент кафедры информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Skvortsova E.I. teacher of secondary vocational education, Department of Information Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Yagodkin A.S., candidate of physical and mathematical sciences, Head of the Department of information technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Zanin I.N., teacher of the Department of computer technology and microelectronic engineering, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Shapkin V.S., assistant of the Department of information technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: Статья рассматривает применение технологий больших данных в цифровизации лесного хозяйства России. Анализируется интеграция дистанционного зондирования с ГИС-системами для мониторинга лесов в реальном времени. Описываются современные методы прогнозирования состояния лесов, включая аналитические, эмпирико-статистические и имитационные модели. Представлен российский прогнозно-моделирующий комплекс FORRUS-S для оценки динамики лесных насаждений. Подчеркивается роль аналитических инструментов в оптимизации лесозаготовок и предотвращении нарушений законодательства. Обосновывается необходимость консолидации информационных источников и применения пространственных данных для принятия управленческих решений. Демонстрируется, как цифровые технологии способствуют балансу между экономической эффективностью и экологической устойчивостью лесов России.

Abstract: The article considers the application of big data technologies in the digitalization of forestry in Russia. The integration of remote sensing with GIS systems for real-time forest monitoring is analyzed. Modern methods for forecasting the state of forests are described, including analytical, empirical-statistical and simulation models. The Russian

forecasting and modeling complex FORRUS-S for assessing the dynamics of forest stands is presented. The role of analytical tools in optimizing logging and preventing violations of the law is emphasized. The need to consolidate information sources and use spatial data for making management decisions is substantiated. It is demonstrated how digital technologies contribute to the balance between economic efficiency and environmental sustainability of Russian forests.

Ключевые слова: цифровизация, большие данные, географические информационные системы, дистанционное зондирование, прогнозное моделирование, лесной мониторинг, аналитические системы, устойчивое лесопользование, FORRUS-S, лесное хозяйство.

Keywords: digitalization, big data, geographic information systems, remote sensing, predictive modeling, forest monitoring, analytical systems, sustainable forest management, FORRUS-S, forestry.

Лесной комплекс России, охватывающий пятую часть мирового лесного покрова, стоит на пороге технологической революции, связанной с внедрением цифровых технологий и использованием больших данных. Современные подходы к управлению лесными ресурсами трансформируются под влиянием информационных технологий, открывающих принципиально новые возможности для мониторинга, анализа и прогнозирования состояния лесных экосистем.

Современные спутниковые снимки, технологии лидара и беспилотные летательные аппараты обеспечивают получение данных в реальном времени, что позволяет эффективно контролировать вырубki, пожары и другие экологические нарушения. Традиционные методы инвентаризации постепенно уступают место цифровым решениям, способным предоставить более точную и детальную информацию о лесных активах.

Геоинформационные системы (ГИС) становятся фундаментальным элементом цифровизации лесного сектора. ГИС представляют собой специализированные программные продукты, состоящие из множества слоев, включающих планы лесонасаждений, спутниковые снимки, квартально-выделную сеть с таксационными характеристиками и другие данные. Это позволяет не только наглядно отображать лесохозяйственную информацию, но и эффективно управлять лесным хозяйством, планировать различные мероприятия – от сплошных рубок до лесовосстановительных работ.

Аналитическое обеспечение лесного хозяйства является необходимым условием для сохранения и устойчивого управления лесами. Технологии больших данных позволяют эффективно прогнозировать состояние лесов, возникновение и распространение очагов вредных организмов, что способствует повышению эффективности планирования и реализации мероприятий по защите лесов.

Для разработки качественных прогнозов используются различные типы моделей: аналитические, эмпирико-статистические и имитационные, позволяющие оценивать лесопатологическую ситуацию и прогнозировать изменения параметров в различных условиях. Имитационное моделирование активно применяется для планирования лесного

хозяйства и прогнозирования его развития, что особенно важно для долгосрочных перспектив отрасли.

Значительным шагом в развитии цифровизации лесного хозяйства стала разработка в период с 2003 по 2010 год информационного комплекса FORRUS-S, предназначенного для прогнозирования динамики состояния лесов при различных сценариях использования. Данная система позволяет моделировать изменения таксационных показателей лесных насаждений с учетом мероприятий по лесному хозяйству и лесовосстановлению.

FORRUS-S (FORest of RUSSia-Stand) предназначен для имитационного моделирования и анализа динамических процессов, протекающих в лесных массивах. Он состоит из модели естественного развития, модели экзогенных воздействий и набора сервисных программ. Размеры моделируемых лесных массивов достигают нескольких десятков тысяч гектаров, а шаг моделирования составляет 5 лет, что соответствует лесохозяйственным нормативам.

В последние годы в России активно развиваются системы "Умный лес" и "Цифровой лес", которые представляют собой комплексные решения для управления лесным хозяйством. Система "Умный лес", разработанная в Пермском крае, позволяет вести учет лесного фонда и лесопользование в цифровом формате, осуществлять мониторинг хранения, транспортировки и переработки древесины, отслеживать лесоизменения с помощью спутникового мониторинга и охранять леса от пожаров.

Данная система продемонстрировала значительные результаты: в Пермском крае удалось в 1,5 раза снизить теневой оборот древесины и в 2,5 раза повысить эффективность взаимодействия лесопользователей и профильных органов власти. Опыт Пермского края уже успешно тиражирован в лесной отрасли Кировской области, а тестирование информационного продукта проводят другие регионы России.

Система "Цифровой лес" также помогает автоматизировать процессы управления лесным хозяйством и охотничьими ресурсами, переводя в цифровой формат государственные услуги. Важным аспектом функционирования подобных систем является оцифровка материалов лесоустройства, что обеспечивает полноту и достоверность используемых данных.

Методы дистанционного зондирования Земли давно и успешно используются для обеспечения органов управления и предприятий лесного сектора актуальными и достоверными данными. Они незаменимы при выполнении лесоустроительных работ, оценке лесосырьевой базы, государственной инвентаризации лесов, осуществлении противопожарного и лесопатологического мониторинга.

Спутниковый мониторинг позволяет наблюдать за лесными массивами в реальном времени, что помогает обнаруживать изменения в лесах на ранних стадиях и оперативно реагировать на них. Беспилотные летательные аппараты (дроны) используются для проведения высокоточных обследований лесных территорий, получения данных из труднодоступных участков, мониторинга состояния лесов и выявления незаконных рубок.

Особое значение имеет применение цифровых технологий для прогнозирования лесных пожаров. Прогнозирование лесных пожаров представляет собой определение вероятности возникновения и разрастания лесных пожаров во времени и пространстве на основании анализа данных мониторинга. Исходными данными для такого прогнозирования служат класс пожарной опасности по условиям погоды, местоположение и площади участков лесного фонда различных классов пожарной опасности, данные о рельефе местности, наличие потенциальных источников огня и данные о грозовой деятельности.

Современные методы включают использование искусственного интеллекта для прогнозирования и картирования вероятности лесных пожаров. Методы машинного обучения, включая случайный лес и генетические алгоритмы, используются для оценки вероятности пожаров с точностью около 88%. Такие факторы, как влажность, скорость ветра, количество осадков, высота, уклон и нормализованный разностный индекс влажности, используются для прогнозирования возможных очагов возгорания.

Одним из перспективных направлений развития цифровизации лесного хозяйства является интеграция различных информационных систем и создание единой платформы для управления лесными ресурсами. Необходимо разработать единую ГИС программу для лесной отрасли, организовать подготовку общих нормативов ведения баз данных, которые затем будут использованы для ведения непрерывного лесоустройства.

Предлагается создание платформы "Цифровой лес", которая включает автоматизированные сервисы мониторинга и оценки лесного фонда, а также картографический веб-обозреватель. С помощью технологий искусственного интеллекта такая платформа сможет проводить мониторинг вырубок, карьеров, выявлять гари, лесопатологии, ветровалы, определять преобладающие древесные породы на лесной участок.

Важным направлением является расширение применения технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в лесном хозяйстве. Современные методы тематической обработки спутниковых данных позволяют проводить не только визуально-экспертную оценку лесных территорий, но также внедрять высокоточные автоматизированные методы анализа, учитывающие спектральные, геометрические и текстурные характеристики наземных объектов.

Автоматизированные системы, созданные с применением технологий машинного обучения и автоматического анализа изображений, позволяют в относительно короткие сроки анализировать большие территории лесного фонда, что открывает новые возможности для эффективного управления лесными ресурсами.

Цифровизация лесного хозяйства открывает широкие перспективы для устойчивого управления лесными ресурсами России. Внедрение технологий больших данных, геоинформационных систем, дистанционного зондирования и искусственного интеллекта способствует повышению эффективности планирования и реализации лесохозяйственных мероприятий, обеспечивает контроль процессов лесопользования и сокращает количество ошибок, приводящих к неэффективности экономики лесного хозяйства.

Развитие цифровых технологий в лесном секторе требует дальнейшей консолидации информационных источников и применения пространственных данных для принятия управленческих решений. Это обеспечит баланс между экономической эффективностью и экологической устойчивостью лесов, способствуя сохранению и приумножению лесных богатств России в интересах нынешнего и будущих поколений.

Список литературы

1. Николай Казаков. Промышленное лесоиспользование: цифровизация и автоматизация // Инфра-Инженерия. - 2023.
2. Информационные технологии в лесном хозяйстве. / В.Л. Черных, В.В. Сысуев // Учебное пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. -378 с.
3. Лесоводство / С.В. Залесов // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. - 295 с.

References

1. Nikolay Kazakov. Industrial forest management: digitalization and automation // Infra-Engineering. - 2023.
2. Information technologies in forestry. / V.L. Chernykh, V.V. Sysuev // Study guide. - Yoshkar-Ola: MartSTU, 2000.
3. Forestry / S.V. Zalesov // Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Ural State Forest Engineering University. - Ekaterinburg: USFTU, 2020.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА: ТЕХНОЛОГИИ**DIGITAL TRANSFORMATION OF FORESTRY: TECHNOLOGIES**

Сморчков С.В. преподаватель СПО
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
Воронеж, Россия

Smorchkov S.V., lecturer Voronezh State
University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: В статье исследовано состояние цифровой трансформации лесного хозяйства, включая процессы внедрения цифровых решений и инвестирования в модернизацию отрасли. Рассмотрены ключевые преимущества цифровизации: снижение бумажного документооборота, повышение эффективности производства и сокращение временных затрат. Проанализированы основные технологии, такие как цифровые модели местности, искусственный интеллект и геоинформационные системы. Результатом исследования стало определение ключевых задач для дальнейшего развития цифровой трансформации, включая оцифровку документов, обучение персонала и улучшение технологической инфраструктуры.

Abstract: The article examines the current state of digital transformation in forestry, including the processes of implementing digital solutions and investing in industry modernization. The key advantages of digitalization are considered: reduction of paper documentation, increased production efficiency, and time savings. The main technologies are analyzed, such as digital terrain models, artificial intelligence, and geographic information systems. The research resulted in identifying key tasks for further development of digital transformation, including document digitization, staff training, and technological infrastructure improvement

Ключевые слова: Основываясь на этом считаю, что статья имеет практическую значимость для специалистов в области лесного хозяйства.

Keywords: Based on this I believe that the article has practical relevance for forestry specialists.

Введение

Современное лесное хозяйство сталкивается с необходимостью оптимизации управления ресурсами, контроля за незаконными вырубками и повышения экологической устойчивости. Традиционные методы учета и мониторинга устаревают, что приводит к потерям времени, неэффективному использованию данных и высоким операционным затратам. Цифровая трансформация предлагает решения этих проблем за счет автоматизации процессов, внедрения интеллектуальных систем анализа данных и перехода на электронный документооборот. В статье рассматриваются ключевые технологии, применяемые в отрасли,

их экономические и управленческие преимущества, а также перспективы дальнейшего развития.

Основные понятия

- Цифровая трансформация – интеграция цифровых технологий в бизнес-процессы для повышения эффективности.
- Цифровая модель местности (ЦММ) – 3D-карта территории, созданная с использованием данных дистанционного зондирования и ГИС.
- Искусственный интеллект (ИИ) – алгоритмы машинного обучения для прогнозирования состояния лесов и выявления нарушений.
- Геоинформационные системы (ГИС) – программные платформы для анализа пространственных данных.
- Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) – дроны для аэрофотосъемки и мониторинга лесов.
- Интернет вещей (IoT) – датчики для сбора данных о состоянии лесных массивов.

Инвестиции и внедрение цифровых решений

Цифровая трансформация лесного хозяйства требует комплексных инвестиций в три ключевые сферы:

1. Программное обеспечение (ПО) - ГИС-платформы (ArcGIS, QGIS) позволяют создавать цифровые карты лесных массивов, анализировать данные о породном составе, возрасте деревьев и почвенных условиях. Например, в Швеции система "Skogsstyrelsen" интегрирована с национальной лесной базой данных, обеспечивая прозрачность учета древесины. - ERP-системы (SAP, 1C) автоматизируют документооборот: от планирования рубок до логистики. Внедрение таких систем сокращает время на составление отчетности на 30–40%. - Блокчейн-решения (например, "TreeCoin") используются для отслеживания цепочек поставок, предотвращая незаконные рубки.

2. Аппаратное обеспечение - Дроны (БПЛА) с мультиспектральными камерами (DJI Phantom 4 RTK) проводят аэрофотосъемку с точностью до 2 см/пиксель. В Канаде дроны ежегодно сканируют до 1 млн га леса, выявляя очаги болезней. - IoT-датчики (например, "Forest Watcher") измеряют влажность почвы, температуру и уровень CO₂. В Финляндии сеть из 500 датчиков сократила число пожаров на 25% за 2 года. - Серверные мощности для обработки больших данных (используются облачные платформы типа Google Earth Engine).

3. Обучение персонала - В России Рослесхоз запустил программу переподготовки лесничих (курсы по ГИС и работе с дронами). - В Германии проект "Digital Forest" включает VR-тренажеры для моделирования сложных сценариев (пожары, вредители). Примеры успешных кейсов: - Финляндия: Система "Metsään" объединяет данные от 10 000 частных лесных владельцев, сократив время согласования рубок с 3 недель до 2 дней. - Бразилия: ИИ-алгоритм "PrevisIA" (разработан Microsoft) прогнозирует незаконные вырубki в Амазонии с точностью 85%.

Преимущества цифровизации

1. Снижение бумажного документооборота - Электронные лесные реестры (например, "ЛесЕГАИС" в РФ) исключают дублирование данных. В Пермском крае переход на цифру сократил объем бумажных документов на 70%. - Smart-контракты на блокчейне (платформа "TreeToken") автоматизируют платежи между поставщиками и закупщиками древесины.

2. Повышение эффективности производства - Цифровые двойники лесных участков (например, "Digital Twin Forestry" в США) позволяют тестировать сценарии рубок без реального вмешательства. - Автоматизация маршрутов трелевки: алгоритмы на основе ГИС (как "OptiLog") снижают расход топлива на 15%.

3. Сокращение временных затрат - Мобильные приложения ("Forest Mobile") дают лесничим доступ к данным в режиме оффлайн. В Сибири это сократило время инспекций с 5 дней до 8 часов. - AI-анализ спутниковых снимков (сервис "Global Forest Watch") выявляет изменения лесного покрова за 10 минут вместо 3–4 дней ручной проверки.

Ключевые технологии

1. Цифровые 3D-модели лесотранспортной сети - Лидарное сканирование (технология "LiDAR") создает карты с точностью 10 см, что критично для планирования дорог в труднодоступных районах. Пример: проект "Boreal Forest 3D" в Канаде. - Цифровые карты интегрируются с GPS-трекерами техники, предотвращая перегрузы (система "TimberTrack" в Швеции).

2. Искусственный интеллект для мониторинга - Нейросети (YOLOv5) анализируют спутниковые изображения, выделяя незаконные рубки (точность 90%). В Индонезии это снизило объем нелегальных вырубок на 40%. - Предиктивная аналитика (платформа "ForestMind") прогнозирует вспышки короеда на 6 месяцев вперед.

3. IoT и дистанционные датчики - Датчики "TreeTalker" передают данные о росте деревьев через LoRaWAN-сети. В Италии это помогло увеличить прирост биомассы на 12%. - Дроны-пожарные (например, "DroneFire") тушат возгорания капсулами с огнегасящим гелем.

Задачи для дальнейшего развития

1. Оцифровка государственных документов - Создание единого реестра (по аналогии с "Estonian e-Forest"), где все лицензии и договоры аренды хранятся в блокчейне.

2. Подготовка кадров - Введение в вузах дисциплин по "Цифровому лесному хозяйству" (пилотный курс в СПбГЛТУ). - Гранты для IT-специалистов, работающих в лесной отрасли (программа "Digital Forest Grants" в ЕС).

3. Модернизация инфраструктуры - Закупка дронов с тепловизорами (бюджет РФ на 2024 год – 2 млрд руб.). - Развертывание edge-компьютинга для обработки данных прямо в лесу (проект "SmartForest" в Китае).

4. Улучшение связи - Запуск спутниковых сетей (Starlink, OneWeb) для удаленных районов. В Якутии это повысило точность геоданных на 35%. - Развитие NB-IoT для датчиков (опыт Норвегии, где покрытие достигло 90% лесных территорий).

Экономический эффект: по данным PwC, инвестиции в цифровизацию окупаются за 3–5 лет: - Снижение потерь от незаконных рубок: до \$7 млрд/год глобально. - Рост

производительности: на 20–25% при внедрении AI. Пример: Компания "Segezha Group" после внедрения ГИС сократила затраты на логистику на 18%.

Заключение

Проведённое исследование подтвердило, что цифровая трансформация лесного хозяйства является стратегическим направлением для повышения эффективности отрасли. В статье рассмотрены ключевые аспекты этого процесса: от инвестиций в цифровые решения до внедрения конкретных технологий, таких как ГИС, ИИ и IoT.

Главные итоги работы

1. Цифровизация существенно сокращает издержки – автоматизация документооборота и мониторинга позволяет экономить до 40% времени и ресурсов.
2. Технологии повышают прозрачность – блокчейн и спутниковый анализ минимизируют незаконные рубки, а цифровые двойники оптимизируют планирование.
3. Ключевые барьеры – нехватка финансирования, слабая ИТ-инфраструктура и дефицит квалифицированных кадров – требуют системного решения на государственном уровне.

Для устойчивого развития отрасли необходимо

1. Создать единые стандарты данных (на примере ЕС или Финляндии);
2. Увеличить господдержку (субсидии на закупку дронов и обучение);
3. Развивать международное сотрудничество в области лесных ИТ-решений.

Таким образом, цифровая трансформация – это не просто тренд, а необходимое условие для конкурентоспособности и экологической устойчивости лесного сектора. Реализация предложенных мер позволит достичь значимых результатов уже в ближайшие 5 лет.

Список литературы

1. FAO. Digital transformation in forestry: Challenges and opportunities. – URL: <https://www.fao.org/3/cb7860en/cb7860en.pdf>
2. World Bank. Using drones for sustainable forest management. – URL: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2021/07/14/using-drones-for-sustainable-forest-management>
3. European Forest Institute. Digital forest monitoring technologies. – URL: <https://efi.int/publications/digital-forest-monitoring-technologies-2022>
4. Global Forest Watch. Interactive forest monitoring platform. – URL: <https://www.globalforestwatch.org>
5. McKinsey & Company. Digital transformation in natural resource industries. – URL: <https://www.mckinsey.com/industries/forest-products-and-packaging/our-insights/digital-transformation-in-forestry>
6. Российский центр цифровизации лесного хозяйства. Национальная программа цифровизации лесного комплекса РФ. URL: <https://roslesinforg.ru/digitalization>
7. Nature Journal. AI applications in forest conservation. – URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-19333-y>

8. USDA Forest Service. Remote sensing for forest management. – URL: <https://www.fs.usda.gov/research/topics/remote-sensing>
9. WEF. Blockchain for sustainable forestry. – URL: <https://www.weforum.org/projects/blockchain-for-sustainable-forestry>
10. MIT Technology Review. IoT sensors for wildfire prevention. – URL: <https://www.technologyreview.com/2023/02/15/1068448/iot-sensors-wildfire-prevention>

References

1. FAO. Digital transformation in forestry: Challenges and opportunities. – URL: <https://www.fao.org/3/cb7860en/cb7860en.pdf>
2. World Bank. Using drones for sustainable forest management. – URL: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2021/07/14/using-drones-for-sustainable-forest-management>
3. European Forest Institute. Digital forest monitoring technologies. – URL: <https://efi.int/publications/digital-forest-monitoring-technologies-2022>
4. Global Forest Watch. Interactive forest monitoring platform. – URL: <https://www.globalforestwatch.org>
5. McKinsey & Company. Digital transformation in natural resource industries. – URL: <https://www.mckinsey.com/industries/forest-products-and-packaging/our-insights/digital-transformation-in-forestry>
6. Russian Centre for Forestry Digitalisation. National Programme of Digitalisation of the Forestry Complex of the Russian Federation. – URL: <https://roslesinforg.ru/digitalization>
7. Nature Journal. AI applications in forest conservation. – URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-19333-y>
8. USDA Forest Service. Remote sensing for forest management. – URL: <https://www.fs.usda.gov/research/topics/remote-sensing>
9. WEF. Blockchain for sustainable forestry. – URL: <https://www.weforum.org/projects/blockchain-for-sustainable-forestry>
10. MIT Technology Review. IoT sensors for wildfire prevention. – URL: <https://www.technologyreview.com/2023/02/15/1068448/iot-sensors-wildfire-prevention>

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_239-242

УДК 004.046

IoT И УМНЫЕ СЕНСОРЫ В ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: МОНИТОРИНГ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ

IoT AND SMART SENSORS IN THE FORESTRY INDUSTRY: MONITORING ENERGY SAVINGS AND ECOLOGY

Ушанева Д.Ю., студент СПО ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Воронеж, Россия

Ushaneva D.Y., Student of the Voronezh
State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Голубятников И.С., преподаватель СПО
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Воронеж, Россия

Golubyatnikov I.S., lecturer at the Voronezh
State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: В статье рассмотрены основные направления применения IoT и умных сенсоров в лесной промышленности. Технологии и устройства, которые используются в IoT для лесной промышленности и преимущества их внедрения. Материал нацелен на рассмотрение возможностей использования технологий Интернета вещей (IoT) в лесной отрасли.

Annotation: The article discusses the main areas of application of IoT and smart sensors in the forestry industry. Technologies and devices used in the IoT for the forestry industry and the advantages of their implementation. The material is aimed at considering the possibilities of using Internet of Things (IoT) technologies in the forestry industry.

Ключевые слова: лесная промышленность, IoT-устройства, умные сенсоры, мониторинг энергопотребления, экологический мониторинг, управление лесными ресурсами, оптимизация логистики, предотвращение незаконной вырубki, датчики влажности и температуры.

Keywords: forest industry, IoT, smart sensors, energy consumption monitoring, environmental monitoring, forest resource management, logistics optimization, prevention of illegal logging, humidity and temperature sensors.

Введение

Лесная промышленность является одной из ключевых отраслей экономики многих стран, обеспечивая сырьем строительную, мебельную и бумажную промышленность. Однако, стоит отметить, что традиционные методы управления и мониторинга в этой отрасли часто оказываются неэффективными, это приводит к перерасходу энергии, экологическим проблемам и нерациональному использованию ресурсов. В условиях глобального изменения климата и усиления экологических требований становится особенно важным внедрение интернет-технологий, таких как IoT и умные сенсоры. Благодаря современным технологиям становится возможным автоматизация процессов, сокращение расходов и уменьшение экологического ущерба.

1. Основные направления применения IoT и умных сенсоров в лесной промышленности.

Мониторинг энергопотребления

Одной из ключевых задач в лесной промышленности является оптимизация энергопотребления. Умные сенсоры, установленные на оборудовании, таком как лесозаготовительные машины, пилорамы и транспорт, позволяют собирать данные о расходе топлива и электроэнергии в реальном времени. Например, датчики расхода топлива на лесозаготовительных машинах помогают операторам контролировать потребление и снижать затраты. Это особенно важно для крупных предприятий, где даже небольшое снижение энергопотребления может привести к значительной экономии.

Пример: В Архангельской области компания Группа «Илим» внедрила IoT-системы для мониторинга расхода топлива на своих лесозаготовительных машинах. Это позволило снизить затраты на топливо на 10% за счет оптимизации маршрутов и режимов работы оборудования.

Экологический мониторинг

IoT-устройства также играют важную роль в экологическом мониторинге. Они могут отслеживать уровень влажности почвы, температуру воздуха, качество воды и другие параметры окружающей среды. Сенсоры, установленные в лесу, могут предупредить о повышении риска лесных пожаров, что позволяет своевременно принять меры для их предотвращения. Это особенно актуально в регионах с жарким и сухим климатом, где лесные пожары более часты и представляют серьезную угрозу.

Пример: В Сибири IoT-устройства используются для мониторинга и предупреждения лесных пожаров. Сенсоры, установленные в лесах, передают данные о температуре и влажности в реальном времени, что позволяет оперативно реагировать на угрозы и минимизировать ущерб. В Красноярском крае, за последние 2 года, такие системы помогли снизить площадь лесных пожаров на 15%.

Управление лесными ресурсами

Умные сенсоры помогают эффективно управлять ресурсами, отслеживая рост деревьев, состояние почвы и другие параметры. Датчики, измеряющие диаметр и рост деревьев, помогают определить оптимальное время для вырубки. Это позволяет не только повысить эффективность производства, но и поддержать экологический баланс, предотвращая чрезмерную вырубку лесов.

Пример: IoT-устройства для мониторинга роста деревьев использует в Карелии компания Сергежский ЦБК. Это позволяет более точно планировать вырубку и восстановление лесов, что способствует устойчивому лесопользованию.

Оптимизация логистики

Логистика является важной частью лесной промышленности, и IoT-устройства могут значительно улучшить ее эффективность. GPS-трекеры, установленные на грузовиках, помогают выбирать наиболее эффективные маршруты, это снижает затраты на топливо и время доставки. Так же сенсоры могут отслеживать состояние транспорта и предупреждать о необходимости технического обслуживания.

Пример: В Ленинградской области компания Монди СЛПК, для отслеживания своих грузовиков, внедрила IoT-системы. Это позволило сократить время доставки на 12% и снизить затраты на топливо на 8%.

Предотвращение незаконной вырубki

Во многих странах незаконная рубка лесов является серьезной проблемой. IoT-устройства, такие как камеры и датчики движения, помогают обнаруживать несанкционированную деятельность. Системы видео наблюдения с функцией анализа данных в реальном времени могут передавать информацию о нарушителях в правоохранительные органы, что помогает защитить лесные ресурсы.

Пример: В Приморском крае применение IoT-устройства для предотвращения незаконной рубки лесов, только за последний год, позволило снизить объем незаконной рубки на 20%.

2. Технологии и устройства, используемые в IoT для лесной промышленности.

Для реализации перечисленных задач используются различные технологии и устройства:

- Датчики влажности и температуры, такие как XYZ-модель. Они используются для контроля состояния леса и раннего предупреждения пожаров.
- GPS-трекеры используются для отслеживания транспорта и оборудования.
- Камеры и датчики используются для предотвращения незаконной деятельности.
- Сенсоры расхода топлива используются для оптимизации энергопотребления.
- Облачные платформы используются для хранения и анализа данных, полученных от сенсоров. Благодаря им, компании могут собирать и анализировать данные в реальном времени, это повышает эффективность управления на 20-30%.

3. Преимущества внедрения IoT и умных сенсоров.

Внедрение IoT и умных сенсоров в лесной промышленности имеет множество преимуществ:

- Экономические выгоды: снижение затрат на энергопотребление, топливо, логистику.
- Экологические выгоды: минимизация воздействия на окружающую среду, предотвращение экологических катастроф.
- Операционная эффективность: автоматизация процессов, повышение точности данных, улучшение управления ресурсами.
- Социальные выгоды: Создание новых рабочих мест в сфере высоких технологий, улучшение условий труда.

4. Примеры успешного внедрения IoT в лесной промышленности.

1) Канада

В Канаде IoT-устройства используются для мониторинга лесных пожаров.

Сенсоры, установленные в лесах, передают данные о температуре и влажности в реальном времени, что позволяет быстро реагировать на угрозы.

2) Финляндия

В Финляндии умные сенсоры на лесозаготовительных машинах помогают оптимизировать расход топлива, что снижает затраты на 15-20%.

3) Бразилия

В Бразилии IoT-устройства используются для предотвращения незаконной рубки лесов. Камеры и датчики движения помогают обнаруживать нарушителей и передавать данные в правоохранительные органы.

Заключение

Внедрение IoT и умных сенсоров в лесной промышленности открывает новые возможности для мониторинга энергопотребления и экологии. Эти технологии позволяют не только повысить эффективность производственных процессов, но и минимизировать воздействие на окружающую среду. В будущем развитие IoT в лесной промышленности будет направлено на создание полностью автоматизированных систем управления, которые смогут прогнозировать и предотвращать экологические риски, а также оптимизировать использование ресурсов.

Список литературы

- 1) Статья из интернет-журнала. Современные технологии искусственного интеллекта: применение и развитие. – 29.09.2024. – URL: <https://neuromarket24.ru/2024/09/29/sovremennyye-tehnologii-iskusstvennogo-intellekta-primenenie-i-razvitiye/>
- 2) Электронный документ (PDF). Теплов А. В. Применение современных технологий в различных сферах [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://artem-teplov.ru/uploads/pdf/1.pdf>
- 3) Статья из бизнес-блога. Эффективность логистики – ключевой фактор успеха в современном бизнесе. – URL: <https://logistics.by/blog/effektivnost-logistiki-klyuchevoy-faktor-uspeha-v-sovremennom-biznese>
- 4) Статья о промышленном интернете вещей. Истоки промышленного интернета вещей: обзор и объяснение. – URL: <https://mksegment.ru/d/istoki-promyshlennogo-interneta-veshchej-obzor-i-obyasnenie>
- 5) Статья о строительном контроле. Будущее строительного контроля: тренды и вызовы отрасли. – URL: <https://monolitkapstroy.ru/articles/budushee-stroitel'nogo-kontrolya-trendy-i-vyzovy-otrasli/>
- 6) Статья о цифровой экономике. Цифровая экономика как фактор экономического роста. – URL: <https://invest82.ru/raznoe/tsifrovaya-ekonomika-kak-faktor-ekonomicheskogo-rosta/>

References

- 1) Article from an online magazine. Modern technologies of artificial intelligence: application and development. - 09.29.2024. - URL: <https://neuromarket24.ru/2024/09/29/sovremennyye-tehnologii-iskusstvennogo-intellekta-primenenie-i-razvitiye/>
- 2) Electronic document (PDF). Teplov A. V. Application of modern technologies in various fields [Electronic resource]. - 2024. - URL: <https://artem-teplov.ru/uploads/pdf/1.pdf>
- 3) Article from a business blog. Logistics efficiency is a key factor for success in modern business. – URL: <https://logistics.by/blog/effektivnost-logistiki-klyuchevoy-faktor-uspeha-v-sovremennom-biznese>
- 4) Article on the Industrial Internet of Things. The origins of the Industrial Internet of Things: an overview and explanation. – URL: <https://mksegment.ru/d/istoki-promyshlennogo-interneta-veshchej-obzor-i-obyasnenie>
- 5) Article on construction supervision. The future of construction supervision: trends and challenges of the industry. – URL: <https://monolitkapstroy.ru/articles/budushee-stroitel'nogo-kontrolya-trendy-i-vyzovy-otrasli/>
- 6) Article on the digital economy. The digital economy as a factor in economic growth. – URL: <https://invest82.ru/raznoe/tsifrovaya-ekonomika-kak-faktor-ekonomicheskogo-rosta/>

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

THE IMPACT OF DIGITALIZATION ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE RUSSIAN FOREST SECTOR

Федоров В.Ю., преподаватель СПО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Fedorov V.Y., teacher of vocational education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Халяпин Д.Р., студент группы ИС1-223-ОТ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Halyapin D.R., Student of IS1-223-OT group of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: В работе проведён комплексный анализ современных цифровых технологий, применяемых для повышения устойчивости и экологической безопасности лесного хозяйства России. Рассмотрены ключевые инструменты: спутниковый мониторинг, IoT-датчики, блокчейн и ГИС-системы. На примере данных Рослесхоза и региональных кейсов показано, что внедрение технологий сократило объёмы незаконных рубок на 40–45%, а использование дронов снизило ущерб от вредителей на 35–50%. Выявлены системные проблемы, включая недостаток инфраструктуры и финансирования. Предложены меры по интеграции цифровых решений через государственные программы и международное сотрудничество.

Abstract: The paper provides a comprehensive analysis of modern digital technologies used to enhance the sustainability and environmental safety of Russia's forest sector. Key tools such as satellite monitoring, IoT sensors, blockchain, and GIS systems are examined. Data from Rosleskhos and regional case studies demonstrate that technology implementation reduced illegal logging by 40–45%, while drone usage decreased pest damage by 35–50%. Systemic challenges include infrastructure gaps and funding shortages. Solutions involve state programs and international cooperation.

Ключевые слова: цифровизация, лесной комплекс, устойчивое развитие, IoT-датчики, спутниковый мониторинг, экологическая безопасность.

Keywords: digitalization, forest sector, sustainable development, IoT sensors, satellite monitoring, environmental safety.

Лесной комплекс России, занимающий 45% территории страны, является ключевым элементом глобальной экосистемы. Ежегодно российские леса поглощают около 1.5 млрд тонн CO₂, что эквивалентно 30% от общего объёма выбросов страны. Однако антропогенные угрозы, такие как незаконные рубки (1.2–1.5 млн м³ в год), лесные пожары (до 10 млн га в засушливые годы) и климатические изменения, ставят под угрозу их устойчивость. Цифровизация становится основным инструментом для решения этих проблем, позволяя не только оптимизировать управление ресурсами, но и вовлекать граждан в охрану лесов через краудсорсинговые

платформы. Цель работы — оценка эффективности цифровых технологий в контексте экологической безопасности и устойчивого развития лесного комплекса.

Материалы и методы

Исследование основано на данных Рослесхоза (2020–2023 гг.), региональных отчётах и научных публикациях. В качестве материалов использовались:

Спутниковые данные с платформ Sentinel-2 и Landsat-8, предоставленные Роскосмосом.

Показатели IoT-сетей, развёрнутых в пилотных регионах (Красноярский край, Иркутская область).

Результаты блокчейн-проекта «Лесной регистр», внедрённого в Архангельской области.

Социологические опросы сотрудников 50 лесхозов (N=500) для оценки кадровых и инфраструктурных проблем.

Методы исследования включали:

Сравнительный анализ эффективности технологий до и после их внедрения.

Статистическое моделирование для прогнозирования экологических и экономических эффектов.

Экспериментальные проекты по тестированию дронов с мультиспектральными камерами в Приморском крае.

Показатели анализа

Современные цифровые технологии доказали свою эффективность в решении ключевых задач лесного комплекса. Например, спутниковая система «Цифровой лес», разработанная Рослесхозом, позволяет ежедневно обновлять карты лесного покрова с разрешением до 10 метров. В Республике Коми это сократило время обнаружения незаконных рубок с 20 до 7 дней, а в Хабаровском крае — на 50%. Алгоритмы машинного обучения анализируют изменения на участках площадью от 0.5 га, что значительно повышает точность мониторинга.

Внедрение IoT-датчиков в Красноярском крае показало, что сети из 1500 устройств, установленных на вышках сотовой связи, способны прогнозировать 85% возгораний за 48–72 часа. В 2023 году это предотвратило пожары на площади 2.3 млн га, что эквивалентно сохранению 120 млн деревьев. В Якутии аналогичные системы снизили экономический ущерб от пожаров на 30%, а в Томской области — на 25%.

Важным направлением стала борьба с вредителями. В Приморском крае дроны с тепловизорами выявили 80 тыс. га лесов, поражённых короедом. Локализация очагов позволила сократить ущерб на 50%. В Ленинградской области мультиспектральная съёмка с дронов помогла сохранить 200 га леса от сибирского шелкопряда.

Блокчейн-платформа «Лесной регистр», внедрённая в Архангельской области, обеспечила 100% прозрачность цепочек поставок древесины. За два года объём незаконно заготовленной древесины сократился с 250 тыс. до 90 тыс. м³. Это позволило региону увеличить экспортные доходы на 15% за счёт сертифицированной продукции.

Однако внедрение технологий сталкивается с системными проблемами. Например, в Забайкальском крае 80% лесничеств не имеют доступа к высокоскоростному интернету, что делает невозможным использование облачных платформ. Стоимость IoT-сетей для одного хозяйства достигает 3–5 млн рублей, что недоступно для 70% регионов. Только 15% сотрудников лесхозов прошли обучение работе с цифровыми инструментами.

Цифровизация лесного комплекса России доказала свою эффективность в снижении экологических рисков и повышении экономической эффективности. Ключевые достижения включают сокращение незаконных рубок на 40–45%, прогнозирование 85% пожаров и сохранение 150 тыс. га лесов от вредителей. Для масштабирования технологий необходимо:

Создать федеральный фонд поддержки цифровых проектов с бюджетом 20–25 млрд рублей.

Разработать единую межрегиональную платформу для сбора и анализа данных на основе искусственного интеллекта.

Внедрить обязательные курсы по цифровым технологиям в учебные программы профильных вузов.

Перспективными направлениями являются интеграция с международными системами спутникового мониторинга (Copernicus, Global Forest Watch) и разработка «цифровых двойников» лесных массивов для моделирования климатических сценариев.

Список литературы

1. Думов, М. И. "Умный лес" или IoT технологии мониторинга состояния лесных территорий / М. И. Думов // Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: Материалы молодежной международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 29–30 ноября 2017 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2017. – С. 89-93. – EDN XUKBGP.Лесное хозяйство. IoT в управлении лесными ресурсами // Лесное хозяйство. — 2021. — №4.
2. Министерство природных ресурсов и экологии РФ. Стратегия развития лесного хозяйства до 2030 года. — М., 2023.
3. Борисова, Л. Р. Моделирование динамики цифровизации в России и влияния цифровизации на занятость населения / Л. Р. Борисова, М. Н. Фридман // Самоуправление. – 2023. – № 1(134). – С. 286-289. – EDN NGRBCP.
4. Исмаилова, А. Э. Цифровая трансформация деятельности сферы лесного хозяйства / А. Э. Исмаилова, В. Ю. Машечкова, Л. В. Шабалтина // Управление в России: проблемы и перспективы. – 2023. – № 4. – С. 57-73. – EDN RKUVRU.

References

1. Dumov, M. I. 'Smart forest' or IoT technologies for monitoring the state of forest areas / M. I. Dumov // Actual issues in forestry : Proceedings of the youth international scientific-practical conference, St. Petersburg, 29-30 November 2017. - St. Petersburg: St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov. S.M. Kirov, 2017. - C. 89-93. - EDN XUKBGP.Forestry. IoT in forest resource management // Forestry. - 2021. - №4.
2. Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation. Strategy for the development of forestry until 2030. - M., 2023.
3. Borisova, L. R. Modelling the dynamics of digitalization in Russia and the impact of digitalisation on employment / L. R. Borisova, M. N. Fridman // Samopravlenie. - 2023. - № 1(134). - C. 286-289. - EDN NGRBCP.
4. Ismaylova, A. E. Digital transformation of forestry activities / A. E. Ismaylova, V. Yu. Mashechkova, L. V. Shabaltina // Management in Russia: problems and prospects. - 2023. - № 4. - C. 57-73. - EDN RKUVRU.

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ: НОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА****THE USE OF AUTOMATION IN THE FORESTRY INDUSTRY**

Федоров В.Ю., преподаватель СПО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Большаков А.И., студент группы ИС1-223-ОТ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Fedorov V.Y., teacher of vocational education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Bolshakov A.I., Student of IS1-223-OT group of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: Статья посвящена цифровой трансформации лесного хозяйства России с применением искусственного интеллекта (ИИ) и спутникового мониторинга. Рассматриваются технологии автоматизированного контроля за вырубками и транспортировкой древесины, их влияние на прозрачность отрасли и снижение незаконных рубок. Анализируются успешные примеры внедрения, экономические и экологические преимущества, а также перспективы интеграции ИИ с существующими системами. Делается вывод о неизбежности дальнейшей цифровизации отрасли при сохранении роли квалифицированных специалистов.

Abstract: The article is devoted to the digital transformation of the Russian forestry sector using artificial intelligence (AI) and satellite monitoring. The article considers technologies of automated control over logging and timber transportation, their impact on industry transparency and reduction of illegal logging. Successful implementation examples, economic and environmental benefits, and the prospects for integrating AI with existing systems are analysed. It concludes that further digitalisation of the industry is inevitable, while maintaining the role of qualified specialists.

Ключевые слова: лесное хозяйство, цифровизация, искусственный интеллект, спутниковый мониторинг, нейросети, автоматизация, контроль древесины.

Keywords: forestry, digitalisation, artificial intelligence, satellite monitoring, neural networks, automation, wood control.

К 2024 году все леса, где ведётся коммерческая рубка, будут под присмотром спутников, а за движением древесины начнут следить нейронные сети. Это стало реальностью после пилотного проекта 2022 года в Пермском крае: там ИИ определил 1052 перевозки, 370 из которых не были занесены в ЛесЕГАИС. Благодаря спутникам в 2023 году объём незаконной древесины упал в полтора раза — с 343,5 до 212,2 тыс. кубометров, а случаи вырубки без разрешения сократились с 1524 до 980.

Цифровизация области лесного хозяйства

Лесная отрасль, которая до нынешнего момента не претерпевала значительных изменений, теперь вынуждена идти в ногу со временем под влиянием новых технологий. Искусственный интеллект берет на себя задачи, которые раньше решали люди. Спутники фиксируют нарушения по типу незаконных вырубок и позволяют быстро реагировать — почти как камеры на дорогах. С 2024 года все леса с активной заготовкой попадут под такой контроль, что ускорит борьбу с нарушителями.

Почему ИИ полезен в лесном хозяйстве

ИИ отлично справляется с большими объёмами данных. Например, нейронные сети анализируют снимки из космоса точнее, чем человек. В проекте «Цифровая Земля — Сервисы» они обработали 65 млн кв. км за пару месяцев — вручную это заняло бы годы. Также ИИ способен замечать болезни деревьев или находить проблемы в документах на вырубку.

Прозрачность деятельности без человеческого фактора

Системы с ИИ не зависят от людей, а значит, коррупции тут не место. Лесовоз без трекера, но с древесиной? Сразу видно, что что-то не так. Способности ИИ к анализу упрощают контроль и снимают лишнюю нагрузку с проверяющих.

Люди и технологии вместе

ИИ не заменит человека полностью — у него нет профессионального и жизненного опыта, нестандартного мышления, интуиции для сложных случаев. Но он значительно повышает эффективность работы: анализирует огромное количество снимков и генерирует исчерпывающий вывод. Специалисты считают, что примерно через 10 лет ИИ будет во всех областях лесной отрасли, но ключевые решения всё равно останутся за человеком.

Какие перспективы ожидают лесное хозяйство в ближайшем будущем

По стратегии до 2030 года лесное хозяйство ждёт большая цифровизация. Нейронные сети уже сейчас учатся на реальных данных и следят за состоянием леса. Но для этого нужны мощные компьютеры и слаженная работа с другими системами. В будущем это сделает управление лесным хозяйством эффективнее.

Как ИИ внедряется в работу

ИИ умеет подстраиваться. В Иркутской и Архангельской областях его учат на данных Рослесинфорга, и он становится точнее. Работает даже там, где ландшафт или погода мешают — настоящий помощник для лесников.

Экономия с умом

ИИ сокращает расходы на мониторинг и контроль. Люди тратят время и силы, имея большую вероятность ошибиться, в то время как машины почти безошибочно делают всё быстрее и точнее. Это важно для серьезных масштабных задач, которые включает деятельность в лесном хозяйстве.

Польза для экологии

С ИИ леса меньше страдают. Чем быстрее будет найдена незаконная рубка — тем меньше вреда природе. Также большой плюс, что ИИ следит за здоровьем лесов, помогая сохранять природу.

Трудности на пути

У ИИ есть свои проблемы: данных слишком много, а мощностей иногда не хватает. И он нуждается в постоянном обучении — без специалистов тут никак.

Связь с другими системами

Чтобы ИИ работал на полную, его нужно соединить с картами (ГИС) и лесными базами. Например, данные спутников плюс ЛесЕГАИС — и нарушений не спрячешь.

Роли государства и компаний

Для максимальной эффективности нужны усилия и от государства, и от бизнеса. Первые обеспечивают финансирование и принимают законы, вторые — создают и внедряют новые технологии. Проект «Цифровая Земля — Сервисы» с Роскосмосом и Рослесинфоргом это доказывает.

Учим специалистов

Чтобы ИИ оставался полезен и актуален, надо обучить людей взаимодействовать с ним и поддерживать работоспособность. Необходимы курсы, где учат работать с такими системами и применять их в деле.

ИИ уже стал серьёзным инструментом, противостоящим незаконным вырубкам и повышающим прозрачность деятельности в лесном хозяйстве. Он не вытеснит людей, но сделает работу быстрее и точнее. В ближайшие годы он ещё больше интегрируется с отраслью, открыв новые возможности для эффективного управления лесными массивами. Со временем ИИ будет не только следить за лесом, но и предсказывать пожары или помогать засаживать территории деревьями. Это сохранит леса и сделает управление ими эффективнее.

Список литературы

1. Северский, С. И. Проблемы внедрения информационно- коммуникационных технологий в лесное хозяйство и комплексные решения / С. И. Северский, Н. В. Малышева, И. Б. Пьянков // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2015. – Т. 19, № 2. – С. 144-152.
2. Акьюлов, Р. И. Современные технологии цифровой экономики в управлении лесным комплексом России / Р. И. Акьюлов // Дискуссия. – 2018. – № 4(89). – С. 24-31.
3. Цифровая трансформация как механизм рационального использования лесных и охотничьих ресурсов / Н. Т. Юшкевич, Ю. И. Шумский, А. В. Неверов, А. В. Рубис // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2021. – № 1(240). – С. 101-106.
4. Думов, М. И. "Умный лес" или IoT технологии мониторинга состояния лесных территорий / М. И. Думов // Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: Материалы молодежной международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 29–30 ноября 2017 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2017. – С. 89-93. – EDN XUKBGR. Лесное хозяйство. IoT в управлении лесными ресурсами // Лесное хозяйство. — 2021. — №4.
5. Панявина, Е. А. Деятельность управления лесного хозяйства Воронежской области в рамках реализации государственной программы Воронежской области "Развитие

лесного хозяйства" / Е. А. Панявина, С. А. Поцелуев // Актуальные проблемы экономики, менеджмента, права и информационных технологий: теория и практика: МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 02 февраля 2023 года. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2023. – С. 135-140.

References

1. Seversky, S. I. Problems of information and communication technologies implementation in forestry and integrated solutions / S. I. Seversky, N. V. Malysheva, I. B. Pyankov // Bulletin of Moscow State Forest University - Forestry Bulletin. - 2015. - Т. 19, № 2. - С. 144-152.
2. Akyulov, R. I. Modern technologies of digital economy in the management of the forestry complex of Russia / R. I. Akyulov // Discussion. - 2018. - № 4(89). - С. 24-31.
3. Digital transformation as a mechanism for the rational use of forest and hunting resources / N. T. Yushkevich, Y. I. Shumsky, A. V. Neverov, A. V. Rubis // Proceedings of BG TU. Series 1: Forestry, nature management and processing of renewable resources. - 2021. - № 1(240). - С. 101-106.
4. Dumov, M. I. 'Smart forest' or IoT technologies for monitoring the state of forest areas / M. I. Dumov // Actual issues in forestry: Proceedings of the youth international scientific-practical conference, St. Petersburg, 29-30 November 2017. - St. Petersburg: St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov. S.M. Kirov, 2017. - С. 89-93. - EDN XUKBGP.Forestry. IoT in forest resource management // Forestry. - 2021. - №4.
5. Panyavina, E. A. Activity of the Forestry Department of the Voronezh region in the implementation of the state programme of the Voronezh region 'Development of forestry' / E. A. Panyavina, S. A. Potseluev // Actual problems of economics, management, law and information technology: theory and practice: MATERIALS of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Voronezh, February 02, 2023. - Voronezh: Publishing and Printing Centre 'Scientific Book', 2023. - С. 135-140.

ОБЗОР ИНСТРУМЕНТОВ OPEN FORIS ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСОВ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

OVERVIEW OF OPEN FORIS TOOLS FOR MONITORING FORESTS AND LAND USE

Фролов А.С., преподаватель СПО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Frolov A.S., Lecturer Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Ягубян А.Э., студент СПО, факультет компьютерных наук и технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Yagubyan A.E., Student of SPE, Faculty of Computer Science and Technology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: Статья детально анализирует архитектуру Open Foris, её применение в контексте Парижского соглашения, REDD+ и ЦУР, а также рассматривает технические, социальные и инфраструктурные аспекты внедрения. На примере кейсов из Коста-Рики, Непала и Ганы демонстрируется, как инструменты преодолевают ограничения традиционных методов, сокращая затраты и повышая прозрачность данных.

Abstract: The article provides a detailed analysis of the Open Foris architecture, its application in the context of the Paris Agreement, REDD+, and the Sustainable Development Goals (SDGs), as well as examines the technical, social, and infrastructural aspects of its implementation. Using case studies from Costa Rica, Nepal, and Ghana, it demonstrates how these tools overcome the limitations of traditional methods by reducing costs and enhancing data transparency.

Ключевые слова: Open Foris, REDD+, спутниковый мониторинг, машинное обучение, цифровая экология, FAO.

Keywords: Open Foris, REDD+, satellite monitoring, machine learning, digital ecology, FAO.

Платформа Open Foris, разработанная производственной и сельскохозяйственной организации ООН, представляет собой комплекс открытых инструментов, трансформирующих подходы к мониторингу экосистем. Используя спутниковые данные, облачные вычисления и мобильные технологии, она обеспечивает страны методами для точной оценки лесов, деградации земель и углеродных запасов.

Глобальные вызовы и необходимость инноваций, этот вывод был сделан согласно докладу, производственной и сельскохозяйственной организацией в 2020 году, ежегодно мир теряет 10 млн гектаров лесов, а 23% земель подвержены деградации. Традиционный мониторинг, основанный на полевых исследованиях и ручной обработке данных, требует до \$20 млн в год для одной страны, что недоступно для многих развивающихся государств. Open Foris (запущен в 2009 г.) — ответ на эти вызовы. Платформа объединяет:

- Спутниковые технологии (Landsat, Sentinel, MODIS).

- Облачные вычисления (Google Earth Engine, SEPAL).
- Открытый код (GitHub), позволяющий адаптировать инструменты под локальные условия.

Цель статьи — раскрыть технические особенности Open Foris, оценить их вклад в климатические инициативы и выявить барьеры для массового внедрения.

Методология и архитектура Open Foris

1. Collect Earth: Визуализация и анализ спутниковых данных

Технологическая база: Интеграция с Google Earth, Bing Maps и локальными геосервисами.

Функционал:

- Классификация земельного покрова по алгоритмам LCCS (Land Cover Classification System).
- Исторический анализ изменений (до 40 лет) через временные ряды снимков.
- Коллективная работа: до 100 пользователей одновременно на платформе.

Пример применения: В Бразилии Collect Earth использовался для идентификации незаконных вырубок в Амазонии, сократив время анализа на 30% по сравнению с полевыми методами.

2. SEPAL: Облачная аналитика больших данных

Архитектура:

- Движок обработки: Python, R, GDAL.
- Хранение данных: Облако ФАО + интеграция с NASA Earthdata.
- ML-алгоритмы: Random Forest для классификации, SAR (синтезированная апертура) для мониторинга влажных почв.

Пример успешного применения: В Кении с помощью SEPAL созданы карты углеродных запасов с разрешением 10 м, что помогло привлечь \$50 млн через программу REDD+.

3. Collect Mobile: Полевые исследования в реальном времени

Особенности:

- Оффлайн-режим с синхронизацией при восстановлении связи.
- Датчики GPS и камера для геотегинга фотографий.
- Экспорт данных в форматы CSV, GeoJSON.

Технологию использовали в Индонезии Collect Mobile для инвентаризации мангровых лесов, сократив ошибки в данных на 25%.

4. Open Foris Calc: Расчет углеродных балансов

Методология:

- Использование уравнений IPCC для оценки эмиссий CO₂.
- Интеграция с национальными кадастрами выбросов.

С использованием Open Foris Calc Филиппины рассчитали углеродный бюджет для 5 млн га лесов, что стало основой для их NDC (Nationally Determined Contributions).

Применение в глобальных климатических инициативах

1. Поддержка Парижского соглашения

MPT (Многоуровневая отчетность): Open Foris автоматизирует создание отчетов в формате UNFCCC, сокращая время подготовки с 12 до 3 месяцев.

NDC: В Гане данные платформы помогли установить цель по восстановлению 2 млн га деградированных земель к 2030 г.

2. Программа REDD+

Мониторинг «трёх Э» (Эмиссии, Экономика, Экология):

- Карты рисков обезлесения на основе прогнозных моделей.
- В Коста-Рике внедрение Open Foris увеличило точность оценки эмиссией на 40%.

3. ЦУР 15: Борьба с опустыниванием

Индикатор 15.3.1: Инструменты оценивают долю деградированных земель через индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

В Нигере платформа выявила 12% восстановления почв после внедрения агролесоводства.

Преимущества платформы заключается в таких чертах, как экономическая эффективность, а именно снижение затрат на мониторинг на 60–80%. Точность работы позволяет снизить погрешность в оценке лесного покрова до менее чем 5%, против 15–20% при ручных методах. А также, одним из преимуществ можно считать поддержку большого количества языков, включая редкие, например, язык кечуа в Перу.

Вызовы и ограничения

Технические барьеры, такие как низкая скорость интернета, ведь в странах Африки к югу от Сахары только 28% населения имеют доступ к широкополосной связи или устаревшее оборудование, ведь, например, требования SEPAL, минимум 8 ГБ ОЗУ, недостижимы для 70% сельских учреждений мира.

Институциональные проблемы заключаются в отсутствии межведомственной координации, например, в Боливии данные лесного департамента не совместимы с сельскохозяйственными реестрами.

Данные и алгоритмы: Ошибки в классификации из-за облачности на снимках или смещение ML-моделей при обучении на нерепрезентативных выборках.

Перспективы развития

- Интеграция с блокчейном: Пилотный проект в Эквадоре использует блокчейн для отслеживания легальности древесины, снижая риски коррупции.
- ИИ для прогнозирования: Внедрение нейросетей типа U-Net для прогноза обезлесения (точность до 89% в тестах в Колумбии).
- Локальные хабы данных: Установка серверов SEPAL в регионах с плохим интернетом (пилот запущен в Папуа — Новой Гвинее).

Аналогом системы Open Foris является разработанная институтом мировых ресурсов (WRI) при поддержке Google, NASA, Global Forest Watch (GFW). Оба инструмента могут дополнять друг друга. Например, данные GFW используются для первичного анализа, а Open Foris - для детализации и отчетности. Ключевым отличием является их функционал: Open Foris — инструмент для глубокого анализа и сбора данных, включая полевые исследования, а GFW — платформа для оперативного мониторинга и визуализации изменений лесного покрова.

В таблице 1 представлено краткое сравнение этих систем.

Таблица 1 - Сравнение Open Foris и Global Forest Watch (GFW)

Критерий	Open Foris	Global Forest Watch (GFW)
Основная цель	Сбор, анализ и управление данными для экологического мониторинга, включая лесоустройство, оценку землепользования и выполнение международных соглашений (Парижское соглашение, REDD+).	Публичный мониторинг лесов в реальном времени, выявление вырубок, пожаров и других изменений лесного покрова.
Разработчик	Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО).	Институт мировых ресурсов (WRI) при поддержке Google, NASA и др.
Данные	Гибкие инструменты для сбора полевых данных, анализа спутниковых снимков (например, Collect Earth), создания карт.	Готовые наборы данных (GLAD-алерты, данные о пожарах, границах лесов), визуализация на картах.
Доступность	Открытый исходный код, требует технических навыков для настройки и внедрения.	Онлайн-платформа, доступная для широкой аудитории без специальных навыков.
Кастомизация	Высокая: адаптируется под нужды конкретных проектов и стран.	Ограничена: используется предустановленные алгоритмы и слои данных.
Целевая аудитория	Национальные агентства, технические специалисты, исследователи.	НПО, журналисты, местные сообщества, правительства.
Примеры использования	Коста-Рика (расчет углеродных запасов), Непал (планирование землепользования).	Бразилия (мониторинг вырубок в Амазонии), Индонезия (отслеживание пожаров).

Open Foris стал катализатором «зелёной цифровизации», предлагая странам инструменты для выполнения климатических обязательств. Однако успех зависит от преодоления цифрового неравенства и укрепления институционального потенциала. Дальнейшие исследования должны фокусироваться на оптимизации алгоритмов для работы с низкокачественными снимками, разработке стандартов межплатформенного обмена данными, создании глобальной сети обучения для специалистов ГИС.

Список литературы

1. Интерактивные инструменты Open Foris // Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (FAO). – URL: <https://www.fao.org/interactive/open-foris/ru/> (дата обращения: 19.03.2025).

References

1. Interactive tools of Open Foris // Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). – URL: <https://www.fao.org/interactive/open-foris/ru/> / (date of access: 03/19/2025).

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_254-256

УДК 614.841.48

ТЕХНОЛОГИИ БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ В ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ПОЖАРОВ**UNMANNED SYSTEMS TECHNOLOGY IN FIRE PREVENTION**

Шабунина К.В., преподаватель СПО, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Shabunina K.V. lecturer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Руденко В.А., студент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

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

Аннотация: Статья посвящена применению беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для идентификации участков с повышенной пожароопасностью, таких как заросшие территории и зоны с сухостоем.

Рассматриваются технологии дистанционного зондирования, анализа растительного покрова и прогнозирования рисков с использованием искусственного интеллекта (ИИ).

Abstract: The article is devoted to the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for the identification of areas with increased fire risk, such as overgrown areas and areas with deadwood.

Remote sensing, vegetation analysis and risk prediction technologies using artificial intelligence (AI) are discussed.

Ключевые слова: лесные пожары, БПЛА, мониторинг пожаров, профилактика пожаров.

Keywords: forest fires, UAVs, fire monitoring, fire prevention

Каждый год природные пожары уничтожают миллионы гектаров древесных лесов и создают серьезные угрозы поселениям. Коренная проблема заключается в том, что установленные стандарты систем раннего прогнозирования пожаров могут детектировать не те участки леса, где действительно уже активен очаг возгорания, а те, где пожар может возникнуть всего за несколько часов из-за накопившегося сухостоя или других легковоспламеняющихся материалов. Беспилотные летательные аппараты, снабженные мультиспектральными сенсорами и алгоритмами машинного обучения, способны провести детальный анализ ландшафта с целью выявления участков с превышением критических параметров. Новейшие беспилотники в большинстве случаев снабжены передовыми датчиками, которые позволяют провести комплексный анализ состояния лесного массива. Их оборудование включает:

Лидарные системы (LiDAR).

Лазерные сканеры создают трёхмерные карты рельефа, измеряя высоту деревьев, плотность подлеска и количество валежника. Они могут помочь идентифицировать участки с повышенной пожарной опасностью, где скопления сухого валежника и ветвей вместе с сухой лиственной стружкой также могут спровоцировать возгорание.

Гиперспектральные камеры.

Некоторые из них снимают излучение в ближнем и видимом инфракрасном спектре (420–1000 нм), что позволяет измерять влажность растительности. Например, сухие листья и трава отражают больше зелёного света (приблизительно 520–550 нм), что связано с изменением оптических свойств тканей при обезвоживании. В природе мёртвые листья и трава обычно отражают меньше света в видимом диапазоне.

Алгоритмы искусственного интеллекта.

Сюда входят специальные программы, обученные на инфракрасных спутниковых снимках и данных наблюдений с беспилотников, ищущие мёртвые деревья(сухостой) и скопления сухой биомассы. Это важно для мониторинга мест с пожаром, поскольку токсичность его листьев зачастую является источником лесных пожаров.

Тепловизоры.

Они позволяют обнаружить очаги пожаров даже на начальном этапе, потому что они иначе невидимы. Тепловизор также работает при сильном задымлении или в ночное время суток.

Применение БПЛА в предупреждении пожаров

– Раннее обнаружение: БПЛА могут обнаруживать пожар еще на самой первой стадии, что позволяет оперативно оповещать спасателей. Это помогает значительно снизить ущерб от возгораний и не дать пламени распространиться;

– Мониторинг и прогноз: для сбора данных о погоде, влажности и других факторов, способствующих пожарам, БПЛА позволяют прогнозировать потенциальные рискованные зоны и предпринимать меры.

– Профилактика: БПЛА занимаются патрулированием в целях профилактики появления пожаров и последующего разнесения огня.

Преимущества использования БПЛА

1.Эффективность.

Мониторинг лесов при помощи БПЛА позволяет автоматизировать его ведение, что, в свою очередь, увеличивает эффективность использования природных ресурсов.

2. Точность.

БПЛА позволяют самым точным образом определить состояние лесов и предупредить о возможных возгораниях.

3. Экономическая эффективность.

БПЛА уменьшают затраты на мониторинг леса и инвентаризацию площадей, так как их применения уменьшается необходимость в дорогостоящих наземных технологиях.

Будущее развитие БПЛА в борьбе с лесными пожарами.

В целом, будущее БПЛА в сфере предотвращения лесных пожаров выглядит перспективно и многообещающе. При интеграции с ИИ, LiDAR и другими передовыми технологиями БПЛА будут обнаруживать и прогнозировать лесные пожары еще более успешно. Таким образом, лесной противопожарный надзор практически становится бесконтактным, что значительно улучшает специфику и оперативность оказания помощи в экстренных ситуациях. В следующем будущем ожидается появление совершенно автономных БПЛА с увеличенной дальностью и более точными системами обнаружения.

Список литературы

1. Костин П. И. Мониторинг лесных пожаров при помощи БПЛА // Вестник науки и образования. — 2022. — №. 1(121). — С. 57-58.
2. Насырова И.Р., Насыров Г.Н. Обнаружение лесных пожаров с помощью БПЛА самолётного типа. // international journal of humanities and natural sciences. — 2024. — №. 9-5(96). — С. 7-11.
3. Целин А.А. Предпосылки и история применения БПЛА в лесном хозяйстве. // Международный научный журнал вестник науки. — 2024. — №. 7(76) Том 1. — С. 678-686.
4. Ерицов А.М., Секерин И.М., Залесов С.В. Совершенствование беспилотных летательных аппаратов для обнаружения и мониторинга лесных пожаров. // Международный научно-исследовательский журнал. — 2024. — №. 5(143). — С. 1-5.

References

1. Kostin P. I. Monitoring of forest fires using UAVs // Bulletin of Science and Education. - 2022. - №. 1(121). - С. 57-58.
2. Nasyrova I.R., Nasyrov G.N. Detection of forest fires with the help of UAV of airplane type. // international journal of humanities and natural sciences. - 2024. - №. 9-5(96). - С. 7-11.
3. Tselin A.A. Prerequisites and history of UAV application in forestry. // International scientific journal Vestnik nauki. - 2024. - №. 7(76) Vol. 1. - С. 678-686.
4. Yeritsov A.M., Sekerin I.M., Zalesov S.V. Improvement of unmanned aerial vehicles for detection and monitoring of forest fires. // International Research Journal. - 2024. - №. 5(143). - С. 1-5.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА DIGITAL TRANSFORMATION OF FORESTRY

Шапкин В.С., преподаватель СПО кафедры информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Скворцова Е.И., преподаватель СПО кафедры информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Рябобык В.С., студент 1 курса ФКНТ, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Shapkin V.S., teacher of secondary vocational education, Department of Information Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Skvortsova E.I., teacher of secondary vocational education, Department of Information Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Ryabobyk V.S., 1st year student, Faculty of Computer Science and Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: Статья подводит итоги масштабной цифровой трансформации лесного комплекса России, которая обещает революционные изменения в управлении, мониторинге и защите лесных ресурсов. Важным шагом станет запуск Федеральной государственной информационной системы лесного комплекса (ФГИС ЛК) в 2025 году, обеспечивающей интеграцию передовых технологий, таких как дистанционное зондирование, ИИ и блокчейн. Статья подчеркивает комплексных систем обнаружения вредителей, использующих ультразвуковые и оптические методы для раннего выявления угроз экосистеме. Основное внимание уделяется проблемам несанкционированной вырубке, обнаружению лесных пожаров и угроз здоровью лесов, последствиям деятельности вредителей и технологическим решениям, направленным на их своевременное выявление. Применение данных из спутников и дронов, а также автоматизация управления и использование больших данных будут способствовать повышению эффективности и устойчивости лесного хозяйства, что имеет критическое значение как для экологии, так и для экономических интересов страны.

Abstract: The article summarizes the results of a large-scale digital transformation of the forestry complex in Russia, which promises revolutionary changes in the management, monitoring and protection of forest resources. An important step will be the launch of the Federal State Information System of the Forestry Complex (FGIS LC) in 2025, which will ensure the integration of advanced technologies such as remote sensing, AI and blockchain. The article emphasizes integrated pest detection systems using ultrasound and optical methods for the early detection of threats to the ecosystem. The main focus is on the problems of unauthorized logging, detection of forest fires and threats to forest health, the consequences of pest activity and technological solutions aimed at their timely detection. The use of data from satellites and drones, as well as automation of

management and the use of big data will contribute to increasing the efficiency and sustainability of forestry, which is critical for both the ecology and economic interests of the country.

Ключевые слова: лесной комплекс, спутниковые данные, короеды, феромонные ловушки, видеосветоловушки

Keywords: forest complex, satellite data, bark beetles, pheromone traps, video light traps

Лесной комплекс России стоит на пороге революционных изменений благодаря масштабной цифровой трансформации. Внедрение инновационных технологий радикально преобразует методы управления, мониторинга и защиты лесных ресурсов, формируя принципиально новую экосистему лесного хозяйства. Особое значение приобретают комплексные системы обнаружения вредителей, интегрирующие ультразвуковые технологии и оптические системы наблюдения, которые позволяют выявлять угрозы на ранних стадиях и минимизировать экономический и экологический ущерб. Полномасштабная цифровизация лесного комплекса начнется с января 2025 года с запуском Федеральной государственной информационной системы лесного комплекса (ФГИС ЛК), которая объединит существующие технологические решения в единую интегрированную платформу.

Лесной комплекс является стратегически важным сектором российской экономики, обеспечивающим существенный вклад в ВВП страны и затрагивающим различные отрасли промышленности. Цифровая трансформация этого сектора направлена на решение множества актуальных проблем, включая повышение эффективности управления, борьбу с незаконными вырубками, оперативное обнаружение пожаров и вредителей, а также обеспечение устойчивого лесопользования.

Ключевые направления цифровизации лесного хозяйства включают создание единой информационной системы, внедрение технологий дистанционного зондирования, автоматизацию процессов учета и контроля, а также разработку и применение инновационных инструментов для мониторинга состояния лесов. Эти направления реализуются через развитие таких платформ как ФГИС ЛК, ЛесЕГАИС и "Интерактивная карта Леса России", которые становятся фундаментом для создания цифровой экосистемы лесного хозяйства.

Цифровизация обеспечивает переход к концепции «Индустрия 4.0», предполагающей взаимодействие лесных машин и оборудования с системами получения, обработки, анализа и хранения больших данных. Этот подход трансформирует традиционные практики лесного хозяйства, делая их более эффективными, прозрачными и экологически устойчивыми.

Технологическая база цифровой трансформации лесного комплекса включает множество инновационных решений. Большие данные и системы распределенного реестра применяются для создания интерактивных карт и учета древесины. Искусственный интеллект и нейротехнологии используются для прогнозирования пожаров, обнаружения незаконных рубок и оптимизации транспортной сети. Новые производственные технологии, такие как программа ForestTech Accelerator, внедряются в крупных лесоперерабатывающих компаниях.

Промышленный интернет реализуется через технологию "умный завод", предлагающую комплексные технологические решения для оптимизации работы оборудования и управления полным циклом бизнес-процессов. Робототехника представлена комплексами полностью автоматизированных участков с использованием антропоморфных, коллаборативных и

мобильных роботов. Технологии беспроводной связи обеспечивают внедрение мобильных спутниковых станций для удаленной работы в условиях лесозаготовки, проведения исследований и пожаротушения.

Технологии дистанционного зондирования и мониторинга играют ключевую роль в цифровой трансформации лесного комплекса, предоставляя высокоточные данные о состоянии лесных массивов и создавая основу для принятия обоснованных управленческих решений.

Спутниковые данные и аэрофотосъемка являются основными источниками информации для мониторинга лесного покрова на больших территориях. Спутниковый мониторинг в России охватывает более 250 миллионов гектаров лесов в 40 регионах, обеспечивая регулярное получение актуальных данных о состоянии лесного фонда. Эти данные используются для создания цифровых карт, выявления изменений в лесных массивах и обнаружения незаконных рубок.

Система ИСДМ-Рослесхоз (Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства) является примером эффективного использования спутниковых данных. Эта федеральная государственная информационная система предназначена для мониторинга лесных пожаров и контроля достоверности сведений о таких пожарах, поступающих от региональных диспетчерских служб.

Технология LiDAR (Light Detection and Ranging) произвела революцию в инвентаризации лесов, позволяя получать точную трехмерную информацию о лесных массивах. Часть лучей лидара отражается от веток, верхушек деревьев и полога леса, часть – от поверхности земли, обеспечивая детальные данные о структуре лесного покрова.

Технология "АрбоЛиДАР" позволяет моделировать характеристики лесных массивов, используя непараметрические методы оценки и данные лидара, аэрофотоснимков и пробных площадей с GPS/GLONASS-координатами. По сравнению с традиционной лесной инвентаризацией, лидар обеспечивает более высокое пространственное разрешение и точность измерений, что приводит к экономии ресурсов при проведении инвентаризации и последующем планировании лесных операций.

Мультиспектральное сканирование анализирует отражение света в различных спектрах, позволяя "заглянуть" под полог леса и оценить состояние древостоя. Эта технология особенно эффективна для раннего выявления болезней и вредителей, а также для оценки общего состояния растительности.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) стали незаменимым инструментом для детального мониторинга лесных территорий. Оснащенные камерами, сенсорами и системами LiDAR, дроны предоставляют высокоточные данные о состоянии лесов в режиме реального времени. Они используются для создания ортофотопланов, трехмерных моделей местности, обнаружения очагов пожаров и незаконных рубок, а также для мониторинга здоровья деревьев.

Российские ученые разработали методы выявления деревьев, поврежденных опасными вредителями, на ранних стадиях заражения по снимкам с БПЛА, используя алгоритмы глубоких нейронных сетей YOLO. В ходе исследования сравнивались три архитектуры - YOLOv2, YOLOv3 и YOLOv4, с наилучшими результатами, показанными архитектурой YOLOv4, достигающей средней точности до 95%.

ИСДМ-Рослесхоз – ключевая среди нескольких российских систем раннего обнаружения лесных пожаров. Она круглосуточно интегрирует наземные, авиационные и космические данные, позволяя оперативно выявлять возгорания.

ИСДМ-Рослесхоз объединяет метеоданные, наземные, авиационные и космические наблюдения для комплексного анализа. Система генерирует объективную информацию о пожарах, автоматически проверяя достоверность спутниковых данных через обратную связь.

ГИС являются важным инструментом для обработки и визуализации лесных данных, объединяя разнородную информацию на единой платформе. Эти системы обеспечивают анализ пространственных данных, создание цифровых карт лесных территорий и моделирование развития экосистем, что способствует эффективному планированию лесохозяйственных мероприятий и принятию обоснованных решений.

Цифровые 2D/3D топокарты, создаваемые посредством аэрофотосъемки и специализированного сканирования, формируют основу для внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности в лесной отрасли, расширяя возможности визуализации и анализа данных о лесных ресурсах.

Цифровые технологии трансформируют управление лесозаготовкой и переработкой древесины, повышая эффективность с контролем всей производственной цепочки.

ГЛОНАСС/GPS-навигация интегрируется в лесозаготовительную технику для оптимизации маршрутов, повышения производительности и безопасности, минимизируя повреждение почвы и сохраняя древостой при планировании операций.

ГЛОНАСС/GPS-мониторинг лесозаготовительной техники в реальном времени обеспечивает оперативный контроль рабочих процессов и принятие решений в аварийных ситуациях.

Автоматизированные системы учета (например, ЛесЕГАИС) обеспечивают прозрачность оборота древесины и предотвращение незаконных рубок через электронный контроль заготовки, отслеживание перемещений и верификацию легальности происхождения сырья.

ЛесЕГАИС интегрируется с таможенными и налоговыми системами, обеспечивая сквозное отслеживание древесины от заготовки до потребителя или экспорта.

Цифровые платформы оптимизируют логистику лесного комплекса, обеспечивая планирование заготовок, маршрутизацию транспорта, управление складскими ресурсами и координацию участников производственной цепочки.

За последние 15–20 лет лесная отрасль осуществила переход от ручного труда к комплексной механизации процессов. Внедрение инноваций обеспечило удаленный мониторинг работ, автоматизацию управления древесными запасами, логистикой и сбытом, сделав сокращение человеческого участия ключевым вектором развития.

Автоматизация и роботизация деревообрабатывающих производств повышают производительность, качество продукции и безопасность труда, с активным внедрением промышленных роботов (Kuka, Universal Robots, Mi) в российскую отрасль.

Технология «умный завод» автоматизирует полный цикл производства — от сырья до выпуска продукции, оптимизируя оборудование и бизнес-процессы для повышения эффективности и сокращения затрат.

Блокчейн внедряется для отслеживания происхождения древесины, гарантируя неизменность и прозрачность данных о ее перемещении и переработке, что критично для противодействия незаконным рубкам и соблюдения международных стандартов цепочек поставок.

Своевременное выявление и борьба с лесными вредителями в России критически важны как для сохранения экосистем, так и для защиты экономических интересов страны, позволяя предотвратить утрату ценных лесных ресурсов.

Массовое размножение короедов, шелкопрядов и листоедов вызывает катастрофические повреждения российских лесов, стремительно снижая их продуктивность и разрушая экологическое равновесие экосистем.

Экономические потери от вредителей включают не только стоимость погибшей древесины, но и затраты на лесовосстановление, потерю экологических функций леса, снижение туристической привлекательности пострадавших территорий и другие косвенные ущербы. Поэтому разработка и внедрение эффективных систем обнаружения и мониторинга вредителей является одним из приоритетных направлений цифровизации лесного комплекса.

Традиционные методы обнаружения и контроля вредителей основаны на визуальном осмотре, использовании феромонных ловушек, отборе и анализе образцов, а также на проведении регулярных лесопатологических обследований. Эти методы требуют значительных трудовых ресурсов, времени и не всегда позволяют обнаружить заражение на ранних стадиях.

Ограничения традиционных методов включают субъективность оценки, невозможность охвата больших территорий, зависимость от погодных условий и сезонности, а также недостаточную оперативность получения информации. Эти ограничения стимулируют разработку и внедрение современных цифровых технологий для обнаружения и мониторинга вредителей.

Современные технологии обнаружения вредителей основаны на использовании дистанционного зондирования, специализированных датчиков, автоматизированных систем мониторинга и методов машинного обучения. Они позволяют обнаруживать заражение на ранних стадиях, охватывать большие территории и получать объективные данные о состоянии лесных насаждений.

Видеосветоловушки представляют собой эффективный инструмент для мониторинга численности и видового состава насекомых-вредителей. Они используют световое излучение для привлечения насекомых и камеры для фиксации их изображений, что позволяет автоматизировать процесс сбора данных о популяциях вредителей.

Энергосберегающая видеосветоловушка для мониторинга численности и вида насекомых-вредителей с передачей данных по беспроводному каналу связи представляет собой инновационное решение, обеспечивающее эффективный мониторинг в полевых условиях. Эта технология позволяет повысить эффективность защиты растений путем создания системы мониторинга насекомых-вредителей на основе видеосветоловушки с передачей данных по беспроводному каналу связи.

Система iSCOUT представляет собой ловушку для насекомых со встроенной электроникой (система камер, модем, источник питания с солнечной панелью) и липкой пластиной. Благодаря небольшому весу ее можно повесить в любом необходимом месте в поле.

