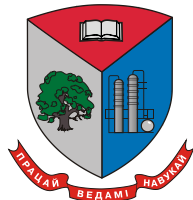


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»



**75-я НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ УЧАЩИХСЯ,  
СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ**

22–27 апреля 2024 г.

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

В 4-х частях

Часть 1

Минск 2024

УДК 005.745:378.6](476)(06)  
ББК 66.75

**75-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов:** тезисы докладов : в 4-х ч. – Минск, 22–27 апреля 2024 г. [Электронный ресурс] / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск : БГТУ, 2024. – Ч. 1. – 128 с.

Сборник составлен по итогам 75-й студенческой научно-технической конференции Белорусского государственного технологического университета, проведенной с 22 по 27 апреля 2024 г. Тезисы докладов содержат результаты научных исследований студентов, посвященные актуальным вопросам лесоводства, лесоустройства, лесозащиты, технологии и техники лесной промышленности, химической технологии и техники, неорганических веществ, вяжущих материалов, технологии стекла и керамики, технологии электрохимических производств, экологии, синтеза новых органических и неорганических материалов, экономики, издательского дела и полиграфии, информационных технологий. Также представлены доклады, посвященные энергосбережению, безопасности технологических процессов и производств, контролю качества и безопасности веществ, материалов и изделий.

Сборник предназначен для использования специалистами соответствующих отраслей народного хозяйства, научными работниками и преподавателями, а также студентами и магистрантами.

**Рецензенты:**

декан ЛХ факультета, доцент, канд. экон. наук  
декан факультета ЛИД, доцент, канд. техн. наук

Н.Т. Юшкевич  
В.Н. Лой

**Редакционная коллегия:**

зав. кафедрой ЛКиП, доцент, канд. с.-х. наук  
зав. кафедрой ЛПиСПС, доцент, канд. биол. наук  
зав. кафедрой ТДП, доцент, канд. техн. наук  
доцент кафедры лесоводства, канд. с/х. наук  
ст. преп. кафедры ТДП, канд. техн. наук

С.В. Ребко  
Г.А. Волченкова  
И.К. Божелко  
Ю.А. Ларина  
Д.П. Бабич

**Секция  
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ**

Студ. Я.А. Андрончик  
Науч. рук. доц. Н.А. Макознак  
(кафедра ландшафтного проектирования  
и садово-паркового строительства, БГТУ)

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРИЕМЫ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ВОДОЕМОВ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ**

Водные объекты в крупных городах всегда привлекают большое количество горожан, что служит причиной организации парковых пространств на прилегающих к ним территориях. Практика благоустройства береговых территорий в структуре водно-зеленых систем современных крупных городов предполагает наряду с решением инженерно-технических задач укрепления береговой линии формирование индивидуализированной, эстетически привлекательной, экологически полноценной среды с комфортными условиями для рекреации.

Анализ особенностей формирования береговой линии водоемов в городской среде показывает, что в пределах общественного центра города такие территории обычно решаются как набережные с высоким уровнем благоустройства и доминирующей функцией транзитного пешеходного движения, в жилых районах – как линейные озелененные пространства для прогулок и отдыха. Из характерных приемов ландшафтной организации береговой линии водоемов можно отметить использование набережных из бетонных или каменных блоков; деревянных настилов, помостов и деревянных свайных берегоукрепляющих конструкций набережных; формирование растительных композиций на откосах и в зоне мелководья, каменистых отмелей [1].

Четкая функциональная дифференциация береговых территорий с выделением участков, отвечающих разнообразным потребностям посетителей (пляж, причал, прогулочный или транзитный маршрут, экспозиция водных растений, надводная смотровая площадка, др.) позволит совершенствовать пространственную организацию среды, а комбинирование приемов ландшафтной организации береговой линии обеспечит плавные переходы между разными по назначению зонами и экологическую оптимизацию среды с формированием системы взаимосвязанных пространств естественного природного характера.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Оформление береговой линии пруда [Электронный ресурс] // Суперсадовник. – Режим доступа: <https://www.supersadovnik.ru/text/oformlenie-beregovoj-linii-pruda-1000717>. – Дата доступа: 30.05.2024.