Камера высокого разрешения делает снимки липкой пластины внутри ловушки, которые передаются через сеть на платформу FieldClimate, где они анализируются с помощью программного обеспечения искусственного интеллекта.

Акустические и ультразвуковые методы детекции основаны на регистрации звуков, производимых насекомыми-вредителями в процессе их жизнедеятельности. Эти методы позволяют обнаруживать вредителей в толще древесины, где они недоступны для визуального осмотра.

Интересно отметить, что грызуны воспринимают в основном высокочастотные звуки, с максимальной чувствительностью в диапазоне 20-50 кГц для крыс и 10-20 кГц для мышей. При общении между собой грызуны используют высокочастотные свисты, а самцы могут привлекать самок с помощью ультразвуковых сигналов. Это явление может быть использовано для разработки систем обнаружения грызунов и других вредителей.

Тепловизионные технологии становятся все более популярным решением для обнаружения вредителей в стенах и других скрытых местах. Эти технологии позволяют обнаруживать тепловые сигнатуры, создаваемые скоплениями насекомых или грызунов, а также выявлять зоны повышенной влажности, которые могут указывать на присутствие вредителей.

Тепловизоры не видят сквозь стены, но обнаруживают перепады температуры на поверхности, вызванные чем-то на другой стороне или внутри стены. Например, тепловизионная камера может обнаружить гнездо грызунов, которое генерирует тепло в течение длительного периода времени и вызывает нагревание стены изнутри.

Тепловизоры фиксируют тепловые аномалии, перепады влажности и структурные дефекты, выявляя места проникновения насекомых-вредителей в конструкции.

Комбинируя оптические, акустические и тепловизионные технологии, интегрированные системы обеспечивают комплексный мониторинг вредителей через единую платформу с автоматизированным анализом данных.

Интегрированные системы повышают точность обнаружения вредителей за счёт объединения данных с различных датчиков, работая в разнообразных условиях и минимизируя ложные сигналы.

Интеграция ультразвуковых датчиков и видеонаблюдения в единую систему позволяет эффективно выявлять вредителей в лесах и на деревообрабатывающих объектах.

Биоакустический анализ ультразвуковых сигналов насекомых-вредителей позволяет выявлять их по характерным акустическим маркерам, возникающим при питании, размножении и внутривидовой коммуникации.

Специфические реакции насекомых на ультразвуковые частоты (привлечение или избегание) позволяют манипулировать их поведением для контроля популяций вредителей.

Комбинируя ультразвуковое привлечение насекомых с видеонаблюдением, система синхронизирует акустическое воздействие и визуальную регистрацию активности вредителей.

Ультразвуковой модуль генерирует частоты, адаптированные к слуховым характеристикам целевых вредителей, например, 20-50 кГц для привлечения грызунов.

Ультразвуковые устройства типа "ЭкоСнайпер LS-925M" (130 дБ, 25-26 кГц, радиус действия до 230 м² для грызунов и 100 м² для насекомых) могут быть перенастроены для

генерации привлекающих сигналов вместо отпугивающих, создавая основу для систем мониторинга вредителей.

Оптический модуль системы использует высокочувствительные камеры, детектирующие движение и морфологию вредителей в видимом, инфракрасном и иных спектральных диапазонах, выбор которых определяется целями мониторинга и эксплуатационной средой.

Платформа iSCOUT использует 10-МП камеры для фиксации насекомых, передавая изображения через LTE в FieldClimate с последующей аналитикой на основе ИИ-алгоритмов.

Объединяя данные ультразвуковых и оптических сенсоров, система анализирует их с помощью ИИ-алгоритмов для распознавания видов вредителей, расчёта их плотности и прогнозирования роста популяций.

Алгоритмы компьютерного зрения типа YOLOv4 (точность ~95%) интегрируются в системы анализа данных для автоматической идентификации вредителей по изображениям с оптических модулей.

Цифровая трансформация российского лесного комплекса объединяет технологии дистанционного зондирования, ИИ, IoT и блокчейн для оптимизации управления ресурсами, повышая эффективность, прозрачность и экологическую устойчивость отрасли.

Комбинируя ультразвуковое привлечение насекомых с автоматизированной видеофиксацией, интегрированные системы позволяют оперативно выявлять вредителей на ранних стадиях заражения, предотвращая масштабные повреждения лесов.

Несмотря на правовые, технические и кадрово-финансовые барьеры, цифровизация лесного комплекса России развивается через систему госпрограмм, международных инициатив и дорожных карт, обеспечивая планомерное внедрение инноваций для достижения стратегических отраслевых целей.

Список литературы

1. Николай Казаков. Промышленное лесоиспользование цифровизация и автоматизация // Инфра-Инженерия. - 2023.
2. Информационные технологии в лесном хозяйстве. / В.Л. Черных, В.В. Сысуюев // Учебное пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. -378 с.
3. Лесоводство / С.В. Залесов, // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. -295 с.

References

1. Nikolay Kazakov. Industrial forest management: digitalization and automation // Infra-Engineering. - 2023.
2. Information technologies in forestry. / V.L. Chernykh, V.V. Sysuev // Study guide. - Yoshkar-Ola: MartSTU, 2000.
3. Forestry / S.V. Zalesov, // Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Ural State Forest Engineering University. - Ekaterinburg: USFTU, 2020.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_264-267

УДК 674.81

ОБЗОР РЫНКА БИОКЛЕЕВ ДЛЯ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ
OVERVIEW OF THE MARKET OF BIO-ADHESIVES FOR CHIPBOARD

Белоконь В.В., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

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

Корчагина А.Ю., кандидат технических наук, преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

Korchagina A.Yu., Candidate of Technical Sciences, Lecturer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: в работе проведен анализ ассортимента клеевых составов, созданных из возобновляемых природных ресурсов, для древесно-стружечных плит для замены традиционных клеев на основе формальдегидных смол. Ожидается, что рынок клеев на биологической основе будет расти в среднем более чем на 17% в течение ближайшего пятилетия. Отмечено, что наибольший спрос на биоклеи наблюдается в странах Северной Америки, Европе, Японии и Китае, где рынок биоклеев для ДСП находится на стадии активного роста и развития. В будущем ожидается продолжение увеличения спроса на экологически чистые материалы.

Abstract: The paper analyzes the range of adhesives created from renewable natural resources for chipboard to replace traditional adhesives based on formaldehyde resins. The market for bio-based adhesives is expected to grow by an average of more than 17% over the next five years. It is noted that the greatest demand for bio-adhesives is observed in the countries of North America, Europe, Japan and China, where the market of bio-adhesives for chipboard is at the stage of active growth and development. The demand for environmentally friendly materials is expected to continue to increase in the future.

Ключевые слова: биоклей, древесно-стружечные плиты, экологически чистые материалы.

Keywords: bio-glue, chipboard, environmentally friendly materials.

Биоклеи — это клеевые составы, созданные из возобновляемых природных ресурсов, таких как растительные и животные полимеры, или же они могут быть синтезированы с использованием экологически безопасных технологий. Основное преимущество биоклеев заключается в их экологичности, а также в меньшем воздействии на здоровье человека по сравнению с традиционными клеями, содержащими токсичные вещества, такие как формальдегид.

Для производства ДСП традиционно используются клеи на основе фенола, мочевины и формальдегидных смол. Однако биоклеи представляют собой альтернативу этим веществам,

снижая содержание формальдегида в конечном продукте и улучшая экологические характеристики, что особенно важно для мебели, используемой в жилых, школьных, дошкольных и офисных помещениях [1, 2].

В настоящее время, зарождается тенденция на экологичный спрос различного вида производств, в них главный образом входит изобретение биологически чистых связующих компонентов, для создания древесно-стружечных плит. Ожидается, что рынок клеев на биологической основе будет расти в среднем более чем на 17% в течение ближайшего пятилетия. Одним из основных факторов, влияющих на изучаемый рынок, являются строгие правила для обычных клеев. Однако низкий срок годности и снижение производительности добавок на биологической основе по сравнению с добавками на основе нефти, вероятно, будут препятствовать росту рынка.

На данный момент наиболее приемлемым адгезивом может служить водный раствор полимеров содержащий высокомолекулярный декстрани клей на основе полисахарида ксантана, полученного на отходах зернового производства, и жидкого стекла. Изучены технологические аспекты получения древесностружечных плит с использованием в качестве связующего клеевых композиций с применением биоклея, получаемого путем переработки пищевой промышленности, спиртовых, пивоваренных, молочных предприятий. Данные адгезивы не выделяют вредных или опасных веществ для здоровья человека [3].

Однако следует отметить, что в чистом виде данные клеевые основы имеют ряд существенных недостатков таких как высокая продолжительность отверждения и низкая адгезионная прочность клеевых соединений. Также необходимо отметить, что склеивание материала малой плотности ограничивается высоким расходом связующего. Возможным решением данной проблемы может выступать вспенивание связующего в процессе отверждения, это позволит увеличить количество контактов между субстратом и адгезивом и тем самым обеспечить прочность материала. С целью вспенивания приняты следующие модификаторы: карбонат натрия, перекись водорода, ПАВ (акрилбензол), для повышения адгезионных свойств использовался желатин технический, следует отметить, что все выбранные модификаторы относятся к 3-4 классам опасности.

Так же в качестве используемого сырья для создания экологически чистого связывающего материала можно отметить следующие компоненты: соевые бобы (соевый белок, используются как основа для клеевых составов, обеспечивая хорошую адгезию), крахмал (кукурузный или картофельный, используется как компонент для создания клеевых веществ), желатин, растворимый лигнин (природный полимер, получаемый из древесины), каучук, целлюлоза (для улучшения вязкости и прочности клеевых составов), танин.

Спрос на биоклеи в первую очередь связан с экологическими инициативами, развитием устойчивого строительства, а также с регулированием, направленным на снижение токсичности строительных и мебельных материалов. Наибольший спрос на биоклеи наблюдается в следующих странах:

- Европейские страны (Германия, Швеция, Франция): эти государства активно внедряют экологические стандарты, требующие использования устойчивых материалов в строительстве и производстве мебели.

- Северная Америка (США, Канада): интерес к устойчивым материалам растет, особенно в контексте экологических инициатив и сертификации продукции по экологическим стандартам (например, FSC).
- Япония: также проявляет интерес к экологическим материалам, особенно в рамках своих национальных программ по устойчивому развитию.
- Китай: с ростом осознания экологической ответственности также начинает увеличиваться спрос на такие материалы в строительстве и производстве мебели [4].

Тенденции развития рынка:

- Инновации в производственных технологиях: разрабатываются новые составы, которые обеспечивают более высокую прочность, устойчивость к влажности и температурным колебаниям.
- Снижение стоимости производства: исследования в области новых источников сырья, таких как побочные продукты сельского хозяйства, могут привести к снижению себестоимости производства биоклеев.
- Рост потребности в устойчивых материалах: увеличение потребности в экологически чистых материалах для строительства и производства мебели будет стимулировать рост рынка биоклеев.
- Сотрудничество с производителями древесных плит: ключевыми игроками на рынке биоклеев являются компании, которые работают в тесном сотрудничестве с производителями ДСП. Это сотрудничество позволяет улучшать качество продукции и адаптировать биоклеи под конкретные требования производителей.

Проблемы рынка:

- Высокая стоимость: одним из основных барьеров для широкого распространения биоклеев является их высокая стоимость по сравнению с традиционными синтетическими клеями.
- Технические ограничения: в некоторых случаях биоклеи могут не обеспечивать таких же характеристик, как синтетические клеи, например, по долговечности или устойчивости к влаге, что ограничивает их использование в некоторых сегментах.
- Отсутствие стандартов: в некоторых странах еще нет четких стандартов для производства и сертификации биоклеев, что затрудняет их внедрение на рынок.

Таким образом, рынок биоклеев для ДСП находится на стадии активного роста и развития, и в будущем ожидается продолжение увеличения спроса на экологически чистые материалы. Инновации в производственных процессах, улучшение свойств биоклеев и повышение устойчивости к внешним условиям способствуют более широкому внедрению таких клеевых составов. Снижение стоимости и повышение доступности биоклеев также будет способствовать их распространению на международных рынках, особенно в странах с развитыми экологическими стандартами.

Список литературы

1. Новый экологичный метод производства изделий из древесины (ДСП) / // : [сайт]. — URL: <https://delovoy-kirov.ru/news/1866> (дата обращения: 20.02.2025).

2. Разиньков, Е. М. Анализ допустимого уровня формальдегида в воздухе / Е. М. Разиньков // Подготовка кадров в условиях перехода на инновационный путь развития лесного хозяйства : Научно-практическая конференция, Воронеж, 21–22 октября 2021 года. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2021. – С. 237-240. – EDN CKACIQ.

3. Исследование клеевой композиции для производства теплоизоляционных плит на основе древесного волокна / К. С. Кочеткова, А. Я. Василькова, В. В. Стрикун, М. А. Баяндин // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Красноярск, 19 мая 2017 года / Под общей редакцией Ю.Ю. Логинова. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2017. – С. 243-246. – EDN YQKOMH.

4. Сюн, С.К., Го, В.Дж., Фанг, Л. и др. Современное состояние и тенденции развития мебельной промышленности Китая. J Wood Sci 63, 433–444 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10086-017-1643-2>.

References

1. A new eco-friendly method of manufacturing wood products (chipboard) / // : [website]. — URL: <https://delovoy-kirov.ru/news/1866> (date of reference: 02/20/2025).

2. Razinkov, E. M. Analysis of the permissible level of formaldehyde in the air / E. M. Razinkov // Personnel training in the context of transition to an innovative path of forestry development : Scientific and practical Conference, Voronezh, October 21-22, 2021. Voronezh: Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, 2021. pp. 237-240. EDN CKACIQ.

3. Research of an adhesive composition for the production of thermal insulation boards based on wood fiber / K. S. Kochetkova, A. Ya. Vasilkova, V. V. Strikun, M. A. Bayandin // Young scientists in solving urgent problems of science: Proceedings of the All-Russian Scientific and practical Conference of students, postgraduates and young scientists, Krasnoyarsk, May 19, 2017 / Under the general editorship of Yu.Y. Loginov. Krasnoyarsk: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev", 2017. pp. 243-246. – EDN YQKOMH.

4. Xiong, S.K., Guo, V.J., Fang, L. et al. The current state and development trends of China's furniture industry. J Wood Sci 63, 433–444 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10086-017-1643-2>.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_268-272

УДК 674.81

**ТЕНДЕНЦИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ СМОЛ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ
В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ И МЕБЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РФ**
THE TREND OF CONSUMPTION OF NATURAL RESINS IN THE WOODWORKING AND
FURNITURE INDUSTRY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Ищенко Т.Л., кандидат технических наук, **Ishchenko T.L.**, candidate of Technical Sciences, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Воронеж, Россия

Грачев Д.С., магистрант группы ТЛК4-241- **Grachev D.S.**, master's student of the group OM ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», TLC4-241-OM Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Воронеж, Россия

Попов А.Р., магистрант группы ТЛК4-231- **Popov A.P.**, master's student of the group OM ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», 231-OM Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Воронеж, Россия

Ефимова Т.В., кандидат технических наук, **Efimova T.V.**, candidate of Technical Sciences, доцент, Воронеж, Россия Associate Professor, Voronezh, Russia

Аннотация: В статье рассматривается влияние экологически чистых технологий, в частности применения смол природного происхождения, на развитие деревообрабатывающей и мебельной промышленности России. Растет использование натуральных материалов, что способствует стимуляции сотрудничества науки и производителей. Успешные примеры внедрения подчеркивают экологическую и экономическую выгоду.

Abstract: The article examines the impact of environmentally friendly technologies, in particular the use of natural resins, on the development of the woodworking and furniture industry in Russia. The use of natural materials is increasing, which helps to stimulate cooperation between science and manufacturers. Successful implementation examples highlight the environmental and economic benefits.

Ключевые слова: смолы природного происхождения, деревообработка, мебельная промышленность, тенденции потребления, экология, инновации, экологически чистые технологии.

Keywords: natural resins, woodworking, furniture industry, consumption trends, ecology, innovation, environmentally friendly technologies.

В условиях стремительного развития технологий и изменяющихся предпочтений использования устоявшихся материалов уступают место современным решениям способным предложить не только функциональность, но и эстетическое удовлетворение. Одним из таких решений становится применение смол природного происхождения, которые все больше и больше завоёвывают доверие производителей.

Смолы природного происхождения представляют собой натуральные твердые вещества различной прозрачности и окраски (от бесцветных до тёмно-коричневых), содержащиеся в смолоносных растениях. Эти смолы извлекают из жидкостей (живицы и др.), которые выделяются на поверхность растений в результате ранения. Большая часть природных смол добывается в регулярном лесном хозяйстве из растущих деревьев методом подсочки, а также извлекается из пней и других порубочных остатков. Окаменевшие ископаемые природные смолы добывают разработкой соответствующих месторождений. К наиболее важным природным смолам относятся канифоль, копалы, шеллак, янтарь, мастикс, сандарак, даммара, акароид [1].

Продукция мебельной промышленности является одной из наиболее материалоемких. Высокий удельный вес потребляемых природных материалов формирует проблему их экономии в связи с необходимостью сохранения лесных богатств, которая на современном этапе приобрела экологический характер [2].

Использование смол в деревообрабатывающей и мебельной промышленности простирается глубоко в историю. Природные смолы применялись еще в древности для защиты древесины от влаги и грибков, а также для усиления прочности соединений. С развитием технологий модернизации производственных процессов, на смену традиционным методам постепенно начали приходить инновационные подходы, где экологические требования и устойчивость стали одним из важнейших факторов. Сегодня природные смолы вновь обретают популярность, особенно в свете мировых тенденций, и используются для замены искусственных или синтетических материалов, негативно влияющих на окружающую среду. Российский рынок, обладающий огромным потенциалом в деревообрабатывающей и мебельной отраслях, активно исследует возможности применения этих природных материалов для повышения качества и долговечности продукции.

Одним из преимуществ природных смол является их экологичность в условиях, когда человечество задумывается о воздействии производственных процессов на окружающую среду и использование натуральных компонентов становится главным преимуществом. Основным направлением ресурсосбережения в лесной промышленности является рациональное использование древесного сырья, а также расширение использования и переработка древесных отходов в качестве заменителя промышленной древесины [3].

Природные смолы не только минимизируют выбросы вредных веществ, но и обеспечивают последующую переработку материалов, что позволяет создать продукцию с продолжительным сроком службы и минимальным количеством отходов. Только на лесозаготовках в отходы уходит более 32% вырубленного леса. Больше всего отходов образуется при лесопилении: 60...62% исходного сырья превращается в основную продукцию [4]. Природные смолы обладают рядом уникальных свойств, которые делают их незаменимыми в современном производстве. Они обладают высокой адгезией, что

позволяют создавать прочные соединения между изделиями, а также обладают отличными стерильными свойствами и влагозащитой. Смолы улучшают внешний вид изделий, предавая им натуральный блеск и подчеркивают текстуру древесины. Многие исследования показывают, что применение природных смол способствуют увеличению сроков эксплуатации изделий, что особенно актуально для мебельной промышленности. Технология обработки древесины эволюционирует, и использование природных смол становится ключевым элементом новейших производственных технологий. Современные методы обработки позволяют не только внедрять смолы в структуру древесины, но и создавать новые композиционные материалы, которые будут сочетать лучшие свойства природных и синтетических компонентов. Такие инновации открывают новые перспективы для дизайнеров и инженеров, позволяя создавать уникальные модели и изделия. В результате устоявшиеся технологии модернизируются, а новые решения обеспечивают высокую конкурентоспособность российских производителей как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

С точки зрения бизнеса, переход на использование природных смол представляет собой не только экологический, но и экономический интерес. Несмотря на начальные затраты по внедрению новых технологий и адаптации производственных процессов, долгосрочные выгоды, состоящие в повышении качества и долговечности продукции, оправдают вложения. Компании, инвестирующие в экологически чистые материалы, получают доступ к новой аудитории потребителей, что в свою очередь способствует росту продаж. Кроме того, внедрение инновационных решений помогает сократить время на обслуживание и ремонт изделий, что положительно отражается на рентабельности бизнеса. Мировая тенденция на переход к экологически чистым технологиям, оказала значительное влияние и на российский рынок.

За последние несколько лет наблюдается рост рынка природных материалов, что стимулирует развитие исследований и внедрение новых технологий. Российские производители стремятся внедрить зарекомендованные зарубежные практики, изменяя их под свои условия производства. Наблюдается активное развитие сотрудничества между научным-исследователями институтами и промышленными предприятиями, что позволяет создавать инновационные решения. Такой синхронный подход позволяет не только повысить качество продукции, но и создать условия для экспорта изделий на международные рынки, где спрос на экологически чистые материалы постоянно растет.

Многие ведущие эксперты отрасли утверждают, что переход на использование природных смол является необходимым шагом для современной деревообрабатывающей и мебельной промышленности. Эксперты отмечают, что благодаря своим уникальным свойствам природные смолы способны повысить не только качество изделий, но и влиять на эстетическую привлекательность. Многие аналитики сходятся во мнениях, что такие изменения могут стать катализатором для масштабных реформ в отрасли, что в свою очередь приведет к повышению конкурентоспособности российских производителей на глобальном рынке. В числе компаний, успешно внедривших использование природных смол, можно отметить несколько ведущих производителей мебели. Например, одна из московских фабрик, специализирующихся на производстве изделий премиум сегмента, уже

продемонстрировала, что переход на натуральные смолы позволил им увеличить долговечность продукции. Руководители фабрики отмечают, что не только улучшили технические характеристики, но и предали необычный внешний вид изделиям, что стало уникальным преимуществом на рынке. Аналогичная история успеха наблюдается в других регионах страны, где малые и средние предприятия экспериментируют с новыми технологиями, создавая более конкурентную способную продукцию по сравнению с зарубежными аналогами.

Применение таких материалов, как природные смолы имеют не только экологическое, но и социальное значение. В условиях глобального экологического кризиса использование природных ресурсов становится неотъемлемым аспектом государственной политики по защите окружающей среды. Поддержка экологических технологий формирует у общества осознанное отношение к природе. Несмотря на большое количество преимуществ, использование природных смол сталкивается с рядом вызовов. Одна из главных проблем — это высокая стоимость внедрения новых технологий. Кроме того, пока не разработаны унифицированные стандарты качества, это создает определенные трудности при массовом применении природных смол. Однако эти проблемы не являются препятствием для сотрудничества между научными центрами и промышленными предприятиями.

Переход на использование природных смол в деревообрабатывающей и мебельной промышленности РФ является важнейшим шагом в направлении устойчивости развития инновационного обновления отрасли. Экологические преимущества, улучшающие технические характеристики и возможности для создания уникальных дизайнов, делают природные смолы перспективным материалом, способным изменить традиционные методы производства. Примеры успешного внедрения таких технологий на отечественном рынке демонстрируют, что экологическая и экономическая выгода могут идти в одном направлении. Это в свою очередь позволит обеспечить высокое качество продукции и конкурентоспособность. Таким образом, деревообрабатывающая и мебельная промышленность тесно связаны с экологически чистыми технологиями, что в будущем станет залогом устойчивого развития.

Список литературы

1. Природные смолы. Основные виды и свойства – URL: <https://c-a-m.narod.ru/material/smoli-natur.html?ysclid=m8ndus0cs0308246377>. - Загл. с экрана.
2. Филонов, А.А. Новые технологии облицовывания древесно-стружечных плит строганым шпоном /А.А. Филонов, О.А. Ткачева, Ю.С. Журавлева //Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды IV международного евразийского симпозиума. – Екатеринбург, 2009. – С. 209-214.
3. Гаянова, А.Р. Анализ экологических проблем деревообрабатывающей промышленности / А.Р. Гаянова //Наука и современное общество: актуальные вопросы, достижения и инновации: материалы Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2020. – С. 82-84.

4. Ищенко, Т.Л. Утилизация древесных отходов-перспективный бизнес / Т.Л. Ищенко, Т.В. Ефимова, О.С. Ткачева//Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5. – №. 5. – С. 177-181.

References

1. Natural resins. Basic types and properties. – URL: <https://c-a-m.narod.ru/material/smolinatur.html?ysclid=m8ndus0cs0308246377>. - Title from the screen.
2. Filonov, A.A. New technologies for facing chipboard with planed veneer /A.A. Filonov, O.A. Tkacheva, Yu.S. Zhuravleva //Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century: proceedings of the IV International Eurasian Symposium. Yekaterinburg, 2009. P. 209-214.
3. Gayanova, A.R. Analysis of environmental problems of the woodworking industry / A.R. Gayanova //Science and modern society: current issues, achievements and innovations: proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Penza, 2020. P. 82-84.
4. Ishchenko, T.L. Wood waste disposal is a promising business / T.L. Ishchenko, T.V. Efimova, O.S. Tkacheva//Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. – 2017. – Vol. 5. – No. 5. – P. 177-181.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_273-277

УДК 674.093.26

**ОТ ОТХОДОВ К РЕСУРСАМ: РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ И МЕБЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ**
**FROM WASTE TO RESOURCES: DEVELOPMENT OF NEW COMPOSITE WOOD
MATERIALS FOR THE CONSTRUCTION AND FURNITURE INDUSTRY**

Лавлинская О.В., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени 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

Данилов Д.Е., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

Danilov D.E., student Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: в настоящее время строительная и мебельная индустрия сталкивается с множеством вызовов: это экологическая устойчивость, снижение затрат и улучшение качества жизни, поэтому одним из ключевых путей решения этих задач является разработка и внедрение новых древесных материалов. На сегодняшний день комбинирование различных традиционных материалов является одним из способов их создания. Поэтому большинство современных древесных плит представляют собой композиты, позволяющие изделиям из них обладать заранее заданными свойствами. Исследования в области разработки технологии получения нового древесно-наполненного материала на основе древесных отходов являются актуальными. В работе рассмотрена технология производства нового материала – композиционной древесностружечной плиты с наружными слоями из лущеного шпона с использованием отходов деревообрабатывающих производств.

Abstract: currently, the construction and furniture industry faces many challenges: environmental sustainability, cost reduction and improving the quality of life, so one of the key ways to solve these problems is the development and implementation of new wood materials. Today, combining various traditional materials is one of the ways to create them. Therefore, most modern wood boards are composites, allowing products made from them to have predetermined properties. Research in the field of developing a technology for obtaining a new wood-filled material based on wood waste is relevant. The paper considers the technology for producing a new material - a composite chipboard with outer layers of peeled veneer using waste from wood processing industries.

Ключевые слова: древесные композиционные материалы, древесно-стружечные плиты, лущеный шпон, облицовывание, древесные отходы, стружка, карбамидоформальдегидная смола, связующее.

Keywords: wood composite materials, chipboard, peeled veneer, veneering, wood waste, shavings, urea-formaldehyde resin, binder.

Повышенный интерес к композиционным древесным материалам объясняется, прежде всего, широкой областью их применения, высокими потребительскими свойствами и сравнительно невысокой стоимостью.

Древесные композиты на основе полимерных связующих являются наиболее перспективными и востребованными. Они получили распространение как отделочные и теплоизоляционные материалы, а также широко применяются в производстве корпусной мебели, дверных блоков, террасных досок и т.д. [1–3].

Зачастую создание новых материалов предусматривает проведение исследований и разработку технологий, ориентированных на переработку древесных отходов с получением экологических композиционных материалов, обладающих высокими физико-механическими и эксплуатационными показателями.

Для получения древесных композитов в качестве наполнителя используются отходы лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий, что позволяет решать актуальную проблему вторичной переработки древесного сырья, использования тонкомерной и низкосортной древесины, а также способствует снижению издержек производства [2].

Наиболее распространенным древесным плитным материалом на синтетических связующих являются древесно-стружечные плиты (ДСП). Традиционно их изготавливают из древесной стружки, специально полученной на стружечных станках. Для производства корпусной мебели в основном используют ламинированные ДСП или облицованные строганным, реже лущеным шпоном, а также синтетическими пленками. Необлицованные ДСП находят применение в строительстве для устройства полов, коробов, в хозяйственных постройках, для временных сооружений. В ДСП разрушена структура древесины как природного полимера, поэтому такие плиты имеют недостаточно высокую прочность и недолгий срок службы. Древесно-стружечные плиты на карбамидоформальдегидных связующих имеют низкую водостойкость и применяются только для внутренних работ и в помещениях с невысокой влажностью. Массовая доля связующих клеев в плитах составляет 10–12% по сухому остатку, и их токсичность ограничивает область применения этого материала. Основное достоинство обычных стружечных плит – высокая формостабильность при достаточно больших размерах продукции (длина – до 5 м, ширина – до 2,5 м). Шлифованные ДСП имеют ровную твердую поверхность, которая легко облицовывается или окрашивается [3].

ДСП выпускают нескольких разновидностей. В последнее время широкое распространение получили ориентированно-стружечные плиты (ОСП). В этом композите стружка наружных слоев ориентирована параллельно длине или ширине плиты, а стружка внутренних слоев ориентирована перпендикулярно наружным слоям. Такая структура плиты в определенной степени схожа с конструкцией фанеры, что позволяет увеличить прочность плит, как вдоль волокон наружного слоя, так и поперек, а также уменьшает анизотропию композиционного материала.

Разработанная нами композиционная древесностружечная плита представляет собой трехслойный материал на основе древесных отходов (частиц) и связующих веществ

синтетического происхождения, состоящий из наружных слоев - листов лущеного шпона и среднего слоя - из древесной стружки и опилок. Листы лущеного шпона в конструкции плиты необходимо располагать с одинаковым направлением волокон, во избежание покособленности плиты. Шпон должен быть высоких сортов - Е, I, не иметь выпадающих сучков и разошедшихся трещин во избежание разрыва наружного слоя при выходе паро-газовой смеси.

Название «Композиционная древесностружечная плита» нами было выбрано исходя из того, что доля наружных слоев из лущеного шпона составляет 18,5-25%, а доля внутреннего слоя из стружки 75-85% в зависимости от толщины получаемой плиты (12 или 16 мм).

В полученной нами плите лущеный шпон должен составлять основу прочности материала на изгиб, а композиция на основе древесных частиц, смешанных с синтетическим связующим – основу прочности на растяжение перпендикулярно пласти плиты[3,4].

Материалы для изготовления композиционной плиты в лабораторных условиях:

- лущеный березовый шпон форматом 420x420 мм, номинальной толщиной 1,5 мм, I сорта, влажностью 6% для наружных слоев плиты (ГОСТ 99-2016);
- древесная стружка разных размеров и природы происхождения, в качестве основного древесного наполнителя плиты (рис.1). Влажность используемых древесных частиц – 6%;
- смола карбамидоформальдегидная марки КФ-Ж (ГОСТ 14231-88) для приготовления клея, наносимого на лущеный шпон, и связующего для внутреннего слоя плиты;
- хлористый аммоний (ГОСТ 2210-73) в качестве отвердителя КФС.



а - игольчатая стружка, традиционно используемая для изготовления однослойных древесностружечных плит или для внутренних слоев трехслойных ДСП фракции 10/5;

б - стружка для формирования наружных слоев трехслойных ДСП фракции 3/0;

в – стружка-отходы деревообрабатывающего производства

Рисунок 1 – Стружка, используемая для среднего слоя композиционной ДСП

Произвели расчет всех компонентов для получения плиты композиционной древесной плиты плотностью 650 кг/м³ и приготовили клеи необходимого состава и концентрации.

Описание технологии изготовления плиты в лабораторных условиях: лущеный шпон выкраивали размером немного больше (420x420 мм), чем размер рамки для формирования ДСП (390 x 355 мм). На левую сторону лущеного шпона наносили клей на основе смолы марки КФ-Ж с концентрацией 67 % и расходом 120 кг/м² поверхности. Норму расхода контролировали весовым способом. После равномерного нанесения клея

обеспечивали открытую выдержку листов в течение 10 минут с целью удаления части растворителя, повышения вязкости клея и, как следствие, уменьшения образования парогазовой смеси при горячем прессовании.

Стружку для внутреннего слоя плиты в течение 7 минут смешивали в смесителе барабанного типа со связующим на основе смолы КФ-Ж с концентрацией 55-60% и расходом 10% по сухому веществу к массе стружки. После извлечения стружечно-клеевой массы из смесителя приступали к формированию будущей плиты на поддоне: лист лущеного шпона с нанесенным клеем после выдержки, на его края устанавливалась форма-рамка и насыпался слой стружечно-клеевой массы, обеспечивая равномерную плотность. В таком виде будущая плита подвергалась холодной подпрессовке в течение 2,5 минут для придания пакету транспортабельности и уменьшения его толщины. После этой технологической операции пакет накрывался листом лущеного шпона с клеевым слоем внутрь и вторым поддоном. Готовый пакет загружали в гидравлический пресс модели Д 2430-Б для горячего прессования при следующих режимах:

- номинальная толщина композиционной плиты 12 мм; 16 мм;
- температура прессования 130 °С;
- удельное давление прессования 2 МПа;
- время выдержки под давлением 0,44 мин/1 мм; для толщины 12 мм – 5,5 мин; 16 мм-7 мин.

Полученные композиционные плиты толщиной 12 и 16 мм внешне получались хорошего качества, без коробления и расслоения по толщине. Далее плиты кондиционировались в течение 24 часов, после чего раскраивались на образцы для проведения физико-механических испытаний.



Рисунок 2 – Композиционная древесностружечная плита

Оценка физико-механических показателей, полученных нами композиционных ДСП и сравнение их с традиционными ДСП (ГОСТ 10632-2014) будет освещена в дальнейших научных работах.

Внедрение разработанной нами технологии получения композиционной древесностружечной плиты позволит эффективно утилизировать образующиеся древесные отходы деревообрабатывающих производств, снизить производственные затраты, расширить

ассортимент выпускаемой продукции при сохранении её качества, что является актуальным для деревообрабатывающей отрасли.

Список литературы

- 1 Тихомирова В.В., Смирнова П.С. Полимерные композиционные материалы с древесными наполнителями и перспективы использования отходов при их производстве // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2022. – № 12. – С. 98-102 URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=13491> (дата обращения: 10.03.2025).
- 2 Сафин Р. Г., Степанов В. В., Исхаков Т. Д., Гайнуллина А. А., Степанова Т. О. Новые исследования и разработки в области получения древесно-композиционных материалов на основе древесных отходов // Вестник технологического университета. – 2015. – Т.18. – № 6 – С. 139.
- 3 Волынский В.Н. Древесные плиты в строительстве. Характеристики и сферы применения // Лес Пром Информ. – 2010.– № 8 (74). – URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=2119> (дата обращения: 10.03.2025).

References

- 1 Tikhomirova V.V., Smirnova P.S. Polymer composite materials with wood fillers and prospects for using waste in their production // International Journal of Applied and Fundamental Research. - 2022. - No. 12. - P. 98-102 URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=13491> (date of access: 10.03.2025).
- 2 Safin R.G., Stepanov V.V., Iskhakov T.D., Gainullina A.A., Stepanova T.O. New research and developments in the field of obtaining wood-composite materials based on wood waste // Bulletin of the Technological University. - 2015. - Vol.18. - No. 6 - P. 139.
- 3 Volynsky V.N. Wood boards in construction. Characteristics and areas of application // Les Prom Inform. - 2010. - No. 8 (74). – URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=2119> (date of access: 10.03.2025).

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_278-283

УДК 544.723.212

УГЛЕРОДНЫЕ СОРБЕНТЫ ИЗ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ИОНОВ МЕДИ

CARBON SORBENTS FROM SEWAGE SLUDGE FOR PURIFICATION OF WATER FROM COPPER IONS

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 at Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

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

Zhuzhukin K.V., PhD in Technical Sciences, senior lecturer at Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: статья посвящена исследованию сорбционных свойств углеродных материалов (биоуглей), полученных из осадков сточных вод (ОСВ), собранных с очистных сооружений (ЛОС) города Воронеж. Исходный материал (ОСВ) подвергался пиролизу в муфельной печи при различных температурах (400°C, 500°C, 600°C), что позволило получить три фракционные группы углей (U400, U500, U600) с размером частиц 200-300 мкм. Химический состав образцов углей определен методом рентгеноспектрального анализа. Эффективность использования полученных углей для сорбционной очистки сточных вод от тяжелых металлов оценена в водных растворах, содержащих 320 мг/л ионов меди (Cu^{2+}). Показано увеличение времени достижения сорбционного равновесия, а также степени очистки воды (7-50%) в ряду U400 < U500 < U600.

Abstract: the article is devoted to the study of the sorption properties of carbon rich materials (biochars) obtained from sewage sludge collected from sewage treatment plants in Voronezh. The starting material was pyrolyzed in a muffle furnace at various temperatures (400°C, 500°C, 600°C), which allowed to obtain three fractional groups of biochars (U400, U500, U600) with a particle size of 200-300 microns. Chemical composition of biochar samples was determined

by X-ray spectral analysis. The efficiency of use of obtained biochar samples for sorption treatment of wastewater from heavy metals was assessed in aqueous solutions containing 320 mg/dm^3 of copper ions. It was shown an increase in time of sorption equilibrium, as well as the rate of water purification (7-50%) in the order $U400 < U500 < U600$.

Ключевые слова: углеродные сорбенты, осадок сточных вод, сорбция, тяжелые металлы, ионы меди, очистка сточных вод, экология.

Keywords: carbon sorbents, sewage sludge, sorption, copper ions, water treatment, ecology.

Осадки сточных вод (ОСВ), образующиеся в результате обработки бытовых и промышленных стоков на очистных сооружениях, представляют серьезную экологическую проблему [1]. В России ежегодно образуется более 100 миллионов кубических метров осадков с влажностью до 96%. Эти отходы содержат вредные газы, такие как сернистый, углекислый и метан, загрязняющие атмосферу, а также органические и неорганические соединения, снижающие качество природных вод и почвы и оказывающие негативное влияние на здоровье людей [2]. Для решения проблемы утилизации осадков необходимо использовать эффективные методы переработки (технология остеклования, минерализация в метантенках или аэробных стабилизаторах с дальнейшим механическим обезвоживанием и др.). [1-3]. Одним из эффективных методов переработки ОСВ является пиролиз, который снижает объем отходов ОСВ до 50%, превращает осадки в материал с высоким содержанием углерода (биоуголь) и обеспечивает возможность создания новых ресурсов, например, углеродных сорбентов, востребованных для очистки сточных вод от различных загрязнителей (тяжелые металлы, органические соединения и др.) [1, 4-6].

Состав ОСВ, представляющих собой гетерогенную смесь протеинов, углеводов, жиров, органических и неорганических веществ, а также бактерий, вирусов, диоксинов, небioresлагаемых соединений, тяжелых металлов и др. [1], непостоянен и существенно меняется в зависимости от состава сточных вод и специализации предприятия. Как следствие, физико-химические характеристики получаемых биоуглей, будут определяться составом ОСВ, а также выбором метода и условиями обработки ОСВ [1, 4-8].

Целью данной работы явилось изучение возможности получения новых углеродных сорбентов на основе осадка сточных вод и оценка их сорбционной способности к ионам тяжелых металлов для последующего использования в технологиях очистки водных сред.

Объектами исследования являлись образцы новых углеродных сорбентов U400, U500, U600, полученные пиролизом осадка сточных вод очистных сооружений г. Воронеж при 400, 500 и 600 °С, соответственно. Получившиеся угли измельчали и рассеивали на фракции 200-300 мкм. Химический состав образцов углей установлен методом рентгеноспектрального анализа, сорбционная способность образцов определена в водных растворах 0,01 н CuSO_4 при времени сорбции 10-240 мин (соотношение сорбент/раствор=1:100, $t=20^\circ\text{C}$). Для количественного определения ионов меди в растворах использовали фотоколориметрический метод [9, 10].

Химический состав (Таблица 1) исходного образца ОСВ и образца угля U600 определяются преимущественно углеродом и кислородом, за счет присутствия органических веществ в воде, а также примесями кремния, кальция, алюминия, фосфора, железа, серы,

калия и магния. В результате пиролиза, химический состав образца изменился в пользу повышения содержания углерода (на 5%), Al – в ~2 раза, Si – в ~3 раза, фосфора – незначительно, микроэлементов Mg, Ca, K, Fe – в ~2-7 раз, тогда как содержание кислорода (на 10%) и серы (незначительно) снизилось, что обусловлено протеканием комплекса реакций разложения органических соединений, образования летучих соединений и их удаления, коксообразования и др. [1].

Таблица 1. Химический состав исследуемых образцов ОСВ и угля U600

Образец	Элементный состав, ат. %										Итого
	C	O	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Fe	
ОСВ	55,95	40,16	0,20	0,64	1,17	0,70	0,25	0,06	0,78	0,09	100,00
U600	59,04	30,15	0,35	1,21	3,70	0,96	0,20	0,44	3,30	0,65	100,00

В процессе пиролиза формируется пористая структура результирующего материала, которая наряду с физико-химической активностью поверхности определяет его сорбционную способность. Исследование кинетики сорбции ионов Cu^{2+} из 0,01 н водного раствора CuSO_4 показало, что сорбционная способность полученных материалов постепенно возрастает с увеличением длительности процесса, стремясь к предельному значению адсорбции. Быстрее всего равновесие установилось для образцов U400 (~40 мин) и U500 (~80 мин), а медленнее всего для образца U600 (~210 мин), для которого скорость сорбции различна на разных этапах процесса. Емкость сорбентов к ионам меди заметно возрастает от 15 до 94 мг/г в ряду $\text{U400} < \text{U500} < \text{U600}$, что указывает на положительное влияние более высокой температуры пиролиза на формирование сорбционной способности полученных углей. Для образца U600 сорбционная емкость в 3,6 и 6 раз выше, чем для образцов U400 и U500, соответственно.

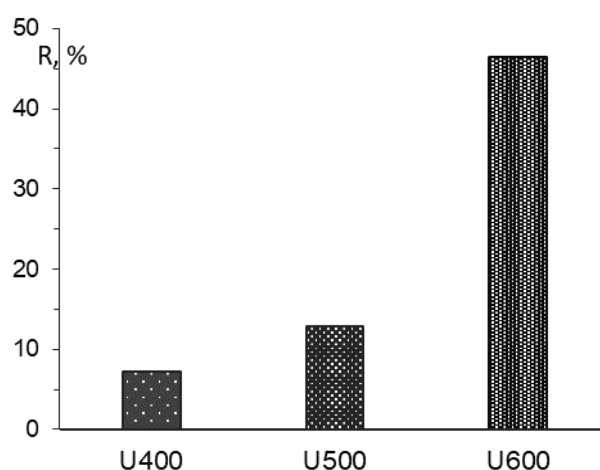


Рисунок 1. Степень очистки воды от ионов меди Cu^{2+} углеродными сорбентами U400, U500 и U600 при сорбции из 0,01 н р-ра CuSO_4

Эффективность очистки воды (Рис. 1), рассчитанная по выражению $R = \frac{c_0 - c_p}{c_0} \cdot 100 \%$,

для исследуемых углей возрастает с увеличением температуры пиролиза и достигает удовлетворительных значений (~46 %) для образца U600, а при увеличении массы вводимого сорбента составляет более 85 %.

Таким образом, проведенное исследование демонстрирует перспективность использования ОСВ для получения углеродных сорбентов и разработки эффективных и экологически безопасных технологий очистки сточных вод с использованием вторичного сырья.

Список литературы

1. Salman Raza Naqvi, Rumaisa Tariq, Muhammad Shahbaz, Muhammad Naqvi, Muhammad Aslam, Zakir Khan, Hamish Mackey, Gordon Mckay, Tareq Al-Ansari, Recent developments on sewage sludge pyrolysis and its kinetics: Resources recovery, thermogravimetric platforms, and innovative prospects, Computers & Chemical Engineering, Volume 150, 2021, 107325. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2021.107325>.
2. О. В. Янцен, Н. С. Севрюгина, В. А. Герасимов, А. П. Сторожев/ Выбор эффективной технологии утилизации осадков сточных вод // Природообустройство. – 2020. – № 5. – С. 117-123. – DOI 10.26897/1997-6011/2020-5-117-123. – EDN QXTTXK. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44407586>.
3. Hoang S. A. et al. Treatment processes to eliminate potential environmental hazards and restore agronomic value of sewage sludge: A review //Environmental Pollution. – 2022. – Т. 293. – С. 118564. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749121021461>.
4. Д. Ю. Киселев, А. Р. Валеева, А. И. Валиуллина, Р. М. Хазиахмедова. В. Н. Башкиров, А. Н. Грачев / Применение твердых продуктов пиролиза иловых осадков для очистки фильтрата ТКО // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2024. – № 2(162). – С. 24-34. – DOI 10.26730/1999-4125-2024-2-24-34. – EDN VYVXVX.
5. M.J. Martin, E. Serra, A. Ros, M.D. Balaguer, M. Rigola Carbonaceous adsorbents from sewage sludge and their application in a combined activated sludge-powdered activated carbon (AS-PAC) treatment // Desalination and Water Treatment. - 2004. - С. 1389-1394. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2004.01.011>.
6. Bagreev A, Bashkova S, Locke DC, Bandosz TJ (2001) Sewage sludge derived materials as efficient adsorbent for removal of hydrogen sulfide. Environ Sci Technol 35:1537–1543 DOI: 10.1021/es001678h (<https://doi.org/10.1021/es001678h>)
7. K.M. Smith, G.D. Fowler, S. Pullket, N.J.D. Graham, Sewage sludge-based adsorbents: A review of their production, properties and use in water treatment applications, Water Research, Volume 43, Issue 10, 2009, Pages 2569-2594, – URL: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.02.038>.

8. Koshlak H. Synthesis of zeolites from coal fly ash using alkaline fusion and its applications in removing heavy metals //Materials. – 2023. – Т. 16. – №. 13. – С. 4837. – URL: <https://www.mdpi.com/1996-1944/16/13/4837>.

9. Новикова, Л. А., Томина, Е. В., Молчанова, О. Н., Жукова, Е. А., Дорошенко, А. В., Тюпина, Е. А. (2024). Сорбция ионов меди из водных растворов высокодисперсными ферритами кобальта и цинка. Сорбционные и хроматографические процессы, 24(5), 695-710. – URL: <https://journals.vsu.ru/sorpchrom/article/view/12509>.

10. Молчанова О.Н., Новикова Л.А., Томина Е.В. Изучение сорбционного извлечения ионов меди из модельных сточных вод новыми сорбентами на основе ферритов металлов // Циркулярная экономика для целей устойчивого развития отраслей и территорий : материалы Национальной научно-практической конференции, Воронеж, 14-15 мая 2024 г. / отв. ред. Т. Л. Ищенко ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛУ». – Воронеж, 2024. С. 249-253. – URL: <https://vglu.ru/nauka/konferencii/2024/materialy-nacionalnoj/>. – Текст : электронный.

References:

1. Salman Raza Naqvi, Rumaisa Tariq, Muhammad Shahbaz, Muhammad Naqvi, Muhammad Aslam, Zakir Khan, Hamish Mackey, Gordon Mckay, Tareq Al-Ansari, Recent developments on sewage sludge pyrolysis and its kinetics: Resources recovery, thermogravimetric platforms, and innovative prospects, Computers & Chemical Engineering, Volume 150, 2021, 107325. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2021.107325>.

2. O. V. Yanzen, N. S. Sevryugina, V. A. Gerasimov, A. P. Storozhev/ The choice of an effective technology for the disposal of sewage sludge // Environmental management. 2020. – No. 5. – pp. 117-123. – DOI 10.26897/1997-6011/2020-5-117-123. – EDN QXTTXK. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44407586>

3. Hoang S. A. et al. Treatment processes to eliminate potential environmental hazards and restore the agronomic value of sewage sludge: A review //Environmental Pollution. – 2022. – Vol. 293. – pp. 118564. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749121021461>.

4. D. Y. Kiselev, A. R. Valeeva, A. I. Valiullina, R. M. Khaziakhmedova. V. N. Bashkirov, A. N. Grachev/ Application of solid pyrolysis products of sludge sediments for the purification of MSW filtrate // Bulletin of the Kuzbass State Technical University. – 2024. – № 2(162). – Pp. 24-34. – DOI 10.26730/1999-4125-2024-2-24-34. – EDN VYVXVX.

5. M.J. Martin, E. Serra, A. Ros, M.D. Balaguer, M. Rigola Carbonaceous adsorbents from sewage sludge and their application in a combined activated sludge-powdered activated carbon (AS-PAC) treatment // Desalination and Water Treatment. - 2004. - pp. 1389-1394. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2004.01.011>.

6. Bagreev A, Bashkova S, Locke DC, Bandosz TJ (2001) Sewage sludge derived materials as efficient adsorbent for removal of hydrogen sulfide. Environ Sci Technol 35:1537–1543 DOI: 10.1021/es001678h. – URL: <https://doi.org/10.1021/es001678h>.

7. K.M. Smith, G.D. Fowler, S. Pullket, N.J.D. Graham, Sewage sludge-based adsorbents: A review of their production, properties and use in water treatment applications,

Water Research, Volume 43, Issue 10, 2009, Pages 2569-2594. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.02.038>.

8. Koshlak H. Synthesis of zeolites from coal fly ash using alkaline fusion and its applications in removing heavy metals //Materials. – 2023. – Vol. 16. – no. 13. – S. 4837. – URL: <https://www.mdpi.com/1996-1944/16/13/4837>.

9. Novikova, L. A., Tomina, E. V., Molchanova, O. N., Zhukova, E. A., Doroshenko, A.V., Tyupina, E. A. (2024). Sorption of copper ions from aqueous solutions with highly dispersed cobalt and zinc ferrites. Sorption and Chromatographic Processes, 24(5), 695-710. – URL: <https://journals.vsu.ru/sorpchrom/article/view/12509>.

10. 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 // Circular economy for the sustainable development of industries and territories : proceedings of the National Scientific and Practical Conference, Voronezh, May 14-15, 2024 / ed. by T. L. Ishchenko ; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, VGLTU. – Voronezh, 2024. pp. 249-253. – URL: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2024/materialy-nacionalnoj/>. – Text : electronic.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_284-288

УДК 543.544

**ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ВИНИЛЬНОГО ПРОИЗВОДНОГО НАФТАЛИНА**

PRODUCTION OF MODIFIED WOOD USING VINYL NAPHTHALENE DERIVATIVE

Никулина Н.С., кандидат технических наук, преподаватель ФГБУ ДПО "Воронежский институт повышения квалификации сотрудников ГПС МЧС России, Воронеж, Россия

Никулин С.С., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

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

Nikulina N.S., PhD in Engineering, teacher of the Voronezh Institute of Advanced Training of Employees of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Voronezh, Russia

Nikulina S.S., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

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

Аннотация: В работе исследованы составы для обработки натуральной древесины березы, полученные на основе этилированных производных нафталина. Для обработки древесины применяли раствор производных нафталина в толуоле с добавками гидропероксида пинана. Удаление толуола из модифицированных образцов лесоматериала сочетали с радикальной полимеризацией этилированных производных нафталина в автоклаве при 160-165 °С в течение 5 часов. Содержание полимера в лесоматериале изменялось от 10 до 26 %. Изготовленные лесоматериалы, включающие в свой состав этилированные производные нафталина, будут обеспечивать изделиям на их основе не только улучшенные прочностные показатели, но и повышенные водо- и влагостойкость.

Abstract: The compositions for processing natural birch wood, obtained on the basis of ethenyl derivatives of naphthalene, are investigated in the work. A solution of naphthalene derivatives in toluene with additives of pinane hydroperoxide was used for wood processing. The removal of toluene from modified timber samples was combined with radical polymerization of ethenyl naphthalene derivatives in an autoclave at 160-165 °C for 5 hours. The polymer content in the timber varied from 10 to 26%. Manufactured timber products containing ethenyl naphthalene derivatives will provide products based on them not only with improved strength characteristics, but also increased water and moisture resistance.

Ключевые слова: древесина, модификация, производные нафталина, водопоглощение, разбухание.

Keywords: wood, modification, naphthalene derivatives, water absorption, swelling.

Лесоматериалы широко используются в различных промышленных отраслях. Это связано с целым рядом их положительных свойств. Современные технологии в сочетании с уникальными природными свойствами лесоматериалов позволяют формировать долговечные конструкции на их основе [1-3].

Кроме неоспоримых достоинств лесоматериалов им присуще и ряд недостатков: анизотропность, гигроскопичность, коробление и растрескивание пиломатериалов и изделий и другие недостатки.

Одним из приемов, позволяющих снизить недостатки лесоматериалов, является модификация натуральной древесины. По модификации древесины опубликован ряд работ [4-6]. В представленных литературных данных по модификации лесоматериалов рекомендуется использовать дорогие и дефицитные продукты, такие как стирол, дивинилбензол, акрилаты, мочевины и др. соединения с полимеризацией их в проводящих сосудах натуральной древесины. Полной полимеризации вводимых в структуру натуральной древесины низкомолекулярных соединений достичь не удастся. Поэтому модифицированная древесина «фонит» незаполимеризовавшимися мономерами, что повышает её токсичность и опасность контакта с человеком. Снижается экологичность модифицированной древесины.

Перспективными в этом плане могут служить олигомерные материалы, приготовленные из отходов и побочных продуктов химической и нефтехимической промышленности. Использование отходов и побочных продуктов для получения олигомерных материалов позволяет решить вопрос не только экологического характера, но и более полно и рационально использовать ценное углеводородное сырьё. При этом важно отметить тот факт, что в данном направлении могут быть использованы олигомерные продукты, которые по своим показателям могут иметь ограниченное использование в других направлениях. Например, высокая цветность (нельзя использовать в производстве светлых красок), наличие опалесценции (мутный раствор, покрытие теряет прозрачность) и другие недостатки. Однако наличие этих недостатков не является критичным для использования этих растворов для модификации древесины, а также для защитной обработки сушильных камер лесопромышленного комплекса. Из древесины в процессе её сушки выделяются летучие компоненты, обладающие повышенной коррозионной способностью [7, 8].

С целью поднятия свойств лесоматериалов проводят их обработку модифицирующими составами включающих в ряде случаев высокотемпературную обработку композита. Присутствующие в пропитывающем составе кратные связи и радикальный инициатор будут способствовать протеканию в анатомических структурах лесоматериала полимеризационных процессов, проводящих к повышению молекулярной массы пропитывающего материала с одновременной подшивкой образующихся структур к компонентам древесного вещества, содержащего в своей структуре двойные связи. Данный процесс можно сочетать с одновременной отгонкой растворителя, присутствующего в матрице лесоматериала.

Перспективными в этом плане являются различные производные нафталина. К таким производным относятся этенильные производные нафталина (ЭН). Их использование для создания древесно-полимерных композитов слабо освещено в литературе. Такие продукты на основе нафталина находят широкое применение в других производствах [9]. Вместе с тем

более широкому применению производных нафталина препятствует их способность удаляться из продуктов при повышенных температурах и вымываться под действием растворителей. Более устойчивыми в этом плане являются этенильные производные нафталина и особенно полимеры на основе таких производных, которые имеют высокую теплостойкость и повышенные прочностные показатели.

Целью работы является исследование составов для обработки натуральной древесины березы, полученные на основе этенильных производных нафталина.

При этом необходимо отметить, что ЭН должен иметь хорошую совместимость с компонентами присутствующими в лесоматериале, например, с лигнином, который представляет собой полимерный материал, включающий в свой состав ароматические углеводороды.

Этенильные производные нафталина по своей активности почти в 2000 раз превосходит стирол. Поэтому термообработка лесоматериалов, включающих в свой состав ЭН, при температуре 160-165 °С будет способствовать радикальной полимеризации в анатомических структурах лесоматериала с образованием полимера. Получаемый полимерный продукт будет существенно более устойчив к воздействию влаги и воды, чем исходная древесная структура.

По своим физическим свойствам этенильные производные нафталина представляют собой довольно вязкую маслянистую жидкость и ее введение в древесные структуры затруднено. Поэтому для обработки древесины применяли растворы винильных производных нафталина в толуоле с концентрацией раствора 20 – 70 % в присутствии инициатора полимеризации гидропероксида пинана в количестве 2 %. Образцы древесины выдерживали в растворах в течение 24 часа при температуре 20 ± 1 °С. Удаление толуола из модифицированных образцов лесоматериала сочетали с радикальной полимеризацией этенильных производных нафталина в автоклаве при 160-165 °С в течение 5 часов. При этом происходит полимеризация этенильных производных нафталина по радикальному механизму. Содержание полимера в лесоматериале изменялось от 10 до 26 %.

В табл. 1 приведены показатели водостойкости древесины березы, модифицированной этенильными производными нафталина после 30 суток испытаний в сравнении с натуральной древесиной.

Таблица 1. Показатели водостойкости древесины березы, модифицированной этенильными производными нафталина после 30 суток испытаний в сравнении с натуральной древесиной

Показатели	Древесина без обработки	Содержание производных нафталина в древесном композите, %		
		10,4	16,7	25,9
Показатель водопоглощения, %	119,2	55,6	48,3	36,0
Показатель разбухания в радиальном направлении, %	7,7	4,6	6,9	3,0
Показатель разбухания в тангенциальном направлении, %	8,3	7,5	7,0	5,2

Примечание: температура термообработки 160 °С, продолжительность термообработки 5 часов.

Как следует из анализа полученных данных, увеличение содержания производных нафталина приводит к существенному снижению водопоглощения модифицированной древесины, а также уменьшению показателей ее разбухания.

Подтверждением того, что винильные производные нафталина обладает повышенной реакционной активностью, проведена его полимеризация при повышенной температуре (190-195 °С, 5 часов) в массе. Выход полимера составил около 95,0 %.

Полученные древесно-полимерные композиты на основе винильных производных нафталина должны обладать антисептической активностью, что положительно скажется на свойствах выпускаемых изделий и их сроке службы.

Таким образом, полученные древесно-полимерные композиты, включающие в свой состав этильные производные нафталина, будут обеспечивать изделиям на их основе не только улучшенные прочностные показатели, но и повышенные водо- и влагостойкость.

Список литературы

1. Ветошкин Ю.И., Яцун И.В., Коцюба И.В. Эксплуатационные свойства композиционных материалов на основе древесины. Екатеринбург: УГЛТУ. 2018. 100 с.
2. Багаев Е.С. Макаров С.С., Багаев С.С., Чудетский А.И. Береза карельская в Центральной России: биологические особенности и перспективы воспроизводства. Пушкино: ВНИИЛМ. 2022. 125 с.
3. Никишов В.Д. Комплексное использование древесины. М.: Лесная промышленность. 1985. 264 с.
4. Шамаев В.А., Никулина Н.С., Медведев И.Н. Модифицирование древесины. М.: Флинта, Наука. 2013. 448 с.
5. Шамаев В.А. Исследование модифицированной древесины методом электронной микроскопии // Изв. вузов. Лесн. журн. 2020. № 1. С. 190–199.
6. Уголев Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. 2007. Москва: МГУЛ. 340 с.
7. Менде Ф. Ф. Щурупов И. А. Разработка и эксплуатация лесосушильных камер. Монография. - Харьков, 2014. - 68 с.
8. Гороховский А.Г., Шашкина Е.Е. Эффективность и качество сушки пиломатериалов. Москва, Вологда: Инфра-Инженерия. 2022. 188 с.
9. Н. Доналдсон. Химия и технология соединений нафталинового ряда. М.: ГНТИ. 1963. 656 с.

References

1. Vetoshkin Yu.I., Yatsun I.V., Kotsyuba I.V. Operational properties of composite materials based on wood. Yekaterinburg: UGLTU. 2018. 100 p .
2. Bagaev E.S. Makarov S.S., Bagaev S.S., Chudetsky A.I. Karelian birch in Central Russia: biological features and prospects of reproduction. Pushkino: VNIILM. 2022. 125 p.

3. Nikishov V.D. Complex use of wood. Moscow: Forest industry. 1985. 264 p.
4. Shamaev V.A., Nikulina N.S., Medvedev I.N. Wood modification. Moscow: Flinta, Nauka. 2013. 448 p.
5. Shamaev V.A. The study of modified wood by electron microscopy // Izv. vuzov. Lesn. zhurn. 2020. No. 1. pp. 190-199.
6. Ugolev B. N. Wood science with the basics of forest commodity science. 2007. Moscow: MGUL. 340 pages .
7. Mende F. F. Shchurupov I. A. Development and operation of drying chambers. The monograph. Kharkiv, 2014. 68 p .
8. Gorokhovskiy A.G., Shashkina E.E. Efficiency and quality of lumber drying. Moscow, Vologda: Information Engineering. 2022. 188 p.
9. N. Donaldson. Chemistry and technology of naphthalene compounds. Moscow: GNTI. 1963. 656 p.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_289-295

УДК 620.22:504.05:338.45

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОКОМПОЗИТОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ

STATISTICAL STUDY OF PRODUCTION AND USE OF BIOCOMPOSITES IN VARIOUS INDUSTRIES

Повалюхин Д.В., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Стородубцева Т.Н., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Морковин В.А., кандидат технических наук, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Povaliukhin D.V., student of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Storodubtseva T.N., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Morkovin V.A., Candidate of Technical Sciences, Head of Department Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: Биоккомпозиты, как экологически чистые материалы, находят все более широкое применение благодаря своим уникальным свойствам. Исследование охватывает последние статистические данные о производстве биоккомпозитов, анализирует ключевые факторы, способствующие их распространению, а также оценивает их использование в различных отраслях. Особый акцент сделан на развитие биоккомпозитов в последние годы, а также на прогнозы их роста в будущем, основанные на современных рыночных тенденциях и изменениях в предпочтениях потребителей. В статье рассматриваются вызовы и ограничения, с которыми сталкиваются производители, включая вопросы сырьевой базы, технологий переработки и нормативного регулирования. Результаты исследования подчеркивают значимость биоккомпозитов как части устойчивого развития, а также их потенциал в сокращении углеродного следа и минимизации экологического воздействия.

Abstract: Biocomposites, as environmentally friendly materials, are increasingly used due to their unique properties. The study covers the latest statistics on the production of biocomposites, analyzes the key factors contributing to their spread, and assesses their use in various industries. Particular emphasis is placed on the development of biocomposites in recent years, as well as projections of their future growth based on current market trends and changes in consumer preferences. The article also discusses the challenges and limitations faced by manufacturers, including issues of raw materials, processing technologies, and regulatory frameworks. The results of the study highlight the importance of biocomposites as part of sustainable development, as well as their potential to reduce carbon footprint and minimize environmental impact.

Ключевые слова: биокompозиты, композитные материалы с применением натуральных волокон, альтернативные биоразлагаемые материалы.

Keywords: biocomposites, composite materials using natural fibers, alternative biodegradable materials.

Для использования в технических целях пригодно большое количество материалов в основе которых применяют натуральное волокно. Такие волокна возможно получить из некоторых видов растений переработав их листья и стебли [1]. Также к способам получения натуральных отходов можно отнести переработку текстиля. Основными преимуществами таких материалов является экологичность, отсутствие токсичных веществ в их составе и выполняемость сырьевой базы.

Физические и механические свойства материалов подобного типа могут конкурировать с их синтетическими аналогами, в виде стекло и углеволокна.

Одним из немаловажных факторов является химический состав биоволокна (табл.1). Компоненты, находящиеся в их составе, влияют на физико-механические свойства волокна. К таким веществам относятся: целлюлоза и пектин, которые играют роль в процессах разложения материала и регулировании его влагонасыщения, а также лигнин, обеспечивающий высокую термостойкость, но подверженный деградации под воздействием солнечного излучения [2].

Таблица 1 - Химический состав и структура растительных волокон

Компоненты	Хлоп ок	Лен	Древеси на	Джу т	Коно пля	Сизал ь	Кокосов ое волокно	Рам и	Паль ма
Целлюлоза, %	88-96	60-85	40-50	60-65	70-77	65-73	35-45	70-85	30-40
Пектин, %	—	2-3	0-1	0,2-0,5	2	1-2	3-4	1-2	5-8
Гемицеллюлоза, %	3-6	12-20	20-30	18-24	15-18	12-15	15-20	13-16	15-25
Лигнин, %	-	2-5	25-30	10-12	3-8	9-14	40-45	0,6-1,0	20-35
Воск, %	0,4-1	1,5-2	0,1	0,5-0,8	0,8-1,5	0,5-1	—	0,5-1,0	0,1-0,5
Угол подъема спирали фибрилл в натуральном волокне	—	10,0-12,0	5,0-30,0	8,0-10,0	6,0-8,0	10,0-22,0	30-45	5-10	20-30
Влага, %	7-8	8-10	12-15	12-14	9-13	10-14	10-12	7-10	10-15

Свойства и структура растительных волокон нестабильна и зависит от ряда факторов, таких как вид растения, расположение волокна в стебле, возраст, методы обработки, степень влажности и другие условия.

К ключевым характеристикам механических свойств волокон в значительной степени можно отнести содержание целлюлозы (природный полимер), ведь от нее зависит число мономерных звеньев в молекуле полимера и угол аксиальной ориентации кристаллографических осей микрофибрилл. Большое содержание целлюлозы способствует повышению уровня полимеризации и положительно влияет на прочность материала, а также на его упругие свойства. Из-за природной нестабильности сырья по данным исследования (табл. 2), можно заметить большие отклонения значений, указывающих на физико-механические свойства биоволокна [3-7].

Таблица 2 - Физико-механические свойства растительных волокон в сравнении с синтетическими волокнами

Волокна	Предел прочности при разрыве, МПа	Модуль упругости при растяжении, ГПа	Плотность, г/см ³	Удельная прочность, г/текс (г/1000 м)
Е-стекло	2000–3500	70–80	2,54-2,60	760-1350
Углеродное волокно	3500-6000	230-600	1,75-2,0	1750-3000
Лен	400-800	60-80	1,4-1,5	270-530
Сизаль	400-700	9–20	1,45	270-480
Джут	250-350	20–55	1,45-1,50	170-240
Конопля	500-900	30–70	1,48-1,50	340-600
Банановое волокно	430-760	12-29	1,35-1,50	280-510
Кокосовое волокно	120-200	4–6	1,15-1,30	90-150
Хлопок	350-600	8-12	1,50-1,55	230-400
Шелк	500-600	6-12	1,34-1,36	360-440
Шерсть	120-250	2-8	1,30-1,34	90-180
Древесина	50-150	10-20	0,40-0,90	125-375

Сравнительный анализ свойств композиционных материалов

Физико-механические свойства полимерных композитов, в которых в качестве армирующих наполнителей используются натуральные волокна зависят от следующих факторов. Среди них ключевое значение имеют свойства самих армирующих волокон, тип связующего материала, а также степень адгезии на контактной границе между матрицей и волокном. В работе представлены данные, отражающие различия в физико-механических свойствах полимерных композитов с однонаправленно ориентированными волокнами и тех, где волокна расположены в хаотичном порядке (табл. 3) [7].

Анализ сырьевой базы на территории России характеризуется потенциалом в использовании природных ресурсов, хоть и существуют некоторые препятствия связанные с развитием инфраструктуры и технологическим оснащением.

По данным из отчетов государственных органов за 2024 год в России произведено порядка 79659,9 тонн льняного волокна которое отлично подходит для использования в качестве наполнителя для создания биокompозитов благодаря легкости и прочности.

Также стоит отметить что легализация промышленного выращивания технической конопли открывает перспективы использования ее волокон для производства биокompозитов, так как обладает уникальными прочностными свойствами. За прошедший год было выращено и переработано порядка 21145,5 тонн технической конопли, также стоит отметить большое количество отходов материалов деревообрабатывающей промышленности (опилки, щепа, стружки) которые хорошо подходят для производства биокompозитов.

Таблица 3 - Сравнение физико-механических свойств биокompозитов с различной ориентацией волокон

Волокно (содержание, % (по массе))	Предел прочности при разрыве, (МПа)	Модуль упругости при растяжении, (ГПа)	Предел прочности при изгибе, (МПа)	Модуль упругости при изгибе, (ГПа)	Ударная вязкость, (кДж/м ²)
Однонаправленные волокна					
Древесина (40)	160	15	220	30	30
Сизаль (40)	129	8,5	192	7,5	98
Банановое волокно (30)	121	8,0	—	—	52
Кокосовое волокно (30)	45	4	56	4	44
Беспорядочно ориентированные волокна					
Древесина (30)	100	10	120	15	50
Сизаль (25)	34,5	1,9	86,4	—	30
Банановое волокно (25)	43,5	2,3	92	—	10
Кокосовое волокно (25)	14,0	1,4	31,2	—	11

Применение биокompозитов. По данным исследований зарубежных аналитиков, патентной информации и научных статей можно сделать вывод, что биокompозиты имеют положительные тенденции и находят свое применения в различных областях промышленности. Основными драйверами является автомобильная промышленность, строительная отрасль, судостроение, медицина, производство спортивного оборудования, а также биокompозиты нашли свое применение и в аэрокосмической отрасли.

По данным аналитиков рынок биокompозитов является стремительно развивающимся и имеет большой потенциал роста. Исследуя различные отчеты и аналитику по рынку материалов можно прогнозировать примерный среднегодовой рост в 24,3%. За 2024 год было произведено около 1,86 миллионе тон биокompозитов. Эти данные позволяют рассчитать примерный объем производства биокompозитов на следующие 10 лет, что примерно равняется 5,53 миллионaв тон в год (рис.).

По объему производства изделий из полимерных композитов с содержанием натурального волокна можно выделить две основные отрасли, автомобилестроение и строительство. Из биокompозитов в автомобилестроении производят различные обшивки, каркасы не несущих конструкций по типу сидений и подлокотников, а также различных отсеков хранения и полки. В строительной отрасли биокompозиты применяются для производства утеплителей, напольных покрытий, фасадных материалов и кровли, и различных декоративных панелей.

Таким образом, биокompозиты находят применение практически во всех отраслях, где важны экологическая устойчивость, легкость, прочность и долговечность материалов.

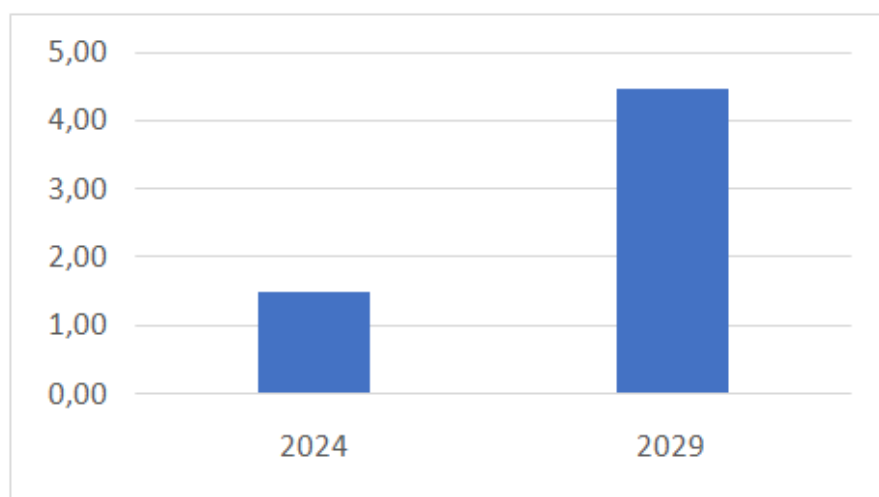


Рисунок – Динамика роста объемов производства биокompозитов

Их использование способствует развитию "зеленой" экономики и снижению экологической нагрузки.

К преимуществам биокompозитов в сравнении с аналогами из синтетических волокон можно отнести: экологичность и биоразлагаемость, легкость и низкая плотность, высокая механическая прочность, тепло- и звукоизоляционные свойства, снижение углеродного следа, использование возобновляемых ресурсов, безопасность для здоровья, более низкая стоимость, возможность переработки, эстетическая привлекательность (натуральная текстура и цвет). Однако, не смотря на все преимущества, все же есть ряд серьезных проблем, затрудняющих внедрение биокompозитов и полимерных композиционных материалов в промышленность России [8].

К таким проблемам можно отнести недостаточное внимание и поддержку со стороны государства в разработки и производства биокompозитов. Многие частные организации

готовы заняться разработками в сфере производства биокomпозитов, но их пугают риски, связанные с нестабильностью и новизной рынка, а также с непринятием со стороны потребителя. Также на пути развития данной сферы стоят технические и технологические проблемы. Они связаны с недостаточным уровнем развития технологий производства и переработки таких материалов. Так как для работы с биокomпозитными материалами требуется специализированное оборудование, квалифицированные специалисты способные работать с полимерными композитами и биоматериалами.

Заключение. В контексте устойчивого развития технология производства биокomпозитов может иметь огромные перспективы, поскольку они являются экологически чистыми материалами. При должном подходе к разработкам и осведомлению потребителя о преимуществах биокomпозитов, данная ортосоля может значительно расшириться. Также развитие в данной области поможет расширить сырьевую базу и увеличить количество рабочих мест. Что положительно повлияет экологическую и экономическую сферы.

Список литературы

1. Pandey J.K., Nagarajan V., Mohanty A.K., Misra M. Commercial potential and competitiveness of natural fiber composites // *Biocomposites: Design and Mechanical Performance*. Elsevier, 2015. P. 1–15.
2. Байклз Н., Сегал Л. Целлюлоза и ее производные. М.: Мир, 1974. Т. 1. 64 с.
3. Алеева С.В. Методологические основы совершенствования процессов биохимической модификации льняных текстильных материалов: автореф. дис. ... докт. техн. наук. Иваново: ИХР РАН, 2014. 3 с.
4. Furqan Ahmad, Heung Soap Choi, Myungkyun Park. Review: Natural Fiber Composites Selection in View of Mechanical, Light Weight, and Economic Properties // *Macromolecular Materials and Engineering*. 2015. Vol. 300. P. 10–24.
5. Mei-po Ho, Hao Wang, Joong-Hee Lee et al. Critical factors on manufacturing processes of natural fibre composites // *Composites. Part B*. 2012. Vol. 43. P. 3549–3562.
6. Holbery J., Simmons K., Nguyen N. et al. Reinforced Composite Material Research. North west National laboratory us department of Energy, 2007. URL: https://depts.washington.edu/amtas/events/amtas_08spring/PNNL.pdf (дата обращения: 10.02.2025).
7. Chaudhary V., Gohil P.P., Shaikh A.A. Development of Potential Composites through Natural Fiber Reinforcement // *Journal of Scientific & Industrial Research*. 2015. Vol. 74. P. 93–97.
8. Дасковский М.И., Дориомедов М.С., Скрипачев С.Ю. Систематизация базисных факторов, препятствующих внедрению полимерных композиционных материалов в России (обзор) // *Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн.* 2016. №5. Ст. 06. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 10.02.2025). DOI: 10.18577/2307-6046-2016-0-5-6-6.

References

1. Pandey, J. K., Nagarajan, V., Mohanty, A. K., Misra, M. Commercial Potential and Competitiveness of Natural Fiber Composites. // *Biocomposites: Design and Mechanical Performance*. Elsevier, 2015. P. 1–15.

2. Bikales, N., Segal, L. Cellulose and Its Derivatives. Moscow: Mir, 1974. Vol. 1. 64 p.
3. Aleyeva, S. V. Methodological Foundations for Improving the Processes of Biochemical Modification of Flax Textile Materials: Author's Abstract of Doctoral Dissertation in Technical Sciences. Ivanovo: IHR RAS, 2014. 3 p.
4. Ahmad, F., Choi, H. S., Park, M. Review: Natural Fiber Composites Selection in View of Mechanical, Light Weight, and Economic Properties. // *Macromolecular Materials and Engineering*. 2015. Vol. 300. P. 10–24.
5. Ho, M.-P., Wang, H., Lee, J.-H., et al. Critical Factors on Manufacturing Processes of Natural Fibre Composites. // *Composites, Part B*. 2012. Vol. 43. P. 3549–3562.
6. Holbery, J., Simmons, K., Nguyen, N., et al. Reinforced Composite Material Research. Northwest National Laboratory, US Department of Energy, 2007. URL: https://depts.washington.edu/amtas/events/amtas_08spring/PNNL.pdf (accessed 10.02.2025).
7. Chaudhary, V., Gohil, P. P., Shaikh, A. A. Development of Potential Composites through Natural Fiber Reinforcement. // *Journal of Scientific & Industrial Research*. 2015. Vol. 74. P. 93–97.
8. Daskovsky, M. I., Doriomedov, M. S., Skripachev, S. Y. Systematization of Basic Factors Preventing the Introduction of Polymer Composite Materials in Russia (Review). // *Trudy VIAM: Electronic Scientific and Technical Journal*, 2016. №5. Article 06. URL: <http://www.viam-works.ru> (accessed 10.02.2025). DOI: 10.18577/2307-6046-2016-0-5-6-6.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_296-300

УДК 699.81

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОПИТЫВАЮЩИХ СОСТАВОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

THE USE OF IMPREGNATING COMPOUNDS TO ENHANCE THE FLAME-RETARDANT PROPERTIES OF WOODEN STRUCTURES

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

Асминин В.Ф., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Дружинина Е.В., преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Sazonova S.A., Candidate of Technical Sciences, associate professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Asminin V.F., Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Druzhinina E.V., lecturer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: показано, что обеспечение пожарной безопасности зданий с деревянными конструкциями очень важно, а выбор наиболее эффективных, современных и технологичных способов огнезащиты легко решит поставленную задачу. Рассмотрены: механизм горения древесины; влияние влажности на горение древесины; принципы огнезащиты древесины. Приведена схема способов снижения горючести древесины. Рассмотрены классификация огнезащитных составов и виды пропитывающих составов для древесины.

Abstract: It is shown that ensuring fire safety of buildings with wooden structures is very important, and choosing the most effective, modern and technologically advanced fire protection methods will easily solve the problem. The mechanism of wood burning; the influence of humidity on wood burning; principles of fire protection of wood are considered. A scheme of ways to reduce the flammability of wood is given, the classification of flame retardants and types of impregnating compounds for wood are considered.

Ключевые слова: огнезащита древесины, пожарная безопасность, строительные конструкции, пропитывающие огнезащитные составы для древесины, горючесть.

Keywords: fire protection of wood, fire safety, building structures, impregnating flame retardants for wood, combustibility.

Горение твердых веществ происходит в несколько стадий. На первой стадии при воздействии внешнего источника зажигания происходит прогрев поверхностного слоя твердого вещества, при этом выделяются газообразные летучие продукты разложения [1, 2, 3]. При

достижении необходимой концентрации горючих газов в воздухе происходит воспламенение газовой смеси и посредством выделяющейся теплоты поддерживают горение.

Рассмотрим механизм горения древесины.

Первая стадия заключается в прогреве древесины с целью испарения из нее влаги. Существенное испарение воды происходит при температуре 50-60 °C и заканчивается при температуре 110-150 °C.

Вторая стадия наступает, когда температура нагрева достигает 180-250 °C. При этом происходит разложение древесины (пиролиз) с образованием над поверхностью горючих летучих веществ. Газообразные вещества состоят из CO, H, CH₄, CO₂, паров H₂O. Также при этом образуется твердый углистый остаток, который состоит из кокса и угольного остатка. В большинстве древесных материалах летучие вещества составляют 65-75%, кокс – 20-25%, остальное – зола.

Нагретые газообразные продукты горения несут в атмосферу частицу сажи и не успевшие разложиться (так как реальные пожары характеризуются неполным сгоранием) смолистые вещества.

При достижении 400-500 °C разложение древесины и образование газовой смеси завершается, материал обугливается и наступает стадия тления (беспламенного горения). При этом температура может достигать 1000 °C.

Подробное рассмотрение влияния влажности древесины на ее горение представлено в рисунке 1.

Рассмотрим принципы огнезащиты древесины. Способы снижения горючести древесины представлены на рисунке 2.

Сравнительная таблица защитных покрытий деревянных конструкций представлена в таблице 1.

Классификация огнезащитных составов осуществляется по следующим признакам:

- по составу и свойствам;
- по условиям эксплуатации;
- по устойчивости к воздействию агрессивных факторов;
- по способам нанесения.

Классификация огнезащитных составов показана на рисунке 3.

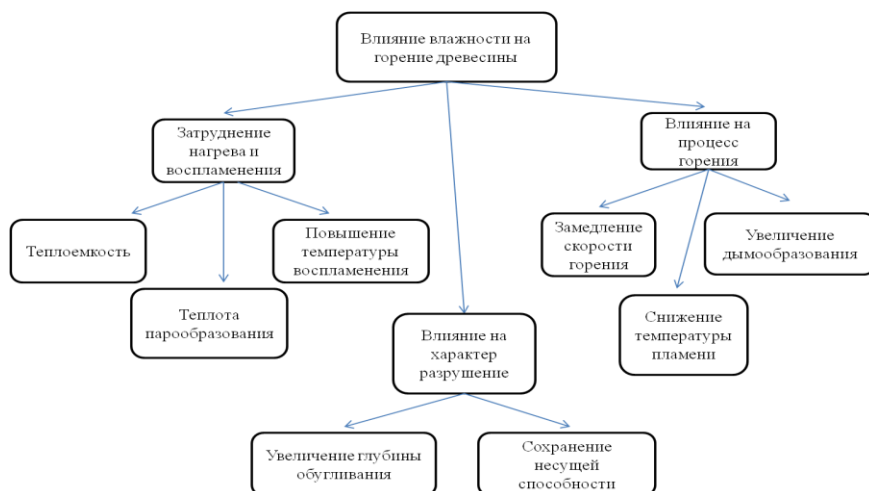


Рисунок 1 – Схема влияния влажности на горение древесины



Рисунок 2 – Схема способов снижения горючести древесины

Таблица 1 – Сравнительная таблица защитных покрытий деревянных конструкций

Наименование	Суть метода	Механизм действия	Преимущества	Недостатки
Огнезащитные краски, лаки, обмазки	Образование защитного слоя на поверхности древесины при нанесении специальных составов	Теплоизоляция, вспучивание, выделение негорючих газов	Экологичность, длительный срок, повышение устойчивости к гниению	Снижение прочности, изменение цвета, высокая стоимость обработки
Огнезащитные плиты, облицовка	Покрывание древесины негорючими материалами	Препятствует воздействию огня и высоких температур	Высокая эффективность, дополнительная тепло- и звукоизоляция	Сложность конструкции, повышенная стоимость, изменение внешнего вида

Таким образом, лаки и краски огнезащитные по принципу действия очень схожи, то есть огнезащита достигается путем изоляции горючей древесины от кислорода воздуха с помощью пленки, за тем только отличием, что лаки, по мере высыхания, создают прозрачную пленку, а краски – не прозрачную [4].

Лаки – это растворы (эмульсии), в состав которых входит пленкообразователь и антипирены. Растворителем является вода или органическое вещество.

Краски – это суспензии, которые состоят из пленкообразователя, пигмента и антипиренов.

Аналогичный с лаками и красками состав имеют и пасты, обмазки огнезащитные. Но в силу более густой консистенции или укрупненной фракции наполнителей и антипиренов, оставляют более толстый слой защиты.

Пропиточные составы имеют другой механизм действия и защиты. Они не образуют защитную пленку на поверхности материала, так как не содержат в себе

пленкообразователей. Такие составы включают в себя: антипирены, растворители и антисептики. Последние обеспечивают также биозащиту материала.



Рисунок 3 – Классификация огнезащитных составов

Пропитка может быть поверхностной или глубокой. Первая обеспечивает образование поверхностного защитного слоя, вторая, соответственно, объемную.

Для более эффективной комплексной огнезащиты предусмотрено поэтапное нанесение двух или более видов составов, которые называют комбинированными.

Все виды огнезащиты подразделяются на стойкие и не стойкие к воздействию агрессивной среды.

В зависимости от возможности воздействия совокупности климатических факторов огнезащитные составы подразделяются по условиям эксплуатации. Существует три вида составов:

- для эксплуатации на открытом воздухе или под навесом;
- для эксплуатации в закрытом неотапливаемом помещении;
- для эксплуатации в закрытом отапливаемом помещении.

Соответственно к первой группе относятся составы, которые устойчивы к определенным значениям (в соответствии с климатической зоной) температур, влажности воздуха, а также к воздействию воздуха.

Вторая группа предназначена для использования в местах, где колебания температур не так значительны, как в первом случае.

Третья группа используется в регулируемых условиях, с положительной температурой и относительной влажностью, не превышающей 70%.

Кроме того, существуют составы, предназначенные для эксплуатации в специальных условиях.

В заключение отметим, что обеспечение безопасности зданий с деревянными конструкциями очень важно, а выбор наиболее эффективных, современных и технологичных способов огнезащиты легко решит поставленную задачу по обеспечению пожарной безопасности деревянных конструкций.

Список литературы

1. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // В сборнике: IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.
2. Полуэктов, А. В. Моделирование ослабления ионизирующего излучения за счет защитного корпуса микросхем / А. В. Полуэктов, Р. Ю. Медведев, А. И. Заревич // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 93-100.
3. Зольников, К. В. Моделирование и оптимизация конструкции полосового фильтра на основе коаксиального резонатора / К. В. Зольников, Д. А. Ачкасов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 43-50.

References

1. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // В сборнике: IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.
2. Poluektov, A.V. Modeling of attenuation of ionizing radiation due to the protective housing of microcircuits / A.V. Poluektov, R. Y. Medvedev, A. I. Zarevich // Modeling of systems and processes. - 2024. Vol. 17, No. 2. pp. 93-100.
3. Zolnikov, K. V. Modeling and optimization of the bandpass filter design based on a coaxial resonator / K. V. Zolnikov, D. A. Achkasov // Modeling of systems and processes. - 2024. – Vol. 17, No. 2. – pp. 43-50.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОГНЕЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ
THEORETICAL FOUNDATIONS OF FIRE PROTECTION OF WOOD

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

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

Казбанова И.М., кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Sazonova S.A., Candidate of Technical Sciences, associate professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Venevitin A.A., Candidate of Technical Sciences, associate professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Kazbanova I.M., Candidate of Biological Sciences, associate professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: показано, что огнезащита деревянных конструкций является приоритетной задачей в сфере обеспечения пожарной безопасности. Рассмотрены физико-химические свойства древесины. Приведены данные по пожароопасным свойствам веществ, входящих в состав древесины. Исследовано влияние состава древесины на ее пожароопасные свойства. Рассмотрены теплофизические характеристики древесины и их влияние на горение. Основные теплофизические свойства древесины приведены в табличной форме. Сделан вывод о том, что, если нельзя заменить деревянные конструкции или как-то их усилить, огнезащита является единственным способом системы противопожарной защиты и системы предотвращения пожара.

Abstract: it is shown that fire protection of wooden structures is a priority task in the field of fire safety. The physico-chemical properties of wood are considered. Data on the fire-hazardous properties of the substances that make up the wood are given. The influence of the composition of wood on its fire-hazardous properties is investigated. The thermophysical characteristics of wood and their effect on gorenje are considered. The main thermophysical properties of wood are given in tabular form. It is concluded that if it is impossible to replace wooden structures or somehow strengthen them, fire protection is the only way to provide fire protection and fire prevention systems.

Ключевые слова: огнезащита древесины, пожарная безопасность, строительные конструкции, физико-химические свойства древесины, теплофизические характеристики.

Keywords: fire protection of wood, fire safety, building structures, physico-chemical properties of wood, thermophysical characteristics.

Рассмотрим физико-химические свойства древесины. Древесина является пористым органическим материалом, относящимся к горючей группе горючести и обладающим способностью к тлению. В состав древесины входят следующие органические вещества:

- целлюлоза. Процентное содержание – 40-50% по массе;
- лигнин. Процентное содержание - 23-35% по массе;
- гемицеллюлозы. Процентное содержание – 15-30% по массе.

В таблице 1 представлены основные пожароопасные свойства вышеперечисленных веществ [1, 2, 3].

Кроме того, в составе древесины присутствуют минеральные вещества, в частности зола (чистый углерод), и влага. Процентное содержание золы – 0,2-1% по массе. Процентное содержание воды – 6-8% по массе в сухой древесине, а также до 60% в свежесрубленной.

Содержание влаги в древесине характеризуется влагосодержанием и влажностью. Влагосодержание оказывает влияние на скорость развития горения древесных материалов.

Оценка влияния состава древесины на ее пожароопасные свойства показано в таблице 2.

Кроме того, на интенсивность горения древесины влияет ее плотность. Так как повышенная плотность древесины препятствует диффузии кислорода в поры материала, следовательно, затрудняет горение и снижает его скорость. При этом диффузии кислорода способствует наличие трещин и других дефектов, которые увеличивают поверхность окисления и, тем самым, ускоряют горение.

Размер и форма деревянного изделия также влияет на процесс горения древесины. Чем меньше изделие, тем быстрее оно прогревается от источника зажигания, тем интенсивнее выделение летучих горючих веществ и, следовательно, интенсивнее горение [4, 5].

Рассмотрим теплофизические характеристики древесины и их влияние на горение. В целом теплофизические свойства определяют характеристики нагрева и горения древесины (таблица 3).

Таблица 1 - Пожароопасные свойства веществ, входящих в состав древесины

Наименование	Термическое разложение	Характеристика, функциональные свойства
Целлюлоза	Сопровождается выделением CO, CH ₄ , H ₂	Воспламеняется при 150-200 °C
Лигнин	Разлагается с меньшей интенсивностью, чем целлюлоза	Выделение большого количества дыма и угля, связывает волокна целлюлозы
Гемицеллюлозы	Легко гидролизуются и разлагается	Выделение летучих горючих продуктов

Таблица 2 - Влияние состава древесины на ее пожароопасные свойства

Наименование	Влияние на пожароопасные свойства
Целлюлоза и гемицеллюлоза	Делают древесину более горючей за счет легкого пиролиза и выделения горючих газов
Лигнин	Приводит к более медленному горению с образованием большего угля и дыма
Влажность	Затрудняет воспламенение и замедляет распространение пламени

Таблица 3 - Основные теплофизические свойства древесины

Наименование	Влияющие факторы
Теплопроводность	Влажность
	Плотность
	Температура
Теплоемкость	Влажность
	Температура
Температура воспламенения	Размер и форма
	Плотность
	Влажность

Теплопроводность материала характеризуют интенсивность передачи тепла от молекулы к молекуле. То есть способность ограждающих конструкций передавать тепло и отдавать его в окружающую среду. Древесина обладает низкой теплопроводностью, что обуславливает ее частое применение в качестве ограждающих конструкций. При пожаре низкой теплопроводность замедляет, прогрев конструкции по толщине, но при этом наличие воды в древесине будет способствовать ее нагреву [6, 7]. Это происходит в результате передачи теплоты молекулами воды. Кроме того, теплопроводность древесины пропорциональна температуре нагрева.

Плотность древесины обратно пропорциональна теплопроводности. То есть чем выше плотность, тем ниже значение теплопроводности.

Теплоемкость материала характеризуется количеством тепла, которое нужно одной единице материала, чтобы увеличить температуру на один градус Цельсия. Теплоемкость материала обратно пропорциональна его процессу горения, а именно, чем выше теплоемкость древесины, тем больше нужно тепла, чтобы она загорелась.

Рост температуры увеличивает теплоемкость незначительно, что нельзя сказать про влагу. Вода обладает высокой теплопроводностью, следовательно, чем больше влаги в древесине, тем больше энергии нужно, чтобы ее нагреть.

Температура воспламенения зависит в первую очередь от состава древесины и влаги, содержащейся в ней. Менее плотная древесина подвержена большему проникновению кислорода вглубь материала, что уменьшает температуру воспламенения.

Размер и влажность пропорциональны температуре воспламенения, то есть чем меньше размер или количество воды в древесине, тем меньше температура воспламенения.

В заключение отметим, что огнезащита деревянных конструкций является приоритетной задачей в сфере обеспечения пожарной безопасности. Там, где нельзя заменить деревянные конструкции, как-то их усилить, огнезащита является единственным способом системы противопожарной защиты и системы предотвращения пожара.

Список литературы

1. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // В сборнике: IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.
2. Sazonova, S. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060013.
3. Полуэктов, А. В. Моделирование ослабления ионизирующего излучения за счет защитного корпуса микросхем / А. В. Полуэктов, Р. Ю. Медведев, А. И. Заревич // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 93-100.
4. Зольников, К. В. Моделирование и оптимизация конструкции полосового фильтра на основе коаксиального резонатора / К. В. Зольников, Д. А. Ачкасов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 43-50.
5. Компьютерное моделирование работоспособности электрической схемы в системах автоматизации проектирования / В. К. Зольников, С. В. Стоянов, Е. В. Шмаков, Н. Н. Литвинов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 26-36.
6. Создание средств проверки электрической схемы с использованием схемы тестовых внешних воздействий / К. В. Зольников, Д. В. Шеховцов, К. В. Литвинов, М. А. Солодилов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 36-44.
7. Формализация верификации топологии и электрической схемы для систем автоматизированного проектирования / Т. В. Скворцова, К. В. Зольников, А. М. Плотников, И.В. Скоркин // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 61-70.

References

1. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // В сборнике: IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.
2. Sazonova, S. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S.Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060013.
3. Poluektov, A.V. Modeling of attenuation of ionizing radiation due to the protective housing of microcircuits / A.V. Poluektov, R. Y. Medvedev, A. I. Zarevich // Modeling of systems and processes. - 2024. Vol. 17, No. 2. pp. 93-100.
4. Zolnikov, K. V. Modeling and optimization of the bandpass filter design based on a coaxial resonator / K. V. Zolnikov, D. A. Achkasov // Modeling of systems and processes. - 2024. – Vol. 17, No. 2. – pp. 43-50.
5. Computer simulation of the operability of an electrical circuit in design automation systems / V. K. Zolnikov, S. V. Stoyanov, E. V. Shmakov, N. N. Litvinov // Modeling of systems and processes. – 2024. – Vol. 17, No. 3. – pp. 26-36.
6. Creation of means of checking an electrical circuit using a test circuit of external influences / K. V. Zolnikov, D. V. Shekhovtsov, K. V. Litvinov, M. A. Solodilov // Modeling of systems and processes. - 2024. – Vol. 17, No. 3. – pp. 36-44.
7. Formalization of topology verification and electrical circuit for computer-aided design systems / T. V. Skvortsova, K. V. Zolnikov, A.M. Plotnikov, I.V. Skorkin // Modeling of systems and processes. - 2024. – Vol. 17, No. 3. – pp. 61-70.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_306-309

УДК 614.817

**ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОСТОЙКИХ ПЛИТ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЯЗУЮЩИХ
ИЗ БИОДЕГРАДИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ****PRODUCTION OF WATER-RESISTANT SLABS WITHOUT THE USE OF BINDERS FROM
BIODEGRADED WOOD**

Смертин Н.В., аспирант, ассистент кафедры ТКМД ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, Россия

Карабатов Д.В., магистрант группы МДТ20-01 ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, Россия

Smertin N.V., postgraduate student, assistant of TCMD Department, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia

Karabatov D.V., master's student of MDT20-01 group, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia

Аннотация: В данной работе представлены результаты исследования, направленного на возможность создания плитных материалов без использования связующих веществ из древесины, пораженной дереворазрушающими грибами с низким показателем разбухания. Полученные в ходе исследования плитные материалы обладают достаточно высокими физико-механическими показателями, сопоставимыми с существующими аналогами из древесины. Показатель же объемного разбухания полученных плит значительно меньше, что в свою очередь может быть связано со снижением массовой доли целлюлозы и гемицеллюлозы в пораженной древесине.

Abstract: This paper presents the results of a study aimed at the possibility of creating board materials without the use of binders from wood affected by wood-destroying fungi with a low swelling index. The board materials obtained in the course of the study have sufficiently high physical and mechanical properties comparable with the existing analogs made of wood. The volume swelling index of the obtained boards is much lower, which in turn may be associated with a decrease in the mass fraction of cellulose and hemicellulose in the affected wood.

Ключевые слова: Древесина, дереворазрушающие грибы, бурая гниль, плитные материалы, утилизация, разбухание, водопоглощение.

Keywords: Wood, wood-destroying fungi, brown rot, board materials, utilization, swelling, water absorption.

Цельная древесина входит в группу материалов, размеры которых могут меняться при изменении влажности. Снижение влажности приводит к уменьшению линейных размеров, то есть процессу усушки, а их увеличение к разбуханию [1]. Данные процессы обратимы при использовании массивной древесины. В тоже время у широко известных плитных материалов, при контакте с водой изменение размеров имеет необратимый характер. При

последующем высыхании как правило, древесностружечные, древесноволокнистые плиты имеют большие деформации, а в ряде случаев разрушаются.

Возможным решением данной проблемы является модификация древесины дереворазрушающими грибами [2]. В случае использования такого вида сырья достаточно проблематично прогнозировать отклонение при усушке или же разбухание. В виду изменения строения древесины, в результате деятельности дереворазрушающих грибов, возможность древесины к поглощению влаги значительно увеличивается. Связано это с увеличением пространства для скопления влаги в древесине, в результате частичного или же полного разрушения клеток [3]. Такая тенденция значительно снижает пути использования пораженной древесины в цельном виде, однако, влияние вида гнили на структуру подобной древесины, делает ее интересным ресурсом в качестве сырья для плитных материалов.

В результате воздействия дереворазрушающих грибов на древесину, происходит постепенное снижение количества основных компонентов древесины, а именно, целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина. В зависимости от вида гнили, массовая доля определенного компонента может меняться. Так, например, при воздействии на древесину грибов белой гнили, массовая доля лигнина в древесине значительно уменьшается, что в свою очередь приводит к снижению механической прочности и герметичности клеточных стенок. В случае с поражением древесины грибами бурой гнили, постепенно снижается общее количество целлюлозы и гемицеллюлозы, что в свою очередь значительно снижает прочность древесины. В результате подобного воздействия, на крайних стадиях разложения подобная древесина представляет собой достаточно хрупкий материал, разрушающийся при малейшем механическом воздействии [4]. Подобное изменение пораженной древесины дает предпосылки к использованию ее в качестве сырья для производства плитных материалов, в частности, с использованием технологии гидродинамической обработки сырья и последующим формированием плит без связующих веществ.

Для изучения данного вопроса, проведены специальные исследования, направленные на получение плитных материалов из древесины, пораженной дереворазрушающими грибами, а именно бурой гнили. Снижение механической прочности благоприятно сказывается на подготовке сырья, а именно на снижении энергетических затрат при размоле древесины. В виду частичного разрушения клеток, исходная фракция подготовленного сырья достаточно мелкая, что в свою очередь дает предпосылки к увеличению межфазной поверхности, особенно при использовании метода гидродинамической обработки, при подготовке сырья [5].

Общая технология производства плит без связующих веществ из древесины, пораженной дереворазрушающими грибами, в рамках лаборатории, выглядит следующим образом:

Исходное сырье в виде чураков раскраивалось на отдельные части, для дальнейшего размола в дробилке. Полученное сырье просеивалось через сито, диаметром 5 мм, после чего помещалась в гидродинамический диспергатор, для дальнейшей обработки в течении 10 минут (Рисунок 1).

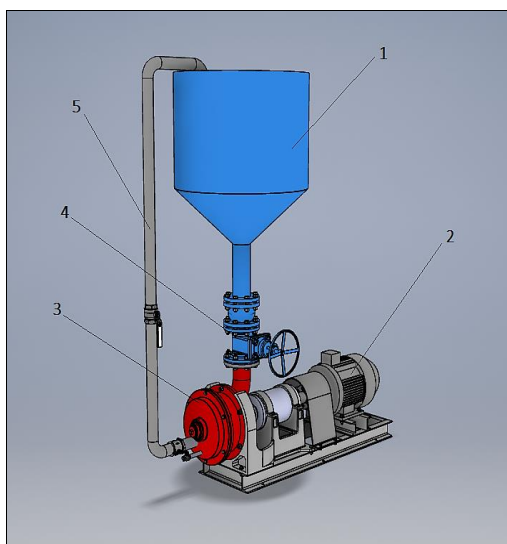


Рисунок 1. Общий вид экспериментальной установки: (1) бак; (2) электродвигатель; (3) гидродинамический диспергатор; (4) запорная арматура (задвижка); (5) труба циркуляционная.

Полученная древесная масса сливалась в оснастку, для более эффективного обезвоживания. После, обезвоженная до 600-800% древесная масса помещалась в пресс форму для процедуры холодного отжима и формирования ковра, который в дальнейшем будет подвержен горячему прессованию. Горячие прессование происходило при температуре 190 °С и удельном давлении прессования в 2,5 МПа. Полученные плитные материалы раскраивались на образцы для измерения физико-механических показателей. Общие данные по измерениям представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические показатели готовых плитных материалов

Показатель	Плита из древесины, пораженной бурой гнилью
Плотность полученных плит, кг/м ³	800
Предел прочности при статическом изгибе, σ , МПа	28
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласте, $\sigma_{\perp}$, МПа	0,81
Объемное разбухание за 24 часа, ΔV , %	3,5
Водопоглощение, ΔW , %	5,1

Выводы

1) Полученные плиты обладают высокими физико-механическими показателями, сопоставимыми с существующими древесными аналогами, по типу ДВП, MDF и т.д.

2) Объемное разбухание и водопоглощение полученных плит значительно меньше существующих аналогов, особенно без связующих веществ. Возможно, это связано со снижением массовой доли основных компонентов древесины, таких как целлюлоза и гемицеллюлоза, которые в большей степени подвержены поглощению влаги в древесине.

3) Результаты проведенного исследования показали перспективу использования пораженной древесины в качестве использования ее как сырья при получении плитных материалов, что в свою очередь дает возможность утилизировать данный вид отходов не только для производства удобрений или биотоплива, а также и в строительной отрасли.

Финансирование: Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Биорефайнинг лесных ресурсов» проекта «Исследование закономерностей процессов биодеструкции древесины погибших древостоев для разработки научно-обоснованных подходов получения новых функциональных материалов» (Номер темы: FEFE-2024-0032).

Список литературы

1. Экологический риск вспышек массового размножения лесных насекомых, моделирование и принятие решений в задачах лесозащиты / А. С. Исаев, В. Г. Суховольский, Т. М. Овчинникова [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2012. – № 200. – С. 173-184. – EDN RHMZB.
2. Ruddick, J.N.R. 1986. Application of novel strength evaluation technique during screening of wood preservatives. Doc. No. IRG/WP-2262. Inter. Res. Group on Wood Preservation. Stockholm, Sweden.
3. Green, F., III, & Highley, T. L. (1997). Mechanism of brown-rot decay: Paradigm or paradox? *International Biodeterioration & Biodegradation*, 39, 113–124.
4. Muhcu, S., Nemli, G., Ayırmis, N., Bardak, S., Baharoğlu, M., Sarı, B., & Gerçek, Z. (2015). Effect of log position in European Larch (*Larix decidua* Mill.) tree on the technological properties of particleboard. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 30(4), 357-362.
5. Ермолин В.Н., Баяндин М.А., Казизин С.Н., Намятов А.В., Острякова В.А. Водостойкость древесных плит, получаемых без использования связующих веществ // Изв. вузов. Лесн. журн. 2020. № 3. С. 151–158. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-151-158

References

1. Ecological risk of outbreaks of mass reproduction of forest insects, modeling and decision-making in forest protection tasks / A. S. Isaev, V. G. Sukhovolsky, T. M. Ovchinnikova [et al.] // *Izvestiya St. Petersburg Forestry Academy*. - 2012. - № 200. - С. 173-184. - EDN RHMZB.
2. Ruddick, J.N.R. 1986. Application of novel strength evaluation technique during screening of wood preservatives. Doc. No. IRG/WP-2262. Inter. Res. Group on Wood Preservation. Stockholm, Sweden.
3. Green, F., III, & Highley, T. L. (1997). Mechanism of brown-rot decay: Paradigm or paradox? *International Biodeterioration & Biodegradation*, 39, 113-124.
4. Muhcu, S., Nemli, G., Ayırmis, N., Bardak, S., Baharoğlu, M., Sarı, B., & Gerçek, Z. (2015). Effect of log position in European Larch (*Larix decidua* Mill.) tree on the technological properties of particleboard. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 30(4), 357-362.
5. Ermolin V.N., Bayandin M.A., Kazitsin S.N., Namyatov A.V., Ostryakova V.A. Water resistance of wood boards obtained without the use of binders // *Izv. of universities. Lesn. zhurn.* 2020. № 3. С. 151-158. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-151-158

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_310-315

УДК630*:630* 174.754:630*81

ПОКАЗАТЕЛИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПАРАМЕТРОВ ЛУЧЕВОЙ СИСТЕМЫ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

INDICATORS OF VARIABILITY OF THE PARAMETERS OF THE RADIAL SYSTEM OF SCOTS PINE WOOD

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

Мазекина О.М., преподаватель СПО кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Терещенко В.А., студент лесопромышленного факультета группы ТД2-231-ОБ Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

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

Mazekina O.M., Lecturer of the SPO Department of Wood Science, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Tereshchenko V.A. Student of the Forestry Faculty of group T 2-231-OB Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: Использование древесины опирается на ее многообразные полезные свойства, которые в ней, как природном материале, находятся во взаимосвязи. Физико-механические свойства древесины определяются ее макро- и микростроением. Знание закономерностей изменения строения и структуры древесины, позволит с достаточной достоверностью судить о свойствах древесины, имеющих практическое применение. В работе были рассмотрены вопросы изменения параметров лучевой системы древесины сосны, в зависимости от экологических условий, а также от возраста годичного слоя, то есть по радиусу ствола.

Abstract: The use of wood is based on its various useful properties, which are interrelated in it, as a natural material. The physical and mechanical properties of wood are determined by its macro- and microstructure. Knowledge of the patterns of changes in the structure and structure of wood will allow you to judge with sufficient reliability about the properties of wood that have practical application. In the work, the issues of changing the parameters of the radial system of pine wood, depending on environmental conditions, as well as on the age of the annual layer, that is, along the radius of the trunk, were considered.

Ключевые слова: древесина, однорядный сердцевинный луч, веретенообразный сердцевинный луч, условия произрастания, годичный слой, коэффициент вариации.

Keywords: wood, single-row core ray, spindle core ray, growing conditions, annual layer, coefficient of variation.

Древесина, как экологичный и возобновляемый ресурс для функционирования промышленности не теряет своей актуальности и востребованности в течение длительного

периода человеческой деятельности. Со временем использование древесины от чисто энергетических целей переходило к ее глубокой переработке, не только механическими способами, но и с использованием химического воздействия. Расширение дальнейшего использования древесины обуславливает и развитие исследования особенностей свойств древесины, а также закономерностей их формирования. Как природный материал, древесина при своем росте подвергается воздействию огромного количества факторов, влияющих на ее строение, степень развития и как следствие на ее свойства, на которых базируется ее использование. Формирование признаков и особенностей строения древесины рассматривают как совокупный результат влияния наследственных факторов, так и внешних. Под последними, обычно понимают совокупность влияния окружающей среды, где учитываются как климатические воздействия, так же тип условий произрастания, под которым обычно понимают почвенные характеристики.

Взаимосвязь свойств древесины, делает необходимым изучение ее на разных уровнях. Сюда относятся макростроение, микростроение, физико-механические и химические свойства. Изменения в строении и структуре древесины неизбежно повлекут изменения в свойствах, значимых при практическом применении древесины.

Объектом исследования была выбрана древесина сосны обыкновенной, прорастающая в разных зонах РФ. Предметом исследования является изменчивость параметров лучевой системы.

Образцы древесины сосны были заготовлены в лесостепной зоне учебно-опытном лесхозе ВГЛТУ, вторая группа образцов заготавливалась в зоне южной тайги в юго-западной части Вологодской области в Устюжанском лесхозе. Выбор участков позволял определить влияние климатических факторов, которые можно определить, как географическую зональность. Расстояние между опытными участками составляет около 1000 км. В пределах каждой географической зоны образцы собирались на двух опытных площадях отличных друг от друга типом условий произрастания. Для удобства рассмотрения кратко они определены, как участки с благоприятными и неблагоприятными условиями произрастания. Образцы заготавливали как в виде выпилов, так и в виде кернов, полученных возрастным буром в стволе на высоте груди.

Для показателей микроструктуры исследования проводили не только для различных экологических условий, но и в разных зонах по радиусу ствола. Этот выбор позволял учесть возраст годичного слоя, то есть установить влияние на признак внутренних факторов, определяемых как генотип. Из кернов-выпилов древесины сосны в лаборатории на санном замораживающем микротоме МС-2 заготавливали срезы в поперечном и тангенциальном направлении. Для выявления изменения признаков по радиусу ствола срезы заготавливали по годичным слоям двух возрастных групп. Первая группа – 40...50-летние годичные слои, в этом возрасте формирование размеров элементов древесины еще не закончилось. Вторая – 80...90-летние годичные слои, возраст соответствует этапу зрелой структуры древесины, на этом этапе на параметры макро- и микростроения влияют только внешние экологические факторы.

Микросрезы древесины изучали на универсальном исследовательском микроскоп JENAMED с постоянной фотонасадкой МФН –10. Срезы заготавливали из шести модельных деревьев на каждом из изучаемых участков, то есть всего микроструктура изучена нами на 24 модельных деревьях. Всего было заготовлено около 200 штук поперечных срезов и примерно столько же тангенциальных [1,2].

По срезам исследовали параметры лучевой системы древесины сосны. Хвойные породы в своем составе содержат сравнительно небольшое количество сердцевинных лучей: они занимают 5-10% общего объема древесины. Верхний параметр относится к сбрасывающей зимой хвою древесине лиственницы [3]. Однако, нельзя сказать о малом влиянии сердцевинных лучей на свойства древесины. В частности, у хвойных пород они вносят вклад в пропитываемость в радиальном направлении, обширная лучевая система оказывает влияние на возможность растрескивания древесины при ее высушивании. Серцевинные лучи в древесине хвойных пород обычно однорядные по ширине и многорядные по высоте. Однако, встречаются так называемые веретеновидные сердцевинные лучи: они содержат в себе горизонтальный смоляной ход, поэтому по ширине являются многорядными. В древесине хвойных многорядных лучей значительно меньше, чем однорядных.

В работе определяли ширину и высоту указанных типов лучей. Результаты приведены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 Высота сердцевинных лучей

Высота сердцевинных лучей	Регион РФ	Тип условий произрастания	
		благоприятные	неблагоприятные
		Среднее значения, мкм M±m	
однорядные лучи	Годичные слои возрастом 50...60 лет		
	Воронежская область	134±4,7	138±4,0
	Вологодская область	142±5,0	146±6,0
	Годичные слои возрастом 80...90 лет		
	Воронежская область	151±4,7	158±5,0
	Вологодская область	161±7,0	172±6,0
веретеновидные лучи	Годичные слои возрастом 50...60 лет		
	Воронежская область	379±17,0	324±13,0
	Вологодская область	386±14,0	323±13,6
	Годичные слои возрастом 80...90 лет		
	Воронежская область	389±14,0	347±16,1
	Вологодская область	454±15,0	441±18,7

Таблица 2- Линейная ширина сердцевинных лучей

Регион РФ	Тип условий произрастания	Средние значения высоты луча $M \pm m$, мкм
Однорядные сердцевинные лучи		
Воронежская область	Годичные слои возрастом 50...60 лет	
	благоприятные	20 $\pm$ 0,6
	неблагоприятные	19 $\pm$ 0,8
	Годичные слои возрастом 80...90 лет	
	благоприятные	22 $\pm$ 0,6
	неблагоприятные	18 $\pm$ 0,8

Таблица 2 продолжение

Воронежская область	Веретинovidные сердцевинные лучи	
	Годичные слои возрастом 50...60 лет	
	благоприятные	53±1,3
	неблагоприятные	53±1,3
	Годичные слои возрастом 80...90 лет	
	благоприятные	51±1,2
	неблагоприятные	46±1,1
Однорядные сердцевинные лучи		
Вологодская область	Годичные слои возрастом 50...60 лет	
	благоприятные	21±0,4
	неблагоприятные	19±0,5
	Годичные слои возрастом 80...90 лет	
	благоприятные	22±0,5
	неблагоприятные	19±0,5
Вологодская область	Веретинovidные сердцевинные лучи	
	Годичные слои возрастом 50...60 лет	
	благоприятные	54±1,6
	неблагоприятные	53±1,4
	Годичные слои возрастом 80...90 лет	
	благоприятные	54±1,1
	неблагоприятные	49±1,1

Для оценки величины изменчивости линейных размеров лучевой системы рассчитывали коэффициенты вариации признаков с учетом региона и типа условий произрастания. Для фиксации влияние на признаки внутренних факторов рассчитывали показатель для различных по возрасту годичных слоев. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3—Показательизменчивости параметров лучевой системы

Параметры лучевой системы	Регион РФ	Условия произрастания	
		благоприятные	неблагоприятные
		Коэффициент вариации, % M±m	
высота однорядных лучей	Годичные слои возрастом 50...60 лет		
	Воронежская область	34±2,5	38±4,0
	Вологодская область	34±2,7	42±2,8
	Годичные слои возрастом 80...90 лет		
	Воронежская область	33±2,2	34±2,6
	Вологодская область	41±3,1	39±2,6

Таблица 3 продолжение

высота веретеновидных лучей	Годичные слои возрастом 50...60 лет		
	Воронежская область	29±3,2	20±2,7
	Вологодская область	22±2,6	25±3,0
	Годичные слои возрастом 80...90 лет		
	Воронежская область	19±2,5	23±3,3
	Вологодская область	19±2,3	28±3,0
максимальная ширина однорядного луча	Годичные слои возрастом 50...60 лет		
	Воронежская область	14±2,0	19±2,8
	Вологодская область	14±1,7	11±1,5
	Годичные слои возрастом 80...90 лет		
	Воронежская область	13±1,9	21±3,1
	Вологодская область	14±1,9	11±1,5
максимальная ширина веретеновид ного луча	Годичные слои возрастом 50...60 лет		
	Воронежская область	12±1,7	11±1,7
	Вологодская область	15±2,1	10±1,8
	Годичные слои возрастом 80...90 лет		
	Воронежская область	11±1,2	11±1,8
	Вологодская область	9,9±1,4	11±1,5

Из двух характеристик сердцевинных лучей в большей степени изменчива высота, ширина луча отличается большим постоянством. В благоприятных условиях различия в ширине однорядных лучей практически отсутствуют как для различных регионов произрастания, так и для годичных слоев разных возрастов. Таким образом, для рассмотренного случая на ширину клеток луча экологические факторы влияния не оказывают. Размеры клеток являются генетически определенными для древесины сосны. В неблагоприятных условиях ширина лучей несколько ниже по сравнению с благоприятными, что характерно для двух рассматриваемых регионов. Изменчивость показателя в более мягкой климатической зоне выше в независимости от возраста годичного слоя. Таким образом, в более мягкой по климатическим характеристикам лесостепной зоне величина коэффициента вариации повышается.

Ширина веретеновидных лучей для благоприятных условий произрастания совпадает для годичных слоев различного возраста двух регионов. Некоторое уменьшение ширины наблюдается в неблагоприятных условиях обеих зон для годичных слоев возрастом 80...90 лет. Таким образом, в неблагоприятных условиях проявляется влияние экологических факторов на этапе зрелой древесины, где ее параметры в большей степени изменяются под действием внешних, а не внутренних факторов. Изменчивость ширины веретеновидных лучей меньше, чем однорядных, особенно в неблагоприятных условиях и для годичных слоев возрастом 80...90 лет.

Высота однорядных лучей увеличивается с возрастом в рассматриваемых регионах и условиях произрастания. В пределах одной зоны показатель выше в неблагоприятных условиях. Различия усиливаются для 80...90 летних годичных слоев. А северных регионах

показатель выше в неблагоприятных условиях по сравнению с более южной зоной, особенно для годовичных слоев возрастом 80...90 лет. таким образом, на этот показатель экологические факторы оказывают большее влияние для элементов зрелой древесины. У показателя самый большой коэффициент вариации для всех рассматриваемых случаев.

Высота веретеновидных лучей для годовичных слоев возрастом 50...60 лет выше в благоприятных условиях по сравнению с неблагоприятными. Различий по регионам в абсолютных значениях практически нет. Для 80...90-летних годовичных слоев высота лучей выше в более жестких условиях независимо от типа условий произрастания. Для годовичных слоев возрастом 50...60 лет закономерностей в изменении коэффициента вариации по региону и условиям произрастания не выявлено. Для годовичных слоев возрастом 80...90 лет показатель стабилен в благоприятных условиях вне зависимости от региона. В неблагоприятных условиях изменчивость выше. В целом, можно сказать, что изменчивость показателя ниже, чем у однорядных лучей.

В целом, высота лучей более изменчива, чем их ширина в независимости от возраста годовичного слоя и условий роста. Средняя высота однорядных лучей выше в северных территориях, это самый вариабельный признак из рассматриваемых. На срезах наблюдаются сердцевинные лучи разной высоты, но усредненные значения по регионам и условиям роста кардинально не отличаются. Наиболее стабильные размеры у веретеновидных лучей.

Список литературы

1. Киселева А.В. Изменение некоторых параметров микроструктуры древесины сосны обыкновенной в течение онтогенеза в различных географических зонах / А. В. Киселева, С. Н. Снегирева // Актуальные проблемы лесного комплекса: сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции / под ред. Е. А. Памфилова. - Брянск, 2009. - Вып. 22. - С. 111-113. - Библиогр.: с. 113 (4 назв.). - eLIBRARY.

2. Киселева А.В. Экологические и генотипические аспекты формирования древесины сосны обыкновенной : дис. канд. техн. наук: защищена 27.12.2002 / А.В. Киселева. - Воронеж, 2002. - 183с.

3. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение: учебник. - Москва: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. -351с.

References

1. Kiseleva A.V. Changes in some parameters of the microstructure of the wood of the common pine during ontogenesis in different geographical zones / A.V. Kiseleva, S.N. Snegireva // Actual problems of the forest complex: a collection of scientific papers on the results of the international scientific and technical conference / edited by E.A. Pamfilov. - Bryansk, 2009. - Vyp. 22. - С. 111-113. - Bibliography: p. 113 (4 titles). - eLIBRARY.

2. Kiseleva A.V. Ecological and genotypic aspects of wood formation of the common pine : Cand. Cand. Techn. Sciences: protected 27.12.2002 / A.V. Kiseleva. - Voronezh, 2002. - 183с.

3. Ugolev B.N. Woodworking and Forest Commodity Science: textbook. - Moscow: GOU VPO MGUL, 2007.-351с.

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 of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia
Добрянская В.В., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия
Dobryanskaya V.V., student of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация. В работе рассмотрены две области человечества химическая и космическая промышленности. В химической сфере мы узнаем о новых композитах, в основе которых представлена древесина и чем же они так уникальны в своем использовании, а в космической о первом «полете» древесины, который был открытием в этой области. Рассмотрены современные разработки научной деятельности инженеров.

Abstract: The paper considers two areas of humanity – the chemical and space industries. In the chemical field, we will learn about new composites based on wood and why they are so unique in their use, and in the space field about the first "flight" of wood, which was a discovery in this field. Modern developments of scientific activity of engineers are considered.

Ключевые слова: нанокompозиты, спутник, древесина, наноцеллюлоза, микрофибриллы.

Keywords: nanocomposites, satellite, wood, nanocellulose, micro fibrils.

Для прогресса общества и научных достижений крайне важны ресурсы, получаемые из природы. На планете насчитывается около трех триллионов деревьев, что делает древесину одним из наиболее широко распространенных и долговечных биоресурсов.

Нанокompозиты из древесины представляют собой древесину, поверхность пор которой в объеме покрыта наноразмерной полимерной плёнкой. Это дает возможность изменять и создавать уникальные физические свойства древесины.

Известно, что структура древесины включает в себя поры, занимающие около 60 % её объема, что делает её идеальным носителем для обработки наноразмерными компонентами из природы [1].

Итак, почему нанокompозиты столь востребованы? Вот несколько ключевых достоинств этого материала:

- является экологически безопасным и естественным материалом,
- предоставляет гидрофобные, антипиреновые и антисептические свойства, которых нет в обычной древесине,

- сохраняет все преимущества исходной древесины,
- практически полное отсутствие воздействия биологически активных микроорганизмов на древесину,
- повышенная плотность и увеличенный срок службы в два раза по сравнению с обычной древесиной [2].

Процесс создания нанокompозита на основе древесины включает в себя глубокую вакуумную сушку и пропитку древесины водным раствором наноразмерных природных компонентов, таких как арабиногалактан и дигидрокверцетин. После этого происходит адсорбция этих компонентов на поверхности пор древесины, что приводит к образованию наноразмерной полимерной пленки на макро- и микропорах древесины [3].

Один из перспективных направлений в области материалов - это производство и применение "наноцеллюлозы", которая извлекается из древесной биомассы. У растений образуются высококристаллические микрофибриллы целлюлозы. Стенки растительных клеток состоят из микрофибрилл целлюлозы, заполненных гемицеллюлозами и лигнином, образуя натуральные нанокompозиты, защищающие растения от внешних воздействий. В промышленности целлюлозы и бумаги такие микрофибриллярные структуры древесных волокон используются для контроля свойств бумаги путем регулирования степени фибрилляции с помощью механических аппаратов [4].

Наноцеллюлоза, производимая из возобновляемой древесной биомассы, считается более выгодной с точки зрения производства, энергопотребления, экологических и безопасности проблем. Наноцеллюлозы, полученные из древесной целлюлозы, обладают уникальными свойствами, такими как высокая степень кристалличности, модуль Юнга и прочность на разрыв, которые зависят от свойств микрофибрилл натуральной древесной целлюлозы.

Нанофибриллярные целлюлозные композиты, имеют более высокую сохранность молекулярной массы и длины фибрилл. Они образуют сетчатые структуры с фибриллами, соединенными друг с другом как в водных дисперсиях, так и в сухих пленках и аэрогелях. Пленки и аэрогели из нанофибриллярной целлюлозы могут быть эффективно получены из водных дисперсий с использованием процессов фильтрации. Это позволит расширить область применения нанофибриллярной целлюлозы [5].

Но и на этом наше общество не остановилось, а двинулось вперед. Прорывом в космической промышленности и в применении древесины стала новость от Японских ученых, что они разработали космический спутник, состоящий из дерева.

Так в декабре 2024 года с Международной космической станции на орбиту Земли были запущены пять очень маленьких искусственных спутников для исследования космоса. Среди них особо выделялся LignoSat – деревянный спутник. Предназначен для изучения возможностей использования древесины в космосе.

Спутник собран без использования клея и шурупов. На борту LignoSat установлены датчики, которые будут фиксировать, как древесина реагирует на условия космоса. Ученые также хотят отслеживать уровень радиации внутри кубсата, чтобы понять, может ли излучение проникать сквозь древесину и влиять на технологические возможности спутника [6].

Стоит отметить, что деревянные спутники могли бы частично решить проблему космического мусора, опасность которого из теоретической плоскости уже переходит в практическую.

В завершении данной работы можно сделать вывод, что человечество не стоит на месте и скоро будут придумывать все больше материалов для замены почти исчезнувших. Научные деятели придумывают все больше способов покорить космос, нанести ему меньше вреда при изучении и строят летательные конструкции из доступных материалов. Древесина может дать нам не только удобную мебель для дома и кислород, но и прекрасную возможность обуздать космос.

Список литературы

1. Везенцев А.И. Химия нанокластеров и нанокompозитов. - М.: НОУДПО "Институт АйТи», 2011. - 97 с.
2. Теория прочности и пластичности нанокompозитов / авт.-сост.: А.С. Комолов и др. ; СПбГУ. - СПб., 2011. -132 с.
3. Научные основы создания нанокompозитных материалов / авт.-сост.: А.С. Комолов и др. ; СПбГУ. - СПб., 2011. -77 с.
4. Воронин Б.Ю. Производство клееных деревянных конструкций из нанокompозита древесины. – Электронный журнал NanoNewsNet. – URL: www.nanonewsnet.ru/articles/2011/na.
5. Методы получения нанокompозитов / авт.-сост.: А.С. Комолов и др. ; СПбГУ. - СПб., 2011. - 35 с.
6. Японцы запустили в космос первый деревянный спутник. Для чего это нужно. Дерево может стать передовым космическим материалом. – URL: <https://www.rbc.ru/life/news/6729f7959a794758b3eef673>.

References

1. Vezentsev A.I. Chemistry of nanoclusters and nanocomposites. Moscow: Scientific Research Institute of Information Technology, 2011. 97 p.
2. Theory of strength and plasticity of nanocomposites / author-comp.: A.S. Komolov et al. ; St. Petersburg State University. - St. Petersburg, 2011. -132 p.
3. Scientific foundations of the creation of nanocomposite materials / author-comp.: A.S. Komolov et al. ; St. Petersburg State University. - St. Petersburg, 2011. - 77 p.
4. Voronin B.Y. Production of glued wooden structures from wood nanocomposite. – Electronic magazine NanoNewsNet. – URL: www.nanonewsnet.ru/articles/2011/na
5. Methods for obtaining nanocomposites / author-comp.: A.S. Komolov et al. ; St. Petersburg State University. - St. Petersburg, 2011. - 35 p.
6. The Japanese launched the first wooden satellite into space. What it's for. Wood can become an advanced space material. - URL <https://www.rbc.ru/life/news/6729f7959a794758b3eef673>

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_319-322

УДК: 674.049

НАНОТЕХНОЛОГИИ В ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ: УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ

NANOTECHNOLOGY IN WOOD PROCESSING: IMPROVED PROPERTIES AND DURABILITY

Стородубцева Т.Н., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО “Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова”, Воронеж, Россия

Тюнин Е.С., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Морковин В.А., кандидат технических наук, заведующий кафедрой 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

Tyunin E.S., student of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Morkovin V.A., Candidate of Technical Sciences, Head of Department Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация. В статье рассматриваются современные достижения в области нанотехнологий, применяемых для обработки древесины, технология и методы их применения для улучшения свойств древесины. Внимание уделяется методам пропитки материала наночастицами и созданию покрытий с наночастицами, которые влияют на свойства древесины.

Annotation. The article discusses modern achievements in the field of nanotechnology used for wood processing, technology and methods of their application to improve the properties of wood. Attention is paid to the methods of impregnating the material with nanoparticles and creating coatings with nanoparticles that affect the properties of wood.

Ключевые слова: древесина, древесные материалы, обработка, связующие, нанотехнологии, сырьё, пропитка, наночастицы, свойства.

Keywords: wood, wood materials, processing, binders, nanotechnology, raw materials, impregnation, nanoparticles, properties.

В наше время наблюдается острая необходимость оптимизации характеристик разнообразных материалов. Древесина, как один из наиболее популярных и экологичных природных ресурсов, подвергается множеству видов обработки: от классических методов до инновационных подходов.

Основные способы её модернизации включают пропитку особыми составами, прессование с использованием высоких давлений и термообработку. Стремление к повышению определённых параметров древесины зачастую сталкивается с ограничениями традиционных методик. В таких случаях на сцену выходят нанотехнологии – технологии, действующие на уровне отдельных атомов и молекул.

Применение нанотехнологий способно радикально трансформировать свойства древесины: значительно повышает её механическую прочность, устойчивость к поражениям (грибкам, насекомым), существенно улучшает влагоотталкивающие качества и защищает от разрушительного воздействия солнечного света.

Эти инновации открывают новые горизонты в промышленности: каждый сектор – будь то строительство, мебельное производство или декоративные изделия – получает инструменты для существенного улучшения продукции.

Нанотехнологии в обработке древесины открывают глаза на дальнейшие перспективы. Они касаются многих сфер промышленности – строительство, мебельное производство, судостроение и т. д. Нанопокрытия в деревообработке – это составы, которые содержат мельчайшие частицы, которые не остаются на поверхности древесины, а проникают в поры дерева, создавая защитный слой, блокируя влагу, УФ-излучение и грибок.

В данном исследовании мы подробно рассмотрим все известные методы применения нанотехнологий в обработке древесины, проведём анализ их влияния на древесные материалы, их характеристики и ответим на вопрос: “Так ли хороши и необходимы нам нанотехнологии в деревообрабатывающей промышленности?”.

Основная задача работы ознакомится с нанотехнологиями, которые применяются при обработке древесины и провести их анализ. Так, производится пропитка наночастицами, используются композитные материалы с добавлением наночастиц, применяются нанопокрытия.

Ключевым аспектом современных исследований выступает анализ воздействия разнообразных методов пропитывания древесных материалов органическими модификаторами и кремнийорганическими соединениями, включая применение наночастиц. Особое внимание было уделено изучению берёзовой древесины: сравнивались образцы после пропитки растворами карбамида с теми же, что подвергались воздействию кремнийорганических соединений при наличии и отсутствии нанокомпонентов. В рамках экспериментов оценивали следующие характеристики:

1. Механические свойства (прочность на изгиб в неподвижном состоянии, статическую твердость;
2. Ударную вязкость;
3. Физические параметры (набухание при равновесии для различных пропитывающих систем, водопоглощение модифицированной берёзовой древесины).

Испытания проводились на образцах с поперечным сечением 20х20 мм и длиной в 300 мм. Для определения ударной вязкости использовался стандарт ГОСТ 20571, а общее тестирование осуществлялось согласно требованиям ГОСТ 28840 на специализированном оборудовании [1].

Для создания суспензии раствора Ag-наночастиц применили процесс восстановления азотнокислого серебра (AgNO_3) в 50-процентном водно-спиртовом растворе под влиянием формальдегида. Метод включал смешение 1:1 растворов нитрата серебра концентрации 0,06 М с 25-процентным раствором аммиака, к которым добавляли этанол и 1% формальдегида. Полученную смесь нагревали до температуры 30°C на протяжении 24 часов. В результате был получен наноразмерный коллоидный раствор с концентрацией 0,5 %, в котором средний размер частиц по Рэлею составлял около 50 нанометров. [1].

В рамках эксперимента использовались следующие средства для пропитки: 10% водный раствор мочевины, его модификация с добавлением 0,5 % суспензии серебра в виде наночастиц, а также 5 % раствор гамма-аминопропилтриэтоксисилана Z6011 в воде и этот же раствор с 0,5 % суспензии наночастиц серебра. Все образцы подвергались воздействию этих составов в течение семи дней [1].

При применении 5 % раствора карбамида к березе нагрузочные характеристики достигали пиковых значений в диапазоне 2400–3600 Н, в то время как система с гамма-аминопропилтриэтоксисилоном демонстрировала показатели от 2300 до 3600 Н, что значительно превышает необработанные образцы (1800–3300 Н). При изгибе под статической нагрузкой разница между пропитанной и необработанной древесиной оказалась несущественной. Работа разрушения для обработанных образцов составила от 13 до 45 Дж, а средняя статическая твердость варьировалась в пределах 29–56 Н/мм². Внесение наночастиц серебра не привело к значительному улучшению механических свойств, но позволило более точно контролировать процесс пропитки визуально [1].

В сфере деревообработки особое значение имеет область применения защитных покрытий, в частности, разработка современных материалов на основе полиуретановых лаков, обладающих расширенным спектром защитных функций. Одним из таких инновационных решений стала разработка наномодифицированного полиуретанового покрытия, которое, хотя и повышает прочность древесины, также увеличивает её воспламеняемость. Чтобы минимизировать этот недостаток, в состав включили органобентонит – наполнитель, способствующий снижению горючести. Для нанодисперсии и замены гидрофобных групп в составе использовали бентонит, модифицированный диалкилдиметилхлоридом аммония.

Процесс создания нанодисперсии включал предварительное смешивание компонента А с различными пропорциями бентонита на протяжении часа, в ходе чего полимер и чешуйки органобентонита распределялись в межплоскостном пространстве, что приводило к их расслоению и формированию нанокомпозита. В результате данной технологии получается уникальный нанокомпозитный полиуретановый лак [2].

Для достижения наилучшего состава лака с применением органобентонита были проведены специальные испытания на устойчивость к возгоранию. Результаты показали, что внесение 5–10% массы бентонита в лак существенно снижает массовую потерю материала при нагреве. В ходе этого опыта было установлено ещё одно преимущество наномодифицированного лака. С добавлением 5% бентонита расход лака уменьшился в 4 раза.

Применение бентонита существенно улучшает экологические характеристики деревянных материалов, благодаря чему обработанная продукция демонстрирует схожий уровень безопасности и низкую токсичность с первоначальным состоянием. Покрытие с добавлением бентонита прочность древесины увеличивается на 23,5% вдоль волокон, поперёк на 24,15 % [2].

Нанокомпозиционные материалы на основе полиуретанов показали множество положительных свойств, такие как: влагостойкость, высокие прочностные показатели, а также новые защитные свойства, которыми не обладают обычные полиуретановые лаки. Основное свойство — это огнестойкость, уменьшение расхода состава, экологичность.

В заключение нанотехнологии внедряются во множество различных сфер промышленности, к ним относится и деревообработка. Исследования показывают, что использование нанотехнологий позволяет значительно улучшить характеристики древесины, расширить количество направлений для инноваций, способствуют созданию новых качественных материалов. Нужно учитывать вызовы, связанные с внедрением нанотехнологий. Исследования в этой области должны продолжаться, чтобы обеспечить безопасное и эффективное их использование.

Список литературы

1. Прошина О. П. Формирование пропиточных систем с наночастицами для модификации свойств древесины / О. П. Прошина, Х. А. Фахретдинов, А. Н. Иванкин, Е. А. Капустина // Вестник МГУЛ -Лесной вестник. -2016. -Т.17. -№2. -С. 137–142.
2. Покровская Е. Н. Сэндвичевые покрытия по древесине с использованием нанокompозитов / Е. Н. Покровская, Р. А. Шепталин, И. Н., Чистов // М.: МГСУ, -2010. -С. 78–81.
3. Шамаев, В. А. Химико-механическое модифицирование древесины / В. А. Шамаев. - Воронеж: Изд-во Воронеж., гос. лесотехн. акад., 2003. -260 с.
4. Ломакин С. Н., Заиков Г. Е. Полимерные нанокompозиты пониженной горючести на основе слоистых силикатов // Высокомолекулярные соединения. -2005. № 1. -С. 104–120.
5. Покровская, Е. Н. Химико-физические основы увеличения долговечности древесины. Сохранение памятников деревянного зодчества с помощью элементоорганических соединений / Е. Н. Покровская. – М.: Изд-во АСВ, -2003. – 100 с.
6. Владимирова, Е. Г. Влияние термической модификации на некоторые физико-механические свойства древесины сосны *Pinus sylvestris*. / Е. Г. Владимирова // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2012. – Т. 16. – № 5 (88). – С. 97–102.

References

1. Proshina O. P. Formation of impregnation systems with nanoparticles for modification of wood properties / O. P. Proshina, H. A. Fahretdinov, A. N. Ivankin, E. A. Kapustina // MGUL Bulletin is a Forest bulletin. -2016. -Vol.17. -No. 2. -pp. 137-142.
2. Pokrovskaya E. N. Sandwich coatings on wood using nanocomposites / E. N. Pokrovskaya, R. A. Sheptalin, I. N., Chistov // Moscow: MGSU, 2010. -pp. 78-81.
3. Shamaev, V. A. Chemical and mechanical modification of wood / V. A. Shamaev. Voronezh: Publishing House of Voronezh, State Forestry University. akad., 2003. 260 p.
4. Lomakin S. N., Zaikov G. E. Polymer nanocomposites of reduced flammability based on layered silicates // High molecular weight compounds. -2005. No. 1. pp. 104–120.
5. Pokrovskaya, E. N. Chemical and physical foundations of increasing the durability of wood. Preservation of monuments of wooden architecture with the help of organoelement compounds / E. N. Pokrovskaya, Moscow: Publishing House of the DIA, -2003, -100 p.
6. Vladimirova, E. G. The influence of thermal modification on some physico-mechanical properties of *Pinus sylvestris* pine wood. / E. G. Vladimirova // Bulletin of MGUL – Lesnoy vestnik. – 2012. – Vol. 16. – № 5 (88). – Pp. 97-102.

**ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ ИЗ ДРЕВЕСНОЙ
КОРЫ****PROTECTIVE AND DECORATIVE COATINGS FOR WOOD FROM TREE BARK**

Украинская Е.В., преподаватель ФГБОУ **Ukrainskaya E.V.**, teacher Voronezh State
ВО «Воронежский государственный University of Forestry and Technologies
лесотехнический университет имени Г.Ф. named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia
Морозова, Воронеж, Россия

Аннотация: В данной статье рассматривается перспективность использования древесной коры в качестве основы для создания экологически безопасных и эффективных защитно-декоративных покрытий для древесины. Обосновывается актуальность исследования, связанная с необходимостью рационального использования лесных ресурсов и разработки биоразлагаемых материалов. Представлен обзор существующих технологий переработки коры и использования ее в различных отраслях. Особое внимание уделено анализу химического состава коры, ее физико-механических свойств и возможности модификации для придания необходимых характеристик.

Abstract: This article examines the prospects of using tree bark as a basis for creating environmentally safe and effective protective and decorative coatings for wood. The relevance of the research related to the need for rational use of forest resources and the development of biodegradable materials is substantiated. An overview of existing technologies for processing bark and its use in various industries is presented. Special attention is paid to the analysis of the chemical composition of the crust, its physico-mechanical properties and the possibility of modification to give the necessary characteristics.

Ключевые слова: кора деревьев, водостойкость, древесина, экологически чистые материалы, модификация, защитные покрытия, декоративные покрытия, биокomпозиты, устойчивое развитие, лесные ресурсы.

Keywords: tree bark, water resistance, wood, environmentally friendly materials, modification, protective coatings, decorative coatings, biocomposites, sustainable development, forest resources.

Проблема защиты древесины от разрушающих факторов, таких как биологические агенты (грибки, насекомые) и атмосферные воздействия (ультрафиолетовое излучение, влага), является актуальной во многих отраслях промышленности и строительства. Традиционно для этих целей используются синтетические лакокрасочные материалы, которые, однако, содержат вредные для окружающей среды и здоровья человека вещества. В связи с этим, поиск альтернативных, экологически безопасных и биоразлагаемых материалов для защитно-декоративных покрытий древесины становится все более важным.

Древесная кора, являющаяся побочным продуктом лесозаготовок и деревообработки, представляет собой огромный неиспользованный ресурс. Она содержит различные биоактивные компоненты, такие как лигнин, целлюлоза, танины, суберин и воск. Одни из них обеспечивают, главным образом, непроницаемость клеточных стенок для воздуха и влаги, другие обладают антиоксидантными свойствами [1]. Химический состав коры зависит от вида дерева, его возраста, места произрастания и других факторов [2]. Ежегодно в мире образуется огромное количество коры, которая в основном утилизируется путем сжигания или захоронения, что приводит к загрязнению окружающей среды.

В настоящее время кора находит все больше областей применения. Существует ряд исследований, посвященных переработке коры и ее использованию в различных отраслях. Кору используют в качестве топлива, компоста, подстилки для животных, в качестве фильтрующего материала для очистки сточных вод, в производстве древесных и строительных материалов, а также в качестве сырья для производства химических продуктов [3]. Некоторые исследования посвящены использованию коры в качестве компонента композиционных материалов. Например, было показано, что добавление коры в полимерные матрицы может улучшить их механические свойства и снизить их стоимость [4]. Однако, исследований, посвященных использованию коры в качестве основы для защитно-декоративных покрытий древесины, крайне мало.

Использование коры в качестве основы для защитно-декоративных покрытий древесины может решить сразу несколько задач: рациональное использование лесных ресурсов, снижение негативного воздействия на окружающую среду и создание экологически чистых материалов.

Ученые из Латвии и Швейцарии провели ряд исследований и разработали покрытие из соединений коры березы и ели, которое можно назвать экологически чистым. [5]

В коре березы содержатся такие главные вещества как бетулин и суберин. Бетулин извлекали путём предварительной обработки горячей водой или водным раствором Na_2CO_3 с последующей экстракцией целевого вещества с использованием менее токсичных полярных растворителей [6]. После оставшийся суберин гидролизуются до субериновых кислот [7].

Полифенолы получали путем экстракции из коры ели щелочью. [8] В составе покрытия они необходимы для стабилизации суберина, формирования равномерной структуры поверхности и регулирования механических свойств.

Процесс нанесения покрытия с использованием гибридных наночастиц включает в себя отливку, сушку при комнатной температуре при относительной влажности 40% и, наконец, термическую обработку в течение 45 минут при температуре 220 °C. [5]

После формирования покрытий проводился ряд исследований: проверка покрытия на гидрофобность (путём определения угла смачивания и водопоглощения), адгезия к древесине (при стандартном методе поперечных резов) и устойчивость к пятнам (при воздействии и втирании остатков грязной воды в покрытие).

Результаты показали высокую стойкость покрытия как к воде, так и к загрязнениям. Увеличение количества полифенолов приводит к расслоению и ухудшению связей. Но добавление их в количестве 30% от общей массы приводит к адгезионной прочности, схожей с прочностью коммерческой акриловой краски на водной основе. [9, 5]

Исследования показали, что кора деревьев является перспективным сырьем для производства полностью биоразлагаемых водостойких покрытий для древесины. Модификация компонентов коры позволяет создать эффективные и экологически чистые покрытия, которые могут заменить традиционные синтетические материалы. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию составов покрытий, улучшение их физико-механических свойств и масштабирование производства.

Использование коры в качестве альтернативы традиционным лакокрасочным материалам позволит решить проблему утилизации отходов деревообработки, снизить негативное воздействие на окружающую среду и создать экологически чистые материалы.

Список литературы

1. Дейнеко И.Н., Дейнеко И.В., Белое Л.П. Исследование химического состава коры сосны // Киберленинка. Санкт-Петербург, 2007. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-himicheskogo-sostava-kory-sosny>.
2. Пастори З., Горбачева Г. А., Санаев В. Г. // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2020. – Т. 24, № 5. – С. 74-88. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44109051>.
3. Ушанова В.М., Заика Н.А., Громовых Т.И. Альтернативные пути использования коры хвойных в различных технологиях // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2006. – Т. 49, № 5. – С. 72-77. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16914105>.
4. Зенитова Л.А., Фазылова Д.И. Композиционный полимерный материал с использованием в качестве наполнителя измельченной коры пробкового дуба // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2007. – Т. 50, № 9. – С. 89-93. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9532449>.
5. Ф. Ванг, М. Морсали, Дж. Ризиковс, И. Пилипчук, А. П. Мэтью и М. Х. Сиппонен. Полностью биоразлагаемые водостойкие покрытия для древесины на основе коры деревьев // Materials Horizont, 2024. — URL: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2024/mh/d4mh01010h>.
6. Дж. Рижиковс, Дж. Зандерсонс, Г. Добеле, А. Пазе. Выделение экстрактов, богатых тритерпенами, из внешней коры березы с помощью горячей воды и щелочной предварительной обработки или правильного выбора растворителей // Ind. Crops Prod. – Декабрь, 2015. Том 76. – С. 209-214. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669015302193?via%3Dihub>.
7. Патент № 2 119 503 Российская Федерация МПК C08H 5/04. Способ получения суберина из коры березы / Левданский В.А. Еськин А.П. Полежаева Н.И. Кузнецов Б.Н.; заявитель и патентообладатель Институт химии природного органического сырья СО РАН. – № 96102551/04 : заявл. 13.02.1996 : опубл. 27.09.1998 – 7 с. — URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2119503C1_19980927?ysclid=m8m369qbpa650501064.
8. Борпера М., Каллиола А., Мясатянен М., Борисова А. С., Миккельсон А., Тамминен Т. Щелочная экстракция полифенолов для повышения ценности коры промышленной ели // Bioresour. Technol. Сентябрь, 2022. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589014X22001864?via%3Dihub>.

9. Ю. Хуан, Ц. Фэн, Ц. Ёе, С. С. Наир и Н. Янь. Включение лигноцеллюлозных микрофибрилл и экстрактов коры в покрытия на водной основе для улучшенной защиты древесины // *Progress in Organic Coatings*. 2020. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300944019301535?via%3Dihub>.

References

1. Deineko I.N., Deineko I.V., Beloe L.P. Investigation of the chemical composition of pine bark // *Cyberleninka*. St. Petersburg, 2007. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-himicheskogo-sostava-kory-sosny>.
2. Pastory Z., Gorbacheva G. A., Sanaev V. G. // *Lesnoy vestnik*. Forestry Bulletin. – 2020. – Vol. 24, No. 5. – pp. 74-88. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44109051>.
3. Ushanova V.M., Zaika N.A., Gromovych T.I. Alternative ways of using coniferous bark in various technologies // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy*. Series: Chemistry and Chemical Technology. - 2006. – Vol. 49, No. 5. – pp. 72-77. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16914105>.
4. Zenitova L.A., Fazylova D.I. Composite polymer material using crushed cork oak bark as a filler // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy*. Series: Chemistry and Chemical Technology. - 2007. – Vol. 50, No. 9. – pp. 89-93. — URL: <https://elibrary.ru/item>.
5. F. Wang, M. Morsali, J. Risikovs, I. Pilipchuk, A. P. Matthew and M. H. Sipponen. Fully biodegradable waterproof coatings for wood based on tree bark // *Materials Horizon*, 2024. — URL: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2024/mh/d4mh01010h>.
6. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2024/mh/d4mh01010h> 6. J. Rizhikovs, J. Sandersons, G. Dobeles, A. Paz. Extraction of extracts, rich in triterpenes, from the outer bark of birch using hot water and alkaline pretreatment or the right choice of solvents // *Ind. Crops Prod.* – December, 2015. Volume 76. – pp. 209-214. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669015302193?via%3Dihub>.
7. Patent No. 2 119 503 Russian Federation IPC C08H 5/04. Method of obtaining suberin from birch bark / Levdansky V.A. Eskin A.P. Polezhaeva N.I. Kuznetsov B.N.; applicant and patent holder Institute of Chemistry of Natural Organic Raw Materials SB RAS. – No. 96102551/04 : application. 13.02.1996 : published. 27.09.1998 – 7 S. — URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2119503C1_19980927?ysclid=m8m369qbpa650501064.
8. Borrega M., Kalliola A., Myattyanen M., Borisova A. S., Mikkelsen A., Tamminen T. Alkaline extraction of polyphenols to enhance the value of industrial spruce bark // *Bioresour. Technol.* September, 2022. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589014X22001864?via%3Dihub>.
9. Yu. Huang, C. Feng, C. Ye, S. S. Nair and N. Yang. Inclusion of lignocellulose microfibrils and bark extracts in water-based coatings for improved wood protection // *Progress in Organic Coatings*. 2020. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300944019301535?via%3Dihub>.

ГИПОТЕЗЫ ТЕОРИИ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ДРЕВЕСИНЕ**HYPOTHESES OF THE THEORY OF INTERNAL STRESSES IN WOOD**

Хворых А.М., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Димитров М.Е., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Шамаев В.А., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

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

Руссу А.В., кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Khvorykh A.M., postgraduate, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Dimitrov D.K., student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Shamaev V.A., Doctor of Technical Sciences, professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Medvedev I.N., Candidate of Technical Sciences, associate professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

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

Аннотация: В статье рассмотрены основные гипотезы теории внутренних напряжений в древесине, которые описывают эти явления как в процессе физико-механической, химической обработки, так и в процессе эксплуатации. Методом попарного сравнения определены наиболее перспективные гипотезы для дальнейшей их разработки и формирования теории внутренних напряжений в древесине.

Abstract: The article examines the main hypotheses of the theory of internal stresses in wood, which describe these phenomena both in the process of physical-mechanical, chemical processing, and in the process of operation. The most promising hypotheses for their further development and formation of the theory of internal stresses in wood are determined by the method of pairwise comparison.

Ключевые слова: внутренние напряжения, древесина, усушка, анизотропия, механические свойства, влажность, температурные градиенты, сушка древесины, деформации.

Keywords: internal stresses, wood, shrinkage, anisotropy, mechanical properties, moisture, temperature gradients, wood drying, deformations.

Древесина - это ценный материал и возобновляемый природный ресурс. Для повышения эффективного и рационального ее использования в процессе обработки необходимо учитывать теоретические и прикладные аспекты древесиноведческой науки.

Положения теории внутренних напряжений в древесине, как важной части древесиноведческой науки, имеют как фундаментальное, так и прикладное значение. Внутренние напряжения в древесине возникают в процессе роста дерева, в ходе промышленной обработки древесины, особенно сушки, а также при ее эксплуатации. Внутренние напряжения являются причиной деформаций, растрескиваний, а также других дефектов, которые снижают качество материала и сокращают долговечность изделий из него. По этой причине особой ценностью обладают практические выводы теории, руководствуясь которыми можно улучшать качество изделий, повышать безопасность конструкций и оптимизировать технологические процессы.

Теория внутренних напряжений в древесине еще развивается и окончательно не оформлена. На данный момент в этом направлении проделана большая работа, судя по тому значительному количеству публикаций, которые описывают внутренние напряжения в древесине, исходя из различных аспектов. Из отечественных авторов в первую очередь заслуживает внимание работа Уголева Б.Н. [1]. В ней приводятся данные по теоретическому исследованию напряжений в древесине, обобщению методов определения напряжений, разработкам новых методов производственного контроля напряжений в материале. Из зарубежных стоит указать на работу, в которых исследуются режимы сушки с применением анализа процессов на нейронных сетях для выявления оптимальных режимов работы, оценки внутренних напряжений и возможных дефектов [2]; а также на работу, в которой предложена усовершенствованная модель оценки внутренних напряжений [3]

Создание объединенной теории внутренних напряжений в древесине, включающей все известные модели и теории, может быть чрезвычайно актуальным по нескольким причинам. Существующие модели часто описывают только отдельные аспекты поведения древесины, что ограничивает их применимость. В рамках единой теории можно было бы учесть все эти факторы. Объединенная теория могла бы быть применима к оценке свойств различных типов древесины, а также оценки учета физико-механических и химических факторов воздействия на ее, в том числе в различных условиях ее эксплуатации. Она также позволила бы описать наиболее оптимально изменения в материале в условиях масштабирования результатов от микроуровня (клетки, волокна) до макроуровня (конструкции, изделия).

Внутренние напряжения в древесине часто возникают из-за нелинейных процессов, таких как усушка, набухание, релаксация напряжений и взаимодействие с внешними нагрузками. Объединенная теория могла бы обеспечить единое описание нелинейных и хаотических систем, что делает ее перспективной для анализа таких явлений.

В условиях увеличения спроса на экологически чистые материалы древесина становится все более востребованной. Для проектирования сложных деревянных конструкций, например, в высотном строительстве или мостостроении, необходимо повышать точность и полноту применяемых расчетных моделей, которые максимально возможно учитывают все аспекты поведения древесины. Объединенная теория внутренних

напряжений могла бы обеспечить междисциплинарный подход, соединяющий знания из различных областей: материаловедения, механики, физики, математики и биологии. Это способствовало бы более глубокому пониманию природы древесины и разработке новых технологий её обработки и использования.

Кроме того, такая объединенная теория внутренних напряжений позволила бы: оптимизировать процессы сушки древесины, минимизируя деформации и трещины; повысить эффективность проектирование деревянных конструкций, повысив их долговечность и надежность; разработать на основе древесины новые композитные материалы с заданными свойствами; сократить отходы при обработке и увеличить эффективность использования ресурсов.

Научная гипотеза обладает большой ценностью, поскольку в общетеоретическом значении гипотезы являются основанием для теоретического описания и объяснения сложных физико-механических процессов, происходящих внутри материала. Они помогают упростить анализ и построить теоретическую и математическую модели явлений и процессов. В рамках гипотезы формулируют предположение, которое требует проверки, и тем самым она задаёт направление для научного исследования. То есть гипотеза помогает исследователям сконцентрироваться на более конкретном направлении или участке поиска, избегая хаотичности в своей работе. Поэтому в формировании и развитии теории внутренних напряжений в древесине гипотезы также имеют большое значение для обеспечения базы ее дальнейшего развития.

Рассмотрим последовательно основные гипотезы теории внутренних напряжений в древесине: о неравномерной усушке материала, о влиянии влажности, о релаксации напряжений, о влиянии анатомического строения, о температурном воздействии, о механико-сорбционном эффекте, о влиянии химического состава на материал, и о внешней нагрузке.