Студ. У.В. Архипова, П.А. Кубрак  
Науч. рук. доц. П.Г. Мельник  
(кафедра лесоводства, экологии и защиты леса,  
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия)

## **ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЕЛЬНИКОВ В ДАЛЬНЕЙ ЧАСТИ НИКОЛЬСКОЙ ЛЕСНОЙ ДАЧИ**

Изучению динамики лесных экосистем давно уделяется большое внимание – познание динамических процессов позволяет глубже и разносторонне понять особенности наблюдаемого объекта или явления, выявить присущие ему тенденции, дать прогноз на будущее. Поэтому длительные наблюдения за временной изменчивостью биогеоценозов и их отдельных компонентов всегда были важной составной частью стационарных исследований, проводившихся в разных регионах нашей страны [1].

При этом необходимо учитывать, что хозяйственная деятельность человека сопровождается глубокими и многосторонними изменениями в лесной среде. Изучение взаимосвязей этих изменений на одном или нескольких стационарных пунктах в короткий срок невозможно, потому что период, в течение которого необходимо вести наблюдения, не должен быть меньше того, в какой происходит формирование средневозрастного древостоя [2].

Никольская лесная дача в Щёлковском учебно-опытном лесхозе Московской области в этом плане представляет собой уникальнейший лесоводственный объект. Она ценна в историческом, природном и лесохозяйственном аспектах, является классическим объектом в области лесоустройства и лесоводственного мониторинга [3].

Первое лесоустройство в Никольской лесной даче было выполнено в 1884 году под руководством профессора Митрофана Кузьмича Турского силами студентов Петровской земледельческой и лесной академии. Главное внимание при лесоустроительных работах было обращено на порядок эксплуатации, который должен был обеспечить легкость ведения хозяйства в будущем, постоянство пользования и повышение продуктивности насаждений. Общий обзор порядка эксплуатации дачи охватывал шестидесятилетний период, т.е. вплоть до 1943 г. Причем сходство дачи со многими частными и казенными лесными дачами Московской губернии послужило в дальнейшем образцом для установления системы лесохозяйственных мероприятий в аналогичных хозяйствах [3].

Следующее лесоустройство в Никольской лесной даче было выполнено в 1935 г. С 1954 года лесоустройства проводились регулярно в 1964, 1974, 1984, 1994, 2004 и 2019 годах. Благодаря сохранившимся данным лесоустройств, удалось выполнить анализ динамики лесного фонда Никольской дачи с 1872 г. по 2019 г., который показывает, что первоначально в насаждениях преобладали мягколиственные породы, ель и сосна занимали второстепенные позиции. Благодаря правильному ведению лесного хозяйства к 1954 г. и по настоящее время доля хвойных пород занимает преобладающее место [4].

Начиная с 1974 года отрицательным является уменьшение площадей, занимаемых сосной, за 40-летний период, она уменьшилась на 150,7 га или на 16,5%, что является следствием предпочтения ели как главной породы в лесокультурной практике Щёлковского учебно-опытного лесхоза. Несмотря на это, с 1984 года началось и сокращение площадей еловых насаждений, которое особенно резко проявилось за последние десятилетия.

По данным лесоустройства, выполненного в 2019 году, распределение ельников в дальней части Никольской дачи по классам возраста неравномерно и представлено на 53,6% приспевающими и спелыми насаждениями, что на 3,2% больше чем в 2004 г. Средний класс бонитета ели – I,6, ельники высших классов бонитета (I<sup>a</sup>-I) занимают 56,7% покрытых лесом земель. Наличие значительного количества высокополнотных ельников и их рост обуславливает необходимость проведения рубок ухода на больших площадях. Средняя полнота – 0,65. Преобладающим типом лесорастительных условий, занимаемых елью, является С<sub>2</sub> (свежая сложная суборь) – 97,3%, что является благоприятным для выращивания высокопродуктивных ельников.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Динамика хвойных лесов Подмосковья / Л.П. Рысин [и др.], А.В. Абатуров, Л.И. Савельева и др. – М.: Наука, 2000. – 221 с.
2. Колданов В.Я. Смена пород и лесовосстановление. – М.: Лесная промышленность, 1966. – 172 с.
3. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Никольская лесная дача Щёлковского учебно-опытного лесхоза МГУЛ // Примеры отечественного опыта устойчивого лесопользования и лесопользования: сборник статей / под общ. ред. Н. Шматкова. – М.: WWF России, 2013. – С. 151–176.
4. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче. – М.: ФБГОУ ВПО МГУЛ, 2015. – 112 с.