Одна из ключевых гипотеза теории внутренних напряжений в древесине – это гипотеза о неравномерной усушке материала (A_1): внутренние напряжения возникают из-за неравномерной усушки древесины в разных направлениях (радиальном, тангенциальном и продольном). Это связано с анизотропией древесины [4]. Гипотеза о влиянии влажности (A_2). Градиент влажности в древесине влияет на формирование внутренних напряжений. В зависимости от внешних условий наружные слои меняют свою влажность быстрее, чем внутренние [5]. Гипотеза о релаксации напряжений (A_3). Из-за явления ползучести в древесине внутренние напряжения со временем полностью или частично релаксируют (уменьшаются). Этот процесс усиливается с ростом температуры и влажности [6]. Гипотеза о влиянии анатомического строения (A_4). Направление волокон, плотность, наличие дефектов и пороков формируют структуру, которая влияет на внутренние напряжения [7]. Гипотеза о температурных воздействиях (A_5). Термодинамическая анизотропность, обусловленная вариативностью коэффициента теплового расширения, также является причиной внутренних напряжений [8]. Гипотеза о механико-сорбционном эффекте в древесине (A_6). Изменение влажности материала является не только причиной набухания или усадки, но и механико-сорбционной ползучести [9]. Гипотеза о влиянии химического состава (A_7). Химический состав древесины, в том числе после ее модификации химическими реагентами, влияет на ее

механические свойства и на внутренние напряжения в ней [10]. Кроме того, внешние нагрузки (A_8) также могут усиливать внутренние напряжения [11].

Для анализа гипотез внутренних напряжений в древесине используем метод попарного сравнения и исследований иерархий, разработанный Саати [12]. Это позволит в первом приближении определить приоритетные направления теории.

Суть метода анализа иерархий заключается в том, что исследователь, используя имеющуюся информацию, попарно сравнивает два фактора (табл. 1). Более значимый фактор получает больший вес, то есть более высокую экспертную оценку.

Таблица 1 – Попарное сравнение гипотез внутренних напряжений

X_{ij}	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	Вес
A_1	1	3	5	3	5	5	3	3	0,313
A_2	1/3	1	5	3	3	3	3	3	0,209
A_3	0,2	0,2	1	3	3	1/3	1	1/3	0,066
A_4	1/3	1/3	1/3	1	3	1/3	3	1/3	0,065
A_5	0,2	1/3	1/3	1/3	1	1/3	3	1/3	0,047
A_6	0,2	1/3	3	3	3	1	3	1/3	0,106
A_7	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	0,043
A_8	1/3	1/3	3	3	3	3	3	1	0,149

Вес находится по формуле

$$V_i = C_i / C, \quad (1)$$

где

$$C_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n X_{ij}}, \quad (2)$$

$$C = \sum_{i=1}^n C_i, \quad (3)$$

Процедура проверки экспертных оценок на непротиворечивость осуществляется следующим образом. Находим отношение согласованности $\frac{\chi}{\chi_{\text{rand}}}$ и сравниваем с табличным значением.

Величина случайной согласованности при $n=8$ составляет $\chi_{\text{rand}}=1,41$.

Индекс согласованности χ

$$\chi = \frac{\lambda - n}{n - 1} = 0,150, \quad (4)$$

где

$$\lambda = \sum_{j=1}^n R_j \cdot V_j = 9,05, \quad (5)$$

и суммы столбцов

$$R_j = \sum_{i=1}^n X_{ij} . \quad (6)$$

Получаем отношение согласованности $\frac{\chi}{\chi_{\text{rand}}} = 0,106 < 0,2$, следовательно уточнение матрицы парных сравнений не требуется.

На основании таблицы 1 можно заметить, что наиболее значимыми и приоритетными для исследования являются, по крайней мере, три гипотезы: о неравномерной усушке древесины, о влиянии влажности и о влиянии внешних нагрузок. Это позволяет сделать следующие выводы:

- вышеуказанные три гипотезы необходимо описать более детально;
- продолжить работу по оставшимся пяти гипотезам;
- провести поисковое исследование на предмет возможного увеличения числа гипотез, относящихся к процессам внутренних напряжений в древесине.

Список литературы

1. Уголев Б.Н. Контроль напряжений при сушке древесины / Б. Н. Уголев, Ю. Г. Лапшин, Е. В. Кротов. - Москва: Лесн. пром-сть, 1980 г. - 205 с.
2. Yin Q., Liu H-H. Drying Stress and Strain of Wood: A Review. *Applied Sciences*. 2021; 11(11):5023; doi: <https://doi.org/10.3390/app11115023>
3. Leelatanon S., Jantawee S., Vannarat S., and Matan, N. Evaluation of the drying stress in industrial kiln-dried boards using a force-based technique. *BioRes*. 2019. 14(2), 4403-4412; doi: 10.15376/biores.14.2.4403-4412
4. Kollmann F., Cote W. Principles of Wood Science and Technology. Solid Wood. Springer-Verlag, New York, Volume 1, 1968; doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-87928-9>
5. Pang Sen. Modelling of stress development during drying and relief during steaming in pinus radiata lumber. *Drying Technology* 18 (2000): 1677 – 1696; doi: 10.1080/07373930008917806
6. Ranta-Maunus A. The viscoelasticity of wood at varying moisture content. *Wood Science and Technology* 1975, 9, 189–205; doi: <https://doi.org/10.1007/BF00364637>
7. Dinwoodie J.M. Timber: Its Nature and Behaviour. 2nd Edition, E & FN Spon, London. 2000; doi: <https://doi.org/10.4324/9780203477878>
8. Suleiman B., Larfeldt J., Leckner B. Thermal conductivity and diffusivity of wood. *Wood Science and Technology* 33, 465–473, 1999; doi: <https://doi.org/10.1007/s002260050130>
9. Hunt D. G. Creep trajectories for beech during moisture changes under load. *Journal of Materials Science*. 1984. Vol. 19. No. 5. pp. 1456-1467; doi: <https://doi.org/10.1007/bf00563040>
10. Roger M. Rowell. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. 1st Edition. 2005. Boca Raton. P. 487; doi: <https://doi.org/10.1201/9780203492437>
11. Hassani M.M., Wittel F., Hering St., Herrmann H. Rheological Model for Wood. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*. 2014, 283; doi: <https://doi.org/10.1016/j.cma.2014.10.031>.

12. Saaty T.L. Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. *RACSAM - Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Serie A. Matematicas*, 2008, 102, 251-318; <https://doi.org/10.1007/BF03191825>

References

1. Ugolev B.N. Stress control during wood drying / B.N. Ugolev, Yu.G. Lapshin, E.V. Krotov. Moscow. Lesn. prom-st, 1980. 205 p.
2. Yin Q., Liu H-H. Drying Stress and Strain of Wood: A Review. *Applied Sciences*. 2021; 11(11):5023; doi: <https://doi.org/10.3390/app11115023>
3. Leelatanon S., Jantawee S., Vannarat S., and Matan, N. Evaluation of the drying stress in industrial kiln-dried boards using a force-based technique. *BioRes*. 2019. 14(2), 4403-4412; doi: [10.15376/biores.14.2.4403-4412](https://doi.org/10.15376/biores.14.2.4403-4412)
4. Kollmann F., Cote W. Principles of Wood Science and Technology. Solid Wood. Springer-Verlag, New York, Volume 1, 1968; doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-87928-9>
5. Pang Sen. Modelling of stress development during drying and relief during steaming in pinus radiata lumber. *Drying Technology* 18 (2000): 1677 – 1696; doi: [10.1080/07373930008917806](https://doi.org/10.1080/07373930008917806)
6. Ranta-Maunus A. The viscoelasticity of wood at varying moisture content. *Wood Science and Technology* 1975, 9, 189–205; doi: <https://doi.org/10.1007/BF00364637>
7. Dinwoodie J.M. Timber: Its Nature and Behaviour. 2nd Edition, E & FN Spon, London. 2000; doi: <https://doi.org/10.4324/9780203477878>
8. Suleiman B., Larfeldt J., Leckner B. Thermal conductivity and diffusivity of wood. *Wood Science and Technology* 33, 465–473, 1999; doi: <https://doi.org/10.1007/s002260050130>
9. Hunt D. G. Creep trajectories for beech during moisture changes under load. *Journal of Materials Science*. 1984. Vol. 19. No. 5. pp. 1456-1467; doi: <https://doi.org/10.1007/bf00563040>
10. Roger M. Rowell. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. 1st Edition. 2005. Boca Raton. P. 487; doi: <https://doi.org/10.1201/9780203492437>
11. Hassani M.M., Wittel F., Hering St., Herrmann H. Rheological Model for Wood. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*. 2014, 283; doi: <https://doi.org/10.1016/j.cma.2014.10.031>.
12. Saaty T.L. Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. *RACSAM - Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Serie A. Matematicas*, 2008, 102, 251-318; <https://doi.org/10.1007/BF03191825>

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_333-337

УДК 543.544

**ЩЕЛОЧНАЯ АКТИВАЦИЯ КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА СОРБЦИОННУЮ
СПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ**

**ALKALINE ACTIVATION AS A FACTOR INFLUENCING THE SORPTION CAPACITY OF
MATERIALS OF VARIOUS NATURE**

Ходосова Н.А., кандидат химических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

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

Бельчинская Л.И., доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник НИО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Мануковская В.Е., студентка ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Khodosova N.A., Candidate of Chemical Sciences, associate professor of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Tomina E.V., DSc in Chemistry, Head of the Department of Chemistry of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Belchinskaya L.I., DSc in Chemistry, Chief Researcher of the Research Institute of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Manukovskaya V.E., student of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация. В работе показано воздействие щелочной активации на сорбционную способность алюмосиликатных сорбентов и биоуглей на основе опилок древесных растений. Анализ сорбционной способности исходных и модифицированных образцов проводили относительно формальдегида. Определены физико-химические параметры для образцов биоуглей и химический состав для алюмосиликатов до и после модификации. Модификацию образцов проводили 2 М растворами КОН и NaOH. Воздействие щелочи способствует возрастанию сорбции на образцах соснового и тополевого биоуглей в 1.4 и 1.7 раза соответственно, на образцах клиноптилолита и нонтронита – в 1.2 и 1.6 раза.

Abstract: The article shows the effect of alkaline activation on the sorption capacity of aluminosilicate sorbents and biochars based on sawdust of woody plants. The analysis of the sorption capacity of the original and modified samples was carried out relative to formaldehyde. The physico-chemical parameters for biochar samples and the chemical composition for aluminosilicates before and after modification were determined. The samples were modified with 2 M KOH and NaOH solutions. The effect of alkali promotes an increase in sorption on pine and poplar biochar samples by 1.4 and 1.7 times, respectively, on clinoptilolite and nontronite samples - by 1.2 and 1.6 times.

Ключевые слова: алюмосиликаты, биоуголь, физико-химические характеристики, щелочная активация, сорбция, формальдегид.

Keywords: aluminosilicates, biochar, physicochemical characteristics, alkaline activation, sorption, formaldehyde

Проблема загрязнения водных объектов не теряет своей актуальности в течении значительного периода времени, как и поиск решения этой проблемы. Наиболее эффективными в данном вопросе являются сорбционные процессы. В качестве сорбентов могут использоваться вещества различной природы: глины, цеолиты, ионообменные смолы, угли и др. Адсорбционная способность этих материалов обусловлена структурой, которая определяет их физико-химические свойства. Все материалы характеризуются собственным набором активных центров, ответственных за процессы сорбции, способных изменяться под действием модифицирующих агентов.

Химическая модификация обычно оказывает наиболее сильное воздействие на структуру и свойства материалов за счет химического взаимодействия модифицирующего агента и поверхности материала [1]. Известно большое количество модифицирующих агентов, однако, модификация растворами кислот и щелочей остается наиболее часто используемой для возрастания сорбционной емкости при промышленной или лабораторной подготовке образцов [2,3].

Использование в качестве сорбентов природных материалов, например, алюмосиликатов и биоуглей, обусловлено доступностью, экономической эффективностью, большим набором сорбционных центров и поверхностными характеристиками, способными изменяться под действием модификаторов. Например, щелочная модификация часто применяется при промышленной переработке глин, в качестве модификатора могут использоваться: щелочи (NaOH , KOH , LiOH), соли щелочных (Na_2SiO_3 , Na_2CO_3) или щелочноземельных металлов (CaSO_4). Проведение щелочной модификации биоуглей способствует получению более развитой поверхности материала и пористости [4,5].

Для оценки сорбционной способности исходных и модифицированных щелочами материалов был выбран формальдегид, токсичный компонент, содержащийся в клеевых композициях и смолах, используемых в деревоперерабатывающей промышленности [6].

Цель исследования заключается в определении влияния щелочной модификации на сорбционную способность алюмосиликатов (клиноптилолита и нонтронита) и биоуглей, полученных на основе различных древесных пород.

Объекты исследования алюмосиликаты различной структуры: клиноптилолит и нонтронит, а также биоугли на основе опилок из древесины сосны и тополя. Клиноптилолит – это каркасный цеолит с регулярной тетраэдрической структурой, содержащий в полостях ионы щелочных и щелочноземельных металлов. Нонтронит относится к минералам из группы смектитов с расширяющейся структурой, содержащий значительное количество железа.

Образцы биоуглей получены карбонизацией опилок сосны и тополя с размером фракции 1 мм. Карбонизацию осуществляли при температуре 500°C со скоростью нагрева $10^\circ\text{C}/\text{мин}$ в течении 3х часов. Модификацию щелочами проводили, согласно исследованиям,

полученным в работах [7,8]. После активации образцы отмывали дистиллированной водой до $\text{pH} \sim 7$ и сушили при температуре $105 - 110^\circ\text{C}$.

Для исследования сорбции формальдегида 0.5 г модифицированного сорбента заливали 25 мл раствора формальдегида, в диапазоне концентраций $0.03\text{--}0.33 \text{ моль/л}$, время сорбции 2 часа , затем раствор отфильтровывали. Для анализа отбирали пробу раствора в количестве 10 мл . Далее сульфитным методом определяли содержание формальдегида в растворе после адсорбции. Относительная ошибка определения $1\text{--}3\%$, чувствительность метода 10^{-3} моль/л . Величину поглощенного формальдегида определяли по формуле

$$A = \frac{(C_n - C_p) \cdot V}{m},$$

где A – равновесная сорбционная емкость, мг/г , C_n – начальная концентрация раствора, моль/л , C_p – равновесная концентрация раствора, моль/л , V – объем раствора, л , m – масса образца, г .

Для образцов исходных и модифицированных алюмосиликатов определен оксидный состав (табл.1)

Таблица 1 Оксидный состав (%) природных и модифицированных алюмосиликатов

Образец	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O
Cl	68.1	12.3	1.3	0.2	3.9	0.9	3.9
Cl + 2M NaOH	68.1	14.9	2.0	0.2	4.7	1.0	4.5
Nt	67.7	14.5	8.7	3.8	1.8	1.7	1.2
Nt + 2M NaOH	62.3	16.0	9.3	4.1	1.9	1.9	1.6
Примечание: Cl; Cl+2M NaOH – клиноптилолит; модифицированный NaOH клиноптилолит; Nt; Nt+2M NaOH – нонтронит; модифицированный NaOH нонтронит.							

Согласно данным РФА образец клиноптилолита содержит 95% минерала и 5% гидрослюд, а образец нонтронита – 85% породообразующего минерала, 8% каолинита и 7% иллита.

Для образцов биоугля определены физико-химические характеристики, представленные в таблице 2.

Таблица 2 Физико-химические характеристики исходных и активированных биоуглей

Образец	Влажность, $W, \%$	Насыпная плотность, г/л	$A, \text{мг/г}$ по MC	pH
БС	3,4	197,6	0,23	6,8
БС+2 М КОН	4,2	335,4	0,35	7,2
БТ	3,7	378,5	0,41	7,0
БТ+2 М КОН	4,3	405,7	0,49	7,2
Примечание: БС, БТ – биоуголь сосна, тополь; БТ(С) + 2 М КОН - биоуголь, модифицированный раствором КОН; MC – краситель метиленовый синий				

Щелочная активация приводит к возрастанию влажности (в 1,2 раза) и насыпной плотности (в 1,1-1,7 раза) образцов. Для всех исследуемых образцов (алюмосиликатов и биоуглей) до и после модификации растворами щелочей получены изотермы сорбции формальдегида из водных растворов (рис.1)

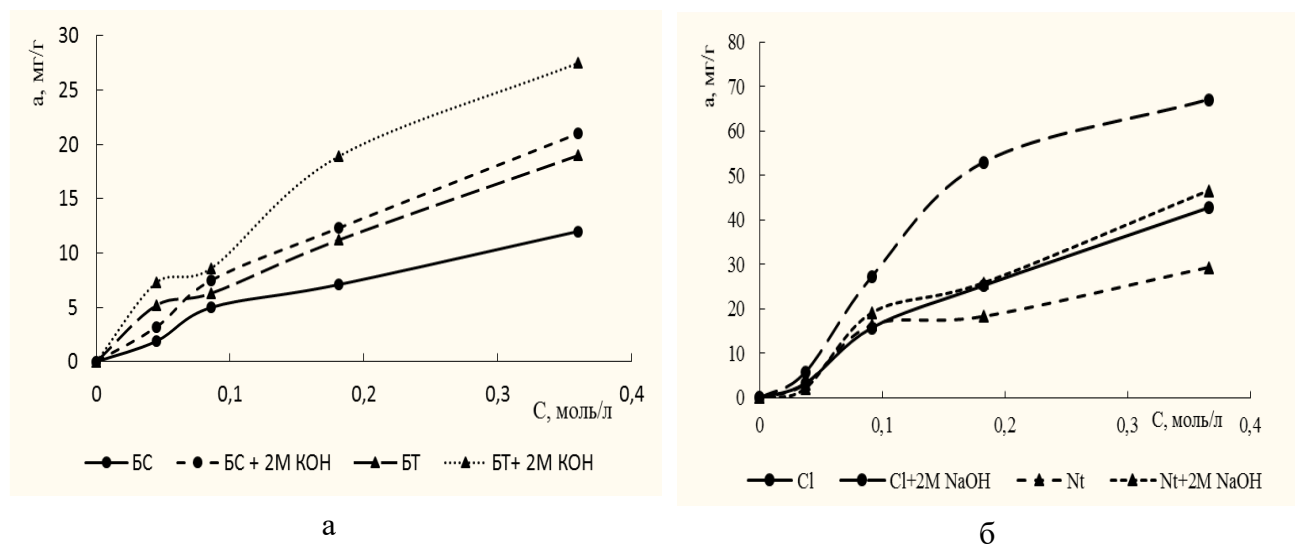


Рисунок 1 Изотермы сорбции на образцах биоуглей (а) и алюмосиликатах (б)

Для всех образцов изотермы имеют похожий вид. Изотермы для образцов биоугля на основе опилок тополя при малой концентрации раствора формальдегида имеют выпуклый вид (рис.1, а), свидетельствующий о взаимодействии между молекулами сорбата и поверхностью биоугля. Для изотерм на сосновом биоугле характерен вогнутый вид, который позволяет предположить значительное взаимодействие молекул адсорбата между собой, чем с поверхностью сорбента. Щелочная активация способствует возрастанию сорбции на образцах соснового и тополевого биоуглей в 1,4 - 1,7 раза соответственно.

Типы изотерм на образцах нонтронита аналогичны изотермам, полученным на клиноптилолитовых образцах (рис.1, б), что предполагает идентичный механизм сорбции формальдегида. Растворы щелочей разрушают кремнекислородный каркас клиноптилолита и алюмокремнекислородный каркаса монтмориллонита по связям $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-$, $-\text{Si}-\text{O}-\text{Al}-$, $-\text{Al}-\text{O}-\text{Al}-$ с образованием низкополимерных алюминатных и силикатных анионов, а также анионов кремневых кислот. Возрастание сорбционной способности клиноптилолита под действием щелочи происходит в 1,2 раза, нонтронита - в 1,6 раза. Возможно, это связано с большей гидроксильностью поверхности нонтронита и, как следствие, образованием большего количества активных центров сорбции.

Список литературы

1. Valaskova M, Martynkova GS, Matejka V, Kratosova G. Chemically activated kaolinites after de-intercalation of formamide. *Ceramics-silikaty*. 2007; 51(1): 24–29.
2. Murray H. *Applied clay mineralogy today and tomorrow*. Clay Minerals. 1999; 34: 39–49.
3. Jozefaciuk G. Effect of acid and alkali treatments on surface-charge properties of selected minerals. *Clays Clay Miner*. 2002; 50(5): 647–656.

4. Tsyganova S.I., Melnikov A.N., Korolkova I.V., Chesnokov N.V., Kuznetsov B.N. Obtaining porous carbon materials from modified ZnCl₂ birch sawdust. *Journal of Applied Chemistry*. 2007. 80. 943-945
5. Moreno-Castilla C., Carrasco-Marin F., Lopez-Ramon M.V., Alvarez-Merino M.A. Chemical and physical activation of olive-mill waste water to produce activated carbons. *Carbon*. 2001. 39. 1415-1420. [https://doi.org/10.1016/S0008-6223\(00\)00268-2](https://doi.org/10.1016/S0008-6223(00)00268-2)
6. Анохин, А. Е. Сбор и утилизация формальдегидсодержащих жидких стоков: обзорная информация / А. Е. Анохин. - М.: ВНИИ-ПИЭИлеспром, 1992. - Вып. 6. - 34 с.
7. Bel'chinskaya L.I., Khodosova N.A., Strel'nikova O.Y., Petukhova G.A., Ciganda L. Regulation of sorption processes on natural nanoporous aluminosilicates. 1. Acidic and basic modifications / *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. 2015. Т. 51. № 5. С. 779-786.
8. Томина Е.В., Ходосова Н.А., Лукин А.Н. Сорбционно-поверхностные характеристики модифицированного биоугля, полученного при карбонизации опилок сосны / *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2022. Т. 22. № 4. С. 442-452.

References

1. Valaskova M, Martynkova GS, Matejka V, Kratosova G. Chemically activated kaolinites after de-intercalation of formamide. *Ceramics-silikaty*. 2007; 51(1): 24–29.
2. Murray H. Applied clay mineralogy today and tomorrow. *Clay Minerals*. 1999; 34: 39–49.
3. Jozefaciuk G. Effect of acid and alkali treatments on surface-charge properties of selected minerals. *Clays Clay Miner*. 2002; 50(5): 647–656.
4. Tsyganova S.I., Melnikov A.N., Korolkova I.V., Chesnokov N.V., Kuznetsov B.N. Obtaining porous carbon materials from modified ZnCl₂ birch sawdust. *Journal of Applied Chemistry*. 2007. 80. 943-945
5. Moreno-Castilla C., Carrasco-Marin F., Lopez-Ramon M.V., Alvarez-Merino M.A. Chemical and physical activation of olive-mill waste water to produce activated carbons. *Carbon*. 2001. 39. 1415-1420. [https://doi.org/10.1016/S0008-6223\(00\)00268-2](https://doi.org/10.1016/S0008-6223(00)00268-2)
6. Anohin, A. E. Collection and disposal of formaldehyde-containing liquid waste: overview information / A. E. Anohin. - М.: NNII-PIEИлеспром, 1992. - V. 6. - 34 p
7. Bel'chinskaya L.I., Khodosova N.A., Strel'nikova O.Y., Petukhova G.A., Ciganda L. Regulation of sorption processes on natural nanoporous aluminosilicates. 1. Acidic and basic modifications / *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. 2015. Т. 51. № 5. С. 779-786.
8. Tomina E., Khodosova N., Lukin A. Sorption and surface characteristics of modified biochar obtained by carbonization of pine sawdust / *Sorption and chromatographic processes*. 2022. V. 22. № 4. P. 442-452.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРЕВЕСНЫХ И ДРУГИХ ВИДОВ ОТХОДОВ

COMPOSITE MATERIALS USING WOOD AND OTHER WASTE TYPES

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

Рублев И.Ю., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Черных А.С., кандидат технических наук, заведующий кафедрой, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Стородубцева Т.Н., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени 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

Rublev I.Yu., postgraduate student of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Chernykh A.S., Candidate of Technical Sciences, Head of Department, Associate Professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Storodubtseva T.N., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация. Современное промышленное строительство требует использования эффективных, экологически чистых и экономически выгодных материалов на основе древесных отходов, а это способствует решению проблемы утилизации отходов, что актуально в условиях увеличения объемов пластиковых и древесных отходов по всему миру использованием.

Abstract:. Modern industrial construction requires the use of efficient, environmentally friendly and cost-effective materials based on wood waste, and this helps to solve the problem of waste disposal, which is relevant in the context of increasing volumes of plastic and wood waste used worldwide.

Ключевые слова: древесина, отходы, композиционные материалы, экология.

Keywords: wood, waste, composite materials, ecology.

Обоснование актуальности темы. В условиях роста объемов строительства и усиления экологических требований, актуальным становится поиск новых композитных материалов, которые обеспечивали бы высокие эксплуатационные характеристики и в то же время способствовали уменьшению негативного воздействия на окружающую среду.

Одним из перспективных направлений является использование отходов различных отраслей, таких как деревообработка и переработка пластмасс. В частности, древесные

отходы и полиэтилентерефталат (ПЭТ) – продукты, которые в значительных объемах образуются

в промышленности и могут быть повторно использованы для создания новых материалов. Древесные отходы содержат ценные компоненты, такие как целлюлоза и лигнин, которые способны улучшить механические свойства материалов, а ПЭТ, широко применяемый в производстве пластиковых бутылок и упаковки, обладает высокой прочностью и устойчивостью к химическим воздействиям.

Использование этих отходов в сочетании с цементом – ключевым компонентом строительных материалов – позволяет создать композитные материалы с улучшенными характеристиками.

Такие материалы обладают потенциалом снижения стоимости производства, уменьшения количества отходов и снижения выбросов углекислого газа, связанных с производством традиционных строительных материалов.

Кроме того, переработка ПЭТ и древесных отходов способствует решению проблемы утилизации отходов, что актуально в условиях увеличения объемов пластиковых и древесных отходов по всему миру. Разработка материала, сочетающего в себе цемент, ПЭТ и древесные отходы, может стать важным шагом в направлении устойчивого строительства и экологически рационального использования природных ресурсов. Необходимость сохранения экологии и решения проблемы отходов разного вида очень важна на сегодняшний день. Использование бросовых отходов, в первую очередь, сможет решить проблему с большим количеством отходов в наше время [1-3].

Создание композитов на основе цемента, древесных отходов и полиэтилентерефталата изучаются во всем мире, так как уменьшение отходов и сохранения окружающей среды для будущих поколений является основной задачей для всего мира. Это мы можем видеть из множества публикаций, представленных научными исследователями по всему миру: Hao J, Wang H, Song Y, Wang W 2019 [4], Croitoru C, Roata IC, Luca MA, Spirchez C, Lunguleasa A, Cristea D, Pop MA, Bedo T 2018 [5], Lyutyy P, Bekhta P, Ortynska G 2018 [6], Antwi-Boasiako C, Ofosuhene L, Boadu K B 2018 [7], Guo C, Li L, Li H 2019 [8], Chan C M, Vandt L-J, Pratt S, Halley P, Werker A, Laycock B, Richardson D 2018 [9] и другие.

Таким образом, разработка композиционных материалов на основе древесных отходов является актуальной задачей, поскольку она отвечает требованиям экологической безопасности, энергоэффективности и экономики замкнутого цикла, что крайне важно для современного общества.

В последние годы разработка строительных материалов с добавлением отходов, таких как древесные остатки и полиэтилентерефталат (ПЭТ) и др., получила значительное внимание. Этот подход не только помогает решить проблему утилизации отходов, но и позволяет создавать материалы с улучшенными характеристиками.

Добавление древесных отходов в цементные смеси улучшает их прочность и долговечность. Например, исследования показали, что добавление лигнина (биополимера из древесины) в бетонную смесь значительно увеличивает её изгибающую прочность, а также ускоряет процесс биodeградации этого материала после использования. Данный материал

может быть альтернативой традиционному бетону, снижая выбросы CO₂ и увеличивая экологичность строительства.

Другим инновационным решением является использование переработанного ПЭТ для производства строительных материалов, таких как кирпичи. Эти кирпичи обладают рядом преимуществ: они легче традиционных кирпичей, более прочны и долговечны, не требуют раствора для соединения, что ускоряет процесс строительства. Применение пластика в строительстве помогает сократить количество отходов на свалках и уменьшить потребление энергии, необходимой для производства бетона.

В последние годы также активно разрабатываются композитные материалы, сочетающие цемент с древесными отходами и ПЭТ. Такой композит не только перерабатывает отходы, но и обладает улучшенными механическими свойствами. Древесные волокна в смеси усиливают гибкость и снижают массу материала, что делает его более устойчивым к воздействию температурных колебаний и механическим нагрузкам ПЭТ, благодаря своей высокой прочности и устойчивости к химическим и механическим воздействиям, может улучшать долговечность таких композитов. Например, исследования показали, что добавление ПЭТ увеличивает водоотталкивающие свойства и прочность на разрыв, что делает материал пригодным для использования в суровых климатических условиях и во влажной среде.

Композиционный материал – искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с чёткой границей раздела между ними. В большинстве композитов (за исключением слоистых) компоненты можно разделить на матрицу или связующее, и включённые в неё армирующие элементы или наполнители.

Кроме того, популярным направлением стало использование переработанных пластиков, таких как ПЭТ и другие полимеры, для создания новых строительных блоков, которые имеют высокую прочность, легкость и устойчивость к погодным условиям. Эти материалы обладают более высокой экологической эффективностью по сравнению с традиционными бетонными блоками, так как их производство требует меньше энергии и ресурсов [10].

Развивающееся современное строительство, в том числе и индивидуальное, нуждается в таких строительных материалах, использование которых позволит в кратчайшие сроки возводить экономичные, теплые и экологически чистые здания. Ввиду постоянного роста цен на энергоносители особое значение при производстве материалов уделяется вопросам теплоэнергоресурсосбережения. Использование при возведении ограждающих конструкций цементно-древесных композитов, изготовленных из местного сырья и отходов полимеров – один из перспективных и экономически выгодных способов решения данной задачи [1, 3].

Научные разработки в области создания строительных материалов на основе отходов и вторичного сырья активно развиваются в последние десятилетия, стремясь снизить нагрузку на окружающую среду и предложить экономически выгодные и прочные решения для строительства.

Комбинация цемента, древесных отходов и ПЭТ является перспективной для создания лёгких и прочных композитных материалов, которые могут использоваться как в строительстве, так и в отделке. Композиты с такими добавками сочетают в себе

преимущества каждого из компонентов: древесные отходы обеспечивают экологичность и теплоизоляцию, ПЭТ - химическую стойкость и долговечность, а цемент даёт основную прочностную базу. Исследования показывают, что такие материалы обладают высокой устойчивостью к атмосферным воздействиям и могут использоваться в промышленном и гражданском строительстве, в том числе для возведения стен, кровли и перекрытий. Важно отметить, что композиты с добавлением ПЭТ также могут способствовать снижению стоимости строительства, так как использование отходов снижает расходы на сырьё.

Использование цемента, древесных отходов и полиэтилентерефталата (ПЭТ) в строительных материалах является перспективным направлением, которое способствует снижению нагрузки на окружающую среду и созданию экономически эффективных решений для строительной индустрии. Продолжение исследований в этой области направлено на улучшение адгезии компонентов, повышение огнестойкости и снижение токсичности материалов, что открывает новые возможности для их массового внедрения в строительную практику.

Список литературы

1. Стородубцева, Т.Н. Использование древесных отходов и местного техногенного сырья в составах композитов: монография / Т. Н. Стородубцева, А. А. Аксомитный; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2016. – 196 с.
2. Коротаев, Э. И. Производство строительных материалов из древесных отходов / Э. И. Коротаев, В. И. Симонов. – М., 1972. – 144 с.
3. Стородубцева, Т.Н. Современные композиционные материалы для гражданского строительства: монография / Т. Н. Стородубцева, А. А. Аксомитный; Воронеж. гос. лесотехн. ун-т им. Г.Ф. Морозова. - Воронеж, 2021. - 143 с.
4. Hao J, Wang H, Song Y, Wang W 2019 Simultaneously improving the toughness and stiffness of wood flour/polypropylene composites using elastomer a669/talcum blends *Polymer Composites* (USA) vol 40(4) pp 1335-1341
5. Croitoru C, Roata IC, Luca MA, Spirchez C, Lunguleasa A, Cristea D, Pop MA, Bedo T 2018 Calcium carbonate and wood reinforced hybrid pvc composites. *Journal of Applied Polymer Science* (USA) vol 135(22) p 46317
6. Lyutyy P, Bekhta P, Ortynska G 2018 Lightweight flat pressed wood plastic composites: possibility of manufacture and properties *Drvna Industrija* (Croatia) vol 69(1) pp 55-62
7. Antwi-Boasiako C, Ofosuhene L, Boadu K B 2018 Suitability of sawdust from three tropical timbers for wood-cement composites *Journal of Sustainable Forestry* (USA) vol 37(4) pp 414-428
8. Guo C, Li L, Li H 2019 Evaluation of interfacial compatibility in wood flour/polypropylene composites by grafting isocyanate silane coupling agent on polypropylene. *Journal of Adhesion Science and Technology* (Netherlands) vol 33(5) pp 468-478
9. Chan C M, Vandi L-J, Pratt S, Halley P, Werker A, Laycock B, Richardson D 2018 Composites of wood and biodegradable thermoplastics: a review *Polymer Reviews* (USA) vol 58(3) pp 444-494

10. Алексеева, М.А. Использование древесины в строительстве и возможности многогранного использования ее биомассы / М.А. Алексеева, Т.Н. Стородубцева, А.В. Гудилин // Новые материалы и перспективные технологии лесопромышленного комплекса: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Воронеж, 25 мая 2022 г. / отв. ред. Т.Н. Стородубцева; ВГЛУ. - Воронеж, 2022. - С. 159-164.

References

1. Storodubtseva, T. N. Use of wood waste and local technogenic raw materials in composite compositions: monograph / T. N. Storodubtseva, A. A. Aksomitny; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, FSBEI HE "VGTU". - Voronezh, 2016. - 196 p.
2. Korotaev, E. I. Production of building materials from wood waste / E. I. Korotaev, V. I. Simonov. - Moscow, 1972. - 144 p.
3. Storodubtseva, T. N. Modern composite materials for civil engineering: monograph / T. N. Storodubtseva, A. A. Aksomitny; Voronezh. state forestry university named after G. F. Morozov. - Voronezh, 2021. - 143 p.
4. Hao J, Wang H, Song Y, Wang W 2019 Simultaneously improving the toughness and stiffness of wood flour/polypropylene composites using elastomer a669/talcum blends *Polymer Composites* (USA) vol 40(4) pp 1335-1341
5. Croitoru C, Roata IC, Luca MA, Spirchez C, Lunguleasa A, Cristea D, Pop MA, Bedo T 2018 Calcium carbonate and wood reinforced hybrid pvc composites. *Journal of Applied Polymer Science* (USA) vol 135(22) p 46317
6. Lyuty P, Bekhta P, Ortynska G 2018 Lightweight flat pressed wood plastic composites: possibility of manufacture and properties *Drvna Industrija* (Croatia) vol 69(1) pp 55-62
7. Antwi-Boasiako C, Ofosuhene L, Boadu K B 2018 Suitability of sawdust from three tropical timbers for wood-cement composites *Journal of Sustainable Forestry* (USA) vol 37(4) pp 414-428
8. Guo C, Li L, Li H 2019 Evaluation of interfacial compatibility in wood flour/polypropylene composites by grafting isocyanate silane coupling agent on polypropylene. *Journal of Adhesion Science and Technology* (Netherlands) vol 33(5) pp 468-478
9. Chan C M, Vandi L-J, Pratt S, Halley P, Werker A, Laycock B, Richardson D 2018 Composites of wood and biodegradable thermoplastics: a review *Polymer Reviews* (USA) vol 58(3) pp 444-494
10. Alekseeva, M. A. Use of wood in construction and the possibilities of multifaceted use of its biomass / M. A. Alekseeva, T. N. Storodubtseva, A. V. Gudilin // New materials and promising technologies of the forest industry complex: materials of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists and students, Voronezh, May 25, 2022 / ed. T. N. Storodubtseva; VSTU. - Voronezh, 2022. - P. 159-164.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_343-346

УДК 691.3, 674

ПРЕДПОСЫЛКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ГИПСО-ДРЕВЕСНОЙ КОМПОЗИЦИИ

PREREQUISITES FOR THE USE OF THERMALLY MODIFIED WOOD IN GYPSUM-WOOD COMPOSITES

Чернов В.Ю., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, Россия

Носова А.Н., соискатель, старший преподаватель ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, Россия

Чернова М.С., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, Россия

Гайсин И.Г., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, Россия

Chernov V.Yu., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor FSBEI of HE «Volga State University of Technology», Yoshkar-Ola, Russia

Nosova A.N., PhD candidate, Senior Lecturer FSBEI of HE «Volga State University of Technology», Yoshkar-Ola, Russia

Chernova M.S., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor FSBEI of HE «Volga State University of Technology», Yoshkar-Ola, Russia

Gaisin I.G., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor FSBEI of HE «Volga State University of Technology», Yoshkar-Ola, Russia

Аннотация: Работа посвящена новым эффективным строительным материалам на основе гипсовых и цементных вяжущих с использованием модифицированной древесины. Рассмотрены основные преимущества и недостатки композиций на основе гипсового вяжущего. По примеру ТДБ предложено использование термически модифицированной древесины в гипсо-древесной композиции в качестве основного заполнителя. Кратко обоснованы характеристики ТМД, позволяющие улучшить эксплуатационные показатели ГТДК по сравнению с другими гипсобетонами на органическом заполнителе.

Abstract: The work is devoted to new effective building materials based on gypsum and cement binders using modified wood. The main advantages and disadvantages of compositions based on gypsum binder are considered. Following the example of TWC, the use of thermally modified wood in a gypsum-wood composition as the main filler is proposed. The characteristics of TMW are briefly substantiated, allowing to improve the operational indicators of GTWC in comparison with other gypsum concretes on organic filler.

Ключевые слова: гипсобетон, гипсовое вяжущее, гипсо-термодревесная композиция (ГТДК), органический заполнитель, термодревбетон (ТДБ), термически модифицированная древесина (ТМД)

Keywords: gypsum concrete, gypsum binder, gypsum-thermowood composition (GTWC), organic filler, thermally modified wood concrete (TWC), thermally modified wood (TMW)

Разработка новых эффективных материалов является актуальной научно-технической задачей, имеющей высокую практическую значимость и широкую область использования, в том

числе в строительстве. В последние годы в России с учетом улучшения экономического благосостояния населения, развития бизнеса и необходимости восстановления новых регионов наблюдается существенное увеличение объемов гражданского и промышленного строительства. Однако в отличие от многих стран наша страна расположена на нескольких климатических поясах, начиная от субтропических (Черноморское побережье, северный Кавказ) и заканчивая арктическими поясами (острова Северного ледовитого океана). Такое разнообразие откладывает отпечаток на период и способы строительства, применяемые материалы, объемы и стоимость строительства. При этом не менее важными факторами являются эксплуатационные (морозостойкость, влагопоглощение и т.д.) и теплофизические свойства (теплопроводность, теплоёмкость и т.д.) материалов, используемых в строительстве. Они напрямую влияют на срок эксплуатации, а также энергоэффективность и стоимость последующей эксплуатации зданий и сооружений.

Одним из современных материалов, позволяющих улучшить характеристики, указанные выше является термически модифицированная древесина (далее –ТМД) [1]. Однако ТМД сегодня как правило используется лишь как отделочный материал, в производстве уличной мебели, в декоративных целях или для изготовления небольших конструкций, например, террасы, беседки, банные полока и т.д. При этом ни в теории, ни на практике не встречались предложения для использования ТМД в качестве основного строительного материала для возведения капитальных зданий и сооружений. Безусловно это связано со стоимостью термической обработки древесины, которая прибавляет 10-15 тыс. руб. к стоимости 1 м³ пиломатериалов при производстве или 30-40 тыс. руб. при покупке готового материала.

На данный момент были проведены исследования возможности использования модифицированной [2] и термически модифицированной [3] древесины в измельченном виде в разных композициях. В более ориентированных и углубленных работах [4, 5] были предложены разработки термодревесно-цементной композиции, которая получила название термодревбетон (далее – ТДБ). В нем в качестве основного заполнителя используется измельченная до размеров щепы термически модифицированная древесина. К преимуществам данной композиции, а именно использования заполнителя из ТМД, по сравнению с арболитом и другими аналогами относятся:

- существенно меньшее содержания в ТМД экстрактивных веществ, в том числе различных органических кислот, являющихся «цементными ядами» – негативно влияющих веществ на процесс гидратации цемента;
- уменьшенная гигроскопичность и, как следствие, улучшенная стабильность формы и размеров;
- улучшенная морозостойкость (до 50 циклов и более);
- повышенная сопротивляемость образованию грибных поражений в композиции;
- улучшенные тепло- и звукоизоляционные свойств благодаря снижению плотности;
- экологичность и отсутствие скрытые источники биологических повреждений.

Разработка и исследование ТДБ осуществлялось в рамках выполнения гранта РНФ (№ 22-79-00098) с 2022 по 2024 годы. В результате получены основные физико-механические и эксплуатационные показатели, разработано оборудование для получения измельченного заполнителя из ТМД, разработана рецептура и способы получения ТДБ трех разновидностей (легкий, универсальный и массивный).

На ряду с ТДБ авторским коллективом предлагается разработка гипсобетона с использованием термодревесного заполнителя.

К гипсовым относят бетоны (или гипсобетоны) на основе гипсовых вяжущих. Из них производят как правило стеновой материал или облицовку для внутренних помещений. В области возведения стен используют гипсоперегородочные плиты, блоки, панели [6]. Область применения такого материала ограничена, главным образом, из-за недостаточной их водостойкости. При получении гипсобетонов могут быть использованы практически все разновидности вяжущих на основе сульфата кальция. Наибольшее применение нашел строительный гипс (р-полуводный сульфат кальция).

Отличительным преимуществом использования полуводного гипсового вяжущего по сравнению с цементами является скорость набора прочности, да и большая производительность технологической цепочки в целом. С точки зрения затрат на производство, также имеются преимущества, а именно, значительно уменьшаются затраты энергии на производство единицы продукции. Это связано с тем, что значительно сокращается время тепловой обработки (выдержки) до набора необходимой прочности. Для сравнения тепловлажностная обработка легких бетонов на цемент вяжущем до набора проектной прочности составляет от 12 до 24 часа, а на гипсовом – от 5 до 10 часов. При этом «распалубочную» прочность (до 50% – допустимая прочность для снятия с форм и складирования) можно получить в течение 2,5 ч.

На основе гипсового вяжущего получают бетоны с минеральным и органическим заполнителем. В качестве органического заполнителя используют макулатуру, древесную фибру, льняную костру, древесный опил и стружку [7].

Однако, как было сказано выше, к главным проблемам изделий на основе гипсового вяжущего и, в особенности на органическом заполнителем, являются повышенное влаго- и водопоглощение и низкая водостойкость, усадка и повышенная ползучесть во влажных условиях.

Следует отметить, что невозможно добиться таких же показателей как у материалов с цементным вяжущим, но существует возможность существенно снизить этот показатель благодаря использованию заполнителя из стабилизированной измельченной ТМД, аналогично ТДБ, то есть с пониженным водо-, влагопоглощением и показателем равновесной влажности.

Основываясь на вышеизложенном измельченное ТМД может найти эффективное и полезное применение в создании новой разновидности материала на основе полуводного гипсового вяжущего. Поэтому авторами запланированы работы по разработке и исследованию гипсо-термодревесной композиции (ГТДК) как нового строительного материала, который может быть использован для изготовления гипсо-термодревесных блоков и плит, предназначенных для использования внутри помещений в качестве перегородок, сухих стяжек и облицовки, обладающих низкой плотностью (небольшой массой), высокими теплозащитными и звукоизоляционными свойствами.

Список литературы

1. Guo A., Bu A., Osama A.O., Satyavolu J., Sun Zh. Sun. Impact of thermally modified wood on mechanical properties of mortar // Construction and Building Materials.2019. Vol. 208. pp. 413-420. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.03.016

2. Горностаева Е.Ю., Ласман И.А., Федоренко Е.А., Камоза Е.В. Древесно-цементные композиции с модифицированной структурой на макро-, микро- и наноуровнях // Строительные материалы. 2015. № 11. С. 13–16.
3. Хасаншин Р.Р. Термическое модифицирование древесного наполнителя в производстве композиционных материалов: дис. ... док-ра техн. наук: 05.21.05. / Хасаншин Руслан Ромелевич. Казань, 2019. 424 с.
4. Пат. 2790390 Российская Федерация, МПК6 C04B 18/26. Способ изготовления термодревбетона: № 2021139396: заявл. 27.12.2021: опубл. 17.02.2023 / Чернов В.Ю., Чернов Ю.В., Разинов А.С., Гайсин И.Г., Шарапов Е.С., Мальцева Е.М.; заявитель ООО «НовЛесТех». – 7с.
5. Chernov, V.Yu., Gaisin, I.G., Maltseva, E.M., Nosova, A.N. Strength and thermal conductivity properties of thermowood-cement composition and factors influencing these indicators. Magazine of Civil Engineering. 2024. 17(7). Article no. 13107. DOI: 10.34910/MCE.131.7
6. Бетоны на основе органических (древесных) заполнителей – Текст: электронный // Файловый архив студентов STUDFILE.NET: [сайт]. – 2000. – URL: <https://studfile.net/preview/9240794/page:19/> (дата обращения: 25.02.2025).
7. Мацкевич, Я Д. Физико-механические свойства гипсобетона на основе низкомарочного гипсового вяжущего с органическим заполнителем /Я.Д. Мацкевич, Л.М. Парфенова, Л.В. Закревская // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. 2023. №3 (35)

References

1. Guo A., Bu A., Osama A.O., Satyavolu J., Sun Zh. Sun. Impact of thermally modified wood on mechanical properties of mortar // Construction and Building Materials. 2019. Vol. 208. pp. 413-420. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.03.016
2. Gornostaeva E.Yu., Lasman I.A., Fedorenko E.A., Kamoza E.V. Wood-cement composites with modified structure at macro-, micro- and nanolevels // Construction materials. 2015. No. 11. P. 13–16.
3. Khasanshin R.R. Thermal modification of wood filler in the production of composite materials: dis. ... Doctor of Engineering Sciences: 05.21.05. / Khasanshin Ruslan Romelevich. Kazan, 2019. 424 p. 4.
4. Patent. 2790390 Russian Federation, IPC6 C04B 18/26. Method for producing thermally modified wood concrete: No. 2021139396: declared. 27.12.2021: published. 17.02.2023 / Chernov V.Yu., Chernov Yu.V., Razinov A.S., Gaisin I.G., Sharapov E.S., Maltseva E.M.; applicant NovLesTekh LLC. – 7 p.
5. Chernov, V.Yu., Gaisin, I.G., Maltseva, E.M., Nosova, A.N. Strength and thermal conductivity properties of thermowood-cement composition and factors influencing these indicators. Magazine of Civil Engineering. 2024. 17(7). Article no. 13107. DOI: 10.34910/MCE.131.7
6. Concretes based on organic (wood) fillers – Text: electronic // File archive of students STUDFILE.NET: [site]. – 2000. – URL: <https://studfile.net/preview/9240794/page:19/> (date of access: 02/25/2025).
7. Matskevich, Ya D. Physical and mechanical properties of gypsum concrete based on low-grade gypsum binder with organic filler / Ya.D. Matskevich, L.M. Parfenova, L.V. Zakrevskaya // Bulletin of Polotsk State University. Series F. Construction. Applied Sciences. 2023. No. 3 (35)

**ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ
В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

CONDUCTING RESEARCH OF A DEEP SUBSOILER IN FIELD CONDITIONS

Болгов А.В., магистрант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

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

Шавков М.В., кандидат технических наук, специалист отдела снабжения ООО «Русгидроком (РГК)», Воронеж, Россия

Петков А.Ф., кандидат технических наук, инженер ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Черенков Д.С., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Bolgov A.V., Master's student Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Malyukov S.V., PhD (Technical), Associate professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Shavkov M.V., PhD (Technical), procurement specialist, Rushydrocom (RGK) LLC, Voronezh, Russia

Petkov A.F., PhD (Technical), Engineer Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Cherenkov D.S., Post-graduate student Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-79-10010, <https://rscf.ru/project/22-79-10010/>

Аннотация: Разнообразие климатических и почвенных условий требует от конструкторов создания современных агрегатов и машин, которые эффективно проводят обработку почвы. Существующие машины хорошо справляются с поставленными задачами, но необходимо продолжать их усовершенствование, что требует новых конструкторских и научных решений. В данной работе показаны результаты полевых исследований по определению тягового сопротивления глубокорыхлителя на песчаной почве. Испытания агрегата проводились на Кожевенном кордоне. Обработка экспериментальных данных производилась методами математической статистики. При обработке данных полевых экспериментов максимальное тяговое сопротивление глубокорыхлителя достигло значения $F_{xyz} = 4644,52$ Н.

Abstract: The diversity of climatic and soil conditions requires designers to create modern units and machines that effectively carry out soil cultivation. Existing machines cope well with the tasks set, but it is necessary to continue their improvement, which requires new design and

scientific solutions. This paper presents the results of field studies to determine the traction resistance of a deep ripper on sandy soil. The unit was tested at the Kozhevenny Cordon. The experimental data were processed using mathematical statistics. When processing the field experiment data, the maximum traction resistance of the deep ripper reached the value of $F_{xyz} = 4644.52 \text{ N}$.

Ключевые слова: глубокорыхлитель, обработки почвы, описательные статистические характеристики, полевые исследования.

Keywords: subsoiler, soil cultivation, descriptive statistical characteristics, field research.

В лесном и сельском хозяйстве растёт интерес к энергосберегающим технологиям обработки почвы с минимальным воздействием на неё [1, 2]. Отвальную вспашку, которая требует больших затрат, стремятся заменить безотвальным рыхлением. Такие изменения связаны со стремлением уменьшить плотность почвы, сохранить в ней влагу, сократить расходы на горючие материалы, сэкономить силы и время рабочих [3-5].

Для подтверждения ранее полученных теоретических результатов, по определению эффективности работы глубокорыхлителя были проведены его экспериментальные полевые исследования. При проведении эксперимента использовался колесный трактор МТЗ-80.

В связи с тем, что в полевых условиях точная установка глубины хода глубокорыхлителя затруднительна из-за неровностей поля, на раме агрегата были установлены опорные колеса. Глубокорыхлитель был установлен на средней секции рамы. Глубина обработки почвы составляла $h = 10-40 \text{ см}$. Общий вид установки с глубокорыхлителем представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид глубокорыхлителя

По оси OX действует сила сопротивления подачи F_x , по оси OZ выглубляющая сила F_z . Сложив три силы, получим результирующий вектор сопротивления движению F_{xyz} . Во время полевых исследований сразу фиксировалась результирующая сила F_{xyz} .

Таким образом, у каждой из осциллограмм были выбраны режимы установившейся работы, их показания были переведены из кгс в Н (умножены на 9,81), приведены к нормированным показателям времени и представлены на рисунке 2.

Определим описательные статистические характеристики проведенных опытов для F_{xyz} и сведем их в таблицу.

На основании средних значений сил сопротивлений, полученных по результатам проведенной статистической обработки, построим их зависимость от глубины обработки почвы, рисунок 3.

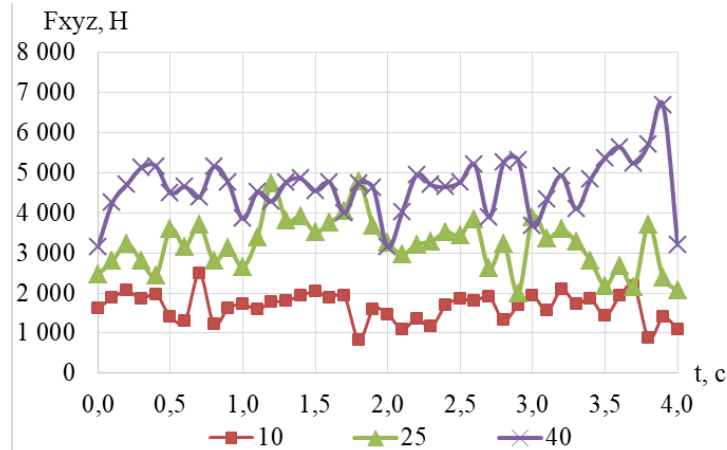


Рисунок 2 – Результирующая сила сопротивления F_{xyz} на полевых испытаниях

Таблица – Описательные статистические характеристики F_{xyz}

Параметр	Опыты		
	F_{xyz1}	F_{xyz2}	F_{xyz3}
Асимметричность	-0,39	0,16	0,01
Эксцесс	0,05	0,00	1,21
Уровень надежности (95,0%)	112,74	207,67	220,97
Медиана	1716,59	3258,73	4704,45
Дисперсия выборки	127581,79	432886,07	490083,30
Стандартная ошибка	55,78	102,75	109,33
Стандартное отклонение	357,19	657,94	700,06
Среднее	1657,62	3215,67	4644,52

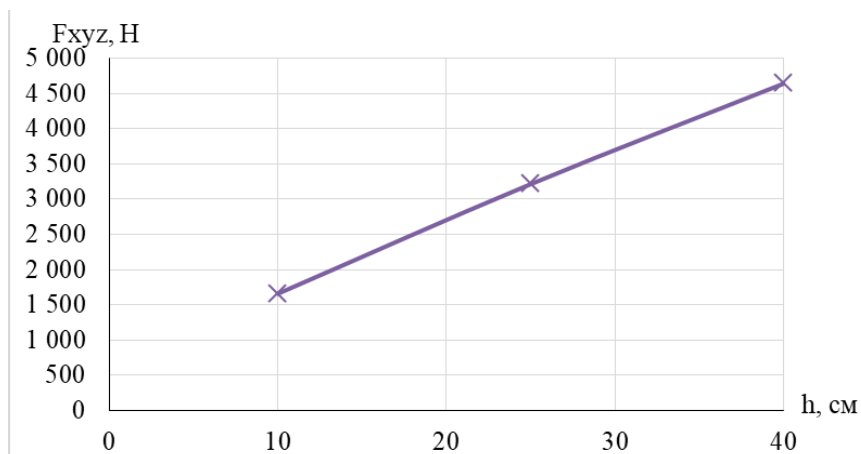


Рисунок 3 – Зависимость F_{xyz} от глубины обработки почвы в полевых условиях

Из рисунка 3 видно, что с увеличением глубины обработки почвы тяговое сопротивление орудия увеличивается, что вполне ожидаемо.

Вывод:

Были получены зависимости тягового сопротивления глубокорыхлителя в зависимости от физико-механических свойств почвы, технологических параметров установки рабочего органа.

При обработке данных полевых экспериментов силы сопротивления для глубокорыхлителя достигают средних значений $F_{xyz} = 1657,62$ Н при глубине обработки почвы $h = 10$ см, $F_{xyz} = 3215,67$ Н при $h = 25$ см, $F_{xyz} = 4644,52$ Н, при $h = 40$ см.

Список литературы

1. Технологии почвозащитной обработки: пути развития / С.Н. Карпов, А.А. Кожухов, Е.В. Герасимов, П.А. Хаустов // Вестник АПК Ставрополья. – 2019. – № 1 (33). – С. 8-13.
2. Анализ конструкций и технологических параметров чизельных плугов и глубокорыхлителей / С.В. Малуков, М.В. Шавков, А.Ф. Петков [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 3 (75). – С. 412-422. – DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-47
3. Машков, С.В. Анализ конструкций рабочих органов для глубокой обработки почвы. / С.В. Машков, Д.А. Авдеев // Самара АгроВектор. – 2021. – Т. 1. – № 1. – С. 40-44.
4. Dzhaborov, N.I. Evaluation of the energy parameters and agrotechnical indicators of aggregate for deep subsurface tillage / N.I. Dzhaborov, A.V. Dobrinov, V.A. Eviev // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. 012036. DOI: 10.1088/1742-6596/1210/1/012036
5. Посметьев, В.И. Расчет устойчивости рыхлителя на этапе заглубления с учетом мгновенного центра вращения звеньев его оборудования / В.И. Посметьев, М.А. Малукова, В.О. Никонов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2015. – № 1. – С. 303-308.

References

1. Karpov S.N., Kozhukhov A.A., Gerasimov E.V., Khaustov P.A. Soil protection technologies: ways of development. Bulletin of the agrarian and industrial complex of Stavropol region. 2019. No. 1 (33). pp. 8-13.
2. Malyukov S.V., Shavkov M.V., Petkov A.F., Cherenkov D.S., Popov M.A., Bolgov A.V. Analysis of designs and technological parameters of chisel plows and subsoilers. Proceedings of lower volga agro-university complex: science and higher education. 2024. no. 3 (75). pp. 412-422. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-47
3. Mashkov S.V., Avdeev D.A. Analysis of the designs of working bodies for deep tillage. Samara AgroVector. 2021. Vol. 1. no. 1. pp. 40-44.
4. Dzhaborov N.I., Dobrinov A.V., Eviev V.A. Evaluation of the energy parameters and agrotechnical indicators of aggregate for deep subsurface tillage. Journal of Physics: Conference Series. 2019. 012036. DOI: 10.1088/1742-6596/1210/1/012036
5. Posmetyev V.I., Malyukova M.A., Nikonov V.O. Calculation of the stability of the ripper at the deepening stage, taking into account the instantaneous center of rotation of the links of its equipment. Scientific bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: High technologies. Ecology. 2015. no. 1. pp. 303-308.

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПО ПЕРЕСАДКЕ КРУПНОМЕРНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ**STAGES OF DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR TRANSPLANTING LARGE WOODY PLANTS**

Воскобойник М.Ю., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия
Дручинин Д.Ю., кандидат технических наук, заведующий кафедрой МЛХиПМ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Voskoboynik M.Y., postgraduate student of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Druchinin D.Yu., Candidate of Technical Sciences, Head of Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: Технология пересадки крупномерных деревьев развивается с XVIII века, основываясь на сохранении защитного кома почвы вокруг корней. Современные методы используют механизированные устройства с гидравликой вместо ручной выкопки, что повышает эффективность работ и приживаемость растений. Ограничения возникают на плотных почвах, а неправильное позиционирование оборудования может повредить крону. Развитие технологии направлено на оптимизацию энергопотребления, внедрение новых материалов и адаптацию к различным условиям.

Abstract: The technology of transplanting large trees has been developing since the 18th century, based on the preservation of a protective clod of soil around the roots. Modern methods use mechanized devices with hydraulics instead of manual digging, which increases the efficiency of work and plant rooting. Limitations occur in dense soils, and improper positioning of the equipment can damage the crown. Technology development is aimed at optimizing energy consumption, introducing new materials and adapting to different conditions.

Ключевые слова: крупномерный посадочный материал, деревья, ком почвы, механизация, выкопчное оборудование, гидравлические системы, режущие элементы, приживаемость, увлажнение почвы, типы почвы.

Key words: large-size planting material, trees, soil clod, mechanization, digging equipment, hydraulic systems, cutting elements, rooting, soil moistening, soil types.

В настоящее время значительное внимание уделяется вопросам развития устойчивого лесопользования и восстановления лесных экосистем. Это связано с интенсивной вырубкой лесов для промышленности, а также техногенными проблемами, например, лесными пожарами, которые уничтожают древостой на значительных площадях. Потеря лесных насаждений не только снижает объем доступной древесины, но и нарушает биологическое разнообразие, способствует эрозии почвы и изменяет уровень грунтовых вод. Леса играют важную роль в поддержании биологического разнообразия и регуляции климата, поглощая из атмосферы нашей планеты углекислый газ и выделяя кислород.

Для возможности эффективной реализации лесовосстановительных работ требуется достаточный объем качественных лесных семян, сбор которых возможен на постоянно действующих лесосеменных плантациях. Данные объекты лесного семеноводства целесообразно создавать с использованием крупномерного посадочного материала, корневая система которого при пересадке на постоянное место произрастания скрыта почвенным комом. Кроме того, данный агротехнический прием в настоящее время востребован при создании древесных насаждений для озеленения населенных пунктов и промышленных объектов.

Технология пересадки крупномерных деревьев зародилась в XVIII веке, основываясь на сохранении защитного кома почвы вокруг корневой системы. Метод получил развитие в XIX веке, широко применяясь в странах с активным озеленением городов и парков. Массово пересаживались деревья с диаметром ствола до 30 см из-за трудоемкости процесса. В начале XX века использовались различные подходы к пересадке: с замороженным и незамороженным комом, а также без кома почвы для лиственных пород. Преобладала пересадка с открытой корневой системой для упрощения транспортировки [1].

Процесс включал следующие этапы: подготовку корневой системы, выкапывание дерева, его транспортировку и последующую посадку. После установки дерева в новую яму его корни аккуратно распределялись по дну, затем яма засыпалась и поливалась большим объемом воды [1].

Подготовка к пересадке начиналась за год до назначенного срока или проводилась одновременно с самой операцией. Это включало выкапывание канавы радиусом до 1,5 метров и глубиной 1,1 метра вокруг дерева. Выкопанную землю, при наличии такой возможности, часто возвращали в канаву, чтобы обрезанные корни могли образовать новые мелкие корешки. При пересадке с обнаженной корневой системой корневая система освобождалась от почвы вручную или с помощью простых инструментов, а крона обрезалась для уменьшения густоты ветвей [1].

Несмотря на свою популярность, этот метод имел недостатки: высокий риск повреждения корневой системы и низкая приживаемость. Поэтому эффективность выполненных работ часто была низкой, что указывало на необходимость дальнейшего совершенствования методов.

В нашей стране в советский период активно развивались методы озеленения территорий после строительства или реконструкции. Один из ярких примеров – проект по озеленению крупного промышленного объекта, где использовались такие породы, как липа, берест, пирамидальный тополь и ель. Средний возраст пересаживаемых деревьев составлял 25...30 лет, а их привозили из окрестных насаждений. Процесс пересадки осуществлялся с помощью подъемных кранов или лебедок, а транспортировка деревьев до места посадки выполнялась с помощью телег или грузовиков (рис. 1).

В целом, можно отметить, что технология пересадки крупномерных деревьев основана на нескольких ключевых принципах. Основная цель технологии – минимизировать повреждения корневой системы при пересадке. Это достигается путем формирования защитного кома почвы вокруг корней. Для успешной пересадки важно правильно позиционировать рабочие органы относительно ствола дерева. Это гарантирует точную подкопку растений и снижает риск повреждений корней. Современные методы предусматривают использование механизированных устройств, с различными режущими рабочими органами, что значительно упрощает процесс и делает его более эффективным. Большинство образцов современного выкопного оборудования оснащено гидравлическими системами, которые позволяют легко управлять движением рабочих органов и обеспечивают стабильность рабочего процесса.

Современная технология пересадки крупномерных деревьев с комом почвы является более качественной и эффективной. Её основные принципы включают использование средств механизации с особой конфигурацией подкапывающих рабочих органов для формирования защитного кома почвы в процессе выкопки, возможность подготовки посадочного места с использованием этой же техники, удержание дерева в вертикальном положении во время транспортировки.

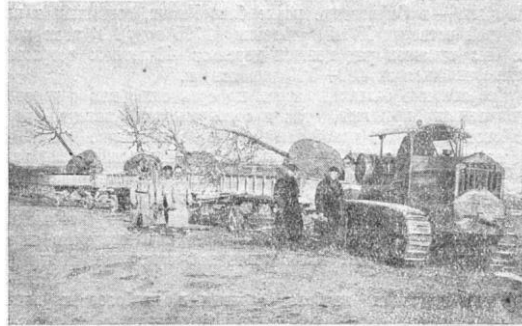


Рисунок 1 – Днепрострой. Перевозка 25...30-летних лип с комом почвы

Современные устройства для пересадки деревьев значительно отличаются от своих предшественников. Они включают раму, которая может свободно подниматься и опускаться, специальные рабочие элементы, расположенные по обе стороны рамы, способные открываться и закрываться, а также гидравлический привод, который управляет движением этих элементов и рамы (рис. 2). Режущие элементы, такие как лопатные пластины с зубьями, позволяют эффективно разрезать почву и корневую систему. Также современные устройства часто оснащены водяными баками с насосами для увлажнения почвы, что облегчает резку и минимизирует стресс для растений.



Рисунок 2 – Выкопочное оборудование с сегментными ножами

Основные преимущества пересадки деревьев с комом почвы включают высокую приживаемость благодаря лучшей адаптации корневой системы к новым условиям, а также защиту корней от механических повреждений и увлажнение. Использование специального оборудования позволяет выполнять работу быстрее и с меньшими затратами. Однако технология имеет ограничения: на плотных или каменистых почвах эффективность режущих элементов снижается, что требует дополнительной подготовки, а также существует риск повреждения кроны дерева при неправильном позиционировании устройства.

Технология пересадки крупных деревьев прошла долгий путь от открытой корневой системы до сохранения почвенной глыбки вокруг корней. Современные методы и оборудование значительно повысили эффективность и безопасность процесса, но требуют дальнейшего совершенствования для снижения энергозатрат, работы на плотных почвах и минимизации повреждений корней и кроны. Будущее технологии связано с внедрением инновационных материалов и конструкций, что позволит использовать её в различных условиях – от лесного хозяйства до ландшафтного строительства.

Список литературы

1. Колесников А.И. Пересадка больших деревьев / книга. – Москва: Редакционно-изд. Сектор всесоюзной академии с.-х. наук им. В.И. Ленина. 1939, 79 с.
2. Дручинин Д.Ю. Типы рабочих органов оборудования для выкопки посадочного материала с почвенным комом/ Дручинин Д.Ю., Воскобойник М.Ю. // Воронежский научно-технический вестник. - 2020. - №3. - с. 113-120.
3. Соколова И.М. Биологические основы пересадки деревьев и кустарников в зимний период в условиях среднего урала: спец 20869: дис. на соискание ученой степени канд. с.-х.наук. Свердловск, 1967. 26с.
4. Шафранский Т.П. Пересадка деревьев и кустарников летом в городах. - М., изд-во Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1958, 121 с.
5. Лаврова О.П. Приживаемость крупномерного посадочного материала в условиях городской среды/ Шадрина И., Клюкина С., Рабинович А. // Нижний Новгород: ННГАСУ, 2017.
6. Дручинин Д.Ю. Проблема определения понятия «крупномерный посадочный материал» в озеленительной практике // Лесохозяйственная информация. – 4. – 2018. – С. 47-54.
7. Жуков Ф.Ф. Применение крупномеров в городском озеленении. Сборник материалов XX Международного научно-практического форума. Проблемы озеленения крупных городов". – 2018. – С. 149-151

References

1. Kolesnikov A.I. Data on transplanting large trees in foreign countries and the USSR// Transplanting large trees: book/Moscow: 1939. 79 с.
2. Druchinin D.Y., Voskoboynik M.Y. // Voronezh Scientific and Technical Bulletin. - 2020. - №3. - с. 113-120.
3. Sokolova I.M. Biological bases of transplanting trees and shrubs in winter in the conditions of the Middle Urals: special 20869: thesis for the degree of Candidate of Agricultural Sciences. Sverdlovsk, 1967. 26с.
4. Shafransky T.P. Transplantation of trees and shrubs in summer in cities. - M., publishing house of the Ministry of Communal Economy of the RSFSR, 1958, 121 p.
5. Lavrova O.P. Acclimatization of large-size planting material in urban environment/ Shadrina I., Klyukina S., Rabinovich A. // Nizhny Novgorod: NNGASU, 2017.
6. Druchinin D.Yu. Problem of defining the concept of “large-size planting material” in landscaping practice // Lesokhozyaystvennaya Informatsiya. - 4. - 2018. - С. 47-54.
7. Zhukov F.F. Application of large trees in urban landscaping. Collection of materials of the XX International Scientific and Practical Forum. Problems of landscaping of large cities”. - 2018. - С. 149-151.

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ЛЕСНЫХ ДИСКОВЫХ ПЛУГОВ**
THE ANALYSIS OF THE EXISTING DESIGNS OF SAFETY DEVICES OF FOREST DISK
PLOWS.

Гончаров Д.А., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Зимарин С.В., к. технических наук, доцент кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Князев А.Г., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Орел Е.М., магистр ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Goncharov D.A., postgraduate student of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Zimarin S.V., Candidate of Technical Sciences, Docent Department of Forestry Mechanization and Machine Design, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

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

Orel E.M., master's degree in FSBEI HE Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация. В последнее время активно проводятся научные исследования, посвящённые обработке почвы. Особое внимание уделяется дисковым орудиям, которые доказали свою эффективность по сравнению с лемешными. Совершенствование дисковых рабочих органов способствует улучшению качества обработки почвы и оптимизации конструктивных и тяговых характеристик орудия.

Abstract. Recently, scientific research on tillage has been actively conducted. Special attention is paid to disc tools, which have proven their effectiveness in comparison with ploughshares. The improvement of disk working bodies helps to improve the quality of tillage and optimize the design and traction characteristics of the implement.

Ключевые слова: предохранительные устройства, гидропривод, дисковый плуг, вырубки, диск с вырезами, рабочий процесс, исследования, обработка почвы

Keywords: safety devices, hydraulic drive, disc plough, cutting, cut-out disk, workflow, research, tillage.

Одной из ключевых задач в лесной отрасли является восстановление лесов после лесозаготовок или стихийных бедствий. Работы по лесовосстановлению требуют значительных затрат средств и ресурсов. При этом нарушение технологии посадки может

привести к необходимости дополнительно высаживать лесные культуры, что повлечёт за собой новые расходы. Для повышения качества и эффективности лесовосстановительных работ после лесозаготовок или стихийных бедствий необходимо разработать современные образцы почвообрабатывающих орудий. Это можно сделать, используя возможности, которые предоставляют актуальные методы исследований.

А. Б. Кудзаев [1] выяснил, что есть много моделей плугов для работы на каменистых почвах. Производители сельскохозяйственной техники предлагают различное оборудование, и у каждого плуга свой тип защитного механизма. Чаще всего встречаются механические предохранители автоматического действия. Они похожи на рессоры. Также есть плуги, в которых используются гидропневматические системы. У таких систем более сложная конструкция и другая жёсткость срабатывания. Самые перспективные предохранители — это пневмобаллоны или пневмокамеры. Они являются экологически безопасными и легко регулируются.

В исследовании, проведённом А. Б. Кудзаевым, Т. А. Уртаевым и другими учёными [2], были рассмотрены различные типы предохранителей, которые часто встречаются в конструкции лесных плугов. В частности, внимание было уделено гидропневматическим, пружинным и рессорным предохранителям. В процессе анализа были выявлены недостатки существующих решений. Для их устранения авторы предложили способ модернизации с использованием современных синтетических и композитных материалов. Композитные материалы имеют ряд преимуществ перед металлом, в том числе лёгкость и относительно невысокую стоимость.

И. Н. Шило [3] в своей работе рассмотрел применение механического предохранителя при использовании чизельных орудий. Когда почва содержит много камней, есть риск поломки машинно-тракторных агрегатов, что может привести к их простоям и снижению производительности. Чтобы техника работала надёжно на каменистой почве, используют специальные защитные механизмы для рабочих органов машин, которые обрабатывают почву на большую глубину. Эти механизмы помогают поддерживать заданную глубину обработки и обеспечивают равномерное движение машины. Рабочие органы могут обходить препятствия, не останавливая агрегат, и при этом усилие срабатывания остаётся стабильным. Есть разные способы оснастить сельскохозяйственные орудия защитными устройствами, в зависимости от того, насколько почва засорена камнями. Для почвы с небольшим количеством камней используют механический предохранитель неавтоматического действия, например, «срезной штифт». Если почва средне- или сильнозасорена камнями, применяют предохранители гидропневматического действия. На рисунке 1 показан глубокорыхлитель РЦП - 3, который предназначен для работы на почве, засоренной камнями. У него есть защитные устройства, каждое из которых состоит из грядиля, закреплённого на раме машины с помощью шарниров и жёстко связанного с рабочим органом.



Рисунок 3 – виды предохранителей по функциональным возможностям

[6] Нами был разработан лесной дисковый плуг с гидроприводом рабочих органов (пат. RU 2817856 C1) (рисунок 4, 5), имеющий в своей конструкции предохранительно – догружающее устройство.

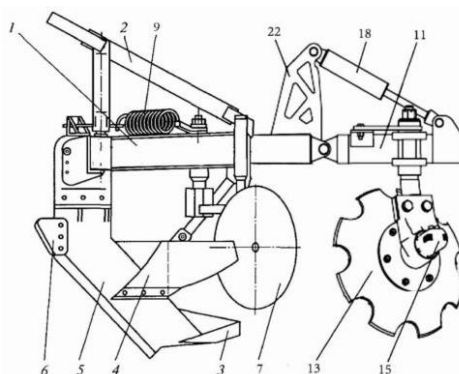


Рисунок 4 – Лесной дисковый плуг с гидроприводом рабочих органов, вид сбоку (пат. RU 2817856 C1)

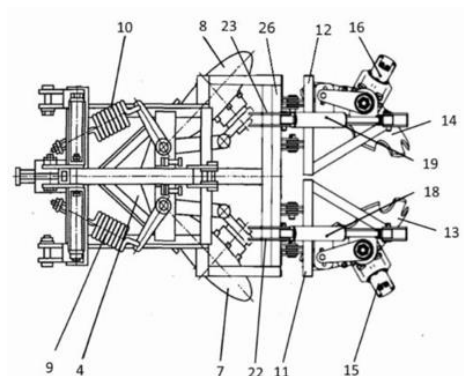


Рисунок 5 – Лесной дисковый плуг с гидроприводом рабочих органов, вид сверху (пат. RU 2817856 C1)

Этот лесной дисковый плуг с гидроприводом рабочих частей обеспечивает качественную обработку почвы на вырубках, а также защищает задние диски при их контакте с препятствиями в виде пней или больших корней.

Список литературы

1. Результаты лабораторных исследований пневматической предохранительной системы плуга / А. Б. Кудзаев, Д. В. Цгоев, Т. А. Уртаев [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 53, № 3. – С. 111-121. – EDN PTPFKP.
2. Исследование экспериментальной секции оборотного плуга с рессорным предохранителем и ползуном / А. Б. Кудзаев, Т. А. Уртаев, Д. В. Цгоев, И. А. Коробейник // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 54, № 4. – С. 119-125. – EDN ZXGXCF.,
3. Шилю, И. Н. Механический предохранитель рабочего органа машины для обработки почвы / И. Н. Шилю, Н. Н. Романюк, В. А. Агейчик // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 1. – С. 30-33. – EDN RYYWPH.
4. Посметьев, В. И. Методика теоретического обоснования конструкции приспособления к навесному устройству трактора при его агрегатировании с лесными дисковыми орудиями / В. И. Посметьев, В. В. Посметьев, М. А. Латышева // Воронежский научно-технический Вестник. – 2015. – Т. 4, № 3-3(13). – С. 11-31. – DOI 10.12737/14006. – EDN UMYGRZ.
5. Основные причины недостаточной эффективности лесных почвообрабатывающих агрегатов и пути ее повышения / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, М. А. Латышева, В. В. Посметьев // Воронежский научно-технический Вестник. – 2015. – Т. 4, № 3-3(13). – С. 45-59. – DOI 10.12737/14008. – EDN UMYGST.
6. Лесной дисковый плуг с гидроприводом рабочих органов: патент на изобретение RU 2817856 C1. Заявка №2023136335 / Драпалюк М.В., Попиков П.И., Князев А.Г., Поздняков Е.В., Гончаров Д.А.; заявл. 30.12.2023; опубл. 22.04.2023, Бюл. №12. 7 с.

References

1. A. B. Kudzaev, D. V. Czgoev, T. A. Urtaev [i dr.], The results of laboratory studies of the pneumatic safety system of the plow, Proceedings of the Gorsky State Agrarian University, 2016, №3, 111-121, – EDN PTPFKP.
2. A. B. Kudzaev, T. A. Urtaev, D. V. Czgoev, I. A. Korobejnik, Investigation of the experimental section of a revolving plow with a spring safety catch and a slider, Proceedings of the Gorsky State Agrarian University, 2017, № 4, 119-125, – EDN ZXGXCF
3. I. N. Shilo, N. N. Romanyuk, V. A. Agejchik, Mechanical fuse of the working body of the tillage machine, Agricultural machinery and technology, 2014, 30-33, – EDN RYYWPH.
4. V. I. Posmet`ev, V. V. Posmet`ev, M. A. Laty`sheva, The method of theoretical substantiation of the design of the attachment to the tractor attachment when it is aggregated with forest disk tools, Voronezh Scientific and Technical Bulletin, 2015, №3(13), 11-31, – DOI 10.12737/14006. – EDN UMYGRZ.
5. V. I. Posmet`ev, V. A. Zelikov, M. A. Laty`sheva, V. V. Posmet`ev, The main reasons for the insufficient efficiency of forest tillage units and ways to improve it, Voronezh Scientific and Technical Bulletin, 2015, №3(13), 45-59, – DOI 10.12737/14008. – EDN UMYGST.
6. Drapalyuk M.V., Popikov P.I., Knyazev A.G., Pozdnyakov E.V., Goncharov D.A, Forest disc plough with hydraulic drive of working bodies: patent for invention, RU 2817856 C1, application №2023136335, published 22.04.2023, №12, 7 pages.

**СОСТОЯНИЕ И АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ
ОТЕЧЕСТВЕННОГО ЛЕСНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**STATE AND CURRENT TASKS OF DEVELOPMENT
OF DOMESTIC FOREST MACHINE BUILDING**

Горбенко В.В., инженер, генеральный директор некоммерческой организации "Ассоциация организаций и предприятий деревообрабатывающего машиностроения", Почётный машиностроитель Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, Химки, Московская обл., Россия

Gorbenko V.V., Engineer, General Director of the non-profit organization "Association of Organizations of Woodworking Machinery Enterprises" (Drevmash Association), Honorary Engineer of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation, Khimki, Moscow Region, Russia

Аннотация: Представлена оценка состояния и актуальные задачи развития сектора лесного машиностроения экономики Российской Федерации на фоне высокой импортозависимости лесного комплекса России по машинам и оборудованию, антироссийских санкций и прекращения поставок в Российскую Федерацию современных средств технологического оснащения для лесного сектора.

Abstract: The assessment of the state and current tasks of the development of the forestry engineering sector of the Russian economy is presented against the background of the high import dependence of the Russian forestry complex on machinery and equipment, anti-Russian sanctions and the cessation of supplies to the Russian Federation of modern technological equipment for the forestry sector.

Ключевые слова: лесное машиностроение, средства технологического оснащения для лесного сектора, импортозависимость, санкции, актуальные задачи.

Keywords: forest engineering, technological equipment for the forest sector, import dependence, sanctions, current tasks.

По данным некоммерческой организации "Ассоциация организаций и предприятий деревообрабатывающего машиностроения" на территории Российской Федерации по состоянию на январь 2025 года действовало не менее 724-х российских производителей продукции (изделий, работ, услуг) в сфере средств технологического оснащения для лесного сектора (в том числе 626 юридических лиц и 98 индивидуальных предпринимателей [далее — ЛесМашПродукция, ЛесМашПроизводители (ЛМП)]. Их распределение по федеральным округам, Донецкой Народной Республике и Луганской Народной Республике Российской Федерации показано на рис. 1:

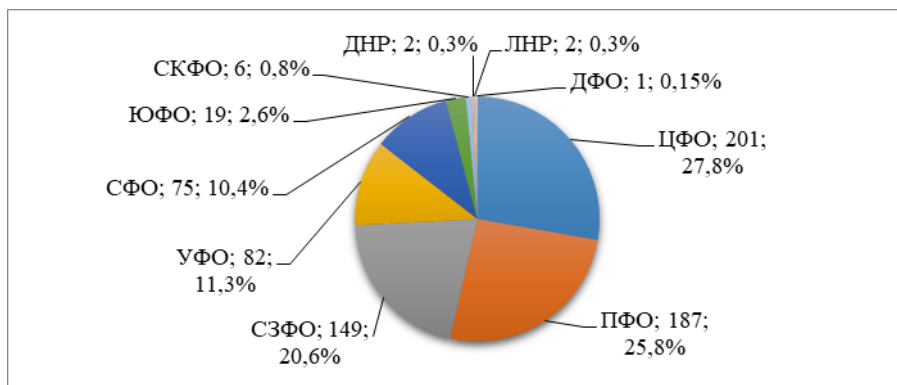


Рисунок 1

Наибольшее количество российских ЛесМашПроизводителей (564 / 79,9 %) выявлено в 23-х субъектах Российской Федерации, в каждом из которых действовало от десяти до шестидесяти двух ЛМП (Таблица 1):

Таблица 1

№	Субъект РФ	Кол-во ЛМП	Доля, %
1	Брянская обл.	10	1,4
2	Воронежская обл.	10	1,4
3	Республика Карелия	10	1,4
4	Костромская обл.	11	1,5
5	Республика Марий Эл	11	1,5
6	Ярославская обл.	11	1,5
7	Новосибирская обл.	12	1,7
8	Пермский край	12	1,7
9	Архангельская обл.	15	2,1
10	Тверская обл.	15	2,1
11	Республика Татарстан	15	2,1
12	Алтайский край	16	2,2
13	Владимирская обл.	17	2,3
14	Удмуртская Республика	17	2,3
15	Красноярский край	27	3,7
16	Челябинская обл.	32	4,4
17	Вологодская обл.	34	4,7
18	Свердловская обл.	37	5,1
19	Нижегородская обл.	42	5,8
20	Московская обл.	45	6,2
21	Кировская обл.	51	7,0
22	Город Москва	52	7,2
23	Город Санкт-Петербург	62	8,6
Итого		564	79,9

Российские ЛесМашПроизводители в целом — это Сектор лесного машиностроения экономики Российской Федерации (ЛесМашСектор России, ЛМС). В 2023 году для его терминологического обеспечения разработан и с 1 февраля 2024 года введен в действие соответствующий национальный стандарт Российской Федерации [1].

Отечественное производство деревообрабатывающих станков (ДС) в 2024 году характеризуется следующими показателями [2]:

- 1) выпущено ДС на сумму 2 031 409 тыс. руб., что на 33,6% меньше аналогичного результата 2023 года;
- 2) лидирующий федеральный округ РФ по производству ДС – Сибирский ФО (41,5% производства за период с 2017 по 2024), на втором месте – Приволжский ФО (28,4% производства);
- 3) производство ДС в декабре 2024 года выросло на 14% по сравнению с декабрем прошлого года и составило 440 126,8 тыс. руб., а их средняя цена составили 369 тыс. руб./шт.;
- 4) крупнейшими производителями деревообрабатывающего оборудования являются ООО "Алтайлестехмаш" (г. Барнаул, Алтайский край), ЗАО "Лесмаш" (г. Екатеринбург, Свердловская обл.), ООО "Станкостроительная компания "Пилотехника" (г. Киров, Кировская обл.), ООО "Древмаш" (г. Вологда), АО "Курганский машиностроительный завод" (г. Курган, Кемеровская обл.) и ООО "Авангард" (г. Воронеж) [2].

Несмотря на наличие не менее семисот двадцати российских производителей ЛесМашПродукции (предположительно, их действует как минимум 800), импортозависимость лесного комплекса страны по машинам и оборудованию по состоянию на 2021 год составляла 90-93 % [3]. Это во многом является следствием недостатков, основными из которых являются:

- 1) отсутствие системы обеспечения эффективной деятельности, технологической независимости и устойчивого развития сектора лесного машиностроения экономики Российской Федерации [1, статья 27];
- 2) отсутствие соответствующего задачам развития лесного сектора страны [1, статья 2] законодательного обеспечения деятельности и развития сектора лесного машиностроения экономики Российской Федерации [1, статья 28];
- 3) отсутствие системной государственной поддержки российских производителей ЛесМашПродукции [1, статья 29];
- 4) отсутствие системной отраслевой поддержки российских производителей ЛесМашПродукции [1, статья 30];
- 5) отсутствие системного сотрудничества российских производителей и потребителей ЛесМашПродукции, нацеленного на развитие в РФ производства и импортозамещения машин и оборудования для лесного сектора;
- 6) малоэффективная деятельность некоммерческих организаций ЛесМашСектора России по представлению и защите интересов отечественных ЛесМашПроизводителей;
- 7) пассивность предприятий и организаций ЛесМашСектора России в деле объединения своих усилий для совместного решения общих задач [1, статья 31].

В числе 724-х выявленных в РФ ЛесМашПроизводителей имеется 458 предприятий, продукцию которых, в интересах последующего анализа, уместно обобщить термином "Деревообрабатывающее оборудование", и понимать под ним все разновидности

технологического оборудования, технологической оснастки и относящихся к ним услугам, связанным с обработкой и переработкой древесины (деревообрабатывающие станки (ДС) и запасные части к ним, услуги по проектированию, техническому обслуживанию и ремонту ДС, программные продукты для ДС, дереворежущий инструмент (ДРИ) и услуги по его заточке и ремонту, станки и оснастка для заточки ДРИ, средства измерения и анализа пиломатериалов, котлы водогрейные на древесном топливе, сушильное, аспирационное, покрасочное и иное оборудование мебельных и деревообрабатывающих предприятий, и т.д.). Членами Ассоциации "Древмаш" из них являются всего 11 ЛМП [4] с коэффициентом консолидации для совместного решения общих задач 2,4 %. В Германии аналогичный показатель находится на уровне 76,3 % (100 из 131 компании). То есть, уровень консолидации производителей деревообрабатывающего оборудования в Российской Федерации в 31,8 раз ниже, чем в Германии!

Подготовкой специалистов с высшим образованием по направлению подготовки "Технологические машины и оборудование" и профилю подготовки (специальности) "Технологические машины и оборудование лесного комплекса" сегодня в РФ занимаются 10 вузов:

- 1) Братский государственный университет, г. Братск, Иркутская область;
- 2) Брянская государственная инженерно-технологическая академия, г. Брянск;
- 3) Воронежский государственный лесотехнический университет, г. Воронеж;
- 4) Лесосибирский филиал ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", г. Лесосибирск, Красноярский край;
- 5) Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Республика Карелия;
- 6) Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск;
- 7) Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург;
- 8) Сыктывкарский лесной институт, г. Сыктывкар, Республика Коми;
- 9) Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург;
- 10) Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Республика Коми.

Эти вузы, наряду с другими профильными предприятиями и организациями, включены в состав ЛесМашСектора России. Но сведений об обеспеченности отечественных ЛесМашПроизводителей разработчиками (конструкторами) машин и оборудования для ЛесМашСектора России пока не найдены...

К технологическому оборудованию и технологической оснастке для лесного сектора, которые не выпускаются отечественными предприятиями, относятся харвестеры и форвардеры, деревообрабатывающие центры с ЧПУ, линии для производства древесных плит, оборудование для производства столов, стульев и спичек, станки и линии форматной обработки и облицовывания кромок щитовых деталей, многие разновидности оборудования для целлюлозно-бумажной промышленности, приборы для таксации леса, конкурентоспособные твердосплавные пластины для деревообработки и др.

Тем не менее, в последние годы в рамках деятельности Технического комитета по стандартизации ТК 070 "Станки" при Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) динамично развиваются работы по стандартизации в области лесного машиностроения и деревообрабатывающего оборудования, разработаны и введены в действие один национальный и восемь межгосударственных стандартов:

1) ГОСТ Р 71104–2023 "Лесное машиностроение. Термины и определения";

2) ГОСТ ISO 19085-1—2023 "Оборудование деревообрабатывающее. Безопасность.

Часть 1. Общие требования";

3) ГОСТ ISO 19085-14—2023 "Оборудование деревообрабатывающее. Безопасность.

Часть 14. Станки продольно-фрезерные четырехсторонние";

4) ГОСТ 11968—2024 "Оборудование деревообрабатывающее. Станки плоскошлифовальные цилиндрические. Дополнительные требования к проверке точности" (Взамен ГОСТ 11968—78);

5) ГОСТ ISO 19085-2—2024 "Оборудование деревообрабатывающее. Безопасность.

Часть 2. Станки круглопильные с горизонтальной прижимной балкой для раскроя плит";

6) ГОСТ ISO 19085-3—2024 "Оборудование деревообрабатывающее. Безопасность.

Часть 3. Станки сверлильно-фрезерные с числовым программным управлением";

7) ГОСТ ISO 19085-10—2024 "Оборудование деревообрабатывающее. Безопасность.

Часть 10. Станки круглопильные для строительных площадок";

8) ГОСТ ISO 19085-16—2024 "Оборудование деревообрабатывающее. Безопасность.

Часть 16. Станки ленточнопильные столярные и делительные";

9) ГОСТ ISO 19085-17—2024 "Оборудование деревообрабатывающее. Безопасность.

Часть 17. Станки кромкооблицовочные с цепной подачей".

На 2025 год запланирована разработка пяти межгосударственных стандартов:

1) ГОСТ ISO 19085-6 "Оборудование деревообрабатывающее. Безопасность. Часть 6.

Станки фрезерные вертикальные с нижним расположением шпинделя";

2) ГОСТ ISO 19085-11 "Оборудование деревообрабатывающее. Безопасность. Часть

11. Станки комбинированные";

3) ГОСТ ISO 19085-12 "Оборудование деревообрабатывающее. Безопасность. Часть

12. Станки шипорезные";

4) ГОСТ ISO 19085-13 "Оборудование деревообрабатывающее. Безопасность. Часть

13. Станки круглопильные многопильные с ручной загрузкой и/или разгрузкой";

5) ГОСТ ISO 19085-15 "Оборудование деревообрабатывающее. Безопасность. Часть

15. Прессы".

Актуальными задачами развития отечественного лесного машиностроения являются:

1. Разработка научно обоснованного классификатора продукции ЛесМашСектора

России.

2. Разработка номенклатурного каталога продукции ЛесМашСектора России.

3. Разработка и ввод в действие информационно-образовательного интернет-портала

"Лесное машиностроение" (ЛесМашПортала) как цифрового инструмента методического обеспечения всех стадий жизненного цикла российской ЛесМашПродукции и информационного обеспечения деятельности ЛесМашСектора России.

4. Разработка плана импортозамещения ЛесМашПродукции.

5. Объединение российских ЛесМашПроизводителей в представительную некоммерческую организацию (500-600 членов, далее — ЛесМашНКО) для совместного решения общих задач, в том числе для оказания им методической помощи по вопросам награждения работников отраслевыми, региональными и государственными наградами, необходимых для получения регионального и (или) федерального почётного звания "Ветеран труда" и последующего получения обладателями таких званий ряда льгот — компенсации расходов на оплату услуг ЖКХ, бесплатного проезда на всех видах городского транспорта, получения бесплатных путевок на санаторно-курортное лечение, субсидирования оплаты услуг местной телефонной связи и т.д.

6. Создание в условиях повсеместной нехватки кадров системы промышленной кооперации участников ЛесМашНКО, члены которой за счёт своей специализации и высоких объёмов производства будут обеспечивать не только снижение себестоимости и повышение качества своей продукции (деталей, узлов, услуг и т.д.), но и способствовать повышению конкурентоспособности своих заказчиков — головных изготовителей конечной ЛесМашПродукции.

7. Разработка и реализация системы обеспечения эффективной деятельности, технологической независимости и устойчивого развития ЛесМашСектора России.

8. Разработка и реализация стратегии развития ЛесМашСектора России.

9. Подготовка и представление в Комитет Государственной Думы Российской Федерации по промышленности и торговле предложения о создании в структуре этого комитета Экспертного совета по развитию лесного машиностроения.

10. Создание при вузах, выпускающих специалистов по машинам и оборудованию лесного комплекса, инжиниринговых центров по лесному машиностроению.

11. Подготовка и отправка в Министерство промышленности и торговли Российской Федерации предложения о создании при Минпромторге России межведомственной рабочей группы по лесному машиностроению.

12. Подготовка и отправка в Федеральное агентство лесного хозяйства предложения о создании при Рослесхозе межведомственной рабочей группы по лесному машиностроению.

13. Подготовка и отправка в Правительство Российской Федерации предложения о преобразовании Правительственной комиссии по вопросам развития лесного комплекса в Правительственную комиссию по вопросам развития лесного сектора и лесного машиностроения с включением в её состав представителей предприятий и организаций ЛесМашСектора России.

14. Разработка и отправка российским ЛесМашПроизводителям и в АО "Экспоцентр" предложения по организации объединённой экспозиции предприятий и организаций ЛесМашСектора России на 21 й Международной выставке машин, оборудования и технологий для лесозаготовительной, деревообрабатывающей и мебельной промышленности "Лесдревмаш 2026" (Москва, Осень-2026, АО "Экспоцентр") с использованием мер государственной поддержки участия российских субъектов малого и среднего предпринимательства в международных выставках.

15. Подготовка предложения о проведении на площадке Минпромторга России совещания на тему "Лесное машиностроение: Состояние и задачи развития".

16. Составление Реестра предприятий и организаций ЛесМашСектора России.

17. Разработка концепции подготовки и проведения переписи российских ЛесМашПроизводителей в целях получения достоверных данных о количестве, показателях деятельности, проблемах и актуальных задачах развития отечественных производителей ЛесМашПродукции.

18. Содействие российским производителям ЛесМашПродукции в использовании мер поддержки, предусмотренных действующими в России национальными и отраслевыми проектами — Национальным проектом "Производительность труда и поддержка занятости" [6], Национальным проектом "Средства производства и автоматизации" [7] и т.п.

19. Выпуск электронного издания по тематике ЛесМашСектора России.

20. Вовлечение профессорско-преподавательского персонала, студентов и аспирантов профильных российских образовательных организаций в работы по научно-методическому и информационному обеспечению деятельности и развития ЛесМашСектора России.

21. Создание Совета по профессиональным квалификациям в ЛесМашСекторе России.

22. Разработка и внедрение отраслевых профессиональных стандартов специалистов-разработчиков (конструкторов) по проектированию машин и оборудования для лесного сектора (машин и оборудования для лесного хозяйства, машин и оборудования для заготовки древесины, деревообрабатывающего оборудования, дереворежущего инструмента и т.д.).

23. Разработка и внедрение отраслевого профессионального стандарта специалиста по стандартизации в области лесного машиностроения и ЛесМашПродукции с использованием, в частности, Профстандарта 40.248 "Специалист по стандартизации" [8].

24. Создание в интересах ЛесМашСектора России научно-исследовательской организации с видами деятельности:

1) разработка и администрирование системы обеспечения эффективной деятельности, технологической независимости и устойчивого развития ЛесМашСектора России;

2) разработка и представление в профильные органы власти, предприятия и организации предложений по мерам государственной и отраслевой поддержки отечественных ЛесМашПроизводителей;

3) разработка и представление в профильные органы власти, предприятия и организации проектов документов стратегического планирования ЛесМашСектора России (основ государственной политики РФ в лесном машиностроении, срочных стратегий развития ЛесМашСектора России, планов развития производства и импортозамещения ЛесМашПродукции т.д.);

4) организация работ и мероприятий по импортозамещению ЛесМашПродукции;

5) выполнение НИОКР по тематике ЛесМашСектора России;

6) разработка и постановка на производство конкурентоспособной ЛесМашПродукции;

7) проведение работ по классификации, стандартизации, каталогизации и сертификации ЛесМашПродукции;

8) организация дополнительного образования и курсов повышения квалификации разработчиков (конструкторов) машин и оборудования лесного сектора (в том числе по стандартизации в области лесного машиностроения и ЛесМашПродукции);

9) организация конгрессно-выставочных мероприятий по тематике ЛесМашСектора России;

10) содействие отечественным ЛесМашПроизводителям в получении заключений о подтверждении производства их промышленной продукции на территории Российской Федерации [5] для её включения в соответствующий реестр Минпромторга России и получения производителями такой продукции субсидий и скидок на транспортировку, производство и реализацию пилотных партий продукции, скидок для покупателей продукции, оплату комплектующих изделий и процентов по кредитам, возмещение расходов на энергоресурсы, сертификацию и омологацию продукции и т.д.

Для реализации вышеперечисленных видов деятельности штатное расписание научно-исследовательской организации ЛесМашСектора России должно включать в себя соответствующих высококвалифицированных и высокооплачиваемых специалистов, занимающихся разработкой и реализацией предложений по таким вопросам, как:

- а) развитие и поддержка отечественного лесного машиностроения;
- б) взаимодействие с органами законодательной и исполнительной власти;
- в) кадровое и научное обеспечение ЛесМашСектора России;
- г) конъюнктура российских и зарубежных рынков ЛесМашПродукции;
- д) классификация, стандартизация, каталогизация и сертификация ЛесМашПродукции;
- е) оборудование для воспроизводства леса;
- ж) оборудование для защиты леса;
- з) машины и оборудование для лесовосстановления;
- и) машины и оборудование для лесоразведения;
- к) оборудование для лесоустройства;
- л) машины и оборудование для лесного хозяйства;
- м) машины и оборудование для заготовки древесины;
- н) деревообрабатывающее оборудование;
- о) дереворежущий инструмент;
- п) средства охраны лесов;
- р) лесопожарная техника;
- с) оборудование для лесомониторинга;
- т) оборудование для заготовки недревесных и сбора пищевых лесных ресурсов;
- у) развитие производства и импортозамещения ЛесМашПродукции;
- ф) изучение и продвижения продукции ЛесМашСектора России;
- х) кооперация и консолидация ЛесМашСектора России;
- ц) мониторинг и внедрение передового опыта деятельности отечественных и зарубежных некоммерческих организаций;
- ч) мониторинг и внедрение результатов НИОКР и научных исследований (диссертаций) по тематике ЛесМашСектора России;

ш) мониторинг профильных изданий и выпуск аналитических обзоров по передовым машиностроительным технологиям, перспективным материалам и комплектующим изделиям общепромышленного применения, представляющим интерес для отечественных ЛесМашПроизводителей (металлические и неметаллические материалы, крепёжные изделия, подшипники, устройства пневмогидроавтоматики, электротехнические изделия и т.д.);

щ) мониторинг российских и зарубежных выставок в части экспонентов, экспонатов и технологий, представляющих интерес для ЛесМашСектора России и т.д., и т.п.

Конечно, в рамках одной статьи невозможно детально проанализировать состояние всего отечественного лесного машиностроения и сформулировать исчерпывающий список мер по его развитию. Именно поэтому вышеперечисленные и другие актуальные вопросы развития отечественного лесного машиностроения должны не только постоянно находиться в поле зрения всех, кто в этом заинтересован (российские производители и потребители ЛесМашПродукции, органы власти и т.д.), но и входить в повестку дня проводимых в Российской Федерации профильных конгрессных мероприятий. Нет сомнений, что свой вклад в это важное и многотрудное дело внесёт и IV Международная научная конференция "Энергоресурсосберегающие и экологически безопасные технологии лесопромышленного комплекса", которая состоится 27 марта 2025 года в городе Воронеже на площадке Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова.

Предложения по развитию ЛесМашСектора России Ассоциация "Древмаш" принимает по адресу "info@rosdrevmash.ru", телефон для справок: +7 (965) 373-11-87.

Список литературы

1. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 71104—2023 Лесное машиностроение. Термины и определения. М.: Российский институт стандартизации. 2023. // Сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. – URL: <https://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=256440> (дата обращения 21.02.2025).
2. ИП Шевченко А.Ю., Маркетинговые исследования // Сайт. – URL: <https://tk-solutions.ru/russia-rynok-derevoobrabatyvayushhego-oborudovaniya> (дата обращения 17.02.2025).
3. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года (Раздел VIII. Обеспечение реализации стратегии, Подраздел 2. Обеспечение машинами и оборудованием) : Распоряжение Правительства РФ от 11.02.2021 № 312-р // Официальный интернет-портал правовой информации: [сайт]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102170022?index=1> (дата публикации 17.02.2021).
4. Состав Ассоциации "Древмаш" // Сайт Ассоциации организаций и предприятий деревообрабатывающего машиностроения. – URL: http://www.rosdrevmash.ru/page_8.shtml (дата обращения 15.03.2025).
5. Постановление Правительства Российской Федерации №719 от 17.07.2015. : // Сайт Правительства России. – URL: <http://government.ru/docs/all/102816/> (дата обращения 16.03.2025).

6. Национальный проект "Производительность труда и поддержка занятости" : // Сайт Правительства России. – URL: <http://government.ru/info/35567/> (дата обращения 17.03.2025).

7. Национальный проект "Средства производства и автоматизации" // Сайт Правительства России. – URL: <http://government.ru/rugovclassifier/928/about/> (дата обращения 18.03.2025).

8. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 27.04.2023 № 346н «Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по стандартизации"»

References

1. National Standard of the Russian Federation GOST R 71104-2023 Forest machine building. Terms and definitions. M.: Russian Institute of Standardization. 2023. // Website of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology. – URL: <https://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=256440> (accessed on 21.02.2025).

2. IE Shevchenko A.Y., Marketing research // Site. – URL: <https://tk-solutions.ru/russia-rynok-derevoobrabatyvayushhego-oborudovaniya> (date of address 17.02.2025).

3. Strategy for the Development of the Forest Complex of the Russian Federation until 2030 (Section VIII. Ensuring the realization of the strategy, Subsection 2. Provision with machinery and equipment) : Order of the Government of the Russian Federation from 11.02.2021 № 312-r // Official Internet-portal of legal information: [site]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102170022?index=1> (date of publication 17.02.2021).

4. Composition of the Association “Drevmash” : // Website of the Association of organizations and enterprises of woodworking machine building. – URL: http://www.rosdrevmash.ru/page_8.shtml (date of circulation 15.03.2025).

5. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 719 of 17.07.2015. : // Website of the Government of Russia. – URL: <http://government.ru/docs/all/102816/> (date of address 16.03.2025).

6. National Project “Labor Productivity and Employment Support” : // Website of the Government of Russia. – URL: <http://government.ru/info/35567/> (date of circulation 17.03.2025).

7. National project “Means of production and automation” : // Website of the Government of Russia. – URL: <http://government.ru/rugovclassifier/928/about/> (date of address 18.03.2025).

8. Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation from 27.04.2023 № 346н "On approval of the professional standard "Specialist in standardization""

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_370-373

УДК 630.42:681.3, 630.42:621.3, 630.42:629.114

**РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНОЙ МАЛОГАБАРИТНОЙ МАШИНЫ
ДЛЯ ПОСАДКИ САЖЕНЦЕВ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ**
DEVELOPMENT OF A PROMISING SMALL-SIZED MACHINE FOR PLANTING
SEEDLINGS WITH A CLOSED ROOT SYSTEM

Нагайцев В.М.

аспирант лесного факультета,
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», г. Воронеж, РФ

Нагайцев М.А.

преподаватель кафедры Автомобилей
и сервиса ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Лысыч М.Н. директор инжинирингового
центра ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет Г. Ф. Морозова», г. Воронеж,
РФ

Nagaytsev V.M.

Postgraduate student of the Forestry Faculty,
Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russian Federation

Nagaytsev M.A

lecturer of the Department of Cars and Service
Budget Educational Institution of Higher Education
Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russian Federation

Lysych M. N., Director of the Engineering Center
of Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russian Federation

Аннотация: Отсутствие современных интеллектуальных систем в технологии лесовосстановления является существенным пробелом, который тормозит эффективность и масштабируемость процессов воспроизводства лесов. Несмотря на наличие потенциала для внедрения инновационных технологий, дефицит квалифицированных специалистов и низкая обеспеченность отечественным оборудованием становятся серьезными препятствиями для развития данной сферы.

Abstract: The lack of modern intelligent systems in reforestation technology is a significant gap that hinders the efficiency and scalability of forest reproduction processes. Despite the potential for the introduction of innovative technologies, the shortage of qualified specialists and the low availability of domestic equipment are becoming serious obstacles to the development of this field.

Ключевые слова: беспилотные машины, посадка саженцев, многорычажные посадочные механизмы, автоматизация процессов.

Key words: unmanned vehicles, planting of seedlings, multi-link landing mechanisms, automation of processes.

В современном сельском хозяйстве и лесоведения процесса посадки саженцев деревьев становится неотъемлемой частью для повышения эффективности и качества работ. Посадочные машины представляют собой специализированное оборудование, предназначенное для автоматизации или полуавтоматизации процесса размещения саженцев

в почве. Их применение позволяет значительно ускорить работы по сравнению с ручным трудом, обеспечивая при этом более точное позиционирование растений, равномерное расстояние между ними и оптимальную глубину посадки [1].

Технологические достижения привели к созданию различных типов посадочных машин, которые могут быть как автономными, так и прицепными, с размерами и конструкцией, зависящими от типа растительности и условий местности. Например, для плодовых насаждений существуют машины, специально адаптированные для компактного расположения деревьев высотой 2,5-3 м и шириной 2-2,5 м, что способствует более эффективному использованию комплекса машин для их дальнейшего ухода. Кроме того, такие машины оснащаются емкими корзинами для перевозки и хранения саженцев до момента их посадки [2].

Одной из ключевых задач в области лесовосстановления является использование семян с закрытой корневой системой, что требует разработки новых универсальных конструкций лесопосадочных машин. К 2030 году планируется, что до 45% площадей искусственного лесовосстановления будут воспроизводиться именно с помощью таких технологий. Это подчеркивает важность совершенствования существующих решений и создания инновационных машин, способных работать в различных условиях.

Возможность широкого использования компактных многорычажных посадочных аппаратов для саженцев с ЗКС в агрегате с беспилотными и дистанционно управляемыми платформами [3].

Восстановление лесов представляет собой одну из ключевых задач лесной отрасли, особенно учитывая их важную роль в экосистемных функциях и аккумуляции углерода. Высокая трудоемкость и стоимость посадочных работ являются существенными препятствиями для эффективного лесовосстановления. При этом несоблюдение технологии посадки может привести к необходимости дополнения лесных культур, что увеличивает общие затраты и снижает экономическую эффективность проектов [4].

Для решения этих проблем необходима разработка современных посадочных аппаратов, имеющих перспективы применения на широком спектре посадочных машин в том числе беспилотных и дистанционно управляемых. Такая разработка должна основываться на современных методах исследования, которые позволят определить оптимальные параметры рабочих органов посадочных аппаратов и режимов работы посадочных машин. Это требует детального изучения процесса взаимодействия механизмов со сложными рабочими средами и растительными объектами включая использование математического моделирования для оценки эффективности новых решений [5].

Повышение эффективности процесса лесовосстановления путем обоснования и разработки конструкции посадочного аппарата и технологии их применения.

Примером такого решения предлагается многорычажный посадочный аппарат для посадки саженцев с ЗКС представленный на рисунке 1.

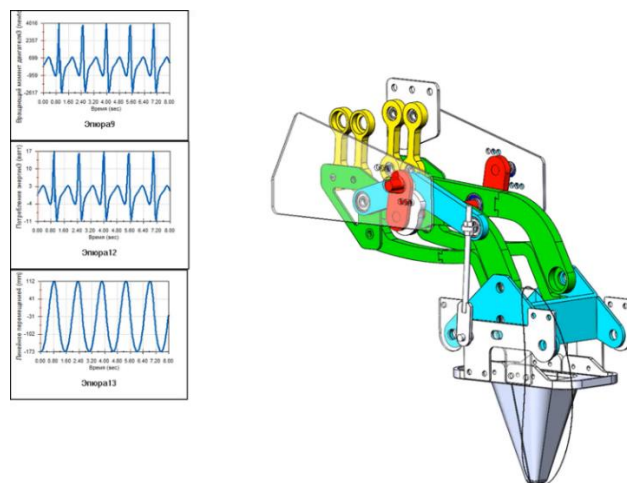


Рисунок 1 – Многорычажный посадочный конус

Использование такого механизма обеспечит устойчивый режим работы агрегата на местах посадки, что в свою очередь приводит к снижению технологических операций по подготовке к посадке.

Данный механизм будет агрегатироваться с БНП (беспилотной наземной платформой) [6].

Такой тип посадочных машин обеспечит возможность использования автономной работы на местах посева что в свою очередь приведёт к снижению трудозатрат на использовании рабочей силы и частно заменит тяжёлые машины. Данная платформа представлена на рисунке 2.

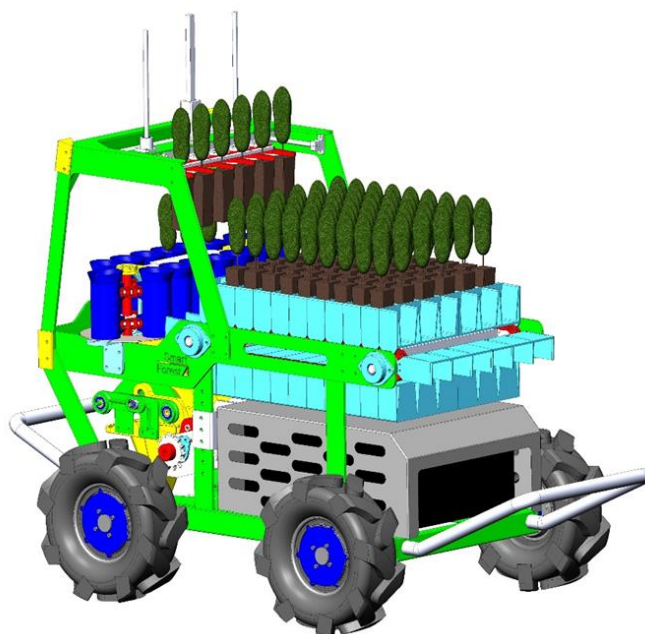


Рисунок 2 – Беспилотная наземная платформа для посадки саженце

Список литературы

1. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные машины: учебник для студ. вузов, обуч. по напр. «Агроинженерия» / Н. И. Кленин, С. Н. Киселев, А. Г. Левшин. – М.: КолосС, 2008. – 816 с.
2. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины: учебник для студ. вузов по агрономич. спец. / В. М. Халанский, И. В. Горбачев. – М.: КолосС, 2006. – 624 с.

3. Клочков, А. В. Зерноуборочные комбайны: учеб. пособие для уч-ся ПТУ по спец. «Механизация с.-х. работ» /А. В. Клочков, А. В. Адашь, В. А. Попов. – Минск: Дизайн ПРО, 2004. – 240 с.
4. Степук, Л. Я. Машины для применения средств химизации в земледелии: конструкция, расчет, регулировки: учеб. пособие / Л. Я. Степук, В. Н. Дашков, В. Р. Петровец. – Минск: Дикта, 2006. – 448 с.
5. Тарасенко, А. П. Современные машины для послеуборочной обработки зерна и семян: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. «Механизация сел. хоз-ва» / А. П. Тарасенко. – М.: КолосС, 2008. – 232 с.
6. Устинов, А. Н. Сельскохозяйственные машины: учебник для НПО / А. Н. Устинов. – 11-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2012. – 264 с.
7. Беспилотный летательный аппарат "MQ-9 Reaper Predator"; ИЛ - Москва, 2020. - 866 с.

References

1. Klenin, N. I. Agricultural machines: a textbook for students. universities, educational institutions. for example, "Agroengineering" / N. I. Klenin, S. N. Kiselyov, A. G. Levshin. – М.: KolosS, 2008. – 816 p.
2. Khalansky, V. M. Agricultural machines: a textbook for students. V. M. Khalansky, I. V. Gorbachev, M.: KolosS, 2006, 624 p. (in Russian)
3. Klochkov, A.V. Combine harvesters: textbook. the manual for students of vocational schools on spec. "Mechanization of agricultural works" /A.V. Klochkov, A.V. Adas, V. A. Popov. Minsk: Design PRO Publ., 2004. 240 p.
4. Stepuk, L. Ya. Machines for the use of chemicals in agriculture: design, calculation, adjustments: textbook. manual / L. Ya. Stepuk, V. N. Dashkov, V. R. Petrovets. Minsk: Dikta, 2006. 448 p
5. Tarasenko, A. P. Modern machines for post-harvest processing of grain and seeds: textbook. student's handbook. universities, educational institutions. by spec. "Mechanization of rural farms" / A. P. Tarasenko, Moscow: KolosS, 2008– 232 p.
6. Ustinov, A. N. Agricultural machines: textbook for NGOs / A. N. Ustinov. - 11th ed., stereotype. - Moscow: Academy, 2012. - 264 с.
7. Unmanned aerial vehicle ‘MQ-9 Reaper Predator’; IL - Moscow, 2020. - 866 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СКЛАДОЧНОГО ОБЪЁМА БУРТА НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

MODELING THE FOLDED VOLUME OF A CURTAIN OF UNWANTED VEGETATION

Платонов А.А.,

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

Коротких В.Н.,

кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Platonov A.A.,

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

Korotkikh V.N.,

Candidate of Technical Sciences, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: При удалении с территорий различного назначения нежелательно произрастающей древесно-кустарниковой растительности нередко применяется метод её корчевания. Особенности выполнения полевых исследований разработанного авторами статьи опытного образца корчевального оборудования являлась необходимость осуществления складирования выкорчёванной растительности в бурты с последующим определением их размеров. В статье рассматриваются вопросы моделирования объёма буртов, формируемых при удалении указанной растительности.

Abstract: When removing unwanted growing trees and shrubs from territories of various purposes, the method of uprooting them is often used. The peculiarities of the field studies of the experimental model of uprooting equipment developed by the authors of the article were the need to store the uprooted vegetation in piles with subsequent determination of their sizes. The article considers the issues of modeling the volume of piles formed when removing the said vegetation.

Ключевые слова: нежелательная растительность, удаление, корчевание, складирование, бурт, характеристики.

Keywords: unwanted vegetation, removal, uprooting, stacking, pile, characteristics

В настоящее время продолжает оставаться актуальным своевременное и качественное удаление с территорий различного (лесного, сельскохозяйственного и иного) назначения нежелательно произрастающей растительности [1-4], существование которой наносит вред хозяйствующей деятельности собственников таких территорий. Наряду с широко распространёнными методами сплошного мульчирования (когда растительность удаляется «на корню» специальным агрегатом роторного типа, перерабатывающим её в щепу [5]) или срезания (с оставлением наземной части растительности [6]) нередко применяется метод корчевания, заключающийся в сплошном удалении нежелательной растительности с корневой системой [7, 8].

В рамках инициативно проведённых работ по совершенствованию технических средств корчевания нежелательной древесно-кустарниковой растительности по чертежам исполнительного директора ООО УК «Продимекс Агро», входящего в состав ГК «Продимекс», В.Н. Коротких был изготовлен опытный образец корчевального оборудования. Полевые исследования указанного оборудования, навешенного на трактор LiuGong CLG856H, начались с 2024 г. на различных территориях, включая земли сельскохозяйственного назначения, охранные зоны линий электропередачи, лесные земли (рис. 1).



Рисунок 1 – Рабочий момент выполнения корчевания растительности

Особенностями выполнения указанных исследований являлась необходимость осуществления складирования выкорчёванной растительности в бурты с последующим определением размеров указанных буртов.

Для определения складочных объёмов $V_{бpm}$ (м³) создаваемых трактором посредством применения опытного образца корчевального оборудования буртов из выкорчёванных деревьев и кустарников осуществлялись многократные измерения (с точностью 0,1 м) длины $a_{бpm}$, ширины $b_{бpm}$ и высоты $h_{бpm}$ (м) указанных буртов с последующим вычислением их средних значений. Выступающие сучья и ветви выкорчёванных деревьев и кустарников длиной менее 0,5 м не принимались во внимание. Изначально складочные объёмы буртов определялись косвенным методом измерений по формуле $V_{бpm} = a_{бpm} \cdot b_{бpm} \cdot h_{бpm}$.

Однако в ходе выполнения указанных экспериментальных исследований авторами статьи было выдвинуто предположение о нецелесообразности дальнейшего применения вышеприведённой формулы ввиду несоответствия фактических объёмов корчущей нежелательной растительности получаемым результатам складочных объёмов буртов.

В целом бурты представляли собой доставленные трактором (посредством опытного образца корчевального оборудования) экземпляры нежелательной растительности, выкорчеванные с корневой системой и комом почвы. При этом ввиду того, что доставленная к бурту выкорчёванная растительность размещается в указанном бурте случайным образом, формирование бурта является сложно описываемой с точки зрения математики технологической операцией. При ближайшем рассмотрении бурты представляют собой нагромождение стволов, сучьев, веток и (в летний период времени) листья выкорчёванной

растительности, в ходе формирования буртов растительность нередко находится на некотором отдалении от них (рис. 2, а).



а)

а) неполностью сформированный трактором бурт;



б)

б) перемещение трактором растительности к бурту

Рисунок 2 – Бурты нежелательной растительности

В процессе осуществления трактором элементов технологического процесса доставки растительности к бурту (рис. 2, б) и последующего подгребания выкорчёванной растительности бурт приобретает всё более завершённый вид. При этом анализ формы и геометрических размеров сформированных буртов с нежелательной растительностью показывает, что в общем случае с достаточной для практического применения степенью точности бурты представляют собой сферические сегменты (рис. 3).

Для моделирования складочного объёма $V_{бpm}$ (m^3) создаваемого трактором (посредством применения опытного образца корчевального оборудования) бурта из выкорчёванных деревьев и кустарников указанный бурт был представлен в виде упрощённого сферического сегмента радиусом $R_{бpm}$ (рис. 4).

При моделировании принималось допущение о том, что объём элементов нежелательной растительности, выступающих за границы сферического сегмента бурта, компенсирует недостаток объёма элементов нежелательной растительности внутри указанной границы.

В целом, величина складочных объёмов $V_{бpm}$ бурта, представленного в виде сферического сегмента, может быть определена по формуле:

$$V_{бpm} = \pi \cdot h_{бpm}^2 \cdot \left(R_{бpm} - \frac{1}{3} \cdot h_{бpm} \right) \quad (1)$$

Однако ввиду особенностей расположения бурта определить фактическую величину его радиуса $R_{бpm}$ (м) не представляется возможным. Вследствие этого для определения величины складочного объёма $V_{бpm}$ бурта принималась формула:

$$V_{бpm} = \frac{\pi \cdot h_{бpm}}{6} \cdot \left(3 \cdot R_{бpm}^2 + h_{бpm}^2 \right) \quad (2)$$



Рисунок 3 – Сформированные бурты нежелательной растительности

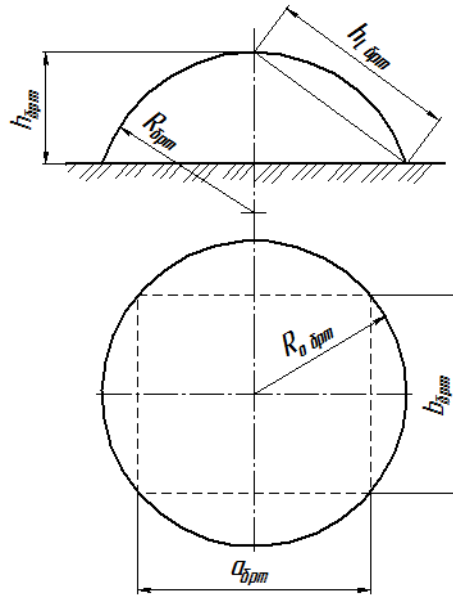


Рисунок 4 – Схема моделирования складочных объёмов

Радиус основания бурта $R_{о бpm}$ (м) определялся из принятого допущения о том, что основание бурта представлено окружностью, описывающей прямоугольник с размерами $a_{бpm}$ (длина) и $b_{бpm}$ (ширина). Указанные размеры подлежали измерению при выполнении экспериментальных исследований опытного образца корчевального оборудования (рис. 4). С учётом общеизвестных соотношений величина радиуса основания бурта определялась по формуле:

$$R_{о бpm} = \frac{\sqrt{a_{бpm}^2 + b_{бpm}^2}}{2} \quad (3)$$

Высота бурта $h_{\bar{o}pm}$ (м) определялась из принятого допущения о том, что длина дуги, характеризующей поверхность сферического сегмента бурта, соответствует хорде, соединяющей вершину бурта и точку на его основании. С учётом общеизвестных соотношений высота бурта определялась по формуле:

$$h_{\bar{o}pm} = \sqrt{h_{l\bar{o}pm}^2 - R_{o\bar{o}pm}^2} = \sqrt{h_{l\bar{o}pm}^2 - \left(\frac{\sqrt{a_{\bar{o}pm}^2 + b_{\bar{o}pm}^2}}{2} \right)^2} = \sqrt{h_{l\bar{o}pm}^2 - \frac{a_{\bar{o}pm}^2 + b_{\bar{o}pm}^2}{4}} \quad (4)$$

где $h_{l\bar{o}pm}$ – длина вышеуказанной хорды (м), подлежащая измерению при выполнении экспериментальных исследований опытного образца корчевального оборудования.

С учётом вышеизложенного, величина складочного объёма $V_{\bar{o}pm}$ (м³) бурта нежелательной растительности определялась по формуле:

$$V_{\bar{o}pm} = \frac{\pi \cdot \sqrt{h_{l\bar{o}pm}^2 - \frac{a_{\bar{o}pm}^2 + b_{\bar{o}pm}^2}{4}}}{6} \cdot \left(3 \cdot \frac{a_{\bar{o}pm}^2 + b_{\bar{o}pm}^2}{4} + h_{l\bar{o}pm}^2 - \frac{a_{\bar{o}pm}^2 + b_{\bar{o}pm}^2}{4} \right) \quad (5)$$

Разработанная авторами статьи формула (5) применялась при определении величин складочных объёмов буртов нежелательной растительности в ходе выполнения экспериментальных исследований опытного образца корчевального оборудования.

Полученные результаты экспериментальных величин складочных объёмов $V_{\bar{o}pm}$, определённые по формуле (5), с достаточной степенью точности соответствовали реальным величинам выкорчеванных объёмов нежелательной растительности.

Список литературы

1. Бартенев И.М. Борьба с сорной растительностью в защитных лесных насаждениях / И.М. Бартенев. – М: 1976. – 46 с.
2. Цыпук А.М. Повышение эффективности лесовосстановительных работ ресурсосберегающей технологией: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.21.01 / Цыпук Александр Максимович. – СПб: 1996. – 36 с.
3. Platonov A.A. Modern state of technical means to remove uncontrolled vegetation / A. A. Platonov // Lesnoy Vestnik. Forestry Bulletin. – 2021. – Vol. 25, № 1. – pp. 115-122. – DOI 10.18698/2542-1468-2021-1-115-122.
4. Драпалюк М.В. Современные машины и оборудование для лесного хозяйства на комбинированном ходу / М.В. Драпалюк, А.А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – С. 12.
5. Антипов Б.В. Мульчерные технологии в полосе отвода железных дорог: монография / Б.В. Антипов, С.Ю. Маркелов, М.Т. Хайдаров. – М: Арсенал, 2013. – 115 с.

6. Ивашнев М.В. Технология защиты линий электропередачи от деревьев и кустарников с использованием кустореза с активным рабочим органом / М.В. Ивашнев, И.Р. Шегельман // Глобальный научный потенциал. – 2012. – № 4(13). – С. 105-107.

7. Шегельман И. Р. Модернизация навесного корчевателя для ухода за лесом / И.Р. Шегельман, А.С. Васильев, В.М. Лукашевич // Перспективы науки. – 2020. – № 7(130). – С. 63-65.

8. Агарков А.М. Модернизация корчевателя непрерывного и позиционного действия с целью повышения качества корчевания / А.М. Агарков, Е.И. Чеховской // Научный альманах. – 2016. – № 4-3(18). – С. 19-21. – DOI 10.17117/na.2016.04.03.019.

References

1. Bartenev I.M. Weed control in protective forest plantations / I.M. Bartenev. – Moscow: 1976. – 46 p.

2. Tsypuk A.M. Improving the efficiency of forest restoration work using resource-saving technology: author's abstract. dis. ... doctor of technical sciences: 05.21.01 / Tsypuk Aleksandr Maksimovich. – St. Petersburg: 1996. – 36 p.

3. Platonov A.A. Modern state of technical means to remove uncontrolled vegetation / A. A. Platonov // Lesnoy Vestnik. Forestry Bulletin. – 2021. – Vol. 25, № 1. – pp. 115-122. – DOI 10.18698/2542-1468-2021-1-115-122.

4. Drapalyuk M.V. Modern machines and equipment for forestry on a combined rail / M.V. Drapalyuk, A.A. Platonov // Modern problems of science and education. – 2013. – № 3. – P. 12.

5. Antipov B.V. Mulcher technologies in the right-of-way of railways: monograph / B.V. Antipov, S.Yu. Markelov, M.T. Khaidarov. – Moscow: Arsenal, 2013. – 115 p.

6. Ivashnev M.V. Technology of protection of power lines from trees and shrubs using a brush cutter with an active working body / M.V. Ivashnev, I.R. Shegelman // Global scientific potential. – 2012. – № 4(13). – pp. 105-107.

7. Shegelman I.R. Modernization of a mounted stump puller for forest maintenance / I.R. Shegelman, A.S. Vasiliev, V.M. Lukashevich // Prospects of Science. – 2020. – № 7(130). – pp. 63-65.

8. Agarkov A.M. Modernization of a continuous and positional stump puller in order to improve the quality of stump pulling / A.M. Agarkov, E.I. Chekhovskoy // Scientific almanac. – 2016. – № 4-3(18). – pp. 19-21. – DOI 10.17117/na.2016.04.03.019.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА МЕХАНИЗМОВ ЛЕСНЫХ МАШИН

MODELING OF POWER CHARACTERISTICS OF HYDRAULIC DRIVE OF FOREST MACHINE MECHANISMS

Платонов А.А.,

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

Платонова М.А.,

кандидат технических наук, доцент АНОО ВО «Воронежский институт высоких технологий», Воронеж, Россия.

Platonov A.A.,

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

Platonova M.A.,

Candidate of Technical Sciences, ANPE «Voronezh Institute of High Technologies», Voronezh, Russia.

Аннотация: Повышение качества удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территорий различных объектов, в том числе линейных, может быть обеспечено таким методом воздействия на растительность, как её вырывание с корневой системой. Однако при этом нередко на корневой системе растительности формируется ком почвы, затрудняющий переработку вырванной растительности измельчающими механизмами. В статье рассматриваются вопросы очистки корневой системы путём её отряхивания посредством приложения к звеньям механизма, непосредственно взаимодействующего с удалённой растительностью, вибрирующих воздействий, развиваемых штоком гидроцилиндра.

Abstract: Improving the quality of removal of unwanted trees and shrubs from the territories of various objects, including linear ones, can be ensured by such a method of influencing the vegetation as its uprooting with the root system. However, in this case, a lump of soil is often formed on the root system of the vegetation, which complicates the processing of the uprooted vegetation by grinding mechanisms. The article examines the issues of cleaning the root system by shaking it off by applying vibrating effects to the links of the mechanism that directly interacts with the removed vegetation, developed by the rod of the hydraulic cylinder.

Ключевые слова: нежелательная растительность, удаление, вырывание, механизм, вибрация, усилия, параметры.

Keywords: unwanted vegetation, removal, pulling out, mechanism, vibration, effort, parameters.

В настоящее время продолжает оставаться актуальной проблема повышения качества удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территорий различных объектов, в том числе линейных [1-4]. Существующие методы удаления нежелательной растительности (например, срезанием надземной части кусторезами тракторными гусеничными КТГ-2.4; рис. 1, а) не обеспечивают, зачастую, должного качества ввиду достаточно быстрого

(иногда – в течение 2...3 месяцев) возобновления растительности новой порослью (что свойственно, например, для клёна ясенелистного). Более «действенные» методы удаления растительности (например, мульчированием навесным мульчером, рис. 1, б) не всегда экономически эффективны ввиду, например, сравнительно небольшой степени зарастания очищаемого участка или отсутствия возможности приводной техники (трактора или специализированной машины) для подъезда [5]. В этом случае организаторы работ по удалению нежелательной растительности обращают своё внимание на такой метод воздействия на растительность, как её вырывание с корневой системой (например, выкорчёвывателями Naarva P25; рис. 1, в, г).



Рисунок 1 – Удаление нежелательной растительности различными техническими средствами

Достоинством указанного метода является хорошее и отличное качество очистки территории от нежелательной растительности, неспособной (ввиду отсутствия корневых систем в почве) к возобновлению [6]. В тоже время к недостаткам метода вырывания растительности относится нередкое формирование на корневой системе кома почвы, затрудняющего переработку вырванной растительности измельчающими механизмами (рис. 2).

Ввиду широко распространённого в лесной промышленности гидравлического привода механизмов лесных машин [7], одним из способов очистки корневой системы вырванной растительности от кома почвы является её отряхивание посредством приложения к звеньям механизма, непосредственно взаимодействующего с удалённой растительностью, вибрирующих воздействий, развиваемых штоком гидроцилиндра.



Рисунок 2 – Переработка удалённой растительности на щепу

Эффективные усилия $F_{\text{гц эф}}$, развиваемые штоком гидроцилиндра [8] при его вибрирующем выдвигании и вдвижении, зависят от преодолеваемых им сил трения в направляющих $F_{\text{гцмп1}}$ и в уплотнениях $F_{\text{гцмп2}}$, силы противодействия жидкости в нерабочих полостях гидроцилиндра $F_{\text{гцнр}}$, а также инерционных нагрузок $F_{\text{гцин}}$, возникающих при вибрационном удалении нежелательной растительности (Н):

$$F_{\text{гц}} = F_{\text{гцмп1}} + F_{\text{гцмп2}} + F_{\text{гцнр}} + F_{\text{гцин}} \quad (1)$$

Сила трения $F_{\text{гцмп1}}$ (Н), возникающая в направляющих привода механизма удаления нежелательной растительности и зависящая от конструкции привода, скорости перемещения его элементов, материала трущихся частей и т.д., может быть определена по формуле $F_{\text{гцмп1}} = f_{\text{тр}} \cdot m_{\text{нр}} \cdot g$, где $f_{\text{тр}}$ – коэффициент трения в направляющих привода механизма ($f_{\text{тр}} = 0,05 \dots 0,08$ при скорости перемещения штока гидроцилиндра $v_{\text{шт}} > 0,2$ м/с, $f_{\text{тр}} = 0,10 \dots 0,12$ при $v_{\text{шт}} < 0,2$ м/с [9]); $m_{\text{нр}}$ – приведённая к поршню гидроцилиндра масса подвижных частей привода механизма удаления, кг.

Сила трения $F_{\text{гцмп2}}$ (Н), возникающая в уплотняемых манжетами подвижных соединениях, может быть определена по формуле:

$$F_{\text{гцмп2}} = \pi \cdot D_{\text{мн}} \cdot H_{\text{мн}} \cdot \mu \cdot z \cdot (\bar{p}_{\text{гц}} - p_{\text{к}}) \quad (2)$$

где $D_{\text{мн}}$ – диаметр уплотняемой поверхности (в данном случае – диаметр штока гидроцилиндра), мм; $H_{\text{мн}}$ – ширина манжеты, мм; $\mu = 0,1 \dots 0,13$ – коэффициент трения; z – количество манжет; $p_{\text{к}} = 2,5$ МПа – контактное давление, возникающее от воздействия манжеты.

Сила противодействия жидкости $F_{\text{гцнр}}$ (Н), возникающая в нерабочих полостях гидроцилиндра, может быть определена как $F_{\text{гцнр}} = \Delta p \cdot A_{\text{нн(штшт)}}$, где $\Delta p = 0,05 \cdot \bar{p}_{\text{гц}}$ – потери

давления на внутреннее трение жидкости, Па; $A_{nn(um)}$ – поршневая или штоковая эффективные площади поршня, мм².

Инерционные нагрузки, действующие при включении и приведении в действие в гидрокинематической схеме манипулятора лесных машин гидравлического вибратора, могут быть определены по формуле $F_{zu_{nn}} = G_{np} \cdot v_{um} / (g \cdot t_p)$, где G_{np} – вес подвижных частей привода механизма удаления, Н; $t_p = 0,01 \dots 0,5$ с – время разгона штока гидроцилиндра до рабочей скорости.

Усилие (Н), преодолеваемое гидроцилиндром (усилие, сообщающее движение вверх):

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D_y^2}{4} \cdot p \cdot \eta_{zu} \quad (3)$$

где D_y – внутренний (рабочий) диаметр гидроцилиндра (диаметр поршня), м; p – давление в поршневой полости, Па.

Расход рабочей жидкости, поступившей в поршневую полость гидроцилиндра:

$$Q_{nn} = \frac{V_{nn}}{t_{nn}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (4)$$

где $V_{nn} = \pi \cdot D_y^2 \cdot h_n / 4$ – объём (м³) поршневой полости при ходе поршня h_n , м; t_{nn} – время наполнения поршневой полости, с.

Скорость выдвижения штока гидроцилиндра:

$$v_{um} = \frac{Q_{nn}}{\pi \cdot D_y^2 / 4}, \text{ м/с} \quad (5)$$

Усилие (Н), сообщающее движение вниз:

$$F_2 = \frac{\pi \cdot (D_y^2 - d_{um}^2)}{4} \cdot p \cdot \eta_{zu} \quad (6)$$

где d_{um} – диаметр штока гидроцилиндра, мм.

Расход рабочей жидкости, поступившей в штоковую полость гидроцилиндра:

$$Q_{um} = \frac{V_{um}}{t_{um}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (7)$$

где $V_{um} = \pi \cdot (D_y^2 - d_{um}^2) \cdot h_n / 4$ – объём (м³) штоковой полости при ходе поршня h_n , м; t_{um} – время наполнения поршневой полости, с.

Скорость выдвижения штока гидроцилиндра:

$$v_{um} = \frac{Q_{um}}{\pi \cdot (D_y^2 - d_{um}^2) / 4}, \text{ м/с} \quad (8)$$

Давление рабочей жидкости создаётся нагрузкой – там, где возникает препятствие этому потоку (т.е. при упоре потока жидкости в поршень).

Используя вышеприведённые зависимости можно эффективно определять кинематические и динамические характеристики вибрирующих воздействий, развиваемых

штоком гидроцилиндра лесной машины и направленных на очистку удалённой растительности от кома почвы.

Список литературы

1. Расчистка лесных площадей и трасс воздушных линий электропередач / С.М. Гордеев [и др.]; под ред. П.М. Мазуркина. – Йошкар-Ола: Изд-во МарПИ, 1992. – 95 с.
2. Павлов А.П. Современные подходы в области управления растительностью вдоль воздушных ЛЭП / А.П. Павлов // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2020. – № S2 (17). – С. 24-29.
3. Ивашнев М.В. Технология защиты линий электропередачи от деревьев и кустарников с использованием кустореза с активным рабочим органом / М.В. Ивашнев, И.Р. Шегельман // Глобальный научный потенциал. – 2012. – № 4(13). – С. 105-107.
4. Платонов А.А. Вопросы утилизации нежелательной растительности при содержании охранных зон трасс ВЛ / А.А. Платонов // Воронежский научно-технический Вестник. – 2020. – Т. 1, № 1(31). – С. 95-102.
5. Платонов А.А. О механизации аутсорсинговых работ в области борьбы с нежелательной растительностью на эксплуатационных объектах инфраструктуры / А.А. Платонов, М.А. Платонова // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство. Труды международной научно-практической конференции. 2016. С. 108-111.
6. Попиков П.И. Математическая модель динамических режимов гидроманипулятора при удалении нежелательной растительности с корнем в молодых лесонасаждениях / П.И. Попиков, Л.Д. Бухтояров, А.А. Платонов // Resources and Technology. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 32-47. – DOI: 10.15393/j2.art.2021.5643.
7. Попиков П.И. Исследование динамических режимов гидроприводов лесных манипуляторов / П.И. Попиков, С.В. Малюков, Р.В. Юдин. – Воронеж: Изд-во ВГЛУ, 2018. – 111 с.
8. Гидроманипуляторы и лесное технологическое оборудование: монография / И.М. Бартенев, З.К. Емтыль, А.П. Татаренко, М.В. Драпалюк, П.И. Попиков, Л.Д. Бухтояров. – М: ФЛИНТА-Наука, 2011. – 408 с.
9. Корпачев В.П. Основы проектирования объемного гидропривода: учеб. пособие / В.П. Корпачев, А.А. Андрияс, А.И. Пережилин. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2012. – 164 с.

References

1. Clearing of forest areas and overhead power transmission lines / S.M. Gordeev [et al.]; edited by P.M. Mazurkina. – Yoshkar-Ola: MarPI Publishing House, 1992. – 95 p.
2. Pavlov A.P. Modern approaches to vegetation management along overhead power transmission lines / A.P. Pavlov // Electric power. Transmission and distribution. – 2020. – № S2 (17). – pp. 24-29.
3. Ivashnev M.V. Technology for protecting power lines from trees and shrubs using a brush cutter with an active working body / M.V. Ivashnev, I.R. Shegelman // Global scientific potential. – 2012. – № 4 (13). – pp. 105-107.

4. Platonov A.A. Issues of disposal of unwanted vegetation in the maintenance of security zones of overhead power lines / A.A. Platonov // Voronezh Scientific and Technical Bulletin. – 2020. – Vol. 1, № 1 (31). – pp. 95-102.
5. Platonov A.A. On the mechanization of outsourcing work in the field of combating unwanted vegetation at operational infrastructure facilities / A.A. Platonov, M.A. Platonova // In the collection: Transport: science, education, production. Proceedings of the international scientific and practical conference. 2016. pp. 108-111.
6. Popikov P.I. Mathematical model of dynamic modes of a hydraulic manipulator when removing unwanted vegetation with roots in young forest plantations / P.I. Popikov, L.D. Bukhtoyarov, A.A. Platonov // Resources and Technology. – 2021. – Vol. 18, № 2. – pp. 32-47. – DOI: 10.15393/j2.art.2021.5643.
7. Popikov P.I. Study of dynamic modes of hydraulic drives of forestry manipulators / P.I. Popikov, S.V. Malyukov, R.V. Yudin. – Voronezh: Publishing house of VSTU, 2018. – 111 p.
8. Hydraulic manipulators and forestry technological equipment: monograph / I.M. Bartenev, Z.K. Emtyl, A.P. Tatarenko, M.V. Drapalyuk, P.I. Popikov, L.D. Bukhtoyarov. – Moscow: FLINTA-Science, 2011. – 408 p.
9. Korpachev V.P. Fundamentals of designing a volumetric hydraulic drive: textbook. allowance / V.P. Korpachev, A.A. Andrias, A.I. Perezhilin. – Krasnoyarsk: Siberian State Technical University Publishing House, 2012. – 164 p.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_386-389

УДК 630:62-91

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАГНИТНОГО ДЕМПФИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ГИДРОПРИВОДА ЛЕСНОГО МАНИПУЛЯТОРА

MATHEMATICAL MODEL OF THE MAGNETIC DAMPING DEVICE OF THE HYDRAULIC DRIVE OF THE FORESTRY MANIPULATOR

Полумиско А.А., преподаватель СПО, аспирант, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Сидоров А.А., преподаватель, к.т.н. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Попиков П.И., профессор, д.т.н. ФГБОУ ВО «Воронежский Государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Polumisko A.A., teacher of secondary vocational education, postgraduate student Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Sidorov A.A., lecturer, PhD in Engineering Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Popikov P.I., professor, Doctor of Engineering Sciences Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: Анализ научных и технических источников подтверждает, что проблема снижения динамических нагрузок и повышения надежности лесотранспортных машин остается актуальной для лесозаготовительной отрасли. В рамках исследования был предложен усовершенствованный грузоподъемный механизм гидроманипулятора, включающий в свою конструкцию демпфирующее устройство, предназначенное для уменьшения ударных нагрузок в процессе работы. Разработана математическая модель движения плунжера магнитного демпфера, позволяющая описать его динамику в системе гидропривода. Внедрение данной технологии способствует повышению надежности гидравлических систем лесных манипуляторов и снижению энергетических затрат, что делает эксплуатацию техники более эффективной.

Abstract: An analysis of scientific and technical sources confirms that the problem of reducing dynamic loads and increasing the reliability of forestry machines remains relevant for the logging industry. As part of the study, an improved lifting mechanism of a hydraulic manipulator was proposed, which includes a damping device in its design, designed to reduce impact loads during operation. A mathematical model of the movement of the magnetic damper plunger has been developed, allowing us to describe its dynamics in the hydraulic drive system. The introduction of this technology helps to increase the reliability of hydraulic systems of forestry manipulators and reduce energy costs, which makes the operation of equipment more efficient.

Ключевые слова: магнитный демпфер; гидропривод; динамические нагрузки; гидроманипулятор; математическая модель.

Keywords: magnetic damper; hydraulic drive; dynamic loads; hydraulic manipulator; mathematical model.

Эффективность лесозаготовительных процессов во многом зависит от технического состояния и надежности оборудования, используемого при выполнении погрузочно-разгрузочных операций. Важной задачей является минимизация перегрузок в гидравлических системах, возникающих при резких изменениях режимов работы, что приводит к преждевременному износу узлов и снижению ресурса машин. Особенно актуальна эта проблема для манипуляторных механизмов, в конструкции которых предусмотрены гидроцилиндры, подверженные ударным нагрузкам при работе с древесиной.

Одним из методов повышения плавности работы грузоподъемных устройств является использование демпфирующих механизмов, способных компенсировать резкие изменения давления в системе. Перспективным решением в данной области является внедрение магнитных демпферов, обеспечивающих контролируемое гашение колебаний за счет взаимодействия магнитных полей. Подобные устройства могут не только снижать динамические нагрузки, но и уменьшать потребление энергии, особенно при манипуляциях с малогабаритными грузами.

Нами предложен усовершенствованный грузоподъемный механизм гидроманипулятора, включающий в свою конструкцию демпфирующее устройство, предназначенное для уменьшения ударных нагрузок в процессе работы [1]. При всплеске давления в гидролиниях гидроцилиндра подъема стрелы, содержащие гибкие рукава высокого давления часть рабочей жидкости, равная объему деформации упругих элементов гидропривода, поступает через регулируемый дроссель 1 в магнитное демпфирующее устройство 3, перемещая подвижный поршень 6, например, влево, при этом между одноименными полюсами N подвижного поршня 6 и неподвижной перегородки 8 возникает упругая отталкивающая сила, гасящая всплеск давления, и рабочая жидкость вытесняется через дроссельное отверстие 9 в полость между неподвижной перегородкой 8 и подвижным поршнем 7. При всплеске давления в противоположной гидролинии часть рабочей жидкости, равная объему деформации упругих элементов гидропривода, поступает через регулируемый дроссель 2 в магнитное демпфирующее устройство 3, перемещая подвижный поршень 7 вправо, при этом между одноименными полюсами S подвижного поршня 7 и неподвижной перегородки 8 возникает упругая отталкивающая сила, гасящая всплеск давления, и рабочая жидкость вытесняется через дроссельное отверстие 9 в полость между неподвижной перегородкой 8 и подвижным поршнем 6. Составлена расчетная схема магнитного демпфирующего устройства гидропривода грузоподъемного механизма автосортиментовоза (рисунок 1). Уравнение движения магнитного плунжера имеет вид [2-4]:

$$m_A \frac{d^2 x_A}{dt^2} = pA_n - \frac{B_r^2 A}{2\mu_0} \left(\frac{1}{(x_A + L)^2} - \frac{1}{x_A^2} \right) - k_A \frac{dx_A}{dt} \quad (1)$$

где m_d – масса плунжера демпфера, кг; p – давление рабочей жидкости, Па; $A_n = \frac{\pi d_n^2}{4}$ – площадь поршня демпфера, м²; B_r – остаточная индукция магнита, Тл; $A = \frac{\pi D^2}{4}$ – площадь торца магнита, м²; D – диаметр магнита, м; μ_0 – магнитная проницаемость вакуума, $\frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$; x_d – текущее расстояние между магнитами (ход поршня), м; L – длина магнита, м; k_d – коэффициент трения плунжера демпфера, $\frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$.

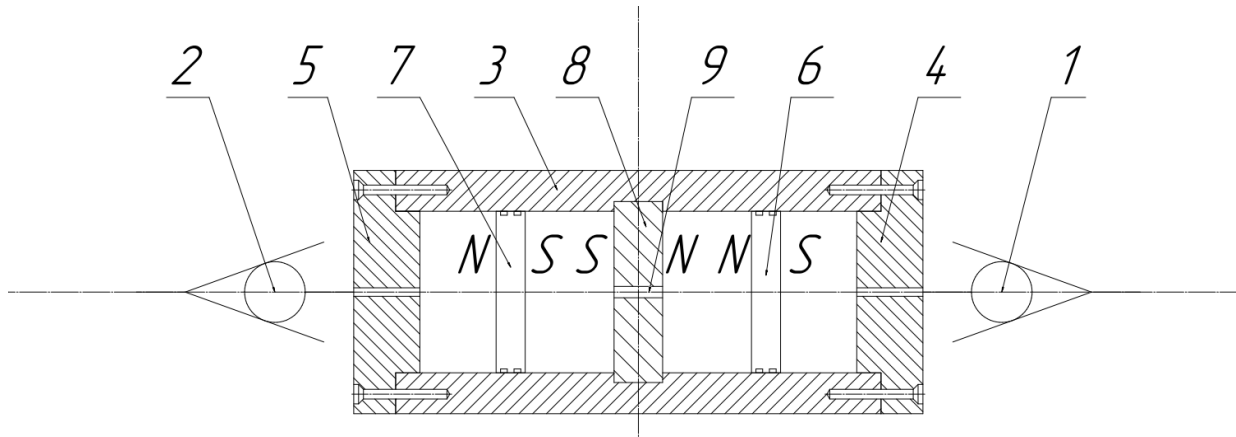


Рисунок 1 – Расчетная схема магнитного демпфирующего устройства в гидроприводе механизма подъема стрелы.

Для составления дифференциального уравнения (1) используется теория приближённого метода оценки силы взаимодействия между двумя соосными цилиндрическими магнитами основывается на анализе их магнитного поля и магнитной энергии. Основная идея заключается в том, что два магнита взаимодействуют за счёт градиента магнитного поля и стремятся уменьшить свою потенциальную энергию [3].

Использование данной модели позволяет оптимизировать конструкцию магнитного демпфера, выбирая соответствующие параметры магнитов, оценивать динамику работы устройства и определять граничные условия для управления его работой, а также повышать эффективность демпфирования в гидравлических системах манипуляторов.

Список литературы

1. Патент № 230802 U1 Российская Федерация, МПК В66С 13/42. Гидропривод механизма подъема стрелы лесного манипулятора с магнитным демпфирующим устройством: № 2024127518 : заявл. 18.09.2024: опубл. 19.12.2024 / А.А. Сидоров, П.И. Попиков, Е.В. Поздняков, И.Д. Евсиков, А.А. Полумиско, П.А. Путятин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова".
2. Ячиков, И.М., Ширяев, В.И. Определение динамических параметров постоянного магнита при его удержании в импульсном магнитном поле / И.М. Ячиков, В.И. Ширяев //

Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 111–122. – DOI: 10.14529/ctcr200312.

3. Саранин, В.А. Экспериментальное исследование движения магнитного диполя по проводящей поверхности / В.А. Саранин // Вестник Пермского университета. Физика. – 2017. – № 3 (37). – С. 48–53. – DOI: 10.17072/1994-3598-2017-3-48-53.

4. Исмагилов Ф. Р., Саттаров Р. Р. Электромагнитные процессы в электромеханических демпфирующих элементах // Электричество. 2008. №10. С. 47–52.

References

1. Patent No. 230802 U1 Russian Federation, IPC B66C 13/42. Hydraulic drive of the boom lifting mechanism of a forestry manipulator with a magnetic damping device: No. 2024127518: declared 18.09.2024: published 19.12.2024 / A.A. Sidorov, P.I. Popikov, E.V. Pozdnyakov, I.D. Evsikov, A.A. Polumisko, P.A. Putyatin; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov".

2. Yachikov, I.M., Shiryaev, V.I. Determination of the dynamic parameters of a permanent magnet when it is held in a pulsed magnetic field / I.M. Yachikov, V.I. Shiryaev // Bulletin of SUSU. Series "Computer technologies, control, radio electronics". - 2020. - Vol. 20, No. 3. - P. 111-122. - DOI: 10.14529/ctcr200312.

3. Saranin, V.A. Experimental study of the motion of a magnetic dipole along a conducting surface / V.A. Saranin // Bulletin of Perm University. Physics. - 2017. - No. 3 (37). - P. 48-53. - DOI: 10.17072/1994-3598-2017-3-48-53.

4. Ismagilov F.R., Sattarov R.R. Electromagnetic processes in electromechanical damping elements // Electricity. 2008. No. 10. P. 47–52.

Примечание. Работа выполнена при поддержке внутреннего гранта ВГЛТУ, руководитель преподаватель СПО, аспирант Полумиско А.А. «Выявление закономерностей режимов работы магнитного демпфирующего устройства гидропривода лесного манипулятора».

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_390-392

УДК 630:62-91

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ПЛУНЖЕРА ДЕМПФИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ГИДРОПРИВОДА ЛЕСНОГО МАНИПУЛЯТОРА

MATHEMATICAL MODEL OF THE MOVEMENT OF THE PLUNGER OF THE DAMPING DEVICE OF THE HYDRAULIC DRIVE OF THE FORESTRY MANIPULATOR

Попикова А.В., аспирант ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет
им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Черных А.С., доцент, к.т.н. ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный лесотехнический
университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж,
Россия.

Попиков С.К., аспирант ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный лесотехнический
университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж,
Россия.

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

Chernykh A.S., Associate Professor, PhD
Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia.

Popikov S. K., postgraduate student
Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia.

Аннотация. Анализ литературных источников показал, что вопросы снижения динамической нагруженности и повышения надежности лесотранспортных машин пока остаются актуальными в лесном комплексе нашей страны. Нами разработан новый грузоподъемный механизм гидроманипулятора с подключением демпфера для снижения динамических нагрузок. Разработана математическая модель движения плунжера демпфирующего устройства гидропривода лесного манипулятора, что способствует повышению надежности гидропривода и снижению энергозатрат.

Abstract. Analysis of literary sources showed that the issues of reducing dynamic loading and increasing the reliability of forestry vehicles still remain relevant in the forestry complex of our country. We have developed a new lifting mechanism of a hydraulic manipulator with a damper connection to reduce dynamic loads. A mathematical model of the plunger movement of the damping device of the hydraulic drive of a forestry manipulator has been developed, which contributes to increasing the reliability of the hydraulic drive and reducing energy costs.

Ключевые слова: гидроманипулятор; механизм подъема стрелы; математическая модель, демпфер

Key words: hydraulic manipulator; boom lifting mechanism; mathematical model, damper

В лесном в настоящее время комплексе РФ применяются хлыстовая и сортиментная технологии лесозаготовок. Для реализации сортиментной технологии лесозаготовок применяются наряду с зарубежными харвестерами и форвардерами отечественные машины манипуляторного типа (харвестер МЛХ-414 и форвардеры МЛПТ-354, МЛ-131М, сортиментовозы ЛВ-185-14 и др. [1-2]. Одним из способов повышения надежности технологического оборудования лесных машин манипуляторного типа является снижение динамических нагрузок за счет применения различных демпфирующих устройств. Нами предлагается новый грузоподъемный механизм лесного манипулятора [3], который обеспечивает снижения динамических нагрузок при промежуточных

остановках стрелы в процессе выполнения погрузочно-разгрузочных работ, ускоренный режим подъема легких грузов и при холостых операциях, что повышает производительность гидроманипулятора и снижение энергозатрат. Составлена расчетная схема демпфирующего устройства гидропривода грузоподъемного механизма автосортиментовоза (рисунок 1). Математическая модель движения плунжера демпфирующего устройства гидропривода механизма подъема стрелы представляет собой уравнение сил, действующих на плунжер под воздействием всплесков давления при переходных режимах:

$$F_{ин} = F_{дв} - F_c \quad (1)$$

где $F_{ин}$ — сила инерции плунжера равная произведению массы плунжера на ускорение, Н;

$F_{дв}$ — движущая сила равная произведению давления на площадь поперечного сечения плунжера, под действием давления в напорных гидролиниях, Н;

F_c — сила сопротивления передвижению плунжера, включающая силу противодействия дросселя, силу сжатия возвратной пружины и силу трения плунжера.

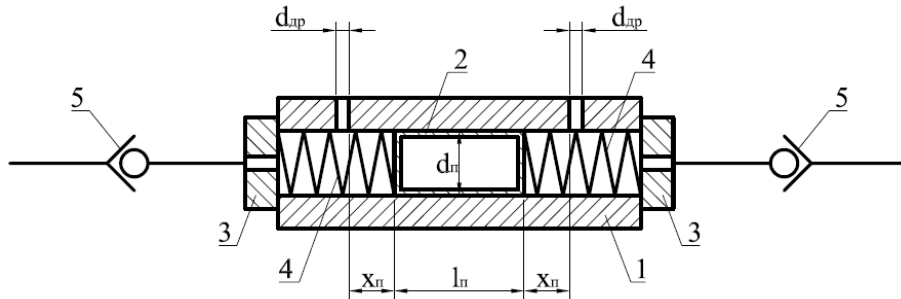


Рисунок 1. Расчетная схема демпфирующего устройства в гидроприводе механизма подъема стрелы. 1 – корпус; 2 – плунжер; 3 – крышка; 4 – пружина; 5 – обратный клапан.