## **ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЛОГОЙСКОГО ЛЕСХОЗА**

На постепенных рубках леса, проводимых в сосняках Логойского лесхоза, валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты производится лесозаготовительной бригадой с бензиномоторными пилами STIHL MS-361 или харвестером Амкодор 2551, вывозка сортиментов – МПТ 461.1, МТПЛ 5-11 или форвардером Амкодор 2661. На сплошнолесосечных рубках с сохранением подроста, проводимых в сосняках, валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты производится лесозаготовительной бригадой с бензиномоторными пилами STIHL MS-361 или харвестером Амкодор 2551, вывозка сортиментов – МПТ 461.1, МТПЛ 5-11 или форвардером Амкодор 2661. Транспортировка сортиментов осуществляется сортиментовозами МАЗ 6303А8 с прицепом или МАЗ 6312. Анализ проведенных рубок главного пользования показывает, что за последние 7 лет ежегодный вырубемый объем древесины варьируется от 73,1 до 215,4 тыс. м<sup>3</sup>. Лесосеки, в основном, разрабатываются методом узких пасек с прокладкой технологического коридора посередине пасеки. Качество очистки лесосек в целом по лесхозу удовлетворительное. Заложено 11 пробных площадей в спелых сосновых насаждениях после проведения первых приемов равномерно- и полосно-постепенных рубок главного пользования, а также на вырубках сосняков после сплошнолесосечных рубок главного пользования.

Установлено, что основными методами восстановления сосновых лесов являются правильный выбор вида и технологии рубки главного пользования, позволяющих содействовать возобновлению главных пород и сохранению их подроста. Результаты исследований показывают, что наилучшее естественное возобновление под пологом спелых насаждений после проведения первых приемов постепенных рубок наблюдается в сосняках мшистых на ПП 1 (22500 шт./га) и ПП 2 (11700 шт./га), а после проведения сплошных рубок в сосняке мшистом на ПП 6 – 13500 шт./га. Долевое участие подроста сосны в общем количестве подроста (естественного возобновления) после проведения рубок главного пользования варьировалось от 34 до 100%.

**ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО БЛАГОУСТРОЙСТВУ  
И ОЗЕЛЕНЕНИЮ ТЕРРИТОРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА  
УО «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

В ботанических садах, наряду с научно-исследовательской деятельностью, значительная роль отводится архитектурно-планировочной и ландшафтно-пространственной организации территорий, что способствует рациональной организации территорий ботанических садов и их функционированию.

Основной целью проекта являлось благоустройство и озеленение территории ботанического сада УО «Белорусский государственный медицинский университет».

Для выбора направления идеи-концепции проекта была взята фраза «Яркие краски», которая связана с разнообразием ассортимента подобранных растений по окраске, фактуре и размерам. Также учитывались сроки цветения растений в композициях, чтобы оно было беспрерывным и красочным.

Основными элементами воплощения данной идеи-концепции являются регулярные и пейзажные посадки древесно-кустарниковой и цветочно-декоративной растительности, плиточное покрытие, камни в композициях, а также малые архитектурные формы.

В зоне рекреации, рядом с входом, был предложен вариант озеленения территории. В ассортимент растений были включены липа мелколистная, барбарис обыкновенный, дерен белый, пузыреплодник калинолистный 'Aurea', спирея иволистная и лаванда гибридная. Также был предложен вариант декоративного колодца из дерева, который уже был выполнен и установлен возле входа.

На территории ботанического сада было спроектировано несколько цветников. Первый цветник будет располагаться возле рядовых посадок плодовых деревьев. В ассортимент растений были включены волжанка обыкновенная, вероника колосистая, лаванда гибридная, мята душистая, пиетрум девичий, рудбекия гибридная, флокс шиловидный, хоста ланцетолистная, хризантема гибридная и эхинацея пурпурная. Также был спроектирован каменистый цветник, который будет располагаться возле беседки с мангалом. Ассортимент растений был представлен виолой Виттрока, лавандой гибридной, лилейником гибридным, хостой ланцетолистной и эхинацеей пурпурной.



В зоне рекреации возле водоема была предложена схема прогулочной зоны в пейзажном стилевом направлении. В ассортимент растений были включены береза бородавчатая, ива плакучая, барбарис Тунберга '*Atropurpurea*', бересклет бородавчатый, вейгела гибридная, гортензия метельчатая, дерен белый, кизильник блестящий, можжевельник казацкий '*Variiegata*', можжевельник обыкновенный, самшит вечнозеленый, снежноягодник белый, спирея иволистная, туя западная '*Globosa*', туя западная '*Columna*', форзиция овальная, чубушник вечнозеленый, роза собачья. Из цветочно-декоративных растений – иссоп лекарственный, лаванда гибридная, рудбекия гибридная, хоста ланцетовидная и эхинацея пурпурная. Элементом декора зоны станет освещение в виде шаров, представляющее собой подсветку отдельных древесных и цветочно-декоративных посадок. Также зону украсят деревянные перголы, скамьи и скульптуры из гипса.

В производственной зоне также была разработана схема посадок. Ассортимент растений был представлен березой бородавчатой, барбарисом Тунберга '*Atropurpurea*', можжевельником казацким '*Variiegata*', можжевельником обыкновенным, самшитом вечнозеленым, тамариксом четырехтычинковым, туей западной '*Globosa*', туей западной '*Columna*', форзицией овальной, иссопом лекарственным, лавандой гибридной, рудбекией гибридной и шалфеем лекарственным.

Для более комфортного передвижения по территории ботанического сада была скорректирована дорожно-тропиночная сеть и предложены различные варианты плиточного покрытия. Вместо беседки из поликарбоната, которая выцветала на солнце, был предложен вариант деревянной беседки для отдыха студентов и работников ботанического сада. В зоне рекреации, возле входа, был предложен вариант круглых габионов.

Подбор ассортимента древесных, кустарниковых и цветочных культур основывается в основном на более широком участии многолетних культур, так как они являются долговечными и обеспечивают декоративность в зимний период. При подборе ассортимента учитывалась зимостойкость, требовательность к культуре, интересы руководства ботанического сада.

Таким образом, для реализации проекта по благоустройству и озеленению территории ботанического сада запланирована посадка 96 деревьев, 353 кустарников, 1841 цветочно-декоративных растений. Также будет установлена деревянная беседка, скамьи, перголы, светильники, габионы, скульптуры из гипса. Запроектировано плиточное покрытие на площади 2 242,6 м<sup>2</sup>.

Маг. В.В. Бруцкая  
Науч. рук. доц. О.В. Бахур  
(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНОГО ФОНДА ЗАКАЗНИКА МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ «СТАРОБИНСКИЙ»**

Заказник местного значения «Старобинский» расположен южнее Солигорского водохранилища на территории Солигорского района Минской области.

В состав земель заказника местного значения «Старобинский» включаются земельные участки (части земельных участков) следующих землепользователей:

– Старобинский лесхоз – 3856,23 га (в кварталах 11–15, 23–25, 31 (выделы 77–79), 41, 43, 45, 51 (выделы 40–42, 46–49, 54–58, 62–65, 72–80, 84–89), 64, 70, 74 Старобинского лесничества, кварталах 7 (выделы 1–13, 31–40, 42, 43, 45, 70–79, 85–103, 115, 116–121, 123, 124), 8, 9 (выделы 1–3, 16–18, 22–26, 40, 41, 51–64), 13, 14, 20–22, 23 (за исключением выделов 21–23, 38), 28–31, 38–42, 45–47, 67 Листопадовичского лесничества);

– открытое акционерное общество «Старобинский» площадью 810,73 гектара; открытое акционерное общество «Белслучь» площадью 557,57 гектара;

– крестьянское (фермерское) хозяйство «Экоферма Мелковичи» площадью 31,79 гектара;

– крестьянское (фермерское) хозяйство «У Палыча» площадью 4,58 гектара;

– Солигорский районный исполнительный комитет (земли запаса) площадью 39,99 гектара.