Расход рабочей жидкости дросселя равен расходу рабочей жидкости, вытесняемой плунжером при его перемещении в корпусе демпфера:

$$\mu \frac{\pi d_{др}^2}{4} \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} = \frac{\pi d_{пл}^2}{4} \cdot v_{пл}, \quad (2)$$

где μ — коэффициент расхода дросселя, 05-06;

Δp — перепад давления на дросселе, Па;

ρ — плотность рабочей жидкости, кг/м³

$v_{пл}$ — скорость перемещения плунжера, м/с.

Возводим в квадрат обе части полученного соотношения, чтобы найти Δp — перепад давления на дросселе:

$$\Delta p = \frac{d_{пл}^4 \rho}{2\mu^2 d_{др}^4} \cdot v_{пл}^2 \quad (3)$$

Скорость плунжера $v_{\text{п}}$ равна первой производной от перемещения плунжера $x_{\text{п}}$ по времени $\frac{dx_{\text{п}}}{dt}$. Перепад давления на дросселе определяется как $\Delta p = p_{\text{вх}} - p_{\text{вых}}$. Давление входа в дроссель $p_{\text{вх}}$ примерно равно давлению в напорной гидролинии, а давление $p_{\text{вых}}$ на выходе из дросселя равно давлению в отводящей гидролинии. Подставим полученные соотношения в уравнение движения плунжера демпфера:

$$m \frac{d^2 x_{\text{п}}}{dt^2} = \frac{\pi d_{\text{п}}^2}{4} \cdot (p - \Delta p) - c_x x_{\text{п}} - k \frac{dx_{\text{п}}}{dt}, \quad (4)$$

или

$$m \frac{d^2 x_{\text{п}}}{dt^2} = \frac{\pi d_{\text{п}}^2}{4} \cdot \left[p - \frac{d_{\text{п}}^4 \rho}{2\mu^2 d_{\text{др}}^4} \cdot \left(\frac{dx_{\text{п}}}{dt} \right) \right] - c_x x_{\text{п}} - k \frac{dx_{\text{п}}}{dt}, \quad (5)$$

где c_x – жесткость пружины, Н/м;

k – коэффициент трения скольжения плунжера при перемещении в корпусе демпфера.

Решение математической модели движения плунжера демпфирующего устройства гидропривода позволит дать оценку снижения динамической нагруженности и энергоемкости лесного манипулятора.

Список литературы

1. Применение сортиментной заготовки древесины в малолесных районах Свиридов В.Г., Гудков А.Ю., Цуцких Д.В. В сборнике: Актуальные проблемы науки и образования на современном этапе. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 2016. С. 181-187.
2. Попов А.А., Баранец А.С., Губанов Д.В., Петухов В.Л. Статистический анализ часто встречаемых дефектов стреловых самоходных кранов // Современная техника и технологии. 2016. № 1. – URL: <https://technology.snauka.ru/2016/01/92222>.
3. Гидропривод грузоподъемного механизма лесного манипулятора: патент на изобретение RU 2789167 C1. Заявка №2022119768 / Попиков П.И., Черных А.С., Богданов Д.С., Попиков С.К., Поздняков Е.В., Попикова А.В.; заявл. 19.07.2022; опубли. 30.01.2023, Бюл. №4. 9 с.

References

1. Application of assortment timber harvesting in sparsely forested areas Sviridov V.G., Gudkov A.Yu., Tsutskikh D.V. In the collection: Actual problems of science and education at the present stage. Collection of articles of the All-Russian scientific and practical conference. 2016. P. 181-187.
2. Popov A.A., Baranets A.S., Gubanov D.V., Petukhov V.L. Statistical analysis of frequently encountered defects of boom self-propelled cranes // Modern engineering and technology. 2016. No. 1. – URL: <https://technology.snauka.ru/2016/01/92222>.
3. Hydraulic drive of the lifting mechanism of a forestry manipulator: patent for invention RU 2789167 C1. Application No. 2022119768 / Popikov P.I., Chernykh A.S., Bogdanov D.S., Popikov S.K., Pozdnyakov E.V., Popikova A.V.; declared 19.07.2022; published 30.01.2023, Bulletin No. 4. 9 p.

Примечание. Работа выполнена при поддержке внутреннего гранта ВГЛТУ аспиранта Попиковой А.В. «Повышение надежности лесного гидроманипулятора путем снижения динамической нагруженности пневмогидравлическим демпфирующим устройством».

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_393-398

УДК 630*323.12

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ КАК ОБЪЕКТ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ**
TECHNOLOGICAL PROCESS OF LOGGING WORKS AS AN OBJECT OF AUTOMATED
REGULATION AND CONTROL

Черных А.С., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Афоничев Д.Н., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», Воронеж, Россия.

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

Гудков А.Ю., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Коробкин А.В., инженер ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Полукаров Д.А., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Савченко С.И., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Chernykh A.S., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Afonichev D.N., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia.

Abramov V.V., Candidate of Technical Sciences, associate professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Gudkov A.Y., Candidate of Technical Sciences, associate professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Korobkin A.V., engineer, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Polukarov D.A., Graduate student Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Savchenko S.I., Graduate student Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: Статья посвящена теории автоматического регулирования и управления производственным процессом лесосечных работ. Предложено общее выражение для определения передаточной функции всего технологического процесса лесосечных работ, а также формулы для определения передаточных функций его отдельных звеньев.

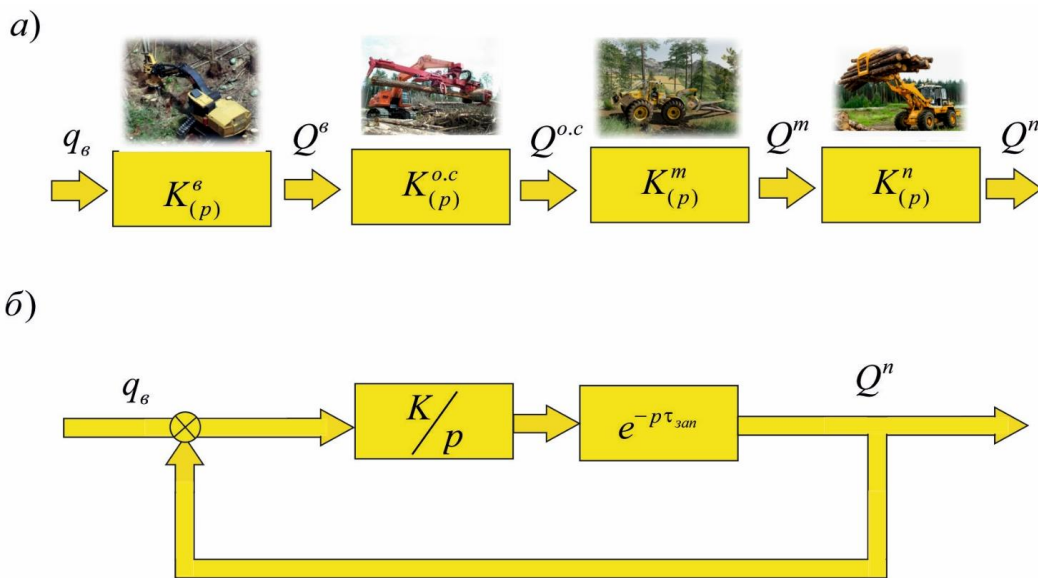
Abstract: The article is devoted to the theory of automatic regulation and management of the production process of logging operations. A general expression for determining the transfer function of

the entire technological process of logging operations, as well as formulas for determining the transfer functions of its individual links are proposed.

Ключевые слова: лесозаготовки, лесосечные работы, автоматизированное регулирование, управление производственным процессом.

Keywords: logging, logging operations, automated control, production process management.

С позиции теории автоматического регулирования и управления производственный процесс лесосечных работ можно рассматривать как совокупность динамических звеньев. Каждое динамическое звено характеризуется передаточной функцией $K_{(p)}$, входными и выходными переменными, в качестве которых можно принять объем древесины, поступающей на обработку к определённой операции (лесозаготовительной машине), и объем древесины, получаемой в результате выполнения операции (рис.1).



а – разомкнутая; б – замкнутая с обратной связью

Рисунок 1 – Структурная схема технологического процесса лесосечных работ как объекта автоматизированного управления

В качестве примера на рис.1 представлена структурная схема одного из вариантов технологического процесса лесосечных работ (валочно-пакетирующая машина ВПМ + трелевочная машина ТМ + сучкорезная машина СМ + погрузочная машина ПМ) как объекта управления. Если производительность обозначенной системы машин принять соответственно за $\Pi_{см}^6, \Pi_{см}^m, \Pi_{см}^{o.c}, \Pi_{см}^n$, то

$$\Pi_{ч}^6 = \frac{\Pi_{см}^6}{T_o}; \Pi_{см}^m = \frac{\Pi_{см}^m}{T_o}; \Pi_{см}^{o.c} = \frac{\Pi_{см}^{o.c}}{T_o}; \Pi_{см}^n = \frac{\Pi_{см}^n}{T_o}, \quad (1)$$

т.е. получим значения часовой производительности каждой из участвующих в процессе машины с учётом эксплуатационной надежности.

Тогда объем древесины, заготовленной (обработанной) на каждой k -ой из K операций процесса за любой промежуток времени (например, за смену) определится по формуле

$$Q_k = \sum_{t=0}^{T_0} \Pi_k^t t_k. \quad (2)$$

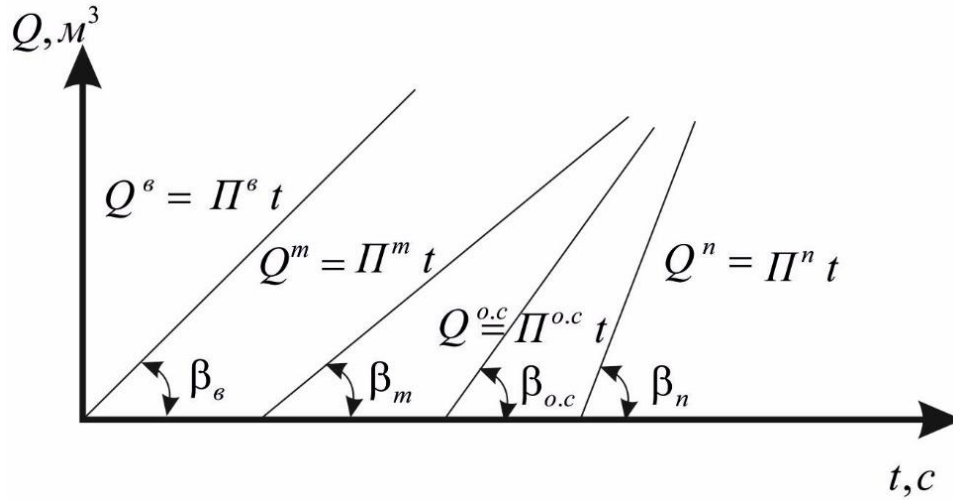


Рисунок 2 – График функций $Q_k = f(t)$ при $\Pi_k = const$

Передаточная функция процесса в целом, как совокупности отдельных динамических звеньев, представляющей собой разомкнутую систему, будет

$$K_{(p)}^{np} = \prod_{k=1}^K K_{(p)} k, \quad (3)$$

где K - число последовательно соединённых звеньев в системе (совокупность K операций в рассматриваемом процессе).

Если в производственной единице (например, комплексной бригаде работает Z_ϵ валочно-пакетирующих машин, Z_m трелёвочных тракторов, $Z_{o.c}$ сучкорезных машин и Z_n челюстных погрузчиков, то

$$K_{(p)}^{np} = \prod_{k=1}^K \sum_{z=1}^{Z_k} K_{(p)} k_z, \quad (4)$$

где $K_{(p)} k_z$ - передаточная функция каждой из Z_k машин, выполняющих k -ую (из K) операцию;

Z_k - число машин в структуре производственной единицы, выполняющих k -ую операцию.

В случае, если производительность каждой из Z_k лесозаготовительных машин, работающих в аналогичных природно-производственных условиях одинакова, то

$$K_{(p)}^\epsilon = Z_\epsilon K_{(p)}^\epsilon; K_{(p)}^m = Z_m K_{(p)}^m; K_{(p)}^{o.c} = Z_{o.c} K_{(p)}^{o.c}; K_{(p)}^n = Z_n K_{(p)}^n. \quad (5)$$

В противном случае

$$K_{(p)}^\epsilon = \sum_{z=1}^{Z_\epsilon} K_{(p)}^\epsilon z; K_{(p)}^{o.c} = \sum_{z=1}^{Z_{o.c}} K_{(p)}^{o.c} z; K_{(p)}^m = \sum_{z=1}^{Z_m} K_{(p)}^m z; K_{(p)}^n = \sum_{z=1}^{Z_n} K_{(p)}^n z. \quad (6)$$

Из теории автоматического регулирования известно, что передаточной функцией объекта регулирования или управления называется отношение преобразования по Лапласу

выходной величины к изображению по Лапласу входной величины при нулевых начальных условиях.

Пусть объем древесины, который следует обработать за некоторый промежуток времени t , будет q^e , м³/ч. Он представляет собой входную величину на первой операции лесосечных работ. Выходной величиной на первой операции является объем древесины, фактически сформированный в пакеты за промежуток времени t . Согласно определению, передаточную функцию звена «валка» найдем по формуле

$$K_{(p)}^e = \frac{\int_0^{\infty} \prod^e t^{-pt} dt}{\int_0^{\infty} q^e e^{-pt} dt} = \frac{\prod^e}{q^e p}. \quad (7)$$

По аналогии, передаточная функция операции «трелёвка» будет

$$K_{(p)}^m = \frac{\int_0^{\infty} \prod^m (t - \tau_1) e^{-pt} dt}{\int_0^{\infty} \prod^e t e^{-pt} dt} = \frac{\prod^m}{\prod^e} e^{-p\tau_1}; \quad (8)$$

операция «очистка от сучьев»

$$K_{(p)}^{o.c} = \frac{\int_0^{\infty} \prod^{o.c} (t - \tau_2) e^{-pt} dt}{\int_0^{\infty} \prod^m (t - \tau_1) e^{-pt} dt} = \frac{\prod^{o.c}}{\prod^m} e^{-p(\tau_2 - \tau_1)}; \quad (9)$$

а операция «погрузка»

$$K_{(p)}^n = \frac{\int_0^{\infty} \prod^n (t - \tau_{зан}) e^{-pt} dt}{\int_0^{\infty} \prod^{o.c} (t - \tau_2) e^{-pt} dt} = \frac{\prod^n}{\prod^{o.c}} e^{-p(\tau_{зан} - \tau_2)}, \quad (10)$$

где $\tau_{зан}$ - время транспортного запаздывания операции «погрузка» по сравнению с операцией «валка», с;

$(\tau_{зан} - \tau_1)$ - время запаздывания погрузки по сравнению с трелёвкой, с;

$(\tau_{зан} - \tau_2)$ - время запаздывания погрузки по сравнению с очисткой стволов от сучьев, с.

Вполне очевидно, что $(\tau_{зан} - \tau_1)$ составляет общую продолжительность процесса.

Передаточная функция процесса лесосечных работ для рассматриваемого варианта будет:

а) для разомкнутой системы с отрицательной обратной связью (рис. 1, а)

$$K_{(p)}^{раз} = K_{(p)}^e K_{(p)}^m K_{(p)}^{o.c} K_{(p)}^m = \frac{\prod^n}{q^e p} e^{-p \tau_{зан}}, \quad (11)$$

б) для замкнутой системы при последовательном соединении звеньев (рис. 1, б)

$$K_{(p)}^{зам} = \frac{K_{(p)}^{раз}}{1 + K_{(p)}^{раз}} = \frac{\prod^n e^{-p \tau_{зан}}}{q^e p + \prod^n e^{-p \tau_{зан}}}. \quad (12)$$

Таким образом, нами получены: общее выражение для определения передаточной функции процесса - формула (4), формулы (7-10) для определения передаточных функций отдельных звеньев для рассматриваемого в качестве примера варианта технологического процесса лесосечных работ и формула (11), по которой можно определить значение передаточной функции этого варианта процесса. В совокупности они позволяют предварительно оценить технологический процесс как объект управления [5, 9]. Однако для более полной оценки необходимо также знать динамические характеристики, устойчивость и инерционность отдельных операций и процесса в целом.

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.
6. Григорьев, И.В. 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. 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.

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.
6. Grigoriev, I.V. 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. 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

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_399-403

УДК 630:621.22

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕЛЕВОЧНЫХ МАШИН МЕТОДАМИ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА

INVESTIGATION OF SKIDDING MACHINES BY METHODS MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS

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

Chetverikova I.V., PhD in engineering, Docent, Associate Professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

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

Zimarin S.V., PhD in engineering, Docent, Associate Professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Пономарев П. И., магистрант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Ponomarev P. I., Master's student Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация. В работе выполнен анализ трелевочной техники с целью наглядности и возможности быстрого выбора специализированных машин на предприятиях лесного комплекса и ее кластеризация, в основе которой лежит разделение исследуемых машин по грузовому моменту, грузоподъемности и максимальному трелеваемому пакету, мощности двигателя. Проведенные исследования позволят повысить производительность предприятий за счет правильно подобранных трелевочных машин под определенные условия эксплуатации.

Abstract. The paper analyzes skidding equipment for the purpose of clarity and the possibility of quickly selecting specialized machines at enterprises of the forestry complex, and its clusterization, which is based on the separation of the studied machines by load moment, load capacity and maximum treble package, engine power. The conducted research will make it possible to increase the productivity of enterprises due to properly selected skidding machines for certain operating conditions.

Ключевые слова: лесные машины, трелевка, многомерный анализ

Keywords: forest machines, skidding, multidimensional analysis

С целью вывозки древесины с лесосек применяются различные методы трелевки, самой распространенным из которых является тракторная. В зависимости от вида перемещаемых древесных материалов различают трелевку стволов, хлыстов и сортиментов.

Методы перемещения лесоматериалов включают трелевку волоком, в полупогруженном, полунавесном и полностью погруженном/подвешенном режимах. При

трелевке волоком древесина перемещается по земле, контактируя с ней на протяжении всей своей длины. Трелевку можно осуществлять за комли или за вершины хлыстов и деревьев, тракторным видом трелевки транспортируется почти 90% древесины. От выбора правильной машины для конкретных условий транспортировки древесины с мест лесозаготовок зависит и производительность, и возможность максимально оперативно завершить запланированный технологический процесс в целом. Для исследования трелевочных машин с целью визуализации и быстроты возможностей выбора к рассмотрению были отобраны наиболее часто используемые трелевочные машины, характеристики которых приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики лесных машин

Машина	Наибольший объем трелеваемого пакета деревьев, м ³	Мощность двигателя, кВт	Емкость топливного бака, л	Масса, кг	Дорожный просвет, мм	Грузовой момент манипулятора (среднее значение), кН*м
ОТЗ-330	10	88,2	140	13700	550	77,5
ЛП-18К	8,3	95,5	200	18100	537	100
ЛТ-187	10	95,5	200	16000	537	70
ВМ-4Б	8	95,5	135	17800	537	52
ЛТ-190	5	55	130	3600	465	50
К-703М-МЛ-56	7	184	320	18000	520	83
МЛ-30	6,5	230	320	16500	520	55
Форвардер Амкорд 2662	19,8	132	230	17400	540	95

После первоначальной нормализации параметров и кластерного анализа трелевочных машин в программе STATISTICA проведены разведочные анализы, в результате которых получены: дендрограмма наблюдений (рисунок 1 а); б) диаграмма рассеяния (рисунок 1 б).

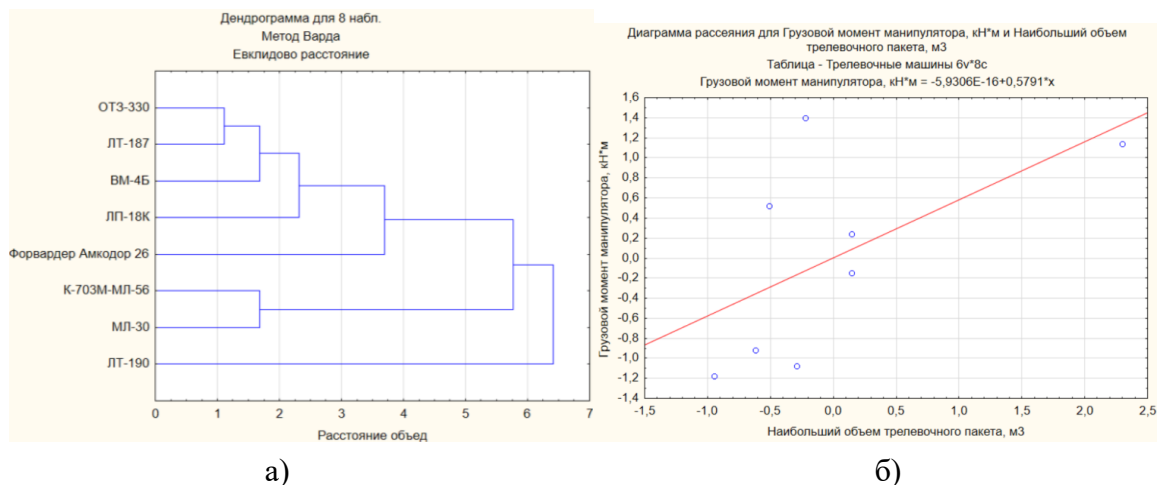


Рисунок 1 – а) дендрограмма наблюдений; б) диаграмма рассеяния.

Проведенный разведочный анализ дал возможность сформировать три кластера трелевочных машин. По этим данным далее проведен кластерный анализ k-средних, согласно которому получены евклидовы расстояния между выделенными кластерами (таблица 2). В итоге мы получили итоговую таблицу разделения машин на кластеры (таблица 3) и представили информацию графически, получив графики средних для каждого кластера (рисунок 2).

Таблица 2. Определение евклидовых расстояний между кластерами

Кластер Номер	Евклидовы расст. между кластерами (Таблица - Трелевочные машины)					
	Расстояния под диагональю			Квадраты расстояний над диагональю		
	Но. 1	Но. 2	Но. 3			
Но. 1	0,000000	1,210423	1,736460			
Но. 2	1,100192	0,000000	1,612302			
Но. 3	1,317748	1,269765	0,000000			

Таблица 3. Итог разделения машин на кластеры

	Таблица - Трелевочные машины							
	1 Наибольший объем трелевочного пакета, м3	2 Мощность двигателя, кВт	3 Емкость топливного бака, л	4 Масса, кг	5 Дорожный просвет, мм	6 Грузовой момент манипулятора, кН*м	7 НАБЛ_НО	8 КЛАСТЕР
ОТЗ-330	0,148036588	-0,584622753	-0,898607641	-0,294342	0,914002632	0,241557303	1	1
ЛП-18К	-0,224796301	-0,458217834	-0,121433465	0,6066005	0,42402184	1,40103236	2	2
ЛТ-187	0,148036588	-0,458217834	-0,121433465	0,1766052	0,42402184	-0,144934382	3	1
ВМ-4Б	-0,29059034	-0,458217834	-0,963372156	0,5451726	0,42402184	-1,07251443	4	1
ЛТ-190	-0,948530733	-1,1595054	-1,02813667	-2,362415	-2,28971793	-1,17557887	5	1
К-703М-МЛ-56	-0,509903804	1,07422537	1,43291489	0,5861246	-0,216722274	0,524984539	6	3
МЛ-30	-0,619560536	1,87074952	1,43291489	0,2789851	-0,216722274	-0,917917752	7	3
Форвардер Амкодор 2662	2,29730854	0,173806765	0,267153623	0,4632688	0,53709433	1,14337123	8	2

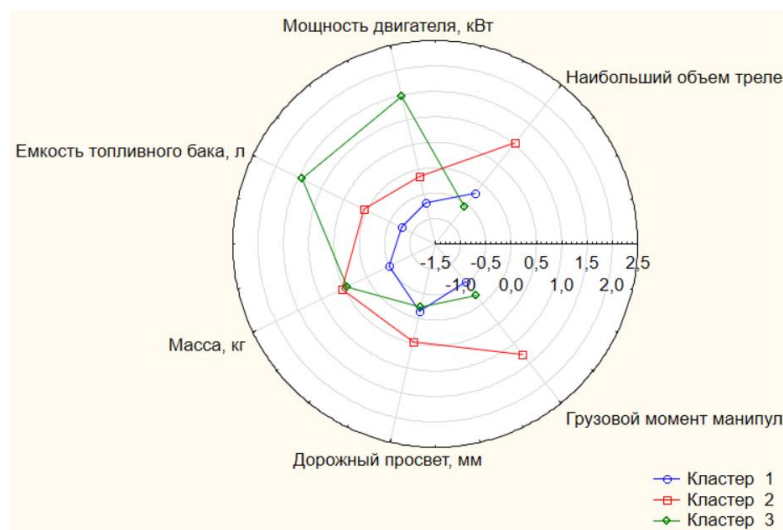


Рисунок 2 - Графики средних для каждого кластера

Графики средних значений для каждого кластера заметно отличаются друг от друга, что напрямую указывает на то, что разбиение на кластеры произведено успешно. Анализируя полученные результаты, в 1-ом кластере можно сгруппировать маломощные машины с небольшим грузовым моментом и объемом трелевочного пакета с наименьшим весом; во 2-ом – трелевочные машины средней мощности с существенным грузовым моментом манипулятора и максимальным объемом трелевочного пакета; в 3-ем – мощные машины с небольшим грузовым

моментом манипулятора и объемом трелевочного пакета. Проведенные исследования по разделению трелевочных машин на кластеры позволят предприятиям лесного комплекса обосновывать их правильный выбор без предварительного анализа.

Список литературы

1. Лесозаготовительная техника. – URL: <https://dolina-sdm.ru/information/833/> (дата обращения 15.03.2025 г.)
2. Zimarin, S.V. and all. Сравнительные исследования энергоэффективных машин на основе кластерного анализа / Zimarin Sergey V., Chetverikova Irina V., Uskov Alexey I.// Comparative studies of energy efficient machines based on cluster analysis Актуальные проблемы аграрной науки, производства и образования: материалы VIII международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (на иностранных языках) (Россия, Воронеж, апрель 2022 г.) - Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. – 179-184с.
3. Типы лесозаготовительных машин. Трелевочная машина. – URL: <https://dolina-sdm.ru/information/1227/?ysclid=m8af1njbat23779736> (дата обращения 15.03.2025 г.)
4. Glushkov, S and all. 2020 Reduction of dynamic loads on the hydraulic drive of forest boom lifter / Glushkov S, Popikov P I, Chetverikova IV and Druchinin D Yu // IOP Conference Series Earth and Environmental Science International Forestry Forum Forest ecosystems as global resource of the bio-sphere: calls, threats, solutions From 012023.
5. Федченко, В. Б. Импортозамещение лесных машин в РФ / В. Б. Федченко, Э. Ф. Хахимов, М. М. Литвинова // Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее: XIX Международная научно-практической конференция: в 2 ч., Пенза, 05 февраля 2019 года. – Пенза: "Наука и Просвещение", 2019. – С. 82-85.
6. Евстегнеев, И. А. Новые модели лесозаготовительных машин 2016 года производства Онежского тракторного завода. Гусеничная техника / И. А. Евстегнеев, Е. В. Палкин // Лесной и химический комплексы - проблемы и решения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 07 декабря 2017 года, Красноярск: ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2017. – С. 208-212.
7. Обоснование выбора схемы и моделирование устройства для бесчokerной трелевки леса с энергосберегающим гидроприводом / П.И. Попиков, В.И. Посметьев, А.С. Черных, Д.А. Канищев, В.В. Посметьев // Лесотехнический журнал. - 2016. - Т. 6, № 4 (24). - С. 216-224.
8. Chetverikova, I.V. and all. Improving the efficiency of manipulator-type machines with an improved hydraulic drive/ Chetverikova I.V., Popikov P.I., Glushkov S.// В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Forestry Forum "Forest Ecosystems as Global Resource of the Biosphere: Calls, Threats, Solutions"" 2021. С. 12055.

References

1. Logging equipment. – URL: <https://dolina-sdm.ru/information/833>
2. Zimarin, S.V. etc. Comparative studies of energy efficient machines based on cluster analysis /Zimarin Sergey V., Chetverikova Irina V., Uskov Alexey I.// Comparative studies of energy efficient

machines based on cluster analysis Actual problems of agricultural science, production and education: proceedings of the VIII International Scientific and practical conference of young scientists and specialists (in Russian (Russia, Voronezh, April 2022) - Voronezh: Voronezh State Agrarian University, 2022. – 179-184c.

3. Types of logging machines. Skidding machine <https://dolina-sdm.ru/information/1227/?ysclid=m8af1njbat23779736>

4. Glushkov, S and all. 2020 Reduction of dynamic loads on the hydraulic drive of forest boom lifter / Glushkov S, Popikov P I, Chetverikova IV and Druchinin D Yu // IOP Conference Series Earth and Environmental Science International Forestry Forum Forest ecosystems as global resource of the bio-sphere: calls, threats, solutions From 012023.

5. Fedchenko, V. B. Import substitution of forest machinery in the Russian Federation / V. B. Fedchenko, E. F. Hakimov, M. M. Litvinova // Science and education: preserving the past, creating the future: XIX International Scientific and Practical Conference: at 2 a.m., Penza, February 05, 2019. Penza: Nauka i Prosveshchenie, 2019. pp. 82-85.

6. Evstegneev, I. A. New models of logging machines manufactured by the Onega Tractor Plant in 2016. Tracked vehicles / I. A. Evstegneev, E. V. Palkin // Forestry and chemical complexes - problems and solutions: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Krasnoyarsk, December 07, 2017, Krasnoyarsk: Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, 2017. – Pp. 208-212.

7. P.I. Popikov, V.I. Posmetyev, A.S. Chernykh, D.A. Kanishchev, V.V. Posmetyev, Substantiation of the choice of a scheme and modeling of a device for shockless skidding of forests with an energy-saving hydraulic drive // Forestry Engineering Journal, 2016, vol. 6, No. 4 (24), pp. 216-224.

8. Chetverikova, I.V. end all. Improving the efficiency of manipulator-type machines with an improved hydraulic drive/ Chetverikova I.V., Popikov P.I., Glushkov S.// In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Forestry Forum "Forest Ecosystems as Global Resource of the Biosphere: Calls, Threats, Solutions"" 2021. P. 12055.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ «ЗЕЛЕННЫХ» ИННОВАЦИЙ В ЦЕЛЯХ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ РФ**

**PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF "GREEN" INNOVATIONS
FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RUSSIAN ENTERPRISES**

Азарова Н.А., к.э.н., доцент ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Воронеж, Россия.

Azarova N.A., Candidate of Economic
Sciences, Associate Professor Voronezh State
University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: в данном исследовании обозначены современные тренды, направленные на поиски решения проблемы, связанной с экологизацией и развитием «зеленых» инноваций в целях устойчивого развития экономики РФ и современных предприятий. В исследовании обозначены основные отраслевые тренды «зеленых» инноваций на современном этапе развития экономики. Благодаря таким инновациям предприятие может достичь устойчивого развития, снизив негативное воздействие на окружающую среду.

Abstract: this study identifies current trends aimed at finding solutions to the problem of greening and developing "green" innovations for the sustainable development of the Russian economy and modern enterprises. The study identifies the main industry trends of "green" innovations at the current stage of economic development. Thanks to such innovations, the company can achieve sustainable development by reducing the negative impact on the environment.

Ключевые слова: «зеленые» инновации, предприятия, устойчивое развитие, индекс эко-инвестиций.

Keywords: "green" innovations, enterprises, sustainable development, eco-investment index.

Борьба с изменением климата, снижение уровня выбросов углекислого газа и обеспечение устойчивого развития – это глобальные проблемы, которые волнуют всё мировое сообщество. Цели устойчивого развития также подчёркивают необходимость для стран сокращать выбросы углекислого газа, повышать энергоэффективность и использовать экологически чистые источники энергии.

Парижское соглашение призывает государства внедрять систему торговли квотами на выбросы углерода (CETS) для достижения низкоуглеродной экономики. CETS – это рыночно-ориентированная климатическая политика, которая рассматривается как доступный инструмент экологического регулирования. Однако чрезвычайные ситуации могут привести к дополнительным расходам на борьбу с загрязнением окружающей среды, что может негативно сказаться на деятельности предприятий. Поэтому некоторые компании пытаются предотвратить этот негативный эффект с помощью «зелёных» инноваций. «Зелёные» инновации – это концепция, основанная на внутренних принципах и учитывающая внешние факторы. Она определяется как разработка новых продуктов, процессов или технологий, которые защищают окружающую среду через борьбу с загрязнением, переработку отходов, энергосбережение и сокращение выбросов.

Доказано, что «зеленые» инновации эффективно координируют улучшение защиты окружающей среды и способствуют экономическому росту на предприятии.

Существует три основных направления исследований, касающихся влияния ER на инновации на предприятиях. Первая - это «гипотеза Портера», согласно которой умеренный уровень ER может стимулировать технологические инновации, частично или полностью компенсировать соблюдение предприятиями требований законодательства за счет компенсационного эффекта и, таким образом, увеличить объем инновационной деятельности предприятия. Вторая придерживается противоположной точки зрения, согласно которой ER увеличивает издержки предприятий и приводит к вытеснению инвестиций в технологии, что не способствует инновациям. Третья точка зрения заключается в том, что связь между ER и технологическими инновациями неопределенна, и между ними может быть нелинейная связь или «пороговый эффект» [1].

Концепция зеленых инноваций была впервые выдвинута Фусслером и соавторами. [2]. Они предположили, что сосуществование положительных внешних эффектов от инновационных результатов и положительных внешних эффектов от экологических выгод является типичной чертой "зеленых" инноваций. В настоящее время академическое определение "зеленых инноваций" не сформировало единого мнения. Исходя из целевой ориентации, некоторые ученые считают, что "зеленые инновации" направлены на экономию ресурсов и снижение загрязнения окружающей среды с помощью технологических исследований и разработок, и технологий производства экологически чистой энергии. С точки зрения жизненного цикла продукта, некоторые ученые полагают, что "зеленые" инновации могут эффективно снижать стоимость новых продуктов, что отражается в ряде процессов - от технической концепции до исследований и разработок продукта, стимулирования продаж и, наконец, продвижения продукта на рынок [8]. Вообще говоря, "зеленые инновации" - это комплексное понятие. Хотя разные ученые по-разному определяют это понятие, в целом оно является общепринятым.

«Зеленые» инновации относятся к инновационной деятельности, которая использует новые технологии, процессы или методы управления для снижения загрязнения окружающей среды, повышения эффективности использования ресурсов, снижения потребления энергии и содействия устойчивому развитию. Она направлена на достижение скоординированного развития экономики, общества и окружающей среды. Зеленые инновации охватывают различные аспекты, включая инновации в области продуктов, процессов, услуг и управления. Основываясь на теории взгляда на природные ресурсы, внутренние организационные элементы фирм, такие как технологические возможности, образуют краеугольный камень их способности создавать зеленые технологические инновации и создавать устойчивые конкурентные преимущества. Инновационные технологические ресурсы, как ключевые возможности предприятий по улучшению и выполнению технологических инноваций самостоятельно, оказывают значительное положительное движущее влияние на их возможности в области исследований и разработок [3].

В результате можно сделать вывод, что «зеленые» инновации зависят от «зеленых» трансформационных возможностей и повышают шансы компаний выйти на конкретные рынки, где заинтересованные стороны сознательны в отношении окружающей среды.

Охрана окружающей среды – один из трёх ключевых аспектов концепции ESG (Environmental, Social, Governance – экологическое, социальное и корпоративное управление).

Согласно недавнему исследованию, проведённому Российским институтом директоров (РИД) совместно со «Сбером», российские компании демонстрируют способность формулировать принципы ESG, в том числе в области управления экологическими рисками, а также разрабатывать соответствующие регламенты и стратегии. Однако внедрение принципов ESG и контроль за их соблюдением вызывают у них значительные трудности.

Основными направлениями, осуществляющими реализацию современных направлений применения инновационных «зеленых» решений можно выделить совершенствование технологий и производственных решений, сокращение углеродного следа и обеспечение энергоэффективности и эколого-компетентности персонала предприятий.

С помощью различных методик возможно осуществить оценку уровня эко-инвестирования. Предприятия различных отраслей будут оцениваться с помощью показателя «Индекс эко-инвестиций» [4,5].

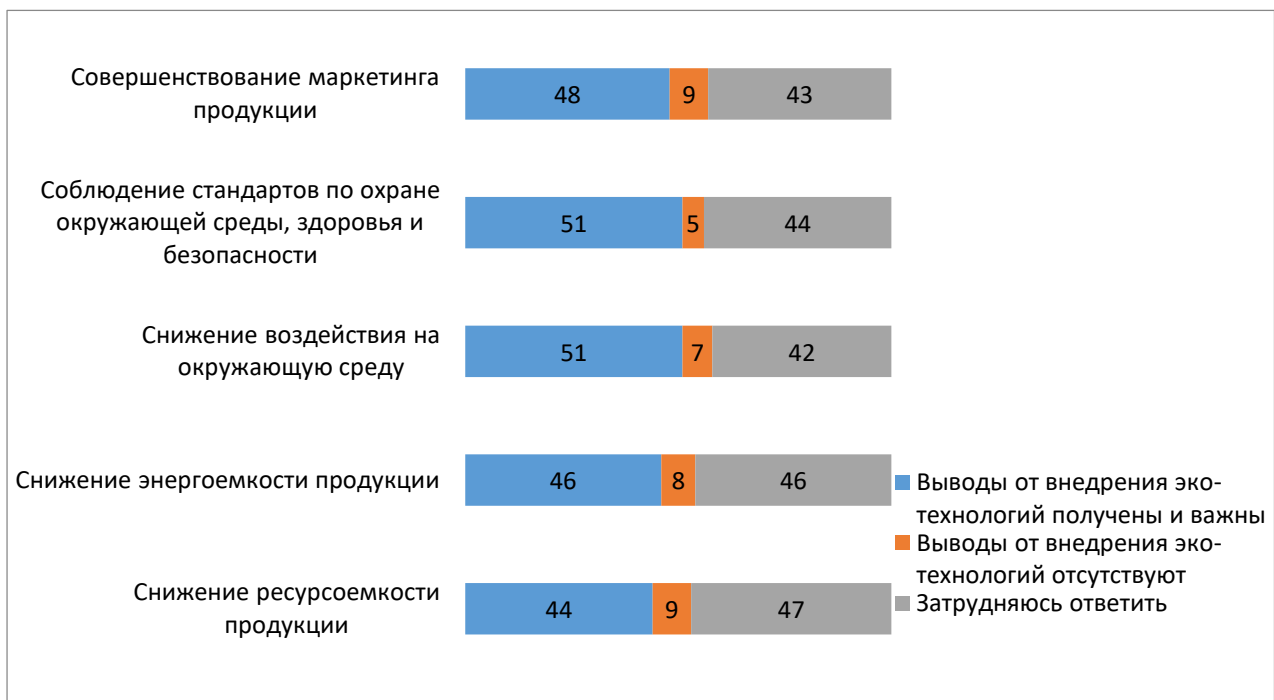


Рисунок 1 – Основные направления совершенствования деятельности предприятия всех отраслей в целях осуществления «зеленых технологий» [4,5].

В результате исследования можно выявить отраслевые тренды «зеленых» технологий.

Это перспективные направления и тренды, стоящие перед экономикой РФ в целях консолидации усилий, направленных на экономию ресурсов и снижение загрязнений окружающей среды с учетом устойчивого развития предприятий всех отраслей.

Основными трендами можно выделить следующие направления:

- повышение и интенсификация процессов энергоэффективности;
- внедрение инновационных технологий в целях снижения материалоёмкости;
- всеобъемлющее использование эко-технологий в целях генерации чистой и безопасной энергии;
- использование технологий, обеспечивающих экономию водных ресурсов и сырья;
- включение в актуальную повестку научных учреждений (университетов), предприятий всех отраслей экономики, исследовательских технологий, которые обеспечивают сокращение парниковых газов, а также загрязняющих веществ атмосферы;

- применение цифровых инноваций и искусственного интеллекта для разработки процессов утилизации отходов на предприятиях РФ;
- расширение применения парка электротранспортных услуг на территории крупных предприятий.

Список литературы

1. Lian, Ganghui, et al. "Substantive green innovation or symbolic green innovation? The impact of ER on enterprise green innovation based on the dual moderating effects." *Journal of Innovation and Knowledge*, vol. 7, no. 3, Jul. 2022, p. 100203. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100203>
2. Fussler, C.; James, P. *Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability*; Financial Times/Prentice Hall: Hoboken, NJ, USA, 1996.
3. Wang, L., Yang, H. Digital technology innovation and corporate ESG performance: evidence from China. *Econ Change Restruct* 57, 207 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10644-024-09791-x>
4. Азарова, Н. А. Векториальность "зеленых" инноваций устойчивого развития при управлении предприятием / Н. А. Азарова // Устойчивость природных ландшафтов и их компонентов к внешнему воздействию: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Грозный, 18–19 октября 2024 года. – Грозный: Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, 2024. – С. 23-27. – DOI 10.36684/148-1-2024-23-27. – EDN IZWOWH.
5. Лола И.С., Дубкова А.Д., Андреев К.Д. Инвестиции промышленности в «зеленые» технологии: тренды GreenTech направлений в 2023-2024 гг. М.: НИУ ВШЭ, 2024. – с.20 // https://www.hse.ru/data/2024/04/11/2145539416/Digital_industry_1Q2024.pdf

References

1. Lian, Ganghui, et al. "Substantive green innovation or symbolic green innovation? The impact of ER on enterprise green innovation based on the dual moderating effects." *Journal of Innovation and Knowledge*, vol. 7, no. 3, Jul. 2022, p. 100203. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100203>
2. Fussler, C.; James, P. *Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability*; Financial Times/Prentice Hall: Hoboken, NJ, USA, 1996.
3. Wang, L., Yang, H. Digital technology innovation and corporate ESG performance: evidence from China. *Econ Change Restruct* 57, 207 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10644-024-09791-x>
4. Azarova, N. A. Vectoriality of "green" innovations of sustainable development in enterprise management / N. A. Azarova // Sustainability of natural landscapes and their components to external influences: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Grozny, October 18-19, 2024. Grozny: Kadyrov Chechen State University, 2024. pp. 23-27. – DOI 10.36684/148-1-2024-23-27. – EDN IZWOWH.
5. Lola I.S., Dubkova A.D., Andreev K.D. Industrial investments in "green" technologies: trends in GreenTech directions in 2023-2024. Moscow: HSE, 2024. – p.20 // https://www.hse.ru/data/2024/04/11/2145539416/Digital_industry_1Q2024.pdf

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_408-411

УДК 65.011.56: 630*181.351

ОСНОВНЫЕ ИНДИКАТОРЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

KEY INDICATORS OF DIGITAL TRANSFORMATION OF RATIONAL NATURE MANAGEMENT

Безрукова Т.Л., доктор экон. наук, профессор, зав. каф. Экономики и финансов, проф. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Bezrukova T.L., Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Economics and Finance, Professor of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Кувшинова О.В., канд. геогр. наук, доцент, доц. каф. Экономики и финансов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Kuvshinova O.V., PhD in Geography, Associate Professor, of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Кретинин А.А., соискатель кафедры Экономики и финансов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Kretinin A.A., applicant of the Department of Economics and Finance of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: Вопросам цифровизации многих сфер общественной жизни уделяется учеными большое внимание. Цифровая трансформация отрасли экологии и природопользования ориентируется на адаптацию цифровых технологических решений, что создает многие проблемы: низкая информированность граждан в части мониторинга состояния окружающей среды; высокая трудоемкость и низкая оперативность получения актуальной информации о состоянии природных ресурсов; отсутствие единых стандартов сбора цифровой информации и обмена ее в рамках отрасли. Задачи для решения проблем цифровой трансформации в области экологии и природопользования поставлены Российским и Международным законодательством (Декларацией Конференции ООН по проблемам окружающей человека среды и Распоряжением Правительства РФ от 15 декабря 2023 г.), что требует своевременного и оперативного решения.

Abstract: Scientists pay much attention to the issues of digitalization of many spheres of public and state life. Digital transformation of the ecology and nature management industry is focused on the adaptation of digital technological solutions, which creates many problems: low awareness of citizens in terms of monitoring the state of the environment; high labor intensity and low efficiency of obtaining up-to-date information; lack of uniform standards for collecting digital information and exchanging it within the industry. The tasks for solving the problems of digital transformation in the field of ecology and nature management are set by Russian and International legislation (the Declaration of the UN Conference on the Human Environment and the Order of the Government of the Russian Federation of December 15, 2023), which requires a timely and prompt solution.

Ключевые слова: цифровизация, трансформация, экология, природопользование.

Keywords: digitalization, transformation, ecology, environmental management.

В Российской Федерации уже почти 10 лет значительное внимание уделяется вопросам цифровизации многих сфер общественной и государственной жизни. Однако в сфере экологии и природопользования вплоть до последнего времени применение цифровых технологий носило фрагментарный и несистемный характер.

В декабре 2023 года «Правительство РФ утвердило стратегию цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования. Создание единого цифрового пространства для решения задач» [1] экологии и природопользования – одна из главных целей обновлённого стратегического направления в области цифровой трансформации этой отрасли. «Оно будет сформировано за счет интеграции 10 ведомственных информационных систем на базе платформы «ГосТех».

Стратегическое направление утверждается до 2030 года и поэтапно охватывает охрану окружающей среды, гидрометеорологию, мониторинг и управление лесными и водными ресурсами, недропользование, систему обращения с отходами, управление особо охраняемыми природными территориями, поддержку экологического туризма, мониторинг и сохранение биологического разнообразия, государственный экологический контроль, управление и сохранение охотничьих ресурсов» [2].

Цифровая трансформация отрасли экологии и природопользования ориентируется на адаптацию цифровых технологических решений, это сложный процесс, при котором возникают основные проблемы [3,4]:

- ориентированность на сбор и оборот информации на бумажных носителях и в нестандартизированных цифровых форматах;
- документоцентричная система управления, многозвеньевая вертикаль, сложная система распределения полномочий и ответственности;
- низкая информированность граждан в части мониторинга состояния окружающей среды и принимаемых органами исполнительной власти мер по снижению негативного воздействия;
- высокая трудоемкость и низкая оперативность получения актуальной информации о состоянии природных ресурсов;
- отсутствие единых стандартов сбора цифровой информации и обмена ее в рамках отрасли;
- отсутствие единых платформенных решений [5];
- отсутствие единого стандарта ведения географических информационных систем;
- отсутствие или низкий уровень покрытия широкополосным доступом к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" на туристически привлекательных особо охраняемых природных территориях;
- отсутствие аппаратных серверных и пользовательских мощностей, отсутствие сети передачи данных;
- недостаточный уровень достоверности, актуальности и полноты статистической информации и имеющихся баз данных [5];

- отсутствие полномасштабного отраслевого регулирования в области применения методов искусственного интеллекта;
- отсутствие единого канала сбора информации и предоставления обратной связи по имеющимся комплексным экологическим вопросам;
- отсутствие достоверных и актуальных данных по количеству отходовобразователей, объему и морфологии отходов производства и потребления различных классов опасности;
- отсутствие механизма учета и контроля потоков отходов;
- отсутствие возможности формирования комплексного тура для посещения особо охраняемых природных территорий (единой системы бронирования);
- критическая зависимость от иностранного программного обеспечения (платформы для сбора, хранения и визуализации данных технологических процессов) и высокотехнологичного оборудования [6].

Цифровая трансформация отрасли экологии и природопользования проходит длительную подготовку, в процессе которой определены основные индикаторы и главные тенденции (рис.1).

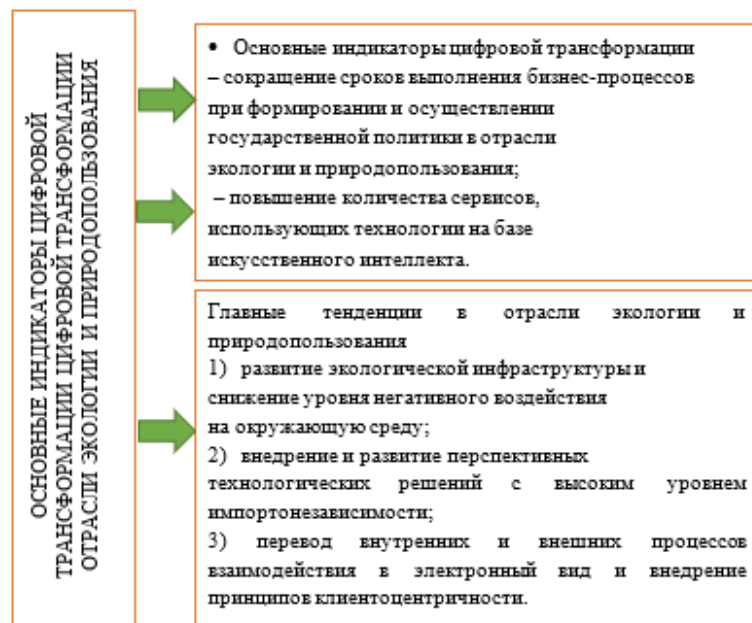


Рисунок 1 – Основные индикаторы цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования

Принятие стратегии цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования открывает новые возможности для импортозамещения цифрового оборудования для экомониторинга, применение которого позволит совершить серьезный прорыв не только в области управления природными ресурсами, но и в сфере охраны окружающей среды в целом [7]. При этом, доступ к информации о состоянии природных объектов будет в режиме реального времени и у уполномоченных органов власти, а это залог повышения оперативности и эффективности мер реагирования, и у населения – объективные данные будут в открытом режиме, ведь основная задача – рост экологической безопасности территорий.

Список литературы

1. Декларация Конференции ООН по проблемам окружающей человека среды (Стокгольм, 16.06.1972). На сайте ООН: декларации. – URL: [https:// www.platnym un. org/ ru/ documents/ decl conv/ declarations/ declarathenv.p.shtml](https://www.platnym.un.org/ru/documents/declconv/declarations/declarathenv.shtml) (дата обращения: 16.05.2023).
2. Распоряжение Правительства РФ от 15 декабря 2023 г. № 3664-р «О стратегическом направлении в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования, относящейся к сфере деятельности Министерства природных ресурсов и экологии РФ. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408171423/>
3. Авдеева И. Л. Анализ перспектив развития цифровой экономики в России и за рубежом. М.: Кнорус, 2016. 231 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28986542>
4. Заславская Н.М. Национальная система пространственных данных в механизме информационного обеспечения государственного экологического управления: организационно–правовой аспект // Экологическое право. – 2022. – № 6. – С. 23–28.
5. Лунева Е.В. Методологические подходы к исследованию права рационального природопользования // Журнал российского права. – 2021. –Т. 25. – № 11. –С. 163–182.
6. Кретинин А.А. Визуализация цифровых технологий как основа трансформации лесопромышленной отрасли/ А.А. Кретинин, Т.Л. Безрукова // ВАК ФЭС «Финансы. Экономика. Стратегия». 2022. - № 8, С. 62-69.
7. Ларионов В.Г. Цифровая трансформация лесного хозяйства / В.Г. Ларионов, Т.Л. Безрукова, Е.Н. Шереметьева, Е.П. Барина, М.В. Ветчинкина // В сборнике: ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА: "IFOREST". Материалы международной научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 64-70.

References

1. Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment (Stockholm, 16 June 1972). On the UN website: declarations. – URL: [https:// www.platnym un. org/ ru/ documents/ decl conv/ declarations/ declarathenv..shtml](https://www.platnym.un.org/ru/documents/declconv/declarations/declarathenv.shtml) (date of access: 16.05.2023).
2. Order of the Government of the Russian Federation of December 15, 2023 No. 3664-r "On the strategic direction in the field of digital transformation of the ecology and nature management sector related to the scope of activities of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408171423/>
3. Avdeeva I. L. Analysis of the prospects for the development of the digital economy in Russia and abroad. M.: Knourus, 2016. 231 p. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28986542>
4. Zaslavskaya N.M. National system of spatial data in the mechanism of information support of state environmental management: organizational and legal aspect // Environmental law. - 2022. - No. 6. - P. 23-28.
5. Luneva E.V. Methodological approaches to the study of the law of rational nature management // Journal of Russian Law. - 2021. -V. 25. - No. 11. -P. 163-182.
6. Kretinin A.A. Visualization of digital technologies as a basis for transforming the forestry industry / A.A. Kretinin, T.L. Bezrukova // HAC FES "Finance. Economy. Strategy". 2022. - No. 8, P. 62-69.
7. Larionov V.G. Digital transformation of forestry / V.G. Larionov, T.L. Bezrukova, E.N. Sheremetyeva, E.P. Barinova, M.V. Vetchinkina // In the collection: GREEN ECONOMY: "IFOREST". Proceedings of the international scientific and practical conference. Voronezh, 2021. Pp. 64-70.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПЕРЕХОДА НА «ЗЕЛЁНУЮ» ЭНЕРГЕТИКУ

THE ECONOMIC FEASIBILITY OF SWITCHING TO "GREEN" ENERGY

Зиновьева И.С., доктор эк. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Короткая А.Ю., студент ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Zinovyeva I.S., Doctor of Economic
Sciences, Professor of Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

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

Аннотация: в данной статье рассмотрена экономическая целесообразность перехода на «зелёную» энергетику с акцентом на использование возобновляемых источников энергии. Исследование охватывает краткосрочные и долгосрочные выгоды, связанные с этим затраты и доходы, а также потенциальные риски для различных секторов экономики. Особое внимание уделяется ситуации в России, где доля возобновляемых источников энергии в энергобалансе остается низкой, но демонстрирует постепенный рост.

Abstract: this article examines the economic feasibility of switching to "green" energy with an emphasis on the use of renewable energy sources. The study covers the short- and long-term benefits, associated costs and revenues, as well as potential risks for various sectors of the economy. Particular attention is paid to the situation in Russia, where the share of renewable energy sources in the energy mix remains low, but is showing gradual growth.

Ключевые слова: зелёная энергетика, возобновляемые источники энергии, устойчивое развитие, экономическая целесообразность.

Keywords: green energy, renewable energy sources, sustainable development, economic feasibility.

В современных условиях глобализации и быстрого развития информационных технологий человечество столкнулось с рядом проблем, требующих немедленного решения. Проблема устойчивого энергетического будущего планеты является одной из ключевых на данный момент. Традиционные источники энергии, которые основаны на использовании природных ископаемых ресурсов, исчерпаемы и являются основным источником антропогенного воздействия на окружающую среду. Это приводит к экологическим проблемам, таким как загрязнение воды и воздуха, глобальное потепление.

Последние десятилетия ознаменовались ростом интереса в «зеленой» энергетике. «Зелёная» энергетика – это комплект технологий и подходов, направленных на использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), таких как ветер, солнце, биотопливо, гидроэнергия и геотермальные ресурсы [1]. Переход к таким системам производства энергии является одним

из главных путей достижения устойчивого развития и подразумевает снижение выбросов парниковых газов и обеспечение доступной чистой энергией для всех.

Несмотря на экологические преимущества внедрения ВИЭ в повседневную жизнь, всё же остается ряд проблем, связанных с высокими затратами на разработку и внедрение новых технологий. С другой стороны, ужесточение экологических норм и растущая стоимость полезных ископаемых делают «зеленую» энергетику более конкурентоспособной.

Переход на ВИЭ стал ключевым элементом глобальной повестки устойчивого развития, однако его реализация требует тщательного экономического анализа, который учитывает текущие затраты и будущие выгоды.

Экономическая целесообразность перехода на «зеленую» энергетику требует всестороннего анализа, учитывающего как краткосрочные, так и долгосрочные аспекты использования ВИЭ. На начальном этапе внедрения ВИЭ наблюдаются значительные затраты: установка солнечных панелей может достигать 50-100 долларов за 1 кВт мощности, а ветровых турбин – до 1,5 тыс. долларов за 1кВт. Эти показатели выше, чем для традиционных источников, где стоимость установки составляет около 600-1200 долларов за 1кВт [2]. Кроме того, модернизация электросетей для интеграции ВИЭ требует дополнительных инвестиций. Существуют также социальные риски: угольная и нефтяная промышленность могут столкнуться с сокращением доходов, особенно в регионах, зависимых от добычи ископаемого топлива.

В России процесс внедрения ВИЭ находится на начальной стадии, несмотря на значительный потенциал использования солнечной, ветровой и гидроэнергии. По данным Министерства энергетики РФ, доля ВИЭ в общем энергобалансе страны составляет менее 1%, исключая крупную гидроэнергетику. Основными барьерами являются высокие первоначальные затраты, недостаточная развитость инфраструктуры и слабая поддержка государства. Однако ситуация постепенно меняется: с 2013 года в рамках программы «Конкурсная поддержка возобновляемых источников энергии» было запущено несколько проектов [3]. Инвестиции в развитие ВИЭ в России демонстрируют устойчивый рост (рисунок 1).

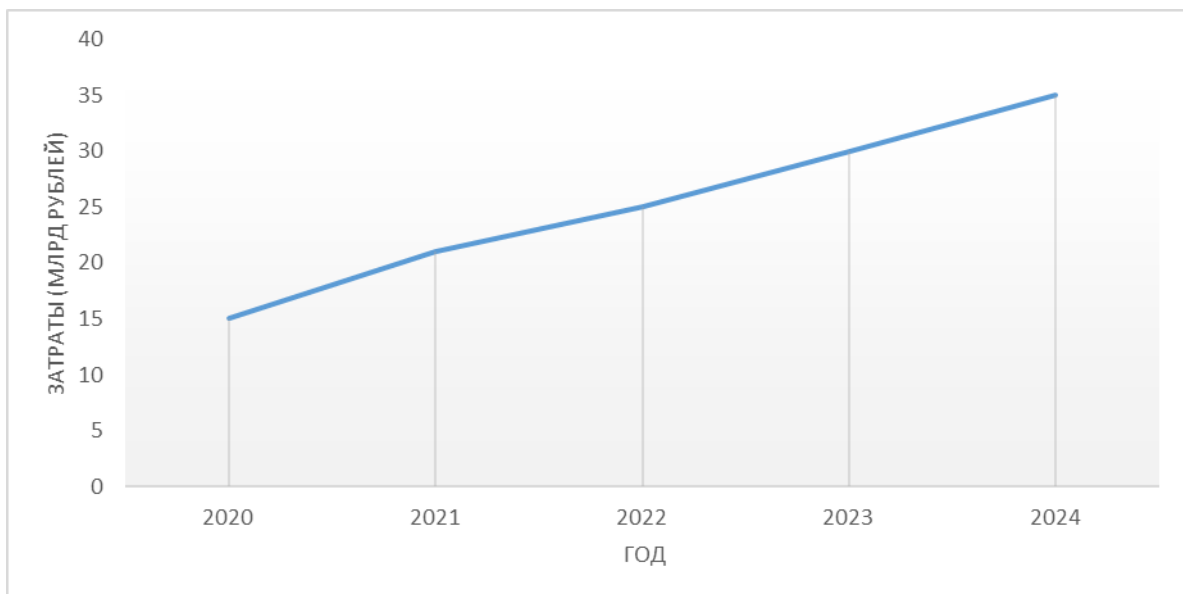


Рисунок 1 – Инвестиции в развитие ВИЭ в России

В 2020 году затраты на развитие ВИЭ составили 15 млрд рублей, что позволило начать реализацию проектов преимущественно в сфере солнечной энергетики южных регионов страны. В 2021 году затраты выросли до 21 млрд рублей, благодаря чему были запущены первые ветровые станции в Краснодарском крае и Ростовской области. В 2022 году расходы увеличились до 25 млрд рублей, что связано с продолжением строительства ветровых и солнечных станций, а также началом инвестиций в модернизацию электросетей для интеграции ВИЭ. В 2023 году затраты достигли 32 млрд рублей, при этом основное внимание уделялось завершению крупных проектов и внедрению инициатив по малой гидроэнергетике и биоэнергии. К 2024 году затраты составили 35 млрд рублей, что позволило увеличить мощность ВИЭ до 1,5 ГВт [4].

Несмотря на высокие первоначальные затраты, краткосрочные выгоды от использования ВИЭ уже очевидны. Переход на возобновляемые источники энергии снижает зависимость от импорта ископаемого топлива, что обеспечивает энергетическую независимость. Например, Германия благодаря программе *Energiewende* сократила импорт газа на 20% [5].

Создание рабочих мест также является важным фактором. Сегодня ВИЭ обеспечивают 12 млн рабочих мест по всему миру, включая строительство, обслуживание и производство оборудования [2]. В России подобный эффект может быть достигнут в регионах с высоким потенциалом ВИЭ, таких как Дальний восток и юг страны. Государственные стимулы, такие как субсидии и налоговые льготы, существенно снижают барьеры для инвестиций. Европейский Союз, например, выделил 1,8 трлн евро на «зеленый» переход в рамках программы *REPowerEU* [6]. В России же подобные механизмы находятся на стадии развития, но их внедрение может укорить переход на возобновляемые источники энергии.

Долгосрочные выгоды значительно перевешивают текущие затраты. Снижение внешних издержек, связанных с загрязнением воздуха и ущербом экосистемам, оценивается в сотни миллиардов долларов. В ЕС экономия от снижения выбросов составила 130-360 млрд евро в 2023 году [7]. Для России переход на ВИЭ может стать способом минимизации экологического воздействия в условиях богатых природных ресурсов и огромных территорий. Энергетическая независимость минимизирует риски ценовых колебаний на мировом рынке ископаемого топлива. Рост экспорта технологий становится новым источником дохода: лидеры в области ВИЭ, такие как Китай, Дания и Норвегия, уже получают прибыль от продажи оборудования и передового опыта. По прогнозам Международного агентства по возобновляемым источникам энергии IRENA, к 2030 году ВИЭ могут обеспечить 42 млн новых рабочих мест, включая высокотехнологичные отрасли [7].

Однако долгосрочные риски также требуют внимания. Традиционные секторы, такие как угольная промышленность, могут потерять до 30% рабочих мест к 2040 году, что потребует масштабных программ переобучения. Особенно актуально это для России, где угольная отрасль играет важную роль в экономике некоторых регионов. Технологические риски связаны с ненадежностью ВИЭ без развитой инфраструктуры хранения энергии, что может привести к сбоям в энергосистемах. Политические риски, такие как смена курса правительств или недостаток международного сотрудничества, могут подорвать инвестиционную привлекательность проектов. В России эти риски усиливаются из-за зависимости экономики от экспорта углеводородов и сложной геополитической ситуации.

Различные сектора экономики мирового хозяйства играют ключевую роль в процессе перехода. Промышленность может снизить затраты на энергообеспечение благодаря более низкой стоимости эксплуатации ВИЭ по сравнению с традиционными источниками. Однако предприятия, использующие уголь, столкнутся с необходимостью дорогостоящей модернизации. В сельском хозяйстве ветровые фермы и солнечные панели на землях с низкой плодородностью создают дополнительный доход для фермеров. Это особенно важно для России, где значительная часть территории имеет ограниченное использование для сельского хозяйства. Развитие «зеленой» инфраструктуры стимулирует рынок услуг, например, через проведение энергоаудитов. Электрификация транспорта позволяет сократить расходы на топливо: электробусы экономят до 50% затрат по сравнению с дизельными аналогами.

Анализ экономической целесообразности перехода на «зелёную» энергетику демонстрирует, что несмотря на высокие первоначальные затраты, долгосрочные выгоды значительно перевешивают текущие издержки. Краткосрочные преимущества включают снижение зависимости от импорта ископаемого топлива, создание новых рабочих мест и стимулирование технологического развития. В долгосрочной перспективе переход на ВИЭ позволяет снизить экологический ущерб, минимизировать внешние издержки, связанные со здоровьем населения и климатическими изменениями, а также обеспечить энергетическую независимость.

На примере России видно, что доля ВИЭ в энергобалансе страны остается низкой, инвестиции в эту сферу постепенно растут. Это свидетельствует о начавшемся процессе модернизации энергетического сектора, направленном на диверсификацию экономики и снижение зависимости от углеводородов. Однако для успешного внедрения ВИЭ необходимы дополнительные усилия по модернизации инфраструктуры, развитию технологий хранения энергии и адаптации традиционных секторов экономики к новым условиям.

Список литературы

1. Зачем нужна зеленая энергетика. – Текст: электронный. – URL: <https://www.renwex.ru/ru/ii/zelyonaya-ehnergetika/?ysclid=m869ntka4n215791410> (дата обращения 12.03.2025)
2. Данные IRENA по внедрению ВИЭ – Текст: электронный. – URL: https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA_Renewable_power_generation_costs_in_2022_Abstract:_RU.pdf (дата обращения 12.03.2025)
3. Конкурсные отборы инвестиционных проектов ВИЭ – Текст: электронный. – URL: <https://rreda.ru/industry/competitive-selection/?ysclid=m869w02gtv660827769> (дата обращения 12.03.2025)
4. Инвестиции в ВИЭ в России– Текст: электронный. – URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/rynok-vozobnovlyaemoy-energetiki-rf-tekuschiy-status-i-perspektivy-razvitiya-chast-1> (дата обращения 12.03.2025)
5. Правовые аспекты новой энергетической политики Германии. – Текст: электронный. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravovye-aspekty-novoy-energeticheskoy-politiki-germanii?ysclid=m86a9k0byi973229495> (дата обращения 12.03.2025)

6. Программа repowereu. – Текст: электронный. – URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en (дата обращения 12.03.2025)

7. Международное агентство по возобновляемым источникам энергии IRENA: официальный сайт. – URL: <https://www.irena.org/News/pressreleases/2024/Jul/Tripling-Renewables-by-2030-Requires-a-Minimum-of-16-point-4-pc-Annual-Growth-Rate> (дата обращения 12.03.2025) – Текст: электронный.

References

1. Why green energy is needed. – Text: electronic. – URL: <https://www.renwex.ru/ru/ii/zelyonaya-ehnergetika/?ysclid=m869ntka4n215791410> (accessed 12.03.2025)

2. IRENA data on the implementation of renewable energy sources – Text: electronic. – URL: https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA_Renewable_power_generation_costs_in_2022_Abstract:_RU.pdf (accessed 12.03.2025)

3. Competitive selections of renewable energy investment projects. – Text: electronic. – URL: <https://trreda.ru/industry/competitive-selection/?ysclid=m869w02gtv660827769> (accessed 12.03.2025)

4. Investments in renewable energy in Russia – Text: electronic. – URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/rynok-vozobnovlyaemoy-energetiki-rf-tekuschiy-status-i-perspektivy-razvitiya-chast-1> (accessed 12.03.2025)

5. Legal aspects of Germany's new energy policy. – Text: electronic – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravovye-aspekty-novoy-energeticheskoy-politiki-germanii?ysclid=m86a9k0byi973229495> (accessed 12.03.2025)

6. repowereu program. – Text: electronic – URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en (accessed 12.03.2025)

7. International Renewable Energy Agency IRENA: official website. – URL: <https://www.irena.org/News/pressreleases/2024/Jul/Tripling-Renewables-by-2030-Requires-a-Minimum-of-16-point-4-pc-Annual-Growth-Rate> (accessed 12.03.2025) – Text: electronic.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_417-419
УДК 625.7

**ПЕРСПЕКТИВЫ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ
В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ БИЗНЕСЕ**
PROSPECTS OF TRANSPORT LOGISTICS IN THE TIMBER INDUSTRY

Безрукова Т.Л., доктор экономических наук, профессор ФГБОУ «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Корниенко А.В., студент ФГБОУ «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Bezrukova T.L., Doctor of Economics, Professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Kornienko A.V., Student of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: Транспортная логистика в лесопромышленном бизнесе является важным звеном в обеспечении эффективной доставки лесоматериалов от лесозаготовок до конечных потребителей. В условиях глобальных изменений на рынке, внедрения новых технологий и усиления экологических требований, лесопромышленная отрасль сталкивается с новыми вызовами и возможностями. Основными направлениями развития транспортной логистики в этой области являются цифровизация и автоматизация, экологическая устойчивость, модернизация инфраструктуры, внедрение беспилотных технологий, а также оптимизация управления цепочками поставок.

Abstract: Transport logistics in the timber industry is an important link in ensuring the efficient delivery of timber from logging operations to end users. In the context of global market changes, the introduction of new technologies and increased environmental requirements, the timber industry is facing new challenges and opportunities. The main directions of transport logistics development in this area are digitalization and automation, environmental sustainability, modernization of infrastructure, introduction of unmanned technologies, as well as optimization of supply chain management.

Ключевые слова: транспортная логистика, лесопромышленный бизнес, цифровизация, автоматизация, экологический транспорт, мульти-модальные системы, беспилотные технологии, глобализация, инновации

Keywords: transport logistics, timber industry, digitalization, automation, environmental transport, multimodal systems, unmanned technologies, globalization, innovation

Лесопромышленная промышленность охватывает широкий спектр процессов: начиная с вырубki леса и заканчивая переработкой древесины и доставкой конечного продукта потребителю. Эффективная транспортная логистика – залог своевременной доставки сырья и продукции, и для этого необходимо учитывать различные аспекты, включая сезонные изменения, рельеф местности и рыночную конъюнктуру. В последние годы, благодаря технологическому прогрессу и меняющимся внешним условиям, транспортная логистика

приобрела стратегическое значение для лесозаготовительных предприятий, напрямую влияя на их конкурентоспособность.

Автоматизация и цифровизация логистических операций становятся ключевыми тенденциями. Современные инструменты играют важную роль в совершенствовании транспортной логистики в сфере деревообработки. Использование систем управления транспортом (TMS) и GPS-трекинга позволяет существенно оптимизировать планирование маршрутов, отслеживать перемещение транспорта и прогнозировать сроки доставки. Анализ больших данных (Big Data) помогает выявлять закономерности и оптимизировать транспортные потоки, что приводит к сокращению расходов на перевозки. Цифровые технологии не только ускоряют обработку информации, но и повышают точность доставки, что особенно важно для лесной отрасли, где соблюдение сроков поставки критически важно.

В связи с растущими требованиями к экологической ответственности и устойчивому развитию, лесопромышленным компаниям необходимо внедрять экологически безопасные технологии. В этой связи активно внедряются электромобили, автомобили на газе и биотопливо. Развитие комбинированных транспортных систем, объединяющих автомобильный, железнодорожный и водный виды транспорта, способствует повышению гибкости и снижению логистических издержек. Модернизация транспортной инфраструктуры, строительство новых транспортных путей и создание логистических центров позволяют разгрузить существующие маршруты и повысить общую эффективность транспортных операций.

Значительное влияние оказывает и состояние дорожного покрытия, поскольку оно напрямую влияет на скорость доставки и уменьшает затраты на ремонт и обслуживание автопарка. Будущее транспортной логистики в древесной промышленности тесно связано с внедрением передовых технологий, таких как цифровая трансформация, беспилотный транспорт и экологически безопасные виды транспорта. Текущие рыночные тенденции, ужесточение экологических норм и процессы глобализации создают новые горизонты для повышения эффективности логистических процессов и укрепления конкурентных позиций лесопромышленных предприятий. Улучшение транспортной инфраструктуры и оптимизация управления логистическими цепочками – ключевые факторы, определяющие успешное развитие отрасли в перспективе.

Список литературы

1. Авдеева И. Л. Анализ перспектив развития цифровой экономики в России и за рубежом. – М.: Кнорус, 2016. 231 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28986542>.
2. Заславская Н.М. Национальная система пространственных данных в механизме информационного обеспечения государственного экологического управления: организационно–правовой аспект // Экологическое право. – 2022. – № 6. – С. 23–28.
3. Лунева Е.В. Методологические подходы к исследованию права рационального природопользования // Журнал российского права. – 2021. – Т. 25. – № 11. – С. 163–182.
4. Кретинин А.А. Визуализация цифровых технологий как основа трансформации лесопромышленной отрасли/ А.А. Кретинин, Т.Л. Безрукова // ВАК ФЭС «Финансы. Экономия. Стратегия». – 2022. – № 8. – С. 62-69.

5. Ларионов В.Г. Цифровая трансформация лесного хозяйства / В.Г. Ларионов, Т.Л. Безрукова, Е.Н. Шереметьева, Е.П. Баринова, М.В. Ветчинкина // В сборнике: ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА: "IFOREST" : Материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2021. – С. 64-70.

References

1. Avdeeva I. L. Analysis of the prospects for the development of the digital economy in Russia and abroad. – Moscow: Knorus, 2016. 231 p. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28986542>
2. Zaslavskaya N.M. National spatial data system in the information support mechanism of state environmental management: organizational and legal aspect // Environmental Law. – 2022. – No. 6. – pp. 23-28.
3. Luneva E.V. Methodological approaches to the study of the law of rational use of natural resources // Journal of Russian Law. – 2021. – Vol. 25. – No. 11. – pp. 163-182.
4. Cretinin A.A. Visualization of digital technologies as the basis for the transformation of the timber industry/ A.A. Cretinin, T.L. Bezrukova // Higher Attestation Commission of the Federal Economic Service "Finance. Economy. Strategy". – 2022. – No. 8. – pp. 62-69.
5. Larionov V.G. Digital transformation of forestry / V.G. Larionov, T.L. Bezrukova, E.N. Sheremetyeva, E.P. Barinova, M.V. Vetchinkina // In the collection: GREEN ECONOMY: "IFOREST" : Materials of the international scientific and practical conference. – Voronezh, 2021. – pp. 64-70.

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ
КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ НА ЗЕМЛЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА****ECONOMIC EFFICIENCY OF IMPLEMENTING FOREST CLIMATE PROJECTS ON
FOREST LANDS**

Панявина Е.А., кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и экономики предпринимательства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Panyavina E.A., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: В статье рассмотрена методика оценки экономической эффективности инвестирования в лесные климатические проекты лесовосстановления, раскрыта сущность, содержание и представлен алгоритм определения экономической эффективности реализации лесных климатических проектов на землях лесного фонда, что подтверждено выполненными расчетами. Установлено, что лесоклиматические проекты по лесовосстановлению обладают инвестиционной привлекательностью, срок окупаемости инвестиционного проекта с учетом нормы дисконта уменьшается по мере увеличения стоимости депонирования 1 тонны CO₂.

Abstract: The article considers the methodology for assessing the economic efficiency of investing in forest climate projects for reforestation, reveals the essence, content and presents an algorithm for determining the economic efficiency of implementing forest climate projects on forest fund lands, which is confirmed by the calculations performed. It has been established that forest climate projects for reforestation have investment attractiveness, the payback period of the investment project, taking into account the discount rate, decreases as the cost of depositing 1 ton of CO₂ increases.

Ключевые слова: лесные климатические проекты, экономическая эффективность, земли лесного фонда, лесовосстановление

Keywords: forest climate projects, economic efficiency, forest lands, reforestation

Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г., утвержденная Правительством Российской Федерации, задает не только целевые показатели выбросов парниковых газов от различных секторов (источников), но и целевые показатели поглощения углекислого газа (CO₂) в секторе землепользования и лесного хозяйства. Достижение целевых показателей невозможно без реализации климатических проектов [1].

Лесные климатические проекты являются частью климатических проектов и представляют собой инициативы по поддержанию и (или) развитию экосистемной функции лесных экосистем в части увеличения абсорбции парниковых газов поглотителями (леса, болота), включая ее монетизацию на углеродных рынках. В России могут быть реализованы

лесоклиматические проекты трех типов, предусматривающие добровольное сохранение лесов арендаторами, лесопользование, направленное на повышение поглотительной способности лесных экосистем, включая охрану лесов от пожаров, а также защитное лесоразведение [2]. К лесным климатическим проектам относятся проекты по лесовосстановлению, при условии, что лесовосстановление не является частью обязательных лесоводческих мероприятий [3].

По расчетам *международной аудит-консалтинговой корпорации*, потенциал лесоклиматических проектов по сокращению выбросов парниковых газов в России достигает 360-420 млн тонн CO₂ в год. При условии стоимости углеродной единицы (1 тонна CO₂) от €4 до €40 этот рынок в среднем может составлять от €1,56 до €15,6 млрд (с перспективой роста до €35,1 млрд) [4].

Таким образом, возможности для реализации лесоклиматических проектов имеются, однако инвесторы опасаются вкладывать деньги в данный вид деятельности. Такая тенденция обусловлена неопределенностью в оценке экономической эффективности реализации лесных климатических проектов.

Целью исследования является определение экономической эффективности реализации лесных климатических проектов лесовосстановления на вырубках на землях лесного фонда.

В основу определения экономической эффективности реализации лесных климатических проектов на землях лесного фонда положен затратный подход, включающий комплекс расчетов по определению затрат на 1 га продуцирующей площади. В состав затрат включаются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, фонд оплаты труда, начисления, расходы на материалы [5].

Определение экономической составляющей реализации лесных климатических проектов учитывает влияние нормообразующих факторов: условия, группа почв, количество пней на участке, длина гона, густота посадки, среднее расстояние на переезды. При определении затрат на реализацию лесоклиматических проектов были сформированы расчетно-технологические карты (РТК), произведено калькулирование статей затрат.

Экономический результат реализации климатических проектов состоит, прежде всего, в выпуске углеродных кредитов или углеродных офсетов, представляющих торгуемые объемы предотвращения или сокращения эмиссии, а также увеличения поглощения тонн CO₂, когда один контрагент может приобрести их у другого для компенсации своих «чистых» выбросов двуокиси углерода для достижения углеродной нейтральности [6].

При определении экономической эффективности проектов лесовосстановления на вырубках руководствовались следующими условиями и допущениями:

- жизненный цикл лесоклиматического проекта – 45 лет;
- темп инфляции – по данным Прогноза социально-экономического развития 4% [7];
- ключевая ставка – 21% (по состоянию на 01.03.2025 г.);
- ставка налога на прибыль – 20%;

- стоимостные значения единовременных и текущих затрат определялись в соответствии с Межотраслевыми типовыми нормами выработки на лесокультурные работы, выполняемые в равнинных условиях, Межотраслевыми нормами выработки и времени на работы, выполняемые при проведении санитарных рубок и рубок ухода за лесом; Типовыми

нормами выработки, нормами времени на работы, выполняемые в лесных питомниках, Типовыми нормами выработки, нормами времени на рубки ухода за лесом в равнинных условиях, Нормами расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте, Нормами расхода горюче-смазочных материалов на механизированные работы, выполняемые в лесном хозяйстве;

- ставка дисконта для проектов, направленных на повышение продуктивности и улучшение качественного состава лесов – 3%.

Единовременные затраты организации проектов лесовосстановления на вырубках представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Смета на организацию проектов лесовосстановления на вырубках в расчете на 1 га

Статьи единовременных затрат	Сумма, руб.
Проектирование мероприятий по лесовосстановлению	50,0
Валидация (1 раз в течение всего периода)	100,0
Безотвальная обработка почвы	1 681,36
Посадка сеянцев с ЗКС	51 840,66
Всего единовременные затраты на лесовосстановление на вырубке	53 672,02

Для организации проектов лесовосстановления на вырубках в расчете на 1 га необходимы финансовые средства в сумме 53 672,02 руб.

К текущим расходам на осуществление деятельности проектов лесовосстановления на вырубках на площади 1 га относятся затраты на агротехнические уходы, устройство и подновление противопожарных минерализованных полос, полив лесных культур, размер и виды которых по годам представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Текущие расходы на реализацию проектов лесовосстановления на вырубках в расчете на 1 га

Статьи текущих затрат	Общая сумма, руб.
Текущие затраты за 1 год	17 057,34
Текущие затраты за 2 год	22 209,62
Текущие затраты за 3 год	5 403,02
Текущие затраты за 4 год	5 403,02
Текущие затраты за 5 год	3 765,63
Текущие затраты за 6-45 год	64 107,60
Текущие затраты за 8, 15, 35 год	19 907,73
Текущие затраты за 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 год	800,0
Всего текущие затраты на лесовосстановление на вырубке	138 653,96

Общая сумма текущих затрат за весь период осуществления агротехнических уходов (45 лет) в ценах 2025 г. составит 138 653,96 руб.

При определении дохода от реализации проектов лесовосстановления на вырубке в расчете на 1 га руководствовались следующим:

1. Ежегодный объем депонирования углерода проектного объема поглощений CO₂: 15 лет – 3,44 тонны CO₂/га; 30 лет – 3,25 тонны CO₂/га; 45 лет – 2,91 тонны CO₂/га.

2. Стоимость депонирования 1 тонны CO₂ – 500, 1000, 1500, 2000 и 2500 рублей.

3. Ежегодный темп инфляции – 4%.

С учетом вышеперечисленных условий были определены показатели экономической эффективности проектов лесовосстановления на вырубке:

- Доход за весь жизненный цикл проекта лесовосстановления (45 лет).

- Текущие затраты всего периода осуществления проекта с учетом темпов инфляции.

- Накопленная чистая прибыль за период реализации проекта лесовосстановления на вырубке.

- Чистый дисконтированный доход (NPV > 0).

- Норма доходности на инвестированный капитал – индекс рентабельности инвестиций (PI > 1 (100%)).

- Внутренняя норма рентабельности (доходности) (IRR > i (ставка дисконта)).

- Дисконтированный срок окупаемости (DPP > n (жизненный цикл проекта)).

Результаты расчета вышеперечисленных показателей представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели эффективности полных инвестиционных затрат проекта лесовосстановления на вырубке на 1 га

Наименование показателя	Значение показателя при стоимости депонирования 1 тонны CO ₂				
	500 руб.	1000 руб.	1500 руб.	2000 руб.	2500 руб.
Доход за весь жизненный цикл проекта, тыс. руб.	188	375	563	750	938
Текущие затраты проекта, тыс. руб.	291	291	291	291	291
Накопленная чистая прибыль, тыс. руб.	-103	67	217	367	517
Дисконтированный срок окупаемости, лет	-	33,8	22,4	17,2	13,0
NPV (чистая текущая стоимость проекта), тыс. руб.	-85	134	331	529	728
IRR (внутренняя норма доходности), расчетная на интервал планирования, %	1	6	9	11	14
Норма доходности полных инвестиционных затрат, %	-108	190	497	838	1208

По данным расчетов таблицы 3 критериальные значения показателей эффективности полных инвестиционных затрат проекта лесовосстановления на вырубке соответствуют нормативным значениям эффективного проекта при стоимости депонирования 1 тонны CO₂ 1000 рублей и выше.

Таким образом, для организации и реализации проекта лесовосстановления на вырубке на 1 га необходимы инвестиции в размере 53,672 тыс. руб. на покрытие капитальных затрат и 291 тыс. руб. на текущие затраты всего периода их осуществления, что позволит добиться необходимых объемов поглощения CO₂. Срок окупаемости

инвестиционного проекта с учетом нормы дисконта уменьшается по мере увеличения стоимости депонирования 1 тонны CO₂.

Список литературы

1. Коротков В. Н. Лесные климатические проекты в России: ограничения и возможности / В. Н. Коротков // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2022. – Vol. 7 (4). – <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2022-4-3>
2. Морковина С. С., Иванова А. В. Метод оценки инвестиционной привлекательности климатических проектов на базе расчета углеродоемкости инвестиционных затрат / С. С. Морковина, А. В. Иванова // Вестник РГЭУ РИНХ. – 2022. – №2 (78). – С. 210-217
3. Реестр углеродных единиц Российской Федерации – URL: <https://carbonreg.ru/ru/>
4. Лесоклиматические проекты в России: цели, виды и способы реализации – URL: <https://forestcomplex.ru/forestry/lesoklimaticheskie-proekty-v-rossii-celi-vidy-i-sposoby-realizacii/>
5. Экономические аспекты организации карбоновых ферм на лесных землях / С. С. Морковина, Е. А. Панявина, И. И. Шанин, И. А. Авдеева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2021. – № 1 (52). – Т. 9. – С. 17-25.
6. Горбачева Н. В. Экономическая эффективность климатических проектов: традиционный и темпоральный подходы / Н.В. Горбачева // Экономический журнал ВШЭ. – 2024. – №4. – С. 587-614.
7. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/b028b88a60e6ddf67e9fe9c07c4951f0/prognoz_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_rf_2025-2027.pdf

References

1. Korotkov V. N. Forest climate projects in Russia: limitations and possibilities / V. N. Korotkov // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2022. – Vol. 7 (4). – <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2022-4-3>
2. Morkovina S. S., Ivanova A. V. Method for assessing the investment attractiveness of climate projects based on calculating the carbon intensity of investment costs / S. S. Morkovina, A. V. Ivanova // Bulletin of the RSUE RINH. - 2022. - No. 2 (78). - P. 210-217
3. Register of carbon units of the Russian Federation– URL: <https://carbonreg.ru/ru/>
4. Forest climate projects in Russia: goals, types and methods of implementation – URL: <https://forestcomplex.ru/forestry/lesoklimaticheskie-proekty-v-rossii-celi-vidy-i-sposoby-realizacii/>
5. Economic aspects of organizing carbon farms on forest lands / S. S. Morkovina, E. A. Panyavina, I. I. Shanin, I. A. Avdeeva // Current areas of scientific research in the 21st century: theory and practice. - 2021. - No. 1 (52). - Vol. 9. - P. 17-25.
6. Gorbacheva N. V. Economic efficiency of climate projects: traditional and temporal approaches / N. V. Gorbacheva // HSE Economic Journal. - 2024. - No. 4. - P. 587-614.
7. Forecast of socio-economic development of the Russian Federation for 2025 and for the planning period of 2026 and 2027. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/b028b88a60e6ddf67e9fe9c07c4951f0/prognoz_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_rf_2025-2027.pdf

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЩЕРБ И МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ****ENVIRONMENTAL DAMAGE AND PROTECTION MEASURES AGAINST
ENVIRONMENTAL POLLUTION**

Иванушкин С.В., аспирант ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж,
Россия.

Яковлева Е.А., д.э.н., профессор ФГБОУ
ВО Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова, Воронеж, Россия.

Ivanushkin S.V., graduate student
Voronezh State University of Forestry
and Technologies named after G.F.
Morozov, Voronezh, Russia.

Yakovleva E.A., Doctor of Economics,
Professor Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: Актуальность исследования обусловлена тем, что для сохранения среды обитания человека и не истощительного использования ресурсов необходимо обеспечивать защиту окружающей среды. Из-за растущей хозяйственной активности человека вредные выбросы загрязняют почву, воду и воздух, что негативно отражается на здоровье людей. Поэтому разработка мероприятий по предотвращению разрушения и защите окружающей среды требует постоянного изучения и применения научных методов. Важная роль при этом отводится оценке потерь от загрязнения окружающей среды, включающей расчет стоимости различных негативных последствий, в частности ухудшения здоровья людей из-за загрязненного воздуха, воды и продуктов питания. Экономическая оценка потерь, связанных с загрязнением окружающей среды, включает дополнительные расходы общества, обусловленные изменениями в окружающей среде, затраты на восстановление окружающей среды до прежнего уровня, будущие расходы общества, определяемые безвозвратными потерями дефицитных ресурсов.

Abstract: The relevance of the study is due to the fact that in order to preserve the human habitat and not deplete the use of resources, it is necessary to ensure environmental protection. Due to the growing human economic activity, harmful emissions pollute the soil, water and air, which negatively affects human health. Therefore, the development of measures to prevent destruction and protect the environment requires constant study and application of scientific methods. An important role in this is assigned to the assessment of losses from environmental pollution, including the calculation of the cost of various negative consequences, in particular, the deterioration of human health due to polluted air, water and food. The economic assessment of losses related to environmental pollution includes additional costs to society caused by changes in the environment, the cost of restoring the environment to its previous level, and future costs to society determined by the irretrievable loss of scarce resources.

Ключевые слова: экономика окружающей среды, экологический ущерб, защита

Key words: environmental economics, environmental damage, protection

Экологический ущерб, наносимый окружающей среде, проявляется в изменении ее полезности из-за различного рода загрязнений. Эколого-экономическая оценка ущерба предусматривает выявление фактических и потенциальных потерь и убытков в результате ухудшения качественных и количественных параметров окружающей среды, возникающих от антропогенного воздействия. Такие процессы могут охватывать как окружающую среду в целом, так и ее отдельные компоненты, а именно, водные ресурсы, земельные ресурсы, ресурсы растительного и животного мира.

Крупной экологической проблемой представляется загрязнение атмосферы, связанное с выбросами химических веществ и накопление природных газов в воздухе, что негативно влияет на развитие биосферы. Основными источниками загрязнения выступают лесные пожары, отходы промышленных предприятий и выхлопные газы автомобилей.

Источники загрязнения можно подразделить на три типа: химические, физические и биологические. К химическим источникам относятся промышленные выбросы синтетических соединений, увеличивающие концентрации солей тяжелых металлов, аммиачного дыма, альдегидов, эфиров и различных углеводов. Физическое загрязнение проявляется в высоком содержании в воздухе пыли и радионуклидов, а также в электромагнитном, тепловом и шумовом воздействии. Биологическое загрязнение, связанное с жизнедеятельностью животных и растений, проявляется в вирусах, патогенных бактериях, грибных спорах и токсинах. В целом на состав газов в атмосфере влияют как природные явления, так и деятельность человека.

Естественное загрязнение зависит от эрозии почвы, лесных пожаров, вулканической активности, пыльных бурь, разложения растений и животных и т.д. Антропогенное загрязнение вызывается отходами промышленных предприятий, продуктами нефтеперерабатывающей и энергетических отраслей, распылением пестицидов в сельском хозяйстве, биологическими отходами в животноводстве, выхлопными газами автомобилей, отоплением домов. Наибольшее количество вредных выбросов в атмосферу сосредоточено в развитых странах. В теплоэнергетике основным источником загрязнения воздуха является сгорание горючих ископаемых, в металлургии воздух загрязняется тяжелыми металлами. Источником радиоактивного загрязнения атмосферы являются аварийные выбросы атомных электростанций. В процессе добычи и переработки нефти в воздух попадают концентрированные попутные газы, аммиак и оксиды ядовитых соединений. Машиностроение создает выбросы фенолов, углеводородных веществ, смол, производных серы и ртути. Эти токсичные соединения опасны тем, что истощают озоновый слой, образуют смог и вызывают парниковый эффект.

Экологический ущерб определяет общественные расходы, связанные с количественными и качественными изменениями окружающей среды. К этой категории общественных расходов относят дополнительные затраты общества из-за деградации окружающей среды, расходы на восстановление окружающей среды до исходного состояния, дополнительные расходы будущих поколений из-за безвозвратных потерь части ограниченных природных ресурсов. Состав предельно допустимых концентраций

вредных веществ весьма обширен, так для воздуха жилой застройки определены 200 веществ, в рабочей зоне – 703, для почвы – 140, для водных объектов – 640.

Меры по защите окружающей среды могут быть сосредоточены в три основные группы. К первой группе относятся меры по предотвращению или сокращению промышленных загрязнений окружающей среды, а именно установку стандартного оборудования для защиты окружающей среды на предприятиях, разработку и внедрение более эффективных методов очистки воды и газов, внесение изменений в производственные процессы для снижения концентрации вредных веществ в промышленных стоках и выбросах. Вторая группа мер связана с экономией ресурсов путем сокращения норм расходов ресурсов в производстве, уменьшения потерь при транспортировке и хранении материалов, внедрения новых ресурсосберегающих технологий. Третья группа мер синтезирует две предыдущие с тем, чтобы повышать качество продукции за счет более рационального использования сырья, топлива, энергии, оборудования и рабочей силы.

Технико-экономическое обоснование мер по защите окружающей среды предусматривает поэтапное решение производственных, научно-технических, экономических, социальных и экологических задач. Методом сравнения доказываемое преимущество новой технологии по сравнению с базовой, выявляются возможные источники экономического эффекта на объекте внедрения и в связанных отраслях. Определяются затраты на осуществление базового мероприятия по защите окружающей среды, а также рассчитывается наносимый экономический ущерб от загрязнения. Далее определяются затраты на разработку и внедрение предлагаемых мероприятий по защите окружающей среды и возможный экономический ущерб от загрязнения. Для сравнения и определения экономического эффекта исследуемые варианты приводятся к сопоставимому виду.

Фактор времени оказывает влияние на разделение ущерба на одномоментный, перманентный (постоянный) и латентный (скрытый и проявляющийся с течением времени). Также можно выделить потенциальный и расчетный ущерб: потенциальный ущерб в текущем моменте не нуждается в дополнительных затратах на свою ликвидацию, расчётный ущерб может проявиться в определенный период и выражается в денежной форме при достигнутом уровне развития науки и техники. Расширение горизонта научных знаний позволяет приближать расчетный ущерб к потенциальному, а потенциальный к фактическому.

Список литературы

1. Алмакаева Т.Ю. Актуализация методики расчета ущерба от загрязнения окружающей среды / Т.Ю. Алмакаева // Вестник науки. 2024. №5 (74). – С. 1978-1985.
2. Сплетухов Ю.А. Возможности повышения роли страхования экологических рисков как одного из механизмов внедрения принципов устойчивого развития / Ю.А. Сплетухов // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2022. №3. – С. 93-110.

3. Макаров О.А. Основные направления развития эколого-экономической оценки земель в Российской Федерации / О.А. Макаров, М.С. Кузнецов, Е.В. Цветнов, Е.В. Бондаренко, Д.Р. Абдулханова // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2023. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-napravleniya-razvitiya-ekologo-ekonomicheskoy-otsenki-zemel-v-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 17.03.2025).

References

1. Almakaeva, T.Y. Actualization of the methodology of calculation of damage from environmental pollution / T.Y. Alkamaeva // Vestnik nauki. 2024. №5 (74). - С. 1978-1985.

2. Slepukhnov, Y.A. Opportunities to increase the role of environmental risk insurance as one of the mechanisms for implementing the principles of sustainable development / Yu.A. Slepukhnov // ETAP: economic theory, analysis, practice. 2022. №3. - С. 93-110.

3. Makarov, O.A. Main directions of development of ecological and economic assessment of lands in the Russian Federation / O.A. Makarov, M.S. Kuznetsov, E.V. Tsvetnov, E.V. Bondarenko, D.R. Abdulkhanova // Bulletin of Moscow University. Series 17. Soil Science. 2023. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-napravleniya-razvitiya-ekologo-ekonomicheskoy-otsenki-zemel-v-rossiyskoy-federatsii> (date of reference: 17.03.2025).

ОСОБЕННОСТИ ОТОБРАЖЕНИЯ КРЫМСКИХ ВИДОВ ЖИВОПИСЦАМИ СЕВАСТОПОЛЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА

FEATURES OF THE DISPLAY OF CRIMEAN VIEWS BY PAINTERS OF SEVASTOPOL IN THE SECOND HALF OF THE 20th CENTURY

Бондарчук Н.А., кандидат **Bondarchuk N.A.**, PhD in History and Theory of Arts, Senior Lecturer Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, GBPOU «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», ГБПОУ «Воронежское художественное училище (техникум) имени Н.Н. Ге», Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассматриваются особенности творческого мышления севастопольских художников после Великой Отечественной войны. В ходе исследования выявлены образно-стилистические отличия севастопольского корпуса работ, исполненного военно-исторического духа, от произведений прочих местных школ. Параллельно военно-историческому вектору развития композиции, с 1960-х прослеживается появление разнообразного художнического поиска, поддержанного живописцами из центра региона – Симферополя.

Abstract: The article presents the features of creative thinking of Sevastopol artists after the Second World War. The research revealed figurative and stylistic differences between the Sevastopol body of works, filled with a military-historical spirit, and the works of other local schools. In parallel with the military-historical vector of development of composition, since the 1960s, the emergence of a diverse artistic search can be traced, supported by painters from the center of the region – Simferopol.

Ключевые слова: художники Севастополя, крымская пейзажная школа, Студия имени М.Б. Грекова, реалистический метод работы, эксперимент.

Keywords: artists of Sevastopol, Crimean landscape school, Studio of military artists named after M.B. Grekov, realism, experiment.

Во второй половине XX в. художники Севастополя отходят от историко-мифологической тематики, свойственной их живописи в первой половине XX ст., сконцентрировав свои усилия на героико-патриотическом направлении, ввиду статуса города, полученного Севастополем после Великой Отечественной войны. Таким образом, севастопольцы переносят внимание от многолетней истории Херсонеса на героикку недавнего прошлого. Созданные в период господства социалистического реализма пейзажи-картины М.П. Крошицкого, П.М. Коломойцева, Л.М. Афанасьева, С.И. Владимирова, Л.К. Мельникова, В.И. Толочко, Г.Я. Брусенцова, С.Н. Соколова, А.Ф. Шорохова, А.А. Колесника и др. в соответствии с идеологическими требованиями и мироощущением поколения, прошедшего сквозь ужасы Великой Отечественной войны, были посвящены отражению подвига Севастополя и мирных будней послевоенного города. Эта плеяда

прошла нелегкий путь. Среди них есть и те, что несли службу на Черноморском флоте – С.И. Владимиров, С.Н. Соколов, П.М. Коломойцев, Л.М. Афанасьев. Некоторые окончили высшие художественные учебные заведения в Ленинграде, Харькове, некоторые посещали художественную студию при Доме офицеров флота в Севастополе, стажировались и обучались в Студии военных художников им. М.Б. Грекова в Москве, что так же не могло не сказаться на мировоззрении и подходе к задачам искусства как к осуществлению личной ответственности в донесении будущим поколениям суровых явлений своего времени.

Большинство из упомянутых мастеров, которые принадлежали к старшему поколению, не видели для себя иного пути самовыражения, поскольку в силу особенностей своего мироощущения, темперамента и приобретенного во время военных испытаний восприятия жизни, связывали свое предназначение с реалистичным постижением действительности. Даже мирные пейзажи этих мастеров несут на себе отпечаток закаленной войной судьбы. Их море – это грозная стихия войны, штиль – передышка, затишье во время войны или праздник рождения новой жизни, что прослеживается в полотнах С.Н. Соколова «Штормит. Черное море» (1970, СевХМ), Л.М. Афанасьева «Севастополь. Вечер» (1974, СевХМ), А.Ф. Шорохова «Весна» (1985, СевХМ) и т.д.

Близок по духу к очерченной группе севастопольцев евпаторийский художник-баталист, ученик Н.С. Самокиша – Ю.В. Волков. Один из одареннейших от природы живописцев Крыма и убедительнейший сторонник реалистического метода, он в своих стремлениях совершенной формы так и не смог осуществить большинства своих масштабных замыслов. Подготовительный период у него мог длиться многие десятилетия. По поводу почти «маниакального» постоянного усовершенствования Ю.В. Волковым своего мастерства, технического изыска, живописец В.Н. Филатов писал: «Волков такого художника как Бернадский мог бы заткнуть за пояс, но Бернадский – состоялся, а Волков – нет» [108, 43]. С точкой зрения В.Н. Филатова согласен искусствовед Р.Т. Подуфальный в том, что «его (Волкова – Н.Б.) творческий метод зрелого периода <...> заключался в том, что всячески удлиннял и затруднял путь к картине» [108, 44]. Исследователь отмечает, что, по «сути, он принес себя в жертву, но показал, что такое настоящий художник, как следует относиться к искусству...» [108, 44]. Это был «мученик совершенства» [108, 44] по В.А. Бахревскому, который достиг профессионализма высокого класса, но так и не осуществил большинства своих планов по созданию суперкартин. Его жизнеутверждающие полотна с бытовыми мотивами, в которых особая роль отводится пейзажу, правдивы в малейших деталях. Среди них – «Отдых у моря», «Радость жизни» (1965, санаторий Фемида. Евпатория).

Других художественных воззрений придерживаются севастопольцы М.Ф. Чухланцев и А.И. Сухоруких. Произведениям М.Ф. Чухланцева присущ символистический подтекст. Его картины-пейзажи «Легенда» (1965, МЗГОиОС), «Мыс Гвардия» (1975, СевХМ), «Зарастающий маками дот» (1960, СевХМ), «Камень, наделенный судьбой. Белые скалы» (1974, СевХМ) глубоко трогательны. Художник отыскивает образы в природе и в своей обожженной войной жизни. Тяжелые, заостренные, четкие формы в произведениях «Легенда» (1965), «Мыс Гвардия» (1975) вызывают ассоциации с методами «сурового стиля», распространявшегося в то время в искусстве страны. В картине «Севастопольский пейзаж» (1961, СевХМ), как и в большинстве акварелей мастера, заметно увлечение стилистикой А.А. Дейнеки.

Приверженец городского пейзажа А.И. Сухоруких активно исповедует в картинной форме принципы пленэра. В его произведениях, посвященных будням и праздникам Севастополя,

предстает новый город с его высотными зданиями в разную пору дня, при разных погодных состояниях, имеющий свое настроение, то радуясь, то грустя, то улыбаясь, как и его обитатели, – «Зимний Севастополь» (1968, СевХМ), Праздничный вечер» (1970), «Снег в Севастополе» (1981, СевХМ), «Севастополь. Весеннее солнце» (1985, СевХМ).

Но в художественной среде Севастополя и Бахчисарая параллельно существует и другое понимание художественных задач и их образного решения. В Бахчисарай из Москвы в 1950 переезжает ученица студий А.В. Куприна, Н.А. Удадьцовой и А.В. Лентулова – Е.В. Нагаевская, которая с этого времени работает художником и одновременно искусствоведом, окончивши еще и Московский университет, и как экскурсовод в Ханском дворце. В крымский период она отходит от влияния своих учителей, чувствуя себя в плену впечатлений от искусства К.Ф. Богаевского. Художница направляет свой поиск на создание эпического, архаического образа Бахчисарая. Пронизанный отзвуками символизма, элегический образ этого средневекового города нашел отражение также в масляных пейзажах В.М. Келя и В. Хорошко. Художников отличает стремление к философскому прочтению мотива и утонченность поэтического замысла.

В 1960–1990-е в Севастополе уже начинают экспериментировать с композицией, образным воплощением темы, фактурой красочного слоя – Г.А. Арефьев, Н.В. Василенко, В.В. Адеев, А.И. Шадура, В.И. Болотный, В.В. Куц, И.Н. Шипилин, др. В Евпатории – В.Н. Филатов. Они обращаются к цитатам, но чаще к обновленным современным версиям уже пройденных стилевых исканий. Наиболее оригинальные среди них – Г.А. Арефьев, В.В. Куц, И.Н. Шипилин – находят самобытное выражение своего остро индивидуального восприятия действительности.

Г.А. Арефьев часто в одном пространстве полотна объединяет разные жанры: натюрморт, интерьер, пейзаж, а иногда и портрет, как, например, в картинах «Гончар. Херсонесист» (1967, Частн. собр.), «Юный художник (Портрет сына)» (1973, СевХМ), «Сарганы. Красные стулья» (1973, СевХМ). В этом он схож с крымскотатарским мастером Мамутом Чурлу, который тоже бытовой сюжет наделяет символическим содержанием, приводя его образность к знаку. У Арефьева это прослеживается в картинах «Поэма о море» (1975, СевХМ), «Водолаз» (1974, СевХМ), построенных по схожей композиционной схеме.

«Поэма о море» (1975) – это портрет якоря. Но, несмотря на то, что и кого изображает художник, в картине всегда очень важная роль отводится окружающей среде. Природа – органическая составляющая и портретов мастера. В портретах «Композиция» (1969, Частн. собр.) и «Портрет Анюты» (1966, Частн. собр.) заметно, как пейзаж на втором плане – в дверном проеме – отражает сущность личности, черты характера и даже возраст позирующих женщин. Ритмичное чередование небольших, залитых солнцем волн в композиции «Гончар. Херсонесист» (1967, Частн. собр.) работает на воплощение образа уравновешенного, сконцентрированного, несколько однообразного ремесленного труда, но вместе с тем и полного творческого воодушевления души мастера.

Арефьев отказался от иллюзорности в изображении пространства ради превращения натуры в условно декоративную художественную форму. В работе «Весна» (1971, СХМ) повышенное декоративное начало, свойственное большинству полотен художника, апеллирует к наследию Сезанна и бубнововалетовцев. Один из них – А.В. Куприн – имел дачу в Бахчисарае и много работал в Крыму еще и во второй половине столетия. Г.А. Арефьев обращается к авангардным направлениям начала XX ст. – сезанизма, фовизма, примитива, старается их

переосмыслить в новых исторических условиях. Примером может служить работа «Городской пейзаж» (1976, СевХМ), в которой пластическая система сезанизма оказалась особенно близкой мировосприятию Г.А. Арэфьева.

Эффекта повышенной декоративности художник достигал напряженной ритмикой ярких цветовых элементов, образованных на поверхности полотна нервным пастозным мазком. Уверенно, умело он объединял эти композиционные элементы с весьма темной, часто черной линией разной толщины, которой также придавалась формообразующая роль в композиции, что прослеживается в картинах «Мыс Хрустальный» (1965, СевХМ), «Балаклава» (1973, СевХМ), «Весна» (1971, СХМ). Художник постоянно экспериментировал с формой и пространством своих полотен, находился в поиске новых возможностей выразительности линии, пятна, цвета. Любовь к декоративности коренится в городе, где он родился – Алма-Аты, с его восточным колоритом. Позже, уже во время учебы, художник изучал ремесла.

Таким образом, во второй половине столетия пейзажная живопись севастопольцев традиционно продолжает развиваться в рамках картинной формы. Но на смену одной историчности приходит другая. Атмосферу мифотворчества сменяет атмосфера миротворчества, со своей системой изобразительности.

Список литературы

1. Девятые крымские искусствоведческие чтения «Вопросы теории, истории и критики искусства Крыма»: материалы респуб. науч.–теорет. конф. – Симферополь: СХМ, 2004. – 80 с.
2. Долин приютная краса: альбом / авт.-сост. И.Б. Арбитайло, Р.Д. Бащенко. – Симферополь: СОНАТ, 2005. – 160 с.: ил.
3. Севастопольський художній музей ім. М.П. Крошицького. Твори севастопольських художників 1884–2006: альбом / під ред. Н.А. Бендюкової. – Сімферополь; Севастополь: Антіква, 2006. – 157 с.: іл.

References

1. The ninth Crimean art history readings “Questions of theory, history and criticism of Crimean art”: materials of the republican scientific theoretical conference. – Simferopol: SAM, 2004. – 80 pg.
2. The sheltering beauty of the valleys: album / author-compiler I.B. Arbitaylo, R.D. Bashchenko. – Simferopol: SONAT, 2005. – 160 pg.: il.
3. Sevastopol Art Museum named after M.P. Kroshitsky. Pictures of Sevastopol artists 1884–2006: album / ed. N.A. Bendyukova. – Simferopol; Sevastopol: Antikva, 2006. – 157 pg.: il.

**АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ
В ЛАНДШАФТНОМ ДИЗАЙНЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ ГОРОДСКИХ ЗОН**
CURRENT ASPECTS OF MULTIFUNCTIONALITY DEVELOPMENT IN
LANDSCAPE DESIGN OF URBAN RECREATIONAL AREAS

Волошина О.В., преподаватель высшей категории ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия. **Voloshina O.V.**, teacher of the highest category Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: В статье рассмотрены актуальные аспекты развития многофункциональности в дизайне современного ландшафта городских зон отдыха, современные подходы к ландшафтному дизайну, сочетающие базовые и инновационные методы. Особое внимание уделено экологичности и использованию новых технологий в создании уникальных и комфортных городских пространств для отдыха жителей современных мегаполисов. Ландшафтный дизайн городских зон отдыха должен учитывать рациональное использование ресурсов, сочетание применения современных технологий и потребностей городских жителей.

Abstract: The article examines current aspects of the development of multifunctionality in the design of modern landscapes of urban recreation areas, modern approaches to landscape design, combining basic and innovative methods. Particular attention is paid to environmental friendliness and the use of new technologies in the creation of unique and comfortable urban spaces for recreation for residents of modern megacities. Landscape design of urban recreation areas should take into account the rational use of resources, a combination of modern technologies and the needs of city residents.

Ключевые слова: многофункциональность, городская рекреационная зона, современный ландшафтный дизайн, экологичность, функционал и эстетика городского экстерьера зон отдыха.

Keywords: multifunctionality, urban recreational area, modern landscape design, environmental friendliness, functionality and aesthetics of the urban exterior of recreation areas.

В современных мегаполисах наблюдается тенденция к оптимизации использования городских территорий. Возрастает потребность в создании многофункциональных пространств, которые могут удовлетворять разнообразные потребности горожан, повышать качество жизни и способствовать устойчивому развитию города. Классические парки, предназначенные только для отдыха, уже не всегда соответствуют запросам современного общества. Необходимы новые подходы к проектированию, учитывающие разные виды деятельности и интересы различных групп населения.

В городском ландшафтном дизайне важно отметить некоторые актуальные тренды.

Устойчивость и биоразнообразие. Города все больше стремятся быть экологичными и устойчивыми, это отражается в создании благоприятных условий для жизни насекомых, птиц и животных в городской среде.

Многофункциональные пространства. Городские ландшафты должны быть не просто красивыми, но и полезными [1]. Это означает создание мест для отдыха, занятий спортом, проведения мероприятий и даже выращивания пищи, парки становятся площадками для концертов, работы на свежем воздухе, а крыши зданий – огородами.

Инновационные технологии играют все большую роль. Автоматический полив, сенсоры для мониторинга состояния растений, “умное” освещение, реагирующее на движение, а также использование VR и AR для визуализации ландшафтных проектов – все это делает городские пространства более удобными, эффективными и интересными.

Природа как часть архитектуры. Вертикальное озеленение, интеграция зеленых зон в архитектурные проекты становятся не просто декором, а неотъемлемой частью дизайна зданий. Это помогает улучшить качество воздуха, снизить температуру в городе и создать более приятную атмосферу [2].

Вовлеченность сообщества горожан. Ландшафтный дизайн все больше ориентируется на потребности жителей, проекты разрабатываются с учетом мнения горожан, люди получают возможность участвовать в создании и поддержке городских зеленых зон.

Минимализм и естественность. В противовес вычурности и формальности, растет популярность ландшафтов, имитирующих природные экосистемы. Используются простые формы, натуральные материалы, а растения подбираются таким образом, чтобы они выглядели естественно и не требовали сложного ухода.

Далее приведу несколько примеров многофункциональных парков в России, демонстрирующих сочетание различных видов деятельности, которые показывают растущую тенденцию к созданию более насыщенных и интересных городских пространств.

Парк «Зарядье» в Москве – один из самых известных. Сочетает в себе природные ландшафты (различные климатические зоны России), культурные объекты (концертный зал, выставочное пространство), образовательные площадки (лекторий), зоны отдыха и развлечений (парящий мост, медиа-центр), кафе и рестораны.

Парк «Сокольники» также в Москве – исторический парк, предлагающий широкий спектр развлечений, аттракционы, катки, лыжные трассы (зимой), велосипедные дорожки, концертные площадки, зоны отдыха, пруды, кафе, библиотеки.

Парк им. Горького – один из самых популярных парков Москвы. Сочетает в себе зоны отдыха, спортивные площадки, набережную, музеи, кинотеатр под открытым небом, кафе, танцевальные площадки.

Парк 300-летия Санкт-Петербурга, расположен на берегу Финского залива. Предлагает пляжную зону, спортивные площадки, аттракционы, детские площадки, кафе, прогулочные зоны.

Хотелось бы отметить парк Галицкого в Краснодаре, этот современный парк, отличается инновационным дизайном и большим количеством разнообразных зон. Включает в себя амфитеатр, смотровую площадку, спортивные площадки, детские площадки, фонтаны (в том числе музыкальный), кафе, арт-объекты.

Особенности российских многофункциональных парков – это сочетание исторических и современных элементов, многие парки интегрируют в себя объекты культурного наследия, сочетая их с современной инфраструктурой. Часто парки становятся площадками для проведения фестивалей, концертов, ярмарок и других массовых мероприятий, а в северных регионах особое внимание уделяется созданию комфортных условий для отдыха в зимнее время (катки, лыжные трассы, теплые павильоны). Положительным моментом является постепенное внедрение инновационных технологий в современных парках: используются «умное» освещение, Wi-Fi, интерактивные информационные системы.

В Воронеже, к сожалению, нет парков, которые бы в полной мере соответствовали самым современным концепциям многофункциональности, как, например, “Зарядье” в Москве или парк Галицкого в Краснодаре. Однако, в городе есть парки, которые сочетают в себе несколько функций и постепенно развиваются в направлении многофункциональности. Вот несколько примеров:

Центральный парк «Динамо» – исторически главный парк города, сочетает в себе зоны для прогулок, аттракционы, детские площадки, спортивные площадки (футбольное поле, теннисные корты), танцевальную площадку, летний театр.

Парк «Алые паруса» – расположен на берегу Воронежского водохранилища. Предлагает детские площадки, спортивные площадки, в том числе скейт-парк, и верёвочный парк для детей и взрослых, зоны отдыха, пляж, разнообразные кафе.

Парк «Орлёнок» – это небольшой парк в центре города, который сочетает в себе детские площадки, аттракционы, зоны отдыха, памятник, открытое и закрытое пространство для культурных мероприятий, фонтан, кафе.

Адмиралтейская площадь и прилегающая набережная – это историческое место, центр проведения городских мероприятий. Сочетает в себе памятники, прогулочную зону, смотровую площадку, фонтаны, кафе.

Перед современными ландшафтными дизайнерами стоят задачи разработки концептуальных решений для создания многофункциональных городских пространств, обеспечивающих возможность одновременного осуществления различных видов деятельности, таких как спорт, отдых, проведение мероприятий, культурные инициативы и др. [1].

В этом поможет обзор и анализ международного и отечественного опыта, а также создание 3D-моделей и визуализаций разработанных концепций парков [3].

Если углубиться в принципы, методы и подходы к проектированию многофункциональных городских парков, то основополагающей идеей, которая лежит в основе всего процесса проектирования, и имеет ключевое значение для разработки эффективной и востребованной концепции такого парка, будет принцип ориентированности на пользователя, а главным приоритетом – удовлетворение потребностей и желаний пользователей парка. Для реализации основного приоритета необходимо соблюдение определённых принципов.

Важным принципом нужно отметить принцип гибкости и адаптивности – способность парковой зоны изменяться и адаптироваться к различным потребностям и событиям. Модульные и мобильные конструкции, многофункциональные площадки для различных видов деятельности, планы зонирования, меняющие функциональное назначение участков парка в зависимости от времени года или потребностей пользователей.

Важный принцип устойчивости и экологичности. Парк должен быть спроектирован с учетом принципов минимизации негативного воздействия на окружающую среду [2]. Для реализации возможно использование местных растений и материалов, системы сбора и использования дождевой воды, внедрение энергоэффективных технологий освещения, организация раздельного сбора мусора, создание условий для биоразнообразия.

Чтобы парковая зона способствовала социальной интеграции различных групп населения и созданию чувства общности, возможно создание разнообразных пространств, которые будут удовлетворять потребности различных групп населения – например, детские площадки, спортивные площадки, зоны отдыха для пожилых людей.

Важным аспектом является безопасность и комфорт городских зон отдыха для всех пользователей [1]. Для реализации данного аспекта необходима установка камер видеонаблюдения, обеспечение хорошего освещения в темное время суток, организация патрулирования, создание удобных пешеходных дорожек и велодорожек и т.д.

Подводя итоги, можно отметить, что особенности воронежских парков – это их историческая направленность, многие парки имеют богатую историю и являются важными культурными объектами. Отрицательными моментами является недостаточное финансирование и тот факт, что хорошо благоустроенные парки расположены преимущественно в центре города. Однако в Воронеже есть большой потенциал для создания современных многофункциональных парков, в которых городской ландшафтный дизайн будет стремиться к созданию более здоровых, устойчивых, функциональных и приятных для жизни городских рекреаций, где природа гармонично сочетается с современными технологиями и потребностями людей.

Список литературы

1. Вергунов, А.П. Архитектурно-ландшафтная организация крупного города Текст. / А.П. Вергунов. Л.: Стройиздат, 1982. - 134с.
2. Задворянская Т.И. Ландшафтно-градостроительная организация рекреационных зон в структуре прибрежных территорий крупных городов: на примере Воронежа: автореферат. дис. канд. архитектуры, М., 2009. С. 3–4.
3. Нефедов, В.А. Архитектурно-ландшафтная реконструкция как средство оптимизации городской среды Текст: дис. докт. архитектуры: 18.00.04 / Нефедов Валерий Анатольевич. СПб., 2005. - 329 с. РГБ ОД, 71:05-18/8.

References

1. Vergunov, A.P. Architectural and landscape organization of a large city Text A.P. Vergunov. L.: Stroyizdat, 1982. - 134 p.
2. Zadvoryanskaya T.I. Landscape and urban planning organization of recreational zones in the structure of coastal areas of large cities: on the example of Voronezh: author's abstract. dis. candidate of architecture, M., 2009. P. 3–4.
3. Nefedov, V.A. Architectural and landscape reconstruction as a means of optimizing the urban environment Text: dis. doctor of architecture: 18.00.04 / Nefedov Valery Anatolyevich. St. Petersburg, 2005. - 329 p. RGB OD, 71:05-18/8.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_437-441

УДК 502.1

**ЭКОДИЗАЙН: КАК СОЗДАВАТЬ ПРОДУКТЫ И УПАКОВКУ С МИНИМАЛЬНЫМ
ВРЕДОМ ДЛЯ ПЛАНЕТЫ****ECODESIGN: HOW TO CREATE PRODUCTS AND PACKAGING WITH MINIMAL HARM
TO THE PLANET**

Азиатцева А.С., студентка ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова, Воронеж, Россия

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

Воронина М.М., студентка ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова, Воронеж, Россия

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

Вострикова Д.Е., студентка ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова, Воронеж, Россия

Vostrikova D.E., student, Voronezh State
University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Руссу А.В., кандидат технических наук, ФГБОУ
ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова, Воронеж, Россия

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

Аннотация: Экодизайн – ключевой инструмент для решения глобальных экологических проблем, таких как загрязнение, истощение ресурсов и рост отходов, через минимизацию воздействия на окружающую среду и внедрение устойчивых практик. Его принципы включают использование возобновляемых материалов, снижение энергопотребления, поддержку замкнутого цикла производства и формирование экологической культуры. Реализация экодизайна требует совместных усилий дизайнеров, производителей и потребителей для достижения устойчивого развития.

Abstract:: Ecodesign is a key tool for addressing global environmental issues such as pollution, resource depletion, and waste growth by minimizing environmental impacts and implementing sustainable practices. Its principles include the use of renewable materials, reducing energy consumption, supporting closed-loop production, and creating an ecological culture. The implementation of eco-design requires the joint efforts of designers, manufacturers, and consumers to achieve sustainable development.

Ключевые слова: оценка жизненного цикла, экодизайн, деревянная мебель, местное производство, экологическая декларация продукции, воздействие на окружающую среду.

Keywords: life cycle assessment, eco-design, wooden furniture, local manufacturing, environmental product declaration, environmental impact.

Экодизайн играет ключевую роль в решении экологических проблем, в минимизировании использования ресурсов, поддержания биоразнообразия и формирования культуры экологической

ответственности. Более того, в условиях глобальных вызовов, таких как изменение климата и загрязнение окружающей среды, экодизайн становится неотъемлемой частью стратегии устойчивого развития человечества. Современное общество столкнулось с целым рядом серьезных экологических проблем, которые скажутся не только на благополучии будущих поколений, но и уже сказываются на самой планете в настоящий момент. Рост населения планеты увеличивает нагрузку на природные ресурсы и экосистемы. Эти вызовы тесно переплетены и для их решения необходим комплексный подход [1].

Во-первых, это проблема загрязнения окружающей среды. Она затрагивает все компоненты природной среды: воздух, воду, почву и биоразнообразие. Загрязнение воздуха включает в себя выбросы от промышленности, транспорта, сжигание ископаемых видов топлива. И как следствие: увеличение концентрации парниковых газов, образование смога, кислотных дождей, ухудшение здоровья людей. Загрязнение воды: несанкционированный сброс сточных вод, нефтепродуктов, а также пестицидов и удобрений в реки, озера и океаны. Что приводит к загрязнению питьевой воды, разрушению экосистем и вымиранию морских организмов. Загрязнение почвы: чрезмерное использование в сельском хозяйстве химикатов, эрозия почвы, захоронение токсичными отходами. Все это является причиной снижения плодородия почв и ухудшения качества продуктов питания. Особо следует отметить загрязнение пластиком: пластиковые отходы накапливаются в океанах, образуя целые «континенты». В свою очередь микрочастицы пластика попадают в пищевые цепи, угрожая здоровью животных и людей [2].

Во-вторых, это истощение невозобновляемых природных ресурсов. Нефть, природный газ, уголь и минералы добываются быстрее, чем они могут быть восполнены. Как следствие: энергетические кризисы, рост цен на ресурсы и частые экологические катастрофы так, как разливы нефти, например. Также чрезмерный вылов рыбы истощает морские ресурсы. Поэтому деградируют экосистемы, исчезают не только популяции, но сами виды животных, нарушаются пищевые цепи. Причем вымирание видов происходит в 100–1000 раз быстрее естественного темпа. Для растущих нужд сельского хозяйства, строительства и производства бумаги интенсивно вырубается лес, происходит обезлесение. Отсюда снижение поглощения CO_2 , утрата местообитаний для животных, изменение климата. Также чрезмерное использование воды для сельского хозяйства, промышленности и бытовых нужд приводит к уменьшению запасов пресной воды. Уже остро ощущается дефицит питьевой воды, повышение засухливости, ухудшение качества жизни [3].

В-третьих, рост населения и потребления приводит к колоссальному увеличению количества отходов. Значительная доля отходов утилизируется недостаточным или не должным образом, что также является причиной экологических проблем. Пластик, электроника, пищевые отходы и другие материалы накапливаются на свалках, которые занимают огромные площади, загрязняют окружающую среду и выделяют парниковый газ. А парниковый эффект, вызванный выбросами CO_2 и других газов, приводит к глобальному потеплению, что вызывает повышение уровня моря, экстремальные погодные явления, утрата арктических ледников. Кроме бытовых, существенную роль играют промышленные отходы. Токсичные отходы предприятий, в том числе химические вещества, радиоактивные материалы, тяжелые металлы – загрязняют почву, воду и воздух. В большинстве стран мира переработка отходов развита достаточно слабо. Например, доля перерабатываемого пластика составляет менее 10% [4-5].

Таким образом, одна из главных проблем современности: ограниченность ресурсов при растущем спросе. Одно из предлагаемых решений данной проблемы – внедрение практики экодизайна.

Экодизайн или экологический дизайн представляет собой не просто жизненную философию, но и практику, направленную на минимизацию негативного воздействия различных систем, в частности продуктов и услуг на окружающую среду. Экодизайн по сути – ключевой инструмент для преодоления глобальных экологических вызовами, таких как загрязнение, истощение ресурсов и увеличение объема отходов.

Во-первых, стратегия экодизайна направлена созданию «нулевых отходов», то есть на минимизацию логистических издержек, на применение материалов, которые могут быть легко переработаны или разложены в природной среде без вреда для экосистем. Либо изделия проектируются таким образом, чтобы их компоненты могли быть легко демонтированы и повторно использованы. То есть основная задача экодизайна это проектирование с учетом экологических стандартов и оптимизация потребления энергии и материалов, особенно воды, на всех этапах жизненного цикла продукта: от производства до утилизации. Это уже заметно снижает нагрузку на природные ресурсы. Например, использование легких и прочных материалов для автомобилей, позволяющих снизить расход топлива, или разработка энергоэффективных зданий, обеспеченных возобновляемыми источниками энергии за счет солнечных панелей. А модульную мебель можно собирать заново или ремонтировать. В конечном итоге такая оптимизация ресурсов и процессов производства приводит к уменьшению затрат на сырье и производство, а значит и к снижению себестоимости продукции.

Во-вторых, это формирование экологической культуры. Системы и продукты, созданные или разработанные с использованием принципов экодизайна, несут в себе образовательный посыл для напоминания потребителям о важности экологической ответственности. Это могут быть в том числе, красивые этикетки на упаковке, объясняющие, как правильно не только использовать, но и утилизировать продукт. Это необходимо прививать, чтобы потребители отдавали предпочтение тем продуктам и решениям, которые соответствуют экологическим стандартам. Некоторые компании уже пошли по этому пути и завоевывают лояльность клиентов благодаря своей экологической политике. И вместо использования невозобновляемых ресурсов сосредотачивают внимание на возобновляемых материалах. Например, строительство домов из древесины, выращенной в лесах с сертификатом. К сведению, Forest Stewardship Council (FSC) или Лесной попечительский совет – это международная некоммерческая неправительственная организация, которая занимается продвижением ответственного управления лесами во всем мире.

В-третьих, мотивирование на создание инноваций, которые служат сохранению биоразнообразия, обеспечивают адаптацию к климатическим изменениям, снижают зависимость от ископаемых видов топлива. Например, создание вертикальных ферм, которые экономят воду и занимают меньше места, переход на возобновляемые источники энергии, такие как солнце, ветер и вода.

Рассмотрим основные принципы экодизайна:

1. Минимизация использования ресурсов. Проектирование легкой упаковки с минимальным количеством пластика.
2. Выбор возобновляемых ресурсов и использование возобновляемых источников энергии.

3. Снижение энергопотребления – минимальное использование энергии на всех этапах жизненного цикла продукта. Проектирование устройств с низким энергопотреблением, таких как светодиодные лампы.

4. Применение биоразлагаемых и легко перерабатываемых материалов. Биоразлагаемые пакеты из крахмала или целлюлозы.

5. Использование нетоксичных материалов. Краски и клеи без летучих органических соединений.

6. Увеличение срока службы продукта. Дизайн должен предусматривать возможность ремонта отдельных компонентов продукта вместо его полной замены. Мебель из высококачественных материалов, устойчивая к износу.

7. Упрощение процессов утилизации и переработки. Продукты проектируются так, чтобы их компоненты могли быть легко демонтированы и переработаны. А для различных материалов используются четкие обозначения, чтобы облегчить их сортировку при переработке.

8. Минимизация выбросов парниковых газов. Локализация производства для уменьшения транспортных выбросов.

9. Сокращение загрязнения почвы, воды и воздуха. Для очистки сточных вод на производстве применяют систему фильтрации стоков.

10. Поддержка замкнутого цикла потребления. То есть дизайн способствует повторному использованию материалов и минимизации отходов. Производство одежды из переработанных текстильных отходов.

11. Поощрение моделей потребления, основанных на аренде или совместном использовании, вместо владения. Сервисы проката инструментов или автомобилей.

12. Информирование потребителей о важности экологической ответственности через дизайн продукта. Этикетки с указанием экологических преимуществ продукта.

13. Создание инновационных продуктов и систем, которые адаптированы к последствиям изменения климата, таким как засухи, наводнения и экстремальные температуры и устойчивы к внешним факторам.

14. Эстетическая привлекательность, функциональность, удобство использования. Продукты должны быть красивыми, функциональными и удобными. Экологичная мебель, сочетающая современный дизайн и натуральные материалы.

Таким образом, экодизайн является ключевым инструментом для снижения негативного воздействия человеческой деятельности на планету. Принципы экодизайна направлены на создание продуктов и систем, которые соответствуют экологическим стандартам и способствуют устойчивому развитию. Они помогают минимизировать использование ресурсов, снизить загрязнение, поддержать экономику с замкнутым циклом производства и потребления и формировать культуру экологической ответственности. Применение принципов экодизайна позволяет создавать продукты и упаковку, которые соответствуют современным экологическим стандартам.

Практические рекомендации.

- Дизайнерам: Использовать экологичные материалы и минималистичные решения.
- Производителям: Инвестировать в технологии устойчивого производства.
- Потребителям: Поддерживать компании, внедряющие экодизайн.

Совместные усилия всех участников рынка необходимы для создания устойчивого будущего.

Список литературы

1. Coloma-Jiménez M., Akizu-Gardoki O., Lizundia E. Beyond ecodesign, internationalized markets enhance the global warming potential in the wood furniture sector, *Journal of Cleaner Production*, V. 379, Part 2, 2022, 134795, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134795>.
2. Cobut A., Beauregard R., Blanchet P. Reducing the environmental footprint of interior wood doors in non-residential buildings – part 2: ecodesign, *Journal of Cleaner Production*, V/ 109, 2015, pp. 247-259, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.068>.
3. Silva G. M., Nascimento C. C. do, Araújo R. D. de, Pacheco, K. M. M. Ecodesign in the use of the Amazonian Peãozinho wood for making an eco-efficient product. *International Journal for Innovation Education and Research*, 2022, 10(3), pp. 157-173, doi: <https://doi.org/10.31686/ijer.vol10.iss3.3674>
4. Jach-Nocoń M., Nocoń A., Mirowski T., Jelonek I., Jelonek Z. The quality of wood pellets used in automatic class 5 Ecodesign boilers on the retail market in the context of air protection in Poland. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*. 2019; 22(1): pp. 127-140. doi:10.33223/epj/105528.
5. Bovea M.D., Rosario V. Materials selection for sustainable product design: a case study of wood based furniture eco-design. *Materials & design* 25.2 (2004): pp. 111-116, doi: 10.1016/j.matdes.2003.09.018

References

1. Coloma-Jiménez M., Akizu-Gardoki O., Lizundia E. Beyond ecodesign, internationalized markets enhance the global warming potential in the wood furniture sector, *Journal of Cleaner Production*, V. 379, Part 2, 2022, 134795, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134795>.
2. Cobut A., Beauregard R., Blanchet P. Reducing the environmental footprint of interior wood doors in non-residential buildings – part 2: ecodesign, *Journal of Cleaner Production*, V/ 109, 2015, pp. 247-259, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.068>.
3. Silva G. M., Nascimento C. C. do, Araújo R. D. de, Pacheco, K. M. M. Ecodesign in the use of the Amazonian Peãozinho wood for making an eco-efficient product. *International Journal for Innovation Education and Research*, 2022, 10(3), pp. 157-173, doi: <https://doi.org/10.31686/ijer.vol10.iss3.3674>
4. Jach-Nocoń M., Nocoń A., Mirowski T., Jelonek I., Jelonek Z. The quality of wood pellets used in automatic class 5 Ecodesign boilers on the retail market in the context of air protection in Poland. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*. 2019; 22(1): pp. 127-140. doi:10.33223/epj/105528.
5. Bovea M.D., Rosario V. Materials selection for sustainable product design: a case study of wood based furniture eco-design. *Materials & design* 25.2 (2004): pp. 111-116, doi: 10.1016/j.matdes.2003.09.018

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_442-445

УДК 749.1

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА ДЕРЕВЯННОГО СТОЛИКА, ДЕКОРИРОВАННОГО ЭПОКСИДНОЙ СМОЛОЙ

DESIGNING A WOODEN TABLE DECORATED WITH EPOXY RESIN

Гузенко Н.В., кандидат педагогических наук, доцент ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В.Ломоносова», Россия, Архангельск

Мошарев И.В., студент ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В.Ломоносова», Россия, Архангельск

Чирков А.Ю., студент ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В.Ломоносова», Россия, Архангельск

Guzenko N.V., Candidate of Pedagogical Sciences, associate professor, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Mosharev I.V., student, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Chirkov A.Yu., student, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Аннотация: Статья освещает разработку дизайна деревянного журнального столика с учетом современных требований интерьеров, отражает последовательность работы над его созданием и результаты художественно-поисковых решений. Особенностью разработки является учет природных естественных форм древесных материалов, применение инновационных технологий декорирования (молнии Лихтенберга) и современных материалов отделки изделия.

Abstract: The article highlights the development of a wooden coffee table design taking into account modern interior requirements, reflects the sequence of work on its creation and the results of artistic and search solutions. A special feature of the development is the consideration of natural natural forms of wood materials, the use of innovative decoration technologies (Lichtenberg lightning) and modern materials for finishing the product.

Ключевые слова: дизайн, деревянная мебель, эпоксидная смола, молнии Лихтенберга.

Keywords: design, wooden furniture, epoxy resin, Lichenberg lightning.

С учетом постоянно меняющихся требований и вкусов населения, а также современных тенденций в дизайне, необходимо разрабатывать новые подходы к созданию мебели, дизайн которой должен сочетать в себе функциональность, эстетичность и качество исполнения, чтобы идеально вписываться в общий облик интерьера и удовлетворять потребности пользователей.

Разработка новых концепций и технологий в производстве журнальных столиков становится важной задачей для дизайнеров и производителей мебели. Уникальные формы, инновационные материалы, функциональные решения и стильные детали могут сделать журнальные столики не просто предметами мебели, а настоящими произведениями искусства, которые подчеркнут индивидуальность и характер интерьера [1].

Всевозможные полимеры, пластмассы и другие искусственные материалы давно используются в самых разных областях промышленности. Такой материал, как эпоксидная

смола, полученная впервые почти век назад, остается до сих пор весьма востребованным материалом [2].

Декорирование эпоксидной смолой деревянных изделий — это креативный процесс, при котором эпоксидная смола способна создать уникальные и стильные акценты на поверхности, подчеркнуть текстуру древесины, а также улучшить защитные свойства изделия. Применение многообразных наполнителей (природных материалов, полимерных элементов и т.п.), а также красящих компонентов (колеров, тонеров, глиттеров и т.п.) расширяет спектр дизайнерских решений, в том числе и в дизайне журнальных столиков (рисунок 1).



Рисунок 1 – Варианты декорирования эпоксидной смолой столешниц

На протяжении нескольких последних лет прослеживается устойчивый интерес к наполнению жилища элементами, подчеркивающими близость с природой (растительная тематика, природные оттенки, натуральные материалы и т.п.). Это напрямую связано с осознанием экологичности, безопасности и желанием создания психологически комфортного пространства в условиях городской жизни. При этом близость к природе вовсе не предполагает отказа от благ цивилизации, и экологичный дизайн прекрасно сочетается с современными технологиями.

Концептуальной идеей при разработке дизайна разрабатываемого изделия было желание максимального использования в его конструкции природных древесных форм в сочетании с эксклюзивностью отделки. Для оригинальности столешницы был заготовлен торцовочный спил черемухи Маака криволинейной формы с максимальным размером 520 мм и толщиной 90 мм, а в качестве основы для заливки поверхности стола эпоксидной смолой было принято решение применить уникальную технологию Лихтенберга.

С этой целью силами студента-дипломника был выполнен аппарат Лихтенберга, позволяющий создавать уникальный эффект ветвящихся молний на поверхности, благодаря диэлектрическим свойствам древесины. Процесс распространения электрического заряда при воздействии высокой электрической мощности формирует мелкие ветвистые трещины, которые вместе создают цельный композиционный образ (рисунок 2). Траектория разряда не поддается предсказанию, делая каждый рисунок уникальным.



Рисунок 2 – Выжигание молний Лихтенберга на столешнице

Работа по поиску оптимальной формы подстоля, органично сочетающегося со столешницей, проводилась с учетом основных критериев: натуральность материала, устойчивость, органичность форм, оригинальность и уникальность внешнего вида. Некоторые варианты подбора ножек к столешнице из спила отражены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Варианты подбора ножек к столешнице из спила

Анализ вариантов дизайн-решений при разработке изделия позволил определиться, что наиболее полно данным критериям соответствует подстолье, выполненное из веток древесины. Для столешницы природной формы идеально подходят ножки, приближенные к природному внешнему виду, выделяющиеся неповторимым дизайном. С учетом небольшого количества дефектов, малых изгибов и прочности для подстоля была выбрана ирга, имеющая равномерную текстуру коры, хорошо сочетающуюся по цвету с разработанным дизайном. Высота декоративного столика - 570 мм.

Последующий поверхностный обжиг газовой горелкой торца спила после удаления коры способствовал целостному цветовому восприятию всей столешницы. В качестве современного декоративного материала для разрабатываемого столика была определена эпоксидная смола.

При проведении художественных проб по подбору цветовых решений декора эпоксидная смола с разными оттенками заливалась в углубления от молний Лихтенберга. В ходе чего выбран наиболее интересный вариант зеленого цвета с добавлением перламутра и люминофора, позволяющего светиться в темноте (рисунок 4).

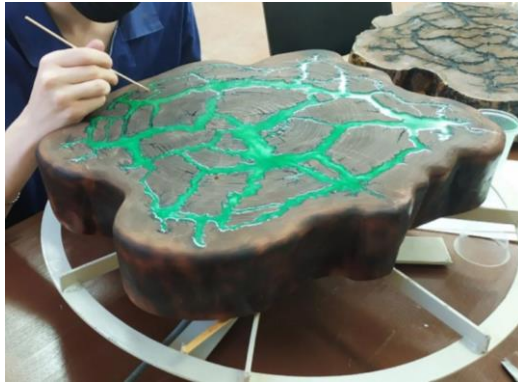


Рисунок 4 – Заливка столешницы эпоксидной смолой и готовое изделие

Разнообразие декоративных материалов предоставляет широкий спектр возможностей для творчества и индивидуального подхода к разработке уникальных дизайнерских концепций. Сочетание эпоксидной смолы и рисунков Лихтенберга в декоре позволяет создавать уникальные предметы мебели, обладающие не только функциональностью, но и высокой художественной ценностью. Разработанный декоративный столик может стать отражением эстетического вкуса владельца.

Список литературы

1. Стеблева, М. В. Разработка новых подходов к дизайну журнальных столиков с учетом требований современных интерьеров / М. В. Стеблева // Научный аспект. Культура и искусство: ежемесячный электронный журнал. - 2024. - № 5. – URL: <https://na-journal.ru/5-2024-kultura-iskusstvo/11935-razrabotka-novyh-podhodo-k-dizainu-jurnalnyh-stolikov-s-uchetom-trebovanii-sovremennyh-intererov>, доступ свободный (дата обращения: 01.03.2025). – Загл. с экрана.
2. Зотова, И. П. Новые материалы и технологии как импульс к творчеству. Эпоксидная смола : методические рекомендации / И. П. Зотова. – Белгород: БГЦНТ, 2022. – 21 с. – URL: clck.ru/3Gn2Ft, доступ свободный (дата обращения: 07.05.2024). – Загл. с экрана.

References

1. Stebleva, M. V. Development of new approaches to the design of coffee tables, taking into account the requirements of modern interiors / M. V. Stebleva // The scientific aspect. Culture and Art: a monthly electronic magazine. - 2024. – Iss. 5. - Electronic text data. - URL: <https://na-journal.ru/5-2024-kultura-iskusstvo/11935-razrabotka-novyh-podhodo-k-dizainu-jurnalnyh-stolikov-s-uchetom-trebovanii-sovremennyh-intererov>, access is free (01.03.2025) – Title from screen.
2. Zotova, I. P. New materials and technologies as an impulse to creativity. Epoxy resin: guidelines : methodological recommendations / I. P. Zotova – Belgorod: Belgorod State Folk Art Center, 2022. – 21 p. - Electronic text data. - URL: clck.ru/3Gn2Ft, access is free (07.05.2024) – Title from screen.

ВЛИЯНИЕ УСТОЙЧИВОГО ДИЗАЙНА НА ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ**THE INFLUENCE OF USTOYCHIVOHO DESIGN ON THE CHOICE OF MATERIALS**

Дровникова М.А., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

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

Стородубцева Т.Н., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

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

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

Storodubtseva T.N., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: В данной статье обсуждается концепция устойчивого дизайна, эффективное использование ресурсов и проблемы, связанные с устойчивым дизайном. Механические характеристики материалов. В статье анализируются экологические факторы, влияющие на выбор материалов. Приведены примеры эффективного использования экологически чистых материалов. Итоги выполненной работы и создание диаграммы для сопоставления экологической эффективности.

Abstract: This article discusses the concept of sustainable design, efficient use of resources, and the challenges associated with sustainable design. Mechanical characteristics of materials. The article analyzes the environmental factors influencing the choice of materials. Examples of effective use of environmentally friendly materials are given. The results of the work performed and the creation of a diagram for comparing environmental performance.

Ключевые слова: устойчивый дизайн, экологические материалы, защита окружающей среды, выбор материала, экологические аспекты, экологический дизайн.

Keywords: sustainable design, environmental materials, environmental protection, material selection, environmental aspects, environmental design.

Устойчивый дизайн. Устойчивый дизайн основывается на эффективном использовании ресурсов. Например, использование материалов повторно или их переработку. Дизайнером не только важно создать прочное изделие, но и стараются уменьшить отходы в процессе работы [1].

Устойчивый дизайн – это, прежде всего, разумная стратегия проектирования. Важно сосредоточиться на эффективном использовании ресурсов, использовании перерабатываемых материалов и стремлении минимизировать объем отходов.

В настоящее время люди все больше обращают внимание на устойчивый дизайн и придают значение экологически чистым материалам [1].

Каждый дизайнер сталкивается с задачами в сфере устойчивого дизайна. Несмотря на множество преимуществ, этот подход также сопряжен с различными проблемами, которые необходимо преодолеть. Решение этих трудностей является важным шагом для полного раскрытия потенциала устойчивых проектных методов [2].

Для устранения проблем в устойчивом дизайне необходимо творчества, работа в команде и иметь целостное представление о взаимосвязи между дизайном, устойчивым развитием и рыночными тенденциями. Преодолевая эти трудности, дизайнеры способны реализовать полный потенциал устойчивых решений [2].

Механические свойства материалов: влияние на выбор.

Механические характеристики материалов играют ключевую роль в процессе выбора, обеспечивая надежность, долговечность и безопасность конструкций и устройств. К основным характеристикам относятся прочность, твердость, ударная вязкость, упругость, пластичность, хрупкость и другие [3].

Экологические аспекты выбора материалов. Значение экологических факторов при использовании материалов становится все более важным из-за растущих требований к защите окружающей среды. Этот вопрос включает в себя не только процессы добычи и переработки, но и весь жизненный цикл материалов, включая их использование и утилизацию [4].

Экологический след, связанный с добычей и переработкой металлических материалов, существенно сказывается на состоянии окружающей среды из-за значительных затрат энергии и выбросов парниковых газов. В процессе производства алюминия, помимо углерода, также происходят выбросы фторсодержащих газов, обладающих значительным потенциалом для глобального потепления. Титановые сплавы, используемые в аэрокосмической и медицинской отраслях, требуют существенных затрат на электроэнергию и специализированные технологии обработки, что также усиливает их экологический след. Нержавеющие стали и цветные металлы, такие как бронза и латунь, демонстрируют значительное влияние на экологическую обстановку из-за потребности в обогащении руды и сложных процессах металлургии [5].

С учетом ужесточения экологических норм переработка вторичных материалов становится все более важной.

Примеры успешного применения устойчивых материалов.

1. Конференц-центр Ванкувера, Канада. Конференц-центр Ванкувера представляет собой образец устойчивого развития в архитектуре, гармонично вписывающийся в природный ландшафт и отвечающий потребностям масштабных общественных мероприятий.

Эта зеленая крыша площадью шесть акров является одной из крупнейших в Северной Америке, на ней размещается более 400,000 XNUMX местных растений и жилье для медоносных пчел. Он использует морскую воду для охлаждения и нагрева, что снижает зависимость от традиционных систем. Здание может похвастаться уникальной системой управления водными ресурсами, которая сокращает потребление питьевой воды на целых 60 % [6].

2. Олимпийский дом, Швейцария. Штаб-квартира Международного олимпийского комитета – Олимпийский дом – считается экологически устойчивым зданием во всех аспектах своего дизайна.

Благодаря сокращению потребления энергии на 35 % здание получило сертификат LEED v4 Platinum в энергоэффективности. Его дизайн максимально использует естественное освещение и интегрируется в окружающий парк, что приводит к прекрасной взаимосвязи между зданием и его природным окружением [6].

3. Один Вандербильт, США. One Vanderbilt – один из примеров устойчивого проектирования, который переосмысливает значение устойчивости в современных небоскребах, смело заявляя о себе на горизонте Нью-Йорка.

Башня с платиновым рейтингом LEED имеет 90 % переработанной стали в его конструкции, вместе с системами сбора дождевой воды и энергоэффективными фасадами, которые уменьшают потребление энергии на 30%. Он имеет прямое соединение с Центральным вокзалом, что способствует улучшению общественного транспорта и снижению зависимости от автомобилей [6].

Закключение. В современном мире влияние устойчивого дизайна на выбор материалов имеет огромное значение. Механические характеристики экологически чистых материалов показывают, что они способны обеспечивать необходимую прочность и долговечность изделий при минимальном воздействии на природу. Устойчивый дизайн требует комплексного подхода к выбору материалов, который учитывает, как их эксплуатационные качества, так экологические последствия. Это позволяет разрабатывать инновационные решения, способствующие сохранению ресурсов и защите планеты для будущих поколений.

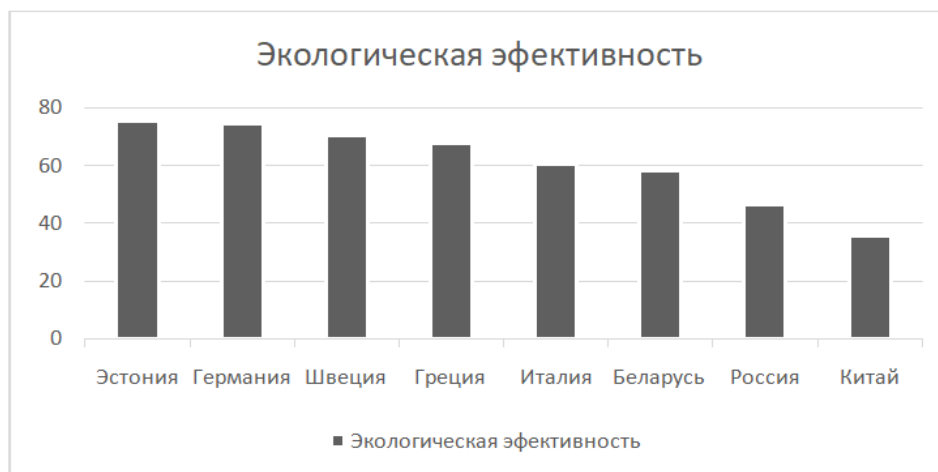


Рисунок - Диаграмма экологической эффективности за 2024 год

На графике представлены оценки стран по экологической эффективности. В ходе данного исследования было проанализировано множество материалов, и выяснилось что Эстония является страной, где большинство людей активно поддерживают экологические инициативы, получив 75,3 балла за экологические достижения. С каждым годом всё больше людей отдают предпочтение экологически чистым материалам.

Список литературы

1. Устойчивый дизайн: как создавать экологичные и долговечные продукты (ред. от 27.10.2024). - URL: <https://media.contented.ru/osnovy/napravleniya/ustoichivyi-dizain-kak-sozdavat-ekologichnye-i-dolgovechnye-produkty/> (дата обращения 06.03.2025)
2. Что такое sustainable desing, и чем занимается дизайнер устойчивых продуктов? - URL: <https://design-mate.ru/read/an-experience/sustainable-design-and-sustainable-product-designer> (дата обращения 06.03.2025)
3. Лебедев, А. В., Сидорова, Е. И. (2020). Устойчивое развитие в дизайне: от концепции к практике. Вестник архитектуры и строительства, 4 (2), 78-85
4. Дубровин, В. А., Коваленко, О. В. (2021). Сравнительный анализ механических свойств экологически чистых материалов. Материалы и технологии, 5 (1), 15-20.
5. Экономические и экологические аспекты выбора материалов. - URL: <https://mosmetgroup.ru/blog/ekonomicheskie-ekologicheskie-aspekty-vybora-materialov> (дата обращения 06.03.2025)
6. Вдохновляющие примеры устойчивого дизайна в архитектуре и продуктах by Доктор Элизабет Грин (ред. от 31.08.2024). - URL: <https://sigmaearth.com/ru/вдохновляющие-примеры-устойчивого-дизайна-в-архитектуре-и-продуктах/> (дата обращения 06.03.2025)

References

1. Sustainable design: how to create environmentally friendly and durable products (ed. from 10/27/2024). - URL: <https://media.contented.ru/osnovy/napravleniya/ustoichivyi-dizain-kak-sozdavat-ekologichnye-i-dolgovechnye-produkty/> (accessed 03/06/2025)
2. What is sustainable desing, and what does a sustainable product designer do? - URL: <https://design-mate.ru/read/an-experience/sustainable-design-and-sustainable-product-designer> (accessed 03/06/2025)
3. Lebedev, A.V., Sidorova, E. I. (2020). Sustainable development in design: from concept to practice. Bulletin of Architecture and Construction, 4(2), 78-85.
4. Dubrovin, V. A., Kovalenko, O. V. (2021). Comparative analysis of the mechanical properties of environmentally friendly materials. Materials and technologies, 5(1), 15-20.
5. Economic and environmental aspects of the choice of materials. - URL: <https://mosmetgroup.ru/blog/ekonomicheskie-ekologicheskie-aspekty-vybora-materialov> (accessed 03/06/2025)
6. Inspiring examples of Adaptive Design in Architecture and Products by Dr. Elizabeth Green (ed. 08/31/2024). - URL: <https://sigmaearth.com/ru/вдохновляющие-примеры-устойчивого-дизайна-в-архитектуре-и-продуктах/> (accessed 03/06/2025)

МОДНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В МЕБЕЛИ И ИНТЕРЬЕРЕ В 2025 ГОДУ**FURNITURE AND INTERIOR TRENDS IN 2025**

Ефимова Т.В., кандидат технических наук, доцент.

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

Грачев Д.С., магистрант группы ТЛК4-224-ОМ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Елфимова Ю.П., магистрант группы ТЛК4-224-ЗМ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Efimova T.V., candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

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

Grachev D.S., master's student of the group TLC4-224-OM Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Yelfimova Y.P., master's student of the group TLC4-224-ZM Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: в статье рассмотрены модные тенденции в мебели и интерьере в 2025 году.

Abstract: the article looks at the fashion trends in furniture and interior design in 2025.

Ключевые слова: интерьер, тренд, мебель, функциональность, индивидуальность.

Keywords: interior, trend, furniture, functionality, individuality.

Концепция современного интерьера включает в себя не только выбор и подбор мебели, но и создание гармоничного пространства, который соответствует вкусам и требованиям его владельца. В последнее время прослеживается устойчивый тренд на минимализм. Стремление к простым линиям, натуральным материалам и функциональности сохранится и в 2025 году. Рассмотрим новые интересные решения, которые предлагают дизайнеры и архитекторы для создания жилых пространств, отвечающим самым разным запросам и ожиданиям [1].

В 2025 году главной тенденцией станет индивидуализация элементов интерьера: они будут соответствовать личным предпочтениям владельцев. Минимализм, индивидуализация и функциональность будут основными трендами при планировании и обустройстве жилых пространств.

В две тысячи пятом году тенденции к минимализму в кухня с матовыми фасадами продолжает набирать популярность. Такие решения отличаются универсальностью, что позволяет органично вписать в любое пространство. Матовые поверхности способствуют созданию атмосферы благополучия и баланса. Цветовая палитра становится все более разнообразной: чаще стали использоваться глубокие оттенки зеленого, насыщенного

красного, а также различные текстуры древесины. Подобные цвета придают интерьеру выразительности и подчеркивают его индивидуальность в современном стиле. Для столешниц дизайнеры.

Рейки уже достаточно давно стали популярны в дизайне интерьеров, их можно встретить в разных помещениях - от прихожих и гостиных до детских комнат и общественных пространств, таких как офисы и кафе (рис. 1). Они функциональны и способны визуально преобразовать пространство. Однако сейчас на смену массивным реечным конструкциям пришли узкие рейки, позволяющие создавать объем, воздушную атмосферу и вместе с тем выглядеть легко и элегантно, гармонично вписываясь в концепцию минимализма.



Рисунок 1 – Рейки в интерьере

В 2025 году встроенные шкафы с распашными матовыми фасадами - один из ведущих трендов в дизайне интерьера. Современные покупатели все чаще делают выбор в пользу свежих и актуальных решений, отходя от излишней декоративности и мелких деталей.

В 2024 году рифленые фасады начали вытеснять традиционные классические формы, а в 2025-м году их место могут занять гладкие матовые поверхности. Эта тенденция показывает стремление к лаконичности и оптимальному использованию пространства. Мебель становится все более функциональной и сдержанной, а ключевую роль в формировании атмосферности интерьера начинает играть декоративные элементы и мягкая мебель [1, 2].

На пике моды сейчас витрины со стеклянными вставками и рамочными фасадами. В сочетании с подсветкой для шкафов и полок это позволяет добавить интерьеру объем и выразительность, делая его более интересным и многослойным.

Дизайнеры интерьеров никак не могут прийти к единому мнению, соответствуют ли шкафы-купе последним тенденциям моды, но на практике, потребители продолжают их предпочтение, признавая их многочисленные преимущества. Причина популярности шкафов-купе в том, что они оптимально используют ограниченное пространство, обеспечивают легкий доступ ко всему содержимому шкафа, не загромождая помещение, позволяют хранить больше вещей. Дизайн дверей шкафов-купе претерпел изменения: профили стали более узкими, а двери часто заполняются обычным, прозрачным, рифленым или тонированным стеклом, что соответствует современным тенденциям минимализма.



Рисунок 2 – Встроенные шкафы

Раздвижные перегородки будут в авангарде тенденций интерьерного дизайна. Они популярны как при планировании жилого пространства жилой квартиры, так и частного дома. Позволяют легко разделить интерьер на отдельные зоны и так же легко объединить пространство, сдвинув двери, тогда как статические перегородки в равных условиях ограничивают гибкость использования помещения. Раздвижные перегородки становятся неотъемлемой частью современных функциональность жилого пространства.

Мягкие стеновые панели уже много лет являются одним из ключевых трендов в дизайне интерьеров. Особенно эффектно смотрятся мягкие стеновые панели в спальне, когда они используются как полноценное покрытие стены за изголовьем кровати. Они помогают снизить уровень шума и улучшить звукоизоляцию, создать более спокойную и расслабляющую атмосферу, что очень важно для качественного отдыха. Использование мягких стеновых панелей не только позволяет сделать комнаты более уютными, но и придают интерьеру эстетичность.

В этом году особой популярностью пользуется кровати с округлыми формами и низким изголовьем. В интерьерах прослеживается явная линия: мягкой мебели, которая становится центральными элементом композиции, играя главную роль. Дизайн при этом становится компактнее и приобретает простоту, сохраняя индивидуальность. Традиционные модели кроватей каретной стяжкой проигрывают вариантам с плавными линиями и скругленными углами, которые визуально облегчают мебель и делают ее идеальной для создания гармонии и уюта в доме.

Персонализированные интерьеры в ванных комнат за последние несколько лет приобрели не только популярность, но стали неотъемлемой частью оформления пространства. Данный тренд сохранит актуальность и в 2025 году. Готовая мебель, без сомнений, имеет ограничения по размерам и вариативности дизайна, однако индивидуальные решения дают значительно большую свободу действий: можно разработать мебель нужных габаритов, организовать пространство ниш или установить пеналы, которые будут идеально вписываться в интерьер. Особенно востребованы подвесные тумбы под раковину с матовыми фасадами в минималистичном стиле, а также тонкие столешницы из компакт-плит или искусственного камня с встраиваемыми чашами.

Сложный и уникальный дизайн подростковых комнат с встроенной мебелью остается актуальным и востребованным. Такой подход позволяет максимальной эффективно использовать пространство, что критично важно для помещений, где нужно совмещать функции

спальни, игровой зоны и рабочего места. В детских комнатах располагается много предметов, и на небольшой площади часто требуется организовать удобное пространство для двоих и более. Одним из популярных решений последних лет, который сохранится в 2025 году будет создание рабочей зоны у окна, где подоконник интегрируется в столешницу, что в свою очередь позволяет увеличить полезную площадь комнаты. Дополнительно боковые ниши возле окна используются для хранения учебников, тетрадей и других принадлежностей для школы. Кроме того, дизайнеры предлагают оригинальные конструктивные решения для спальных мест, позволяющие оптимизировать пространство и сделать интерьер более удобным и функциональным (рис. 3).



Рисунок 3 – Пример интерьера детской комнаты

Таким образом, 2025 год ознаменуется дальнейшим развитием и совершенствованием современных интерьерных решений, направленных на увлечение функциональности и эстетичности пространства дома.

Список литературы

1. Какая мебель и решения в интерьере будут в тренде в 2025 году? – URL: <https://td-komandor.ru/blog/specials/trendovaya-mebel-v-2025-godu>. - Загл. с экрана.
2. 12 новых трендов в интерьере на 2025 год – URL: <https://skillbox.ru/media/design/next-interior-trends/>. - Загл. с экрана.

References

1. What furniture and interior solutions will be in trend in 2025? – URL: <https://td-komandor.ru/blog/specials/trendovaya-mebel-v-2025-godu>. - Title from the screen.
2. 12 new interior trends for 2025 – URL: <https://skillbox.ru/media/design/next-interior-trends/>. - Title from the screen.

ЦВЕТА МЕБЕЛИ 2025 - ОСНОВНЫЕ МОДНЫЕ ДЕКОРЫ ГОДА
FURNITURE COLOURS 2025 - THE MAIN TRENDY DECORS OF THE YEAR

Ефимова Т.В., кандидат технических наук, доцент.

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

Грачев Д.С., магистрант группы ТЛК4-224-ОМ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Efimova T.V., candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

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

Grachev D.S., master's student of the group TLC4-224-OM Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: в статье рассмотрены трендовые цвета 2025 года. Перечислены наиболее актуальные оттенки, возможности их использования в мебели и интерьере.

Abstract: the article discusses the trend colours of 2025. The most relevant shares are listed, as well as the possibilities of using them in furniture and interiors.

Ключевые слова: интерьер, тренд, мебель, цвет, актуальность.

Keywords: interior, trend, furniture, colour, relevance.

Мир дизайна интерьеров и мебели постоянно меняется. Ежегодно обновляются тренды на цвета, текстуры и материалы, тем самым способствуя созданию стильных и актуальных жилых и общественных пространств. В 2025 году в центре внимания дизайнеров и потребителей будет сочетание ярких, насыщенных цветов с пастельными оттенками, способными преобразить любое помещение [1, 2].

Разберем основные актуальные цвета года:

- Нежные пастельные цвета

На пике популярности такие пастельные цвета, как мятный, бледно-лавандовый и нежно-розовый. Они позволяют создать ощущение легкости и спокойствия.

Нежный розовый цвет и светло-голубой — это бессменный тренд и база при создании детской мебели, однако теперь он будет интерпретироваться в более пастельных и пудровых тонах. В сочетании с древесными текстурами такие цвета будут выглядеть стильно и современно.

Пастельные тона также идеально подходят для создания уютных зон ожидания и стильных приемных.

- Естественные землистые тона

Все оттенки коричневого, охры и зеленого по-прежнему остаются в моде. Они призваны вернуть нас к природе и создать уютную атмосферу. Эра «всего беленького» прошла, уступив место разнообразию цветовых решений. Это заметно по экспозициям

крупных интерьерных выставок вроде Salone del Mobile или Maison & Objet и прогнозам экспертов.

В 2025 году при выборе зеленых оттенков акцент сместится на более глубокие и насыщенные. Темно-зеленый, изумрудный и мшистый цвета будут широко использоваться в мебельных коллекциях. Эти декоры добавляют нотки природы в интерьер, создавая уютную и расслабляющую атмосферу.

Цвет 2025 года по версии Pantone - Mocha Mousse (шоколадно-коричневый оттенок) – земной, но утонченный коричневый цвет (рис. 1). По мнению Pantone этот вызывающий богатый коричневый цвет с чувственным теплом, сочетает желание комфорта и роскоши, вызывает чувство уюта дома независимо от того, появляется ли он на полу или окрашенной стене, в домашнем декоре или более натуральных материалах, таких как: дерево и камень, ротанг и лозы, кожа и лен.



Рисунок 1 – Интерьер в оттенках Mocha Mousse

Травертин и декоры, близкие к нему по цвету и текстуре вот уже третий год остаются одной из самых интересных тенденций дизайна интерьера (рис. 2). Травертин - природный осадочный известняк, образующийся из минералов, растворенных в термальных или грунтовых водах. Это главная причина, по которой красота травертина не имеет себе равных ни с одним другим камнем. Мебель или аксессуары из травертина, такие как приставные столики, рамы для зеркал или подставки для ламп, придают помещениям дополнительную текстуру, изысканность и эксклюзивность.

У Pinterest сразу три палитры в обволакивающих натуральных тонах: охряная Desert Orange, травянистая Moss Green и кофейно-коричневая Mocha Brown.

- Яркие акцентные цвета

Коралловый, терракотовый, ярко-синий - все эти оттенки можно использовать для создания ярких акцентов в интерьере.



Рисунок 2 – Столик со столешницей из травертина

Коралловый представляет собой смесь трех цветов: красный, оранжевый, розовый. При использовании этого цвета важно учитывать, что он относится к тёплым оттенкам, поэтому его переизбыток может делать атмосферу удушливо-жаркой.

В 2025 году мебель в теплых терракотовых оттенках будет набирать популярность. Такие цвета хорошо сочетаются с нейтральными тонами и натуральными материалами.

Грязный оранжевый - уникальный оттенок оранжевого, напоминающий замшевый или терракотовый, добавляет в интерьер ярких акцентов. Он отлично сочетается с нейтральными цветами и добавляет живости и динамики в жилое пространство.

Ярко-синий цвет в мебели можно использовать для зонирования пространства. Диван, кресло или шкаф в насыщенном синем цвете позволят расставить акценты в нужных местах.

- Глубокие, насыщенные цвета

Темно-синий, изумрудно-зеленый и винный — это элегантные цвета, которые прекрасно смотрятся как в классическом, так и в современном интерьере.

Насыщенные синие оттенки активно используются в мебельной промышленности. Цвет океана, индиго и небесно-синий — это те декоры, которые способны стать ярким акцентом в любом интерьере, добавляя ему современности и оригинальности.

Мебель винного цвета является крайне стильным и оригинальным решением, говорящим о силе и смелости владельца, однако работать с ним нужно крайне аккуратно, для того чтобы не переборщить и не сделать интерьер безвкусным и аляповатым.

Изумрудный цвет в мебели способен наполнить интерьер роскошью и богатством. Например, бархатный диван глубокого изумрудного оттенка станет ярким акцентом в гостиной.

- Металлическая и отражающая отделка

Серебро, золото, медь, бронза - добавление разнообразных металлических акцентов придаст мебели современный вид. Металл в сочетании с деревом, стеклом и натуральным камнем создает контрастные решения в дизайне мебели, гармонично оттеняя качества других материалов [1, 3].

При планировании обновления интерьера в 2025 году необходимо учитывать тренды года, но не нужно ориентироваться только на актуальные цветовые тенденции. Необходимо

учитывать собственные предпочтения и пожелания. Тогда обновленный интерьер станет отражением вашего стиля и вкуса, а выбранные цвета интерьера и мебели создадут комфортное и органичное пространство для жизни.

Список литературы

1. Цвет мебели 2025 - основные модные декоры года, которые востребованы. – URL: <https://www.bramek.ru/blog/na-zametku-mebelshchiku-tekhnologu-dizayneru-predprinimatelyu/tsvet-mebeli-2025-trendy-kotorye-vdokhnovlyayut/>. - Загл. с экрана.
2. 7 главных цветовых трендов в интерьере 2025: они точно станут хитами. – URL: <https://dzen.ru/a/ZsVtra1Ten4XtXqB>. - Загл. с экрана.
3. Тренды 2024/2025 металл в интерьере. – URL: <https://rethome.com/blog/article/trendy-2024-2025-metall-v-interere>. - Загл. с экрана.

References

1. Furniture Colour 2025 - the main fashionable decors of the year that are in demand. – URL: <https://www.bramek.ru/blog/na-zametku-mebelshchiku-tekhnologu-dizayneru-predprinimatelyu/tsvet-mebeli-2025-trendy-kotorye-vdokhnovlyayut/>. - Title from the screen.
2. 7 main colour trends in the interior 2025: they will definitely become hits. – URL: <https://dzen.ru/a/ZsVtra1Ten4XtXqB>. - Title from the screen.
3. Trends 2024/2025metal in the interior. – URL: <https://rethome.com/blog/article/trendy-2024-2025-metall-v-interere>. - Title from the screen.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_458-461

УДК 674

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕБЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В 2025 ГОДУ**OUTLOOK FOR THE FURNITURE INDUSTRY IN 2025**

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

Ефимова Т.В., кандидат технических наук, доцент.

Грачев Д.С., магистрант группы ТЛК4-224-ОМ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Вергунов Н.А., магистрант группы ТЛК4-224-ЗМ 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.

Efimova T.V., candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Grachev D.S., master's student of the group TLC4-224-OM Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Vergunov N.A., master's student of the group TLC4-224-ZM Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: в статье рассмотрены основные перспективы развития мебельной отрасли в 2025 году.

Abstract: the article considers the main prospects for the development of the furniture industry in 2025.

Ключевые слова: мебельная отрасль, спрос, рост цен, потребности, производство.

Keywords: furniture industry, demand, price growth, needs, production.

Российские производители мебели с осторожным оптимизмом смотрят в 2025 год, планируют расширять ассортимент продукции и открывать новые шоу-румы. Некоторые компании получают поддержку от региональных властей, что также положительно скажется на рынке [1].

Однако темпы роста мебельной отрасли все же замедляются. По прогнозам Александра Шестакова, генерального директора Первой мебельной фабрики, президента AMDPR, в 2025 году рынок вырастет на 12-15% в денежном выражении. В случае негативного сценария рынок может выйти на плато в 2026 году. Проблема вызвана целым рядом барьеров, как для самого производства, так и для процесса реализации мебельной продукции.

Спрос покупателей сильно зависит от ситуации на рынке жилья, и здесь есть несколько проблем: условия по льготной ипотеке ужесточились, а базовая ставка ЦБ РФ в октябре выросла до 21% и длительное время остается на этом уровне.

Объем выдачи ипотечных кредитов к концу 2024 года сократился почти на 40%, до 4,9 трлн рублей. По оценкам «ДОМ.РФ», если базовая процентная ставка останется в среднем на уровне 20%, то объем выдачи ипотечных кредитов в 2025 году сократится еще больше - до 3,8-4 трлн рублей.

Однако в условиях высокой инфляции, по словам вице-премьера Марата Хуснуллина, о государственной поддержке ипотеки не может быть и речи. Это, соответственно, может замедлить дальнейшие продажи недвижимости, а вместе с ними и спрос на мебель. Ведь значительная часть потребителей совершает покупки на этапе приведения жилья в порядок после ремонта [2, 3].

При этом, как отмечает управляющий директор ГК «Самолет» Кирилл Храпов, за последний год в России квартиры с отделкой стали продаваться в среднем в 9 раз чаще, чем без нее. Спрос на готовую меблировку растет и становится трендом. Практика последних лет доказала, что квартиры с отделкой повышают ликвидность недвижимости.

На производство мебели также негативно влияет и рост цен на материалы и комплектующие, которые только в первой половине 2024 года подорожали на 20%. Фурнитура, ткани, лаки, краски и другие компоненты в основном импортируются из других стран, поэтому зависимость от некоторых товаров достигает 90% и даже 100%. Например, отечественные производители мебели ежегодно закупают металлическую фурнитуру на сумму более 1 миллиарда долларов, хотя большинство деталей может быть произведено внутри страны. Проблема в том, что инвесторов отпугивают высокие цены на металл и жесткие квоты на его поставки. Производители мебели готовы выступить в качестве единого заказчика, чтобы начать производство фурнитуры, но для развития этого направления импортозамещения необходима государственная поддержка. Например, пластиковую фурнитуру и бумажную основу уже начали производить в России, но большинство комплектующих по-прежнему поступает к нам из Китая и Турции [1, 4].

Кроме того, в отрасли наблюдается нехватка рабочей силы, что увеличивает нагрузку на существующих сотрудников и ограничивает возможности роста компаний.

В 2025 году мебельный рынок ждет рост цен на всю продукцию на 18-20 %. Если раньше мебельные ритейлеры находили способы удерживать стоимость товаров на относительно стабильном уровне за счет акций и скидок, то сейчас этот инструментарий будет все менее и менее эффективным.

Рост цен на мебельную продукцию связан с целым рядом факторов, включая рост цен на сырье, энергоносители, заработную плату рабочих и транспортные расходы. В условиях глобализации экономики все эти элементы способствуют общему росту стоимости. На стоимость мебели особенно сильно повлияют изменения в ценовой политике поставщиков материалов. Из-за глобальной экономической нестабильности и проблем с логистикой цены на сырье - древесину, металлы и пластик - постоянно растут. Это отражается на конечной потребительской цене продукта.

Экологические нормы в производстве мебели также оказывают значительное влияние на затраты. Стремление к устойчивому и экологичному производству

увеличивает стоимость производственных процессов за счет внедрения новых технологий и перехода на более дорогостоящие, но экологичные материалы.

Для потребителей такое изменение цен означает, что им придется пересмотреть свои потребности и предпочтения. Они будут отдавать предпочтение качественным, долговечным и экологичным изделиям, которые служат годами и хорошо адаптируются к различным интерьерным решениям.

В долгосрочной перспективе повышение цен приведет к появлению новых бизнес-моделей в мебельной индустрии, таких как аренда мебели или расширение рынка подержанной мебели. Производители будут предлагать различные дополнительные услуги: помощь в выборе, бесплатную доставку, различные программы лояльности, будут активнее развивать эконом-предложение, в том числе за счет СТМ-продукции. СТМ – собственные торговые марки стали ярким трендом 2023 года и для среднего бизнеса СТМ — это инструмент для отстройки от рынка. Производители и застройщики будут развивать сотрудничество для продвижения своей продукции через b2b-канал. Аналитики «Самолет Плюс» дают прогноз, что к 2025 году доля продаж мебели через застройщиков удвоится и составит 12-15 % [4, 5].

Подводя итог, можно сказать, что период активного роста российского мебельного производства закончился, и в ближайшее время этот процесс замедлится. Высокая инфляция и ключевая процентная ставка, снижение покупательской способности, рост цен на сырье и многие другие факторы сдерживают рост рынка. Однако, наряду с негативными факторами, позиции отечественных производителей укрепляются, многие из них наращивают мощности, и если они найдут экономичный и рациональный подход к потребителю, то смогут успешно развиваться даже в это непростое время.

Список литературы

1. Трансформация мебельного рынка: российские производители наращивают обороты. – URL: <https://ko.ru/articles/transformatsiya-mebelno-go-rynka-rossiyskie-proizvoditeli-narashchivayut-oboroty/>. - Загл. с экрана.
2. Что ждет российский мебельный рынок в 2025 году? – URL: <https://www.retail.ru/articles/chto-zhdet-rossiyskiy-mebelnyy-rynok-v-2025-godu/>. - Загл. с экрана.
3. Мебельный рынок 2025: рекордные объемы производства, рост цен и другие тренды. – URL: https://mastera-komforta.ru/index.php?route=information/uni_news_story&news_id=31. - Загл. с экрана.
4. Как расти быстрее рынка: перспективы развития мебельной отрасли на 2025 год. – URL: <https://www.dp.ru/a/2024/12/25/kak-rasti-bistree-rinka-perspektivi>. - Загл. с экрана.
5. Очередной кризис отрасли? Перечислили, что ждать мебельщикам в 2025 году – URL: <https://industrymebel.ru/analytics/ocherednoj-krizis-otrasli-perechislili-k-chemu-nuzhno-gotovitsya-mebelshhikam-v-2025-godu/>. - Загл. с экрана.

References

1. Transformation of the furniture market: Russian manufacturers are increasing their turnovers. – URL: <https://ko.ru/articles/transformsiya-mebel'nogo-rynka-rossiyskie-proizvoditeli-narashchivayut-oboroty/>. - Title from the screen.
2. What awaits the Russian furniture market in 2025? – URL: <https://www.retail.ru/articles/chto-zhdet-rossiyskiy-mebelnyy-rynok-v-2025-godu/>. - Title from the screen.
3. Furniture market 2025: record production volumes, price growth and other trends. – URL: https://mastera-komforta.ru/index.php?route=information/uni_news_story&news_id=31. - Title from the screen.
4. How to grow faster than the market: prospects for the development of the furniture industry in 2025. – URL: <https://www.dp.ru/a/2024/12/25/kak-rasti-bistree-rinka-perspektivi>. - Title from the screen.
5. Another crisis of the industry? Listed what to expect furniture makers in 2025. – URL: <https://industrymebel.ru/analytics/ochednoj-krizis-otrasli-perechislili-k-chemu-nuzhno-gotovitsya-mebelshhikam-v-2025-godu/>. - Title from the screen.

К ПРОБЛЕМЕ РЕКОНСТРУКЦИИ БУЛЬВАРОВ В ГОРОДЕ ВОРОНЕЖЕ**TO THE PROBLEM OF RECONSTRUCTION OF BOULEVARDS****IN THE CITY OF VORONEZH**

Кочергина М.В., кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Kochergina M.V., PhD in Biology, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Пономарева Е.А., магистр 2 курса ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Ponomareva E.A., 2nd year master's student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: Приведены результаты предпроектной оценки насаждений Ростовского бульвара города Воронежа. Отмечены недостатки архитектурно-планировочного решения, связанные с неэффективным зонированием территории и устаревшей инфраструктурой. В насаждениях выявлены сухостойные экземпляры деревьев, нуждающиеся в удалении. Предлагаемые мероприятия предусматривают выделение функциональных зон, формирование полукрытого типа пространственной структуры, благоустройство и озеленение территории, развитие инфраструктуры объекта для удовлетворения потребностей различных групп населения.

Abstract: The results of the pre-design assessment of the plantings of Rostovsky Boulevard in Voronezh are presented. The disadvantages of the architectural and planning solution related to inefficient zoning of the territory and outdated infrastructure are noted. Dry-resistant specimens of trees that need to be removed have been identified in the plantings. The proposed measures include the allocation of functional zones, the framing of a semi-open type of spatial structure, landscaping and landscaping of the territory, and the development of the facility's infrastructure to meet the needs of various population groups.

Ключевые слова: дизайн среды, бульвар, благоустройство и озеленение, функциональное зонирование, реконструкция.

Keywords: environmental design, boulevard, landscaping, functional zoning, reconstruction.

Введение. В ландшафтной архитектуре бульвар представляет собой территорию общего пользования, располагающуюся вдоль магистралей и набережных в виде озеленённых полос различной ширины. На насаждения бульваров возложены рекреационные, планировочные, санитарно-защитные и декоративные функции [1]. В городе Воронеже насчитывается более 60 бульваров, многие из которых нуждаются в реконструкции. Поэтому тема настоящих исследований является актуальной и социально значимой для нашего города.

Цель исследования – анализ состояния объекта как основы проектных решений, направленных на повышение функциональности и эстетической ценности территории.

Материал и методы исследования. В качестве объекта исследования выбран Ростовский бульвар – внутригородское общественное пространство в левобережной части Воронежа. Бульвар расположен по адресу: г. Воронеж, ул. Ростовская, 46Д. Площадь территории составляет 4,5 га, протяжённость – около 400 м, ширина – 100 м. Бульвар граничит с дорогами местного значения и межквартальными проездами.

Предпроектные исследования включали визуальный анализ территории и насаждений. Изучались такие показатели, как пространственная структура, функциональное зонирование, санитарно-гигиенические характеристики, устойчивость и декоративные качества растений. Оценка состояния деревьев проводилась комплексно с применением двух взаимодополняющих методов. Первый метод классифицировал деревья на три группы качественного состояния. Второй метод основывался на шкале категорий санитарного состояния (жизнеспособности) деревьев, утверждённой постановлением Правительства РФ от 09.12.2020 №2047 [2]. На основании данных, полученных при натурных исследованиях, было предложено функциональное зонирование территории, благоустройство и озеленение зон в соответствии с их назначением.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ текущего состояния территории выявил ряд недостатков, связанных с неэффективным зонированием и устаревшей инфраструктурой Ростовского бульвара.

По результатам санитарно-гигиенической оценки состояние территории оценивается как удовлетворительное. При отсутствии растительного и бытового мусора отмечено наличие сухостоя. Качество воздуха подвержено умеренному воздействию автотранспорта и промышленности, не превышающему нормативные значения. Эстетическая оценка указывает на необходимость озеленения и благоустройства.

Пространственная структура бульвара состоит из открытых, полукрытых и закрытых пространств. Преобладающий тип пространственной структуры (ТПС) – открытый.

В таблице 1 представлены результаты состояния насаждений.

Таблица 1 – Характеристика насаждений Ростовского бульвара города Воронежа

Вид растения	Кол-во, шт.	Средние значения					Рекомендуемые мероприятия
		Возраст, лет	Диаметр 1,3 см	Высота, м	Категория состояния	Категория	
1	2	3	4	5	6	7	8
Тополь бальзамический	97	60	55	22	2	2	Уходы
Тополь пирамидальный	57	55	40	16	2	3	Уходы, вырубка
Вяз приземистый	148	45	50	14	2	3	Уходы, вырубка

Таблица 1 Продолжение

Клён остролистный	21	3	4	2	1	1	Уходы
Клён остролистный	42	55	35	20	2	2	Уходы
Клён американский	8	50	50	14	2	2	Уходы
Липа мелколистная	18	40	55	20	2	2	Уходы
Робиния псевдоакация	5	25	20	10	3	3	Уходы, вырубка
Сирень обыкновенная	22	35	15	4	2	2	Уходы
Рябина промежуточная	18	5	4	2,5	1	1	Уходы
Рябина обыкновенная	23	5	4	2,5	1	1	Уходы

На основании данных таблицы 1, большая часть насаждений находятся в хорошем и удовлетворительном состоянии. К вырубке назначены 9 экземпляров вяза приземистого, 6 экземпляров тополя пирамидального и 1 экземпляр робинии псевдоакалии. На момент обследования эти деревья были отнесены к 5 категории состояния – погибшие.

К недостаткам озеленения бульвара относится отсутствие в составе насаждений хвойных пород, а также цветочного оформления.

В целях формирования полуткрытого ТПС, для повышения декоративности объекта запроектированы различные виды посадок хвойных пород и цветочных культур (таблица 2).

Таблица 2 – Посадочная ведомость

п/п	Наименование растений	Количество растений, шт.			Вид посадки
		деревья	кустарники	цветы	
1	Туя западная «Смарагд» – Thuja occidentalis «Smaragd»	48	-	-	Рядовая посадка
2	Спирея Вангутта – Spiraea vanhouttei	-	2425	-	Живая изгородь
3	Можжевельник казацкий – Juniperus sabina	-	1		Солитер
4	Бегония вечноцветущая Кармен – Begonia semperflorens Karmen	-	-	3798	Клумба
5	Бегония вечноцветущая Альба – Begonia semperflorens Alba	-	-	3435	Клумба
6	Цинерария приморская – Cineraria maritima	-	-	7587	Клумба
Итого:		48	2426	14820	-

В настоящее время территория бульвара не имеет чёткого разделения на функциональные зоны, что создаёт неудобства для посетителей. Чтобы сделать пространство

более удобным и безопасным, а также упорядочить его планировку, предлагается разделить территорию на четыре зоны и провести их комплексное благоустройство и озеленение.

Входная зона (6 м², или 0,1%) предусматривает три входные группы: центральный вход со стороны остановки общественного транспорта и два второстепенных входа со стороны главной дороги. В зоне разместится информационный стенд с картой бульвара и описанием функциональных зон.

Зона кратковременного отдыха и прогулок (36861 м², или 82%) проектируется вдоль аллеи и включает пешеходные дорожки, цветники и малые формы архитектуры (МАФ).

Детская зона (3221,1 м², или 7%) будет состоять из современной детской площадки с оборудованием для разных возрастных групп, безопасным прорезиненным покрытием, скамьями для родителей и системой освещения для вечернего использования. Планируется дополнение гимнастическими сооружениями и игровым городком, адаптированными для детей с ограниченными возможностями.

Спортивная зона (4911,9 м², 10,9%) включает реконструкцию существующего футбольного поля, установку современных уличных тренажёров и осветительных приборов для обеспечения безопасности занятий спортом в вечернее время.

На территории бульвара также запланировано улучшение плоскостной инфраструктуры, включающее в себя реконструкцию главных и второстепенных дорог, а также обустройство тротуаров на месте грунтовых троп.

Заключение. Настоящее ландшафтно-архитектурное решение направлено на комплексную оптимизацию территории Ростовского бульвара с учётом требований безопасности, комфорта и эстетики. Реализация предложенных мероприятий приведёт к уменьшению открытых пространств, увеличению площади насаждений, плоскостных сооружений и МАФ. Считаем, что запроектированные мероприятия улучшат эстетические качества и функциональность бульвара, сделав его более комфортным, безопасным и привлекательным для посетителей всех возрастов.

Список литературы

1. Leyzerova A.V., Bulavina L.V. Boulevard as natural skeleton element of modern city //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2017. – Т. 262. – №. 1. – С. 012159.
2. Методические рекомендации по оценке жизнеспособности деревьев и правилам их отбора и назначения к вырубке и пересадке. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/3647960/> (дата обращения 15.02.2025)

References

1. Leyzerova A.V., Bulavina L.V. Boulevard as natural skeleton element of modern city //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2017. – Т. 262. – №. 1. – С. 012159.
2. Methodological recommendations for assessing the viability of trees and the rules for their selection and designation for felling and replanting. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/3647960/> (accessed 02/15/2025)

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_466-470

УДК 504.03

РЕДИЗАЙН И ПЕРЕРАБОТКА МЕБЕЛИ КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

REDESIGN AND RECYCLING OF FURNITURE AS A WAY TO PROTECT THE ENVIRONMENT

Пословская В.А., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Poslovskaya V.A., student of the 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 of the 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: Данная статья подробно рассматривает различные подходы к редизайну и переработке старой мебели с точки зрения снижения экологического следа. Выявлены положительные и отрицательные стороны каждого способа, с целью определения наиболее экологичного подхода к продлению жизненного цикла мебели и формирования рекомендаций для производителей и потребителей, стремящихся минимизировать угрозу окружающей среде и природным ресурсам.

Abstract: This article examines various approaches to redesigning and recycling old furniture in terms of reducing the environmental footprint. The positive and negative sides of each method have been identified in order to determine the most environmentally friendly approach to prolonging the life cycle of furniture and to form recommendations for manufacturers and consumers seeking to minimize the threat to the environment and natural resources.

Ключевые слова: переработка мебели, редизайн, мебельные отходы, экология.

Keywords: furniture recycling, redesign, furniture waste, ecology.

Проблема растущего объёма мебельных отходов, усугубляющая экологическую ситуацию, является одной из наиболее актуальных в современном мире. Классическая схема производства и потребления мебели, сосредоточенная на быстром использовании и простой замене, приводит к частому выбросу мебели на свалку. В условиях истощения ресурсов и роста экологического сознания поиск новых методов переработки мебели и увеличение ее срока эксплуатации имеет большое значение.

Популярные варианты редизайна

Перекраска и обновление отделки: подразумевается изменение внешнего вида мебели с помощью новых красок, лаков, морилок, восков и других отделочных материалов.

Это доступный способ проявить творческий подход, однако он предполагает использование вредных химических веществ.

Изменение текстуры и эффекта: создание различных эффектов с помощью краски или лака, например, матовый, гляцевый, металлический, кракелюр (создание искусственных трещин) и другие. Данный способ относительно простой и не затратный, но требует дополнительной подготовки поверхности.

Замена фурнитуры и текстиля: этот вид редизайна подразумевает замену старых ручек, петель, замков, ножек и других элементов фурнитуры, а также обивки (или чехлов) на мягкой мебели. Это простой и быстрый способ, но стоит учитывать, что замена обивки может потребовать дополнительных приспособлений и умений.

Изменение формы и функциональности: предполагается изменение конструкции мебели, чтобы приспособить ее к новым потребностям или придать ей новый визуальный образ. Отличный вариант что бы придать уникальности интерьеру, однако не всегда возможно реализовать задуманное из-за конструктивных особенностей мебели [6,5].

Переработка мебели

Производство мебели несет негативную нагрузку на атмосферу и сточные воды [3, с.190], и продолжает ее нести, будучи оставленной на свалке. Там она занимает значительное пространство и разлагается очень медленно. Переработка помогает сократить количество отходов, а также использовать повторно материалы для новой мебели.

Щепа и опилки разной фракции - востребованы в строительной отрасли (наполнители, связующее для возведения стен) [4, с.578].

Металл-металлические компоненты (например, ножки стульев, фурнитура) переплавляются для получения нового металла.

Пластик-перерабатывается в гранулы, пластиковые компоненты (например, сиденья стульев) которые используются для производства новых пластиковых изделий.

Текстиль-переработка в волокно, которое используется для производства утеплителей, наполнителей или новых тканей.

Препятствия для переработки мебели. Сложность разборки: многие виды мебели сложно разбирать из-за использования клея, скоб и других соединений.

Разнообразие материалов: разнообразие различных материалов затрудняет их сортировку и переработку.

Отсутствие инфраструктуры: во многих регионах отсутствует развитая инфраструктура для сбора и переработки мебели [2].

Экономическая нецелесообразность: переработка мебели может быть дороже, чем захоронение на свалке, особенно для некоторых видов мебели.

Загрязнение материалов: некоторая мебель содержит токсичные вещества, такие как свинец или формальдегид, из-за чего требуются особые меры предосторожности [4,с.577].

Сбор мебели. Многие муниципалитеты организуют сбор крупногабаритных отходов, включая мебель, так же существуют компании и благотворительные организации, специализирующиеся на вывозе и сборе старой мебели.

Одна из таких программ экотакси - «Убери» с 2018 года вывозит вторсырьё от населения для переработки. Мебель, в том числе корпусную и мягкую, измельчается до 100 мм в специальном шредере, а металлические детали отделяются магнитным сепаратором и также отправляются на вторичную переработку [1].

Таблица - Влияние переработки и редизайна на окружающую среду

Характеристика	Переработка мебели	Редизайн
Цель	Повторное использование материалов для создания новых продуктов.	Продление срока службы существующей мебели и придание ей нового внешнего вида или функциональности.
Процесс	Разборка, сортировка, переработка материалов.	Перекраска, замена обивки, изменение формы, добавление новых элементов.
Потребление ресурсов	Энергия для переработки (может быть меньше, чем при производстве первичных материалов).	Потребление энергии меньше, чем при переработке (требуется только энергия для инструментов и материалов для переделки).
Отходы	При сортировке и переработке могут образовываться отходы, но их количество меньше, чем при производстве новой мебели из первичных материалов.	Меньше отходов, в основном остатки материалов для переделки (краски, ткани).
Снижения загрязнений	Снижает загрязнение воздуха и воды, связанное с добычей и переработкой первичных ресурсов.	Снижает загрязнение окружающей среды, связанное с производством новой мебели, а также с отходами, попадающими на свалки.
Сложность	Требуется специализированного оборудования и инфраструктуры.	Может выполняться в домашних условиях с использованием простых инструментов и материалов.
Сфера применения	Подходит для мебели, которую невозможно или нецелесообразно отремонтировать или переделывать.	Подходит для мебели в относительно хорошем состоянии, которая нуждается в обновлении внешнего вида или функциональности.
Экономический аспект	Зависит от стоимости переработки и спроса на переработанные материалы.	Может быть экономически выгоднее, чем покупка новой мебели.

Оба метода помогают уменьшить нагрузку на окружающую среду и природные ресурсы. Редизайн более устойчивым вариант, если мебель в не плохом состоянии и нуждается лишь в доработках. Этот процесс требует меньше энергии и ресурсов по сравнению с переработкой. Переработка уместна тогда, когда мебель действительно повреждена и не может эксплуатироваться. Она позволяет использовать повторно материалы, спасая экологию. Выбор между этими подходами зависит от состояния мебели, доступных ресурсов и преследуемых целей. В идеале оба подхода должны применяться в комплексе для создания более устойчивой мебельной промышленности.

На данный момент в России сфера переработки мебели находится на стадии развития [2], к сожалению, существует лишь несколько компаний, занимающихся переработкой древесных отходов. Редизайн мебели распространен больше в виде хобби и малого бизнеса.

Крайне важна всесторонняя поддержка предприятий, занимающихся переработкой мебели, а население информировать и образовывать, путем активного продвижения идеи осознанного потребления, показывать какой может быть модной и актуальной восстановленная или сделанная из переработанных материалов мебель.

Заключение. Переработка и редизайн мебели — это перспективное направление для снижения экологического следа, способствующее переходу к более устойчивой и циклической экономике. Оба подхода обладают потенциалом и некоторыми недостатками, выбор дальнейшей судьбы состарившейся мебели должен быть экологичным и обдуманным. Такой подход обретет большое положительное влияние на окружающую среду если он будет комплексный, направленный на изменение отношения потребителей к мебели, стимулирование спроса на экологичные альтернативы и создание благоприятных условий для ответственного выбора.

Список литературы

1. Как дать старой мебели вторую жизнь? // Национальное экологическое агентство: [сайт]. – URL: <https://nia.eco/2023/03/15/60928/> (дата обращения: 21.02.2025).
2. Переработка старой мебели: как развивается рынок рециклинга в России // Bumans 06.12.2024: [сайт]. – URL: <https://bumans.ru/stati/pererabotka-staroy-mebeli-kak-razvivaetsya-rynok-resayklinga-v-rossii/> (дата обращения: 21.02.2025).
3. Тюлькина А. В. Зеленые технологии как способ снижения экологических рисков мебельного производства / А. В. Тюлькина. – Текст: непосредственный // Культура и экология – основы устойчивого развития России. Культурные и экологические императивы современной экономики. Часть 1: материалы Международного форума (Екатеринбург, 13–15 апреля 2020 г.). – Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2020. – С. 189-192 (дата обращения: 21.02.2025).
4. Чернышев, О. Н. Экологические аспекты утилизации отходов мебельного производства = Environmental aspects of furniture waste recycling / О. Н. Чернышев, В. В. Котелевский // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : материалы XIII Международной научно-технической конференции / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург, 2021. – С. 576–

580. – URL: https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/10253/1/konf_13-21-141.pdf (дата обращения: 21.02.2025).

5. Что можно сделать со старой мебелью? // Senzaria: [сайт]. – URL: <https://senzaria.ru/blog/chto-mozhno-sdelat-so-staroy-mebelyu/> (дата обращения: 21.02.2025).

6. Школа Geometrium. Трансформация старой мебели: вторичная переработка в дизайне интерьера, которая может принести доход // VC.RU 15.08.2024: [сайт]. – URL: <https://vc.ru/u/1195260-geometrium-school/1395471-transformaciya-staroi-mebeli-vtorichnaya-pererabotka-v-dizaine-interera-kotoraya-mozhet-prinesti-dohod> (дата обращения: 21.02.2025).

References

1. How to give old furniture a second life? // National Environmental Agency: [website]. – URL: <https://nia.eco/2023/03/15/60928/> (date of access: 02/21/2025).

2. Recycling old furniture: how the recycling market is developing in Russia // Bumans 06.12.2024: [website]. – URL: <https://bumans.ru/stati/pererabotka-staroy-mebeli-kak-razvivaetsya-rynok-resayklinga-v-rossii/> (date of request: 02/21/2025).

3. Tyulkina A.V. Green technologies as a way to reduce the environmental risks of furniture production / A.V. Tyulkina. – Text: direct // Culture and ecology – the foundations of Russia's sustainable development. Cultural and environmental imperatives of the modern economy. Part 1: Materials of the International Forum (Yekaterinburg, April 13-15, 2020). Yekaterinburg: UMC UPI Publishing House, 2020. pp. 189-192. (date of reference: 02/21/2025).

4. Chernyshev, O. N. Ecological aspects of furniture waste recycling = Environmental aspects of furniture waste recycling / O. N. Chernyshev, V. V. Kotelevsky // Effective response to modern challenges, taking into account the interaction of man and nature, man and technology: socio-economic and environmental problems of the forest complex : proceedings of the XIII International Scientific-Technical Conference / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Ural State Forestry University. Yekaterinburg, 2021. pp. 576-580. – URL: https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/10253/1/konf_13-21-141.pdf (date of request: 02/21/2025).

5. What can be done with old furniture? // Senzaria: [website]. – URL: <https://senzaria.ru/blog/chto-mozhno-sdelat-so-staroy-mebelyu/> (date of access: 02/21/2025).

6. The Geometrium School. Transformation of old furniture: recycling in interior design, which can bring income // VC.RU 08/15/2024: [website]. - URL: <https://vc.ru/u/1195260-geometrium-school/1395471-transformaciya-staroi-mebeli-vtorichnaya-pererabotka-v-dizaine-interera-kotoraya-mozhet-prinesti-dohod> (date of request: 02/21/2025).

ЭФФЕКТ БЕЗОЛЬДА В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА THE BEZOLD EFFECT IN INTERIOR DESIGN

Снегирева С.Н., кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Шацких В.А., преподаватель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Бугакова А.Д., студент лесопромышленного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Краснобородько П.В., студент лесопромышленного факультета 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.

Shatskikh V.A., teacher of Forestry Faculty Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Bugakova A.D., student of Forestry Faculty Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Krasnoborodko P.V., student of Forestry Faculty Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: В статье рассмотрено использование оптического эффекта цвета в дизайне интерьера. Применение оптических иллюзий в дизайне интерьера представляет собой смелое и нестандартное решение, которое подчеркивает индивидуальность и оригинальность помещения. Основная концепция заключается в использовании необычных элементов, материалов и цветовых сочетаний для создания уникального и запоминающегося облика интерьера. Данный подход позволяет добавить характер и артистичность в пространство, делая его более живым и выразительным [1].

Abstract: The article discusses the use of the optical color effect in interior design. The use of optical illusions in interior design is a bold and unconventional solution that emphasizes the individuality and originality of the room. The basic concept is to use unusual elements, materials, and color combinations to create a unique and memorable interior look. This approach allows you to add character and artistry to the space, making it more lively and expressive [1].

Ключевые слова: дизайн, интерьер, эффект безольда, оптическое смешение.

Keywords: design, interior, the Bezold effect, optical mixing.

Эффект Безольда или эффект ассимиляции цвета – это оптическая иллюзия, при которой цвет одного элемента дизайна кажется изменяющимся в зависимости от цвета соседнего. В интерьере этот эффект позволяет создавать интересные визуальные акценты и влиять на восприятия пространства.

Одним из ключевых аспектов использования эффекта – контраст. Сочетание яркого и приглушенного тонов, разделенных тонкой линией другого цвета, может создать иллюзию изменения основного оттенка.

Вильгельм фон Безольд (1837-1907) открыл этот эффект в поисках способа, который позволил бы ему полностью поменять цветовые комбинации дизайна его ковров, добавляя или изменяя только один цвет [2].

Для достижения эффекта Безольда необходимо тщательно подбирать цветовую палитру, учитывая не только индивидуальные предпочтения, но и размеры помещения, освещение



Рисунок 1 Оптическое смещение в интерьере

Кроме того, используя эффект Безольда в интерьере можно визуально расширить пространство, используя светлые тона в сочетании с более темными акцентами.

Нейтральные тона, окружающие яркий акцент, усиливают его выразительность (рисунок 1).

И наоборот, приглушенные оттенки, расположенные рядом с насыщенными цветами, создают атмосферу спокойствия и гармонии.

Несомненно, восприятие цвета непосредственно зависит от его взаимодействия с окружающими оттенками.

Как видно, меняя цвет одного элемента в интерьере, вся композиция будет восприниматься по-другому. Данный аспект связан с особенностями работы человеческого зрения, которое заменяет цвет в контексте окружающей среды (рисунок 2).



Рисунок 2 Интерьер гостиной

Простыми словами, если изменить цвет одного элемента в композиции, это может привести к тому, что вся композиция будет восприниматься по-другому. Этот феномен демонстрирует, как важно учитывать цветовые сочетания при создании визуальных работ, поскольку малейшие изменения могут радикально повлиять на общее впечатление.

Эффект Безольда – это мощный инструмент в арсенале дизайнеров. Данный метод позволяет создавать дизайнерами различные визуальные эффекты в интерьере, а также оптимизировать цветовые решения в своих проектах.

Список литературы

1. Альберс Дж. «Взаимодействие цвета» / Джозеф Альбертс; Пер. с англ. Д. Халиковой. – М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2017. – 216 с.
2. Снегирева С. Н., Ефимова Т. В., Кеян Н. Г. Световые эффекты в современном интерьере / С. Н. Снегирева, Т. В. Ефимова, Н. Г. Кеян // Фундаментальные и прикладные науки сегодня 2-3 мая 2023 г.: Материалы XXXI междунар. практ. конф. – Индия, 2023. – С. 5-8.

References

1. Albert J. "The interaction of color" / Joseph Alberts; Translated from English by D. Khalikova. – М.: KoLibri, ABC-Atticus, 2017. – 216 p.
2. Snegireva S. N., Yefimova T. V., Keyan N. G. Lighting effects in modern interior / S. N. Snegireva, T. v. Yefimova, N. G. Keyan // Fundamental and Applied Sciences today May 2-3, 2023: Proceedings XXXI International. Practical Conference. – India, 2023, pp. 5-8.

ПСИХОЛОГИЯ ДИЗАЙНА

PSYCHOLOGY OF DESIGN

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.

Бугакова А. Д., студент лесопромышленного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия.

Bugakova A. D., student of Forestry Faculty Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Краснобородько П.В., студент лесопромышленного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия.

Krasnoborodko P. V., student of Forestry Faculty Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: В статье рассмотрено влияние цвета на восприятие, эмоции и поведение людей. Цвет вызывает определенные ассоциации: красный – страсть, синий – доверие. Типографика влияет на читабельность и настроение текста. Композиция направляет взгляд пользователя, акцентируя внимание на ключевых элементах.

Продуманный дизайн создает позитивный пользовательский опыт. Интуитивно понятная навигация снижает когнитивную нагрузку. Эстетически приятный интерфейс вызывает положительные эмоции, повышая лояльность к бренду [1].

Abstract: The article examines the influence of color on people's perception, emotions and behavior. The color evokes certain associations: red – passion, blue – trust. Typography affects the readability and mood of the text. The composition directs the user's gaze, focusing on the key elements. Thoughtful design creates a positive user experience. Intuitive navigation reduces cognitive load. The aesthetically pleasing interface evokes positive emotions, increasing brand loyalty. [1].

Ключевые слова: дизайн, интерьер, цвет, психология.

Keywords: design, interior, color, psychology.

Психологический дизайн интерьера — это концепция, которая основывается на понимании того, как элементы окружающего пространства влияют на эмоциональное состояние и поведение человека. В последние десятилетия психологи и дизайнеры все чаще обращаются к этой теме, исследуя, как цвет, форма, текстура, звук и запах могут формировать наше восприятие и настроение. [2]. Кроме того, все эти элементы, так или иначе, могут способствовать развитию различных способностей, качеств и умений.



Рисунок 1 Дизайн интерьера гостиной

При разработке дизайн интерьера необходимо руководствоваться основными принципами. Разнообразие окружающих человека структур определяется исходя из 4 основных систем человеческого восприятия, которые определяют особенности психологического и эмоционального состояния человека.

Зрительное восприятие — один из самых мощных факторов, формирующих наше эмоциональное состояние. С первых часов жизни мы воспринимаем окружающий мир через зрительные образы, которые оставляют след в нашем сознании. Интерьер, который мы видим каждый день, играет ключевую роль в нашем восприятии. Интерьер, это прежде всего то, что человек видит постоянно перед собой. Поэтому самой важной является информация, которую мы получаем от наших глаз.

Тактильные ощущения, связанные с формой и текстурой, также имеют огромное значение в формировании нашего восприятия. Округлые формы и мягкие текстуры могут создать ощущение безопасности и уюта, что особенно важно для людей с повышенной тревожностью. В то же время угловатые формы и шероховатые поверхности могут стимулировать активность и энергичность. Таким образом, выбор материалов и форм в интерьере может не только влиять на эстетическое восприятие, но и на эмоциональное состояние человека. Несомненно, для агрессивного, неуравновешенного человека наиболее благоприятными будут округлые формы и мягкие текстуры. А для неэмоционального, малоподвижного подойдут угловатые формы и шероховатые поверхности.

Звуки, музыка и шумы — еще один важный аспект психологического дизайна. Они могут значительно влиять на наше настроение и уровень энергии. Спокойная музыка или звуки природы могут создать атмосферу расслабления и умиротворения, в то время как энергичная музыка может повысить уровень активности и мотивации. При проектировании интерьера стоит учитывать, какие звуковые элементы будут присутствовать в пространстве, чтобы создать нужную атмосферу.

Запахи играют важную роль в формировании нашего эмоционального состояния. Ароматы могут вызывать радость, поднимать настроение или, наоборот, успокаивать и расслаблять. Использование ароматических масел, свечей или ароматических диффузоров может значительно обогатить атмосферу интерьера и создать желаемое эмоциональное состояние. Например, лаванда и ваниль известны своими успокаивающими свойствами, в то время как

цитрусовые ароматы могут повысить уровень энергии и улучшить настроение. Таким образом, правильный выбор запахов может стать важным инструментом в создании гармоничного пространства

Для того чтобы создать пространство, соответствующее индивидуальным потребностям, необходимо учитывать несколько ключевых принципов психологического дизайна.

Индивидуальность: - каждый человек уникален, и его предпочтения в интерьере могут значительно отличаться. Важно учитывать личные вкусы, привычки и образ жизни при разработке дизайна. Это может включать выбор цветовой палитры, текстур и форм, которые будут наиболее комфортны для конкретного человека.

Функциональность - интерьер должен быть не только эстетически привлекательным, но и функциональным. Пространство должно быть организовано таким образом, чтобы удовлетворять потребности его пользователей. Например, для людей, работающих из дома, важно создать удобное рабочее место, которое будет способствовать концентрации и продуктивности.

Баланс и гармония - создание гармоничного пространства включает в себя баланс между различными элементами дизайна. Это может быть достигнуто путем сочетания различных текстур, форм и цветов, которые будут дополнять друг друга и создавать целостное восприятие.

Адаптивность - пространство должно быть адаптивным и изменяемым в зависимости от потребностей его пользователей. Это может включать возможность изменения расстановки мебели, использования multifunctional предметов или создания зон для различных видов деятельности.

Эмоциональная связь - важно создать эмоциональную связь между человеком и пространством. Это может быть достигнуто через использование личных предметов, искусства или фотографий, которые вызывают положительные воспоминания и ассоциации.

Психологический дизайн интерьера — это мощный инструмент, который может значительно улучшить качество жизни человека. Учитывая влияние различных элементов окружающего пространства на эмоциональное состояние и поведение, дизайнеры могут создавать интерьеры, которые не только радуют глаз, но и способствуют гармонии, комфорту и удовлетворенности.

Список литературы

1. Николаева, И. Н. Психология дизайна / И. Н. Николаева. – Москва : Rodero, 2023. – 155 с.
2. Вайнштейн, Л. А. Психология восприятия / Л. А. Вайнштейн. – Минск : Тесей, 2007. – 223 с.

References

1. Nikolaeva, I. N. Psychology of design / I. N. Nikolaeva. – Moscow : Rodero, 2023. – 155 p.
2. Weinstein, L.A. Psychology of perception / L. A. Weinstein. – Minsk : Theseus, 2007. – 223 p.

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_477-482

УДК 691:69.059.12:502.174

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УЛИЧНОЙ МЕБЕЛИ

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STRENGTH AND ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS OF VARIOUS MATERIALS FOR THE MANUFACTURING OF OUTDOOR FURNITURE

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 of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Зеленин Н.В., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Zelenin N.V., student of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: В данной статье представлен сравнительный анализ прочности и экологичности различных материалов, используемых для производства уличной мебели. Уличная мебель, будучи неотъемлемой частью городской инфраструктуры, должна удовлетворять требованиям по долговечности, устойчивости к внешним воздействиям и безопасности для окружающей среды. В ходе исследования рассматриваются такие материалы, как дерево, металлы, композиты, пластики и переработанные материалы. Рассмотрены такие материалы, как древесина (с указанием конкретных пород), металл (сталь, алюминий), переработанный пластик и древесно-полимерный композит. Проведен анализ механических свойств материалов и их влияния на долговечность уличной мебели. Особое внимание уделено механическим характеристикам этих материалов, включая прочность на сжатие, изгиб и ударную вязкость. Оценка экологического следа материалов включает углеродный след, энергопотребление при производстве и утилизации. В дополнение к физико-механическим свойствам проводится анализ экологической устойчивости, включая влияние на окружающую среду в процессе производства, эксплуатации и утилизации.

Abstract: This article presents a comparative analysis of the strength and environmental friendliness of various materials used for the production of street furniture. Street furniture, being an integral part of urban infrastructure, must meet the requirements for durability, resistance to external influences and safety for the environment. The study considers such materials as wood, metals, composites, plastics and recycled materials. The materials considered are wood (indicating specific species), metal (steel, aluminum), recycled plastic and wood-polymer composite. An analysis of the mechanical properties of the materials and their impact on the durability of street furniture is carried out. Particular attention is paid to the mechanical characteristics of these materials, including compressive strength, bending strength and impact strength. The assessment of the ecological footprint of materials includes the carbon footprint, energy consumption during production and disposal. In addition to the

physical and mechanical properties, an analysis of environmental sustainability is carried out, including the impact on the environment during production, operation and disposal.

Ключевые слова: уличная мебель, сосна, пластик, ротанг, алюминий, сталь, гранит, ППК, прочность, устойчивость, экологичность.

Keywords: outdoor furniture, pine, plastic, rattan, aluminum, steel, granite, polymer composite, durability, sustainability, environmental friendliness.

Выбор материалов для уличной мебели основывается на прочности, долговечности и экологичности. Древесина привлекает эстетикой, но требует рационального использования. Металлы прочны, но подвержены коррозии. Композиты и переработанные материалы более экологичны, но могут быть менее прочными. Исследование, сопровождающееся графиками, помогает определить оптимальный материал, анализируя преимущества и недостатки различных вариантов для комфортной и долговечной уличной мебели [1].

Дерево. Деревянные предметы мебели экологичны, комфортны и хорошо удерживают тепло. Для уличной мебели используются ценные породы, такие как сосна, дуб, клён, тик и лиственница, которые долговечны, но требуют специальной защиты от гниения и погоды. Сосна – самый доступный материал, тогда как дуб и другие породы дороже, но более надежны [2]. Регулярная обработка антисептиками необходима для защиты от влаги, солнечных лучей и насекомых. Преимущества мебели из массива дерева: привлекательный вид, экологичность и длительный срок службы. Недостатки: необходимость в уходе, риск повреждений от влаги и солнца, высокая цена. Несмотря на это, деревянная мебель популярна благодаря своей эстетике и возможности ремонта [3].

Пластик. Пластиковая садовая мебель популярна благодаря доступной цене и разнообразию дизайна. Она лёгкая и удобная для транспортировки, но менее прочная и комфортная по сравнению с другими материалами. Преимущества включают невысокую стоимость, малый вес и лёгкость в уходе. Недостатки – уязвимость к повреждениям, деформация, выцветание, ограниченный срок службы и невозможность ремонта. Зимой мебель нужно хранить в помещении, а для комфорта можно использовать подушки и аксессуары [4].

Ротанг. Мебель из ротанга, изготовленная из тропической лианы, популярна в Юго-Восточной Азии и используется для мебели и бытовых предметов. Она часто комбинируется с кожей, стеклом и металлом, что придаёт ей привлекательный вид. Однако натуральный ротанг требует бережного ухода и защиты от влаги и ультрафиолета, так как легко деформируется и подвержен грибкам и насекомым [5].

Искусственный ротанг лишен этих недостатков: он влагостойкий, долговечный и устойчивый к механическим нагрузкам и температурным перепадам. Он также экологичен, стильный и легкий, но может деформироваться при экстремальных температурах и требует дополнительных мягких элементов для комфорта. Высокая стоимость связана со сложностью его производства и доставки.

Металл. Металлическая уличная мебель ценится за прочность и долговечность, но подвержена коррозии и имеет значительный вес. *Алюминий* – легкий, прочный и коррозионностойкий материал, идеальный для уличной мебели, но нагревается на солнце. *Сталь* прочна и долговечна, но требует покраски для защиты от коррозии. *Чугун* – устойчив к

вандализму и атмосферным воздействиям, но тяжел и имеет ограниченный срок службы. Выбор материала зависит от требований к прочности, долговечности, стоимости и эстетике [6].

Полимерпесчаный композит (ППК). Современные уличные скамейки из ППК — инновационное решение, состоящее на 75 % из песка и на 25 % из переработанного пластика. Их преимущества включают долговечность, возможность переработки, высокую прочность, устойчивость к нагрузкам и биологическим воздействиям. Все компоненты безопасны для окружающей среды. Кроме того, изделия из ППК значительно дешевле альтернатив, и их легко производить в различных формах.

Каменная мебель (гранит, мрамор и др.) — прочная, долговечная и эстетичная, часто сочетается с деревом и металлом в эксклюзивных проектах. Преимущества: устойчивость к погодным условиям, долгий срок службы, простота ухода, огне- и влагостойкость. Недостатки: большой вес, сложная транспортировка, высокая стоимость, необходимость дополнительных мягких сидений. Цемент — дешевый, но менее долговечный и привлекательный аналог. Гранит, несмотря на прочность, ограничен в применении из-за высокой стоимости и сложности обработки [5].

Сравнительный анализ материалов для уличной мебели

Выбор материала для уличной мебели — сложная задача, требующая компромисса между прочностью, долговечностью, экологичностью и экономической целесообразностью. Рассмотрим основные характеристики перечисленных материалов:

1. *Дерево.* *Сосна* — доступная, легко обрабатывается, устойчива к грибку и влаге, но мягкая. *Береза*: экологичная, прочная, красивая, но боится влаги (рис. 1). *Дуб* — прочный, долговечный, дорогой, но очень красив. *Ясень*: похож на дуб, светлее, прочный, но требует антисептиков. *Бук* — прочный, легко обрабатывается, красивый, но боится влаги [1].

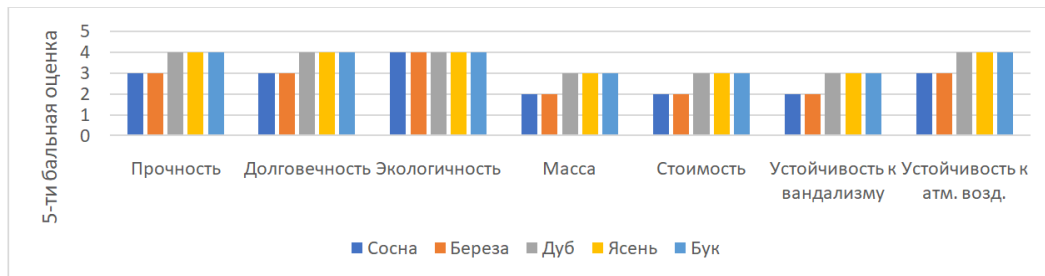


Рисунок 1 - Сравнение характеристик различных пород дерева

2. *Пластик.* Прочность варьируется в зависимости от типа полимера. Расчеты проводятся по стандартным формулам сопротивления материалов с учетом механических характеристик конкретного типа пластика (рис. 2). Долговечность зависит от материала и добавок, может деградировать под ультрафиолетом. Экологичность — низкая, большинство пластиков не биоразлагаемы и требуют много энергии на производство, но переработанный пластик более экологичен.

3. *Ротанг.* Прочность ротанга имеет низкую прочность по сравнению. Расчеты должны учитывать его гибкость и способность к деформации. Долговечность низкая, подвержен гниению, требует обработки. Экологичность высокая, природный материал (рис. 3).

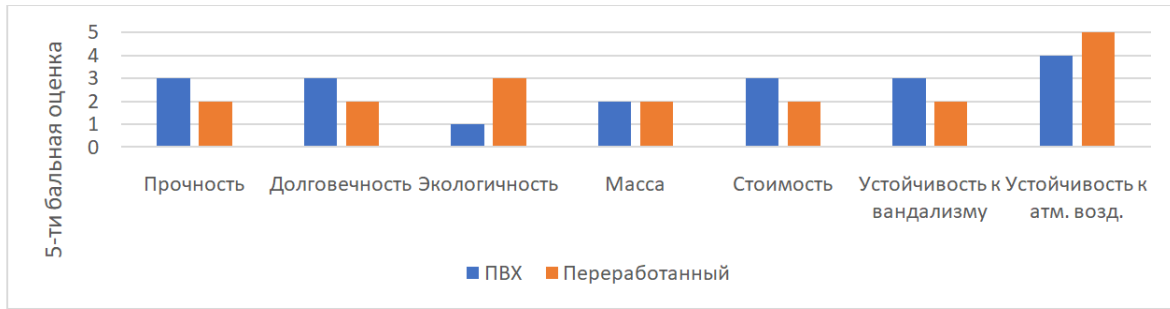


Рисунок 2 - Сравнение свойств ПВХ и переработанного пластика

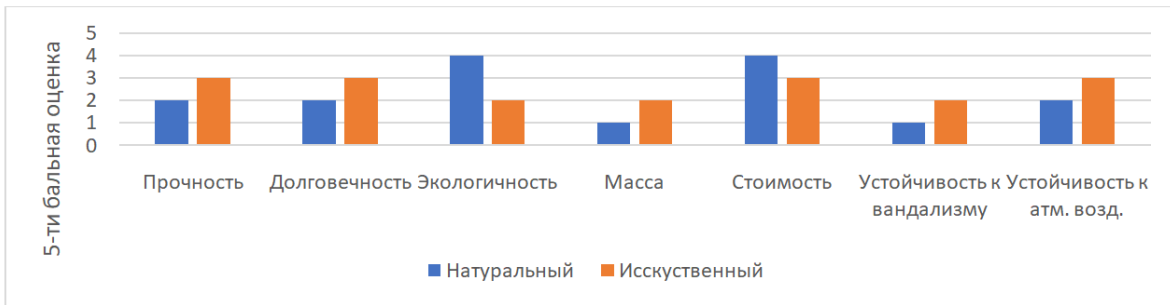


Рисунок 3 - Сравнение натурального и искусственного ротанга

4. *Металлы (Алюминий, Сталь, Чугун).* Прочность - металлы обладают высокой прочностью. Расчеты проводятся по стандартным формулам сопротивления материалов с учетом механических характеристик конкретного металла (рис. 4).

Долговечность высокая, подвержены коррозии, требуются антикоррозийные меры.

Экологичность зависит от способа производства; сталь и чугун энергоемки, алюминий имеет меньший углеродный след, но требует много энергии.

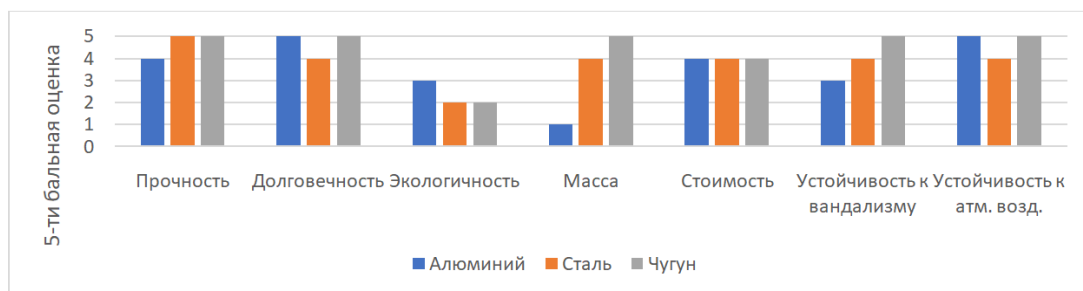


Рисунок 4 - Сравнение качеств различных видов металла

5. *Полимерпесчаный композит (ППК).* Прочность высокая. Расчеты проводятся по стандартным формулам сопротивления материалов с учетом механических характеристик конкретного состава ППК. Долговечность высокая, устойчивость к атмосферным воздействиям. Экологичность зависит от состава и доли переработанных материалов.

6. *Камень (Цемент и Гранит).* Прочность очень высокая. Расчеты проводятся с учетом характеристик конкретного типа цемента или гранита. Долговечность очень высокая. Экологичность - производство цемента энергоемко и связано с выбросами CO₂. Гранит – природный материал, но его добыча может негативно влиять на окружающую среду (рис. 5).

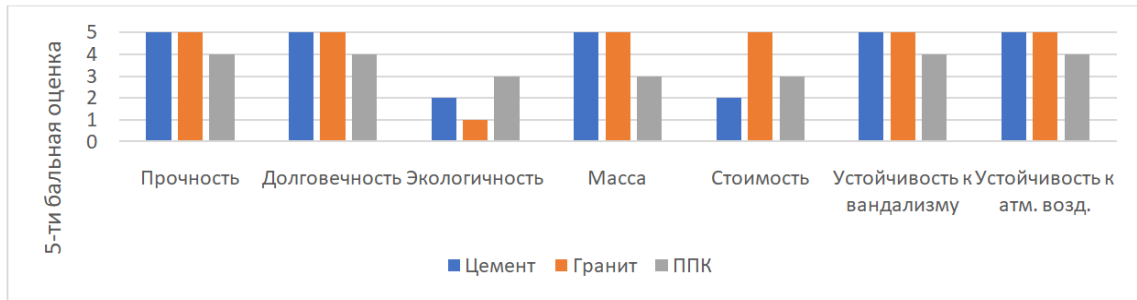


Рисунок 5 - Сравнение качеств цемента, гранита и ППК

При построении диаграммы мы учли такие характеристики, как прочность, долговечность, экологичность, масса, стоимость, устойчивость к вандализму и атмосферным воздействиям. Каждый материал мы оценили по шкале от 1 до 5.

Для уличной мебели нет универсального материала. Алюминий долговечен, но дорог и неэкологичен. Сталь и чугун прочны, но тяжелы и неэкологичны. ДПК – компромиссный вариант. Выбор зависит от требований, условий эксплуатации и приоритетов (прочность, экологичность, стоимость). Анализ показал, что оптимальный материал выбрать сложно из-за многокритериальности задачи. Каждый материал (дерево, пластик, ротанг, металлы, ДПК, камень) имеет свои плюсы и минусы.

Анализ показал, что природные материалы (дерево, ротанг) экологичны, но менее прочны и долговечны, требуют обработки. Синтетические материалы (пластик, ППК) долговечны и устойчивы к вандализму, но неэкологичны, за исключением переработанного пластика. Металлы прочны и долговечны, но дороги, тяжелы и неэкологичны. Камень очень прочен и долговечен, но дорог и неэкологичен.

В целом, наиболее сбалансированными материалами для уличной мебели являются древесина твердых лиственных пород (дуб, бук, ясень), ППК и алюминий. Выбор материала зависит от требований, условий эксплуатации и приоритетов заказчика (прочность, экологичность, стоимость). Для долговечности предпочтительны металлы и камень, хотя это увеличивает стоимость и негативно влияет на экологию. Для баланса между экологичностью и практичностью рекомендуются древесина твердых пород с качественной обработкой и переработанные материалы. Дальнейшие исследования могут сосредоточиться на создании новых биокompозитов с улучшенными характеристиками.

Список литературы

1. Выбираем уличную мебель: советы профессионалов, идеи, примеры // 4sis.ru : [сайт]. — URL: <https://4sis.ru/blog/vidy-i-materialy-ulichnoy-mebeli-vybiraem-luchshee/> (дата обращения: 22.02.2025).
2. Лучшее дерево для мебели, плюсы и минусы пород дерева для мебели — статья интернет-магазина Первая Фабрика мебели // 1fmebel.ru : [сайт]. — URL: <https://1fmebel.ru/articles/porodi-dereva-dlya-mebeli> (дата обращения: 22.02.2025).
3. Плюсы и минусы садовой мебели из дерева, металла, камня, ротанга | Табличник // Дзен : [сайт]. — URL: <https://dzen.ru/a/Y39NwKQOljkHhpC9> (дата обращения: 22.02.2025).

4. Сравнение материалов для уличной мебели // Kronex-home.by : [сайт]. — URL: <https://kronex-home.by/statii/sravnenie-materialov-dlya-ulichnoy-mebeli.html> (дата обращения: 22.02.2025).
5. Какая мебель для сада лучше — читайте совет от Бауцентра // Baucenter.ru : [сайт]. — URL: <https://baucenter.ru/advice/5060382/> (дата обращения: 22.02.2025).
6. Лучшие материалы для парковой мебели // Экосреда : [сайт]. — URL: <https://ecosreda.org/blog/luchshie-materialy-dlya-parkovoj-mebeli/> (дата обращения: 22.02.2025).
7. Материалы садовой мебели: все преимущества и недостатки – блог интернет-магазина // Порядок.ру : [сайт]. — URL: <https://poryadok.ru/blog/materialy-sadovoy-mebeli-vse-preimushchestva-i-nedostatki/> (дата обращения: 22.02.2025).

References

1. Choosing Outdoor Furniture: Professional Tips, Ideas, Examples // 4SIS: [website]. — URL: <https://4sis.ru/blog/vidy-i-materialy-ulichnoy-mebeli-vybiraem-luchshee/> (<https://4sis.ru/blog/vidy-i-materialy-ulichnoy-mebeli-vybiraem-luchshee/>) (access date: 22.02.2025).
2. The Best Wood for Furniture, Pros and Cons of Wood Species for Furniture – Article of the Online Store & First Furniture Factory / // 1FMebl.ru: [website]. — URL: <https://1fmebel.ru/articles/porodi-dereva-dlya-mebeli> (<https://1fmebel.ru/articles/porodi-dereva-dlya-mebeli>) (access date: 22.02.2025).
3. Advantages and Disadvantages of Garden Furniture Made of Wood, Metal, Stone, Rattan [Tablich-nik"// Dzen: [website]. — URL: <https://dzen.ru/a/Y39NwKQOljkHhPc9> (<https://dzen.ru/a/Y39NwKQOljkHhPc9>) (access date: 22.02.2025).
4. Comparison of Materials for Outdoor Furniture / // Kronex-home.by: [website]. — URL: <https://kronex-home.by/statii/sravnenie-materialov-dlya-ulichnoy-mebeli.html> (<https://kronex-home.by/statii/sravnenie-materialov-dlya-ulichnoy-mebeli.html>) (access date: 22.02.2025).
5. Which Garden Furniture is Better? Read Advice from Baucenter / //Baucenter:[website].— URL:[<https://baucenter.ru/advice/5060382/>] (<https://baucenter.ru/advice/5060382/>) (access date: 22.02.2025).
6. The Best Materials for Park Furniture / // Ecosreda: [website]. — URL: <https://ecosreda.org/blog/luchshie-materialy-dlya-parkovoj-mebeli/> (<https://ecosreda.org/blog/luchshie-materialy-dlya-parkovoj-mebeli/>) (access date: 22.02.2025).
7. Garden Furniture Materials: All the Advantages and Disadvantages – Blog of the Online Store / // Poryadok.ru: [website]. — URL: <https://poryadok.ru/blog/materialy-sadovoy-mebeli-vse-preimushchestva-i-nedostatki/> (<https://poryadok.ru/blog/materialy-sadovoy-mebeli-vse-preimushchestva-i-nedostatki/>) (access date: 22.02.2025).

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_483-485

УДК 747

СТИЛИСТИЧЕСКАЯ ОСОБЕННОСТЬ МЕБЕЛИ В СТИЛЕ АМПИР В ГЕРМАНИИ

STYLISTIC FEATURE OF EMPIRE STYLE FURNITURE IN GERMANY

Шацких В.А., ассистент кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Варгузина М.Г., доцент кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Староверова А.А., студентка группы ДЗ1-235-ОТ по направлению подготовки «Дизайн по отраслям» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Николайчук А.В., студентка группы ДЗ1-235-ОТ по направлению подготовки «Дизайн по отраслям» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Shatskikh V.A., assistant of the Department of Wood Science, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Varguzina M.G., Associate Professor of the Department of Wood Science, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Staroverova A.A., student of the DZ1-235-OT group in the field of Design in Vegetation, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Nikolaichuk A.V., student of the DZ1-235-OT group in the field of Design in Vegetation, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: Данная научная статья посвящена анализу стилистической особенности стиля ампир в мебельной индустрии Германии, а также степень актуальности данного стиля на сегодняшний день. В работе подчёркивается важность обращения к стилистическим истокам при проектировании современной мебели. Статья акцентирует необходимость преемственности между мастерами прошлого и нынешнего поколения.

Abstract: This scientific article is devoted to the analysis of the stylistic features of the Empire style in the furniture industry in Germany, as well as the degree of relevance of this style today. The work emphasizes the importance of referring to stylistic sources when designing modern furniture. The article highlights the need for continuity between the masters of the past and the current generation.

Ключевые слова: проектирование мебели, ампир, история мебели, дизайн интерьера.

Keywords: furniture design, Empire style, furniture history, interior design.

Стиль ампир, возникший в начале XIX века, стал важной вехой в истории европейского дизайна и архитектуры, в том числе и в Германии. Отражая дух времени, ампир объединил элементы классицизма с новыми формами и символикой, характерными для эпохи империй. Этот стиль проявился в различных областях искусства, включая живопись, архитектуру и, конечно, мебельный дизайн.

В историческом контексте, ампир, как стиль, появился под влиянием Наполеоновской эпохи. В Германии он стал активно развиваться в период с 1800 по 1850 год, особенно в таких центрах, как Берлин и Дрезден. Архитекторы и дизайнеры стремились продемонстрировать мощь и величие империи, используя элементы античного искусства и символику власти. Эта тенденция

также нашла отражение в мебели, которая стала более выразительной, внушительной и роскошной.

Ампирная мебель отличается четкими линиями, геометрическими формами и использованием античных элементов. Основные характеристики стиля включают:

- Материалы: Использование дорогих пород дерева, таких как махагони, орех и красное дерево. Часто мебель отделывали золотой или серебряной фольгой, создавая впечатление богатства.

- Форма: Мебель в стиле ампира имеет четкие линии и симметричную структуру. Часто используются массивные формы, которые подчеркивают статус владельца.

- Орнамент: в отделке мебели широко применялись элементы декора в виде резьбы, позолоты, а также инкрустирования. Часто встречаются темы, связанные с историей и мифологией, такие как сфинксы, агнцы и другие античные символы.

- Функциональность: в рамках ампира мебели уделялось внимание не только эстетике, но и функциональности. Мебель была предназначена для удобного использования, что сделало ее практичной и красивой.

В этом стиле были созданы различные виды мебели, включая:

- Столы: Иногда украшенные сложными резными деталями, они служили как для приема пищи, так и для работы. Столы-зеркала с мраморными столешницами были особенно популярны. [1]

- Кресла и диваны: Обивка из дорогих тканей, таких как бархат или шелк, в сочетании с массивными деревянными каркасами придавали этим предметам мебели величественный вид. [2]

- Шкафы и буфеты: Эти предметы мебели обладали не только эстетической ценностью, но и служили для хранения вещей, подчеркивая статус их владельцев. [3]

В Германии стиль ампира развивался благодаря деятельности известных мастеров и фабрик, таких как:

- Давид Фридрих Штромер: Один из выдающихся мастеров своего времени, который создал множество шедевров ампира мебели, отличающейся уникальным стилем и качеством.

- Фабрика «Schröder»: Знаменитая немецкая мебельная фабрика, которая специализировалась на производстве ампира мебели. Их изделия были известны высоким качеством и уникальным дизайном, что сделало их популярными среди знати и буржуазии.

С течением времени стиль ампира начал терять свою популярность, уступая место новым направлениям, таким как романтизм и модерн. Однако влияние ампира продолжает ощущаться в современном дизайне мебели. Элементы ампира можно увидеть в работах многих современных дизайнеров, которые черпают вдохновение из классических форм и техник. Таким образом, мебель в стиле ампира в Германии представляет собой уникальный феномен, соединяющий в себе элементы величия и функциональности. Она отражала не только эстетические предпочтения своего времени, но и социальные и политические изменения, происходившие в стране. Исследование этого стиля позволяет лучше понять не только историю мебели, но и культурные тенденции, присущие определенному историческому периоду.



Рисунок 1



Рисунок 2



Рисунок 3

Список литературы

1. Кес, Дюля. Стили мебели / Дюля Кес. – Будапешт : Издательство Академии Наук Венгрии, 1981 (дата обращения: 7.03.2025).
2. Миллер, Джудит. Все стили мебели от древности до современности / Джудит Миллер (дата обращения: 5.03.2025).
3. Бхаскаран, Лакшми. Дизайн и время / Лакшми Бхаскаран (дата обращения: 8.03.2025).

References

1. Kes, Dyulya. Styles of Furniture / Dyulya Kes. – Budapest : Publishing House of the Hungarian Academy of Sciences, 1981 (accessed: 03/7/2025).
2. Miller, Judith. All styles of furniture from ancient to modern / Judith Miller (accessed: 03/5/2025).
3. Bhaskaran, Lakshmi. Design and Time / Lakshmi Bhaskaran (accessed: 8.03.2025).

Научное издание

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА – 2025

Материалы международной научной конференции, посвященной
95-летию ВГЛТУ имени Г.Ф. Морозова
и 80-летию Победы в Великой Отечественной войне

Воронеж, 27-28 марта 2025 г.

Ответственный редактор Т.Л. Ищенко

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано к изданию 29.05.2025. Объем данных 31,7 Мб
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8