Общая площадь заказника местного значения «Старобинский» составляет 5300,89 гектара.

Заказник не граничит с другими ООПТ Минской, Брестской и Гомельской областей. В границах заказника находятся два ботанических памятника природы местного значения – «Дубрава-1» и «Дубрава-2».

Территория заказника находится вблизи границы между двумя физико-географическими районами – Припятским Полесьем и Центрально-Березинской равниной.

Покрытые лесом земли заказника представлены на 57,7% хвойными породами (из них 55,7% занимают сосновые насаждения, 2% – еловые), 3,5% – твердолиственными (из них 2,7% приходится на дуб-

равы, 0,8% – на грабовые насаждения, 0,1% на насаждения дуба красного и менее 0,1% занимают ясенники) и 36,4% – мягколиственными породами (из них 20,1% приходится на черноольшаники, 15% – на березняки и 1,3% – на осинники). Ивы кустарниковые занимают 2,4%.

По состоянию на 01.01.2023 года возрастная структура основных пород лесов следующая: молодняки составили – 6,95%, средневозрастные – 59,26%, приспевающие – 23,87%, спелые и перестойные – 9,92%.

Средний возраст насаждений составил 61 год.

Существующая породная и возрастная структуры не соответствуют оптимальному значению.

Наиболее распространенными в заказнике являются черничный (33,18%), мшистый (16,84%) и осоковый (12,11%) типы леса.

Значительное место занимают орляковый (9,99 %), кисличный (5,89 %), папоротниковый (5,36 %), долгомошный (5,04 %) типы леса. Остальные занимают от 0,03 % до 3,02 % покрытых лесом земель.

Самые производительные типы леса (орляковые, крапивные, снытевые, кисличные) занимают 20,00 % покрытых лесом земель. Малопродуктивные (осоковые, осоково-травяные и багульниковые) типы леса занимают всего 14,54 % площади покрытых лесом земель.

Средний класс бонитета относительно высок – 1,5. Наиболее высокую производительность имеют еловые насаждения, из мягколиственных – осинники.

Насаждения I<sup>a</sup>–I бонитета занимают 58,6% лесопокрытых земель, среднепроизводительные (II–III бонитеты) – 39,8% и низкопродуктивные (IV–V<sup>b</sup> бонитеты) – 1,6%.

Средняя полнота насаждений заказника равна 0,71.

Насаждения с низкой полнотой (0,3–0,4) основных пород, требующие вмешательства с целью повышения их продуктивности, занимают сейчас незначительный удельный вес – 1,87% от покрытых лесом земель. Насаждения с полнотой 0,8–1,0, служащие в основном объектами для проведения рубок ухода, составляют 30,24%.

Во многих развитых странах все большее значение приобретают уголки нетронутой природы, старовозрастные лесные насаждения, сохранившиеся в слабо измененном состоянии до настоящего времени. В этой связи экологический туризм является тем механизмом, который позволяет с одной стороны привлечь внимание туристов к регионам, богатым дикой природой, а с другой стороны – это этот вид туризма является тем механизмом, который призван формировать экологическое сознание людей, способствовать привлечению внимания к сохранению таких природных объектов для будущих поколений.

УДК 630\*624      Студ. У.А. Булай, М.В. Чижевская, А.П. Осипенко  
Науч. рук. ст. преп. Н.Я. Сидельник (кафедра лесоустройства БГТУ)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА РАЗМЕРА РУБОК УХОДА В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ ИВЬЕВСКОГО ЛЕСХОЗА**

Использование древесины в период от смыкания древостоя до момента главной рубки составляет промежуточное пользование лесом, часть которых представлено рубками ухода. Древесина, полученная при рубках ухода, характеризуется значительно худшими, чем при главном пользовании, параметрами, однако ее доля в общем размере пользования в странах и регионах, где ведется интенсивное лесное хозяйство, очень значительна. Основными задачами рубок ухода являются – формирование целевого породного состава, густоты и структуры насаждений, сохранение и усиление защитных, водоохраных, санитарно-гигиенических и других функций леса. Они заключаются в периодической вырубке из насаждения нежелательных деревьев и кустарников для создания благоприятных условий роста лучшим деревьям главных пород и служат источником получения древесины и другого сырья.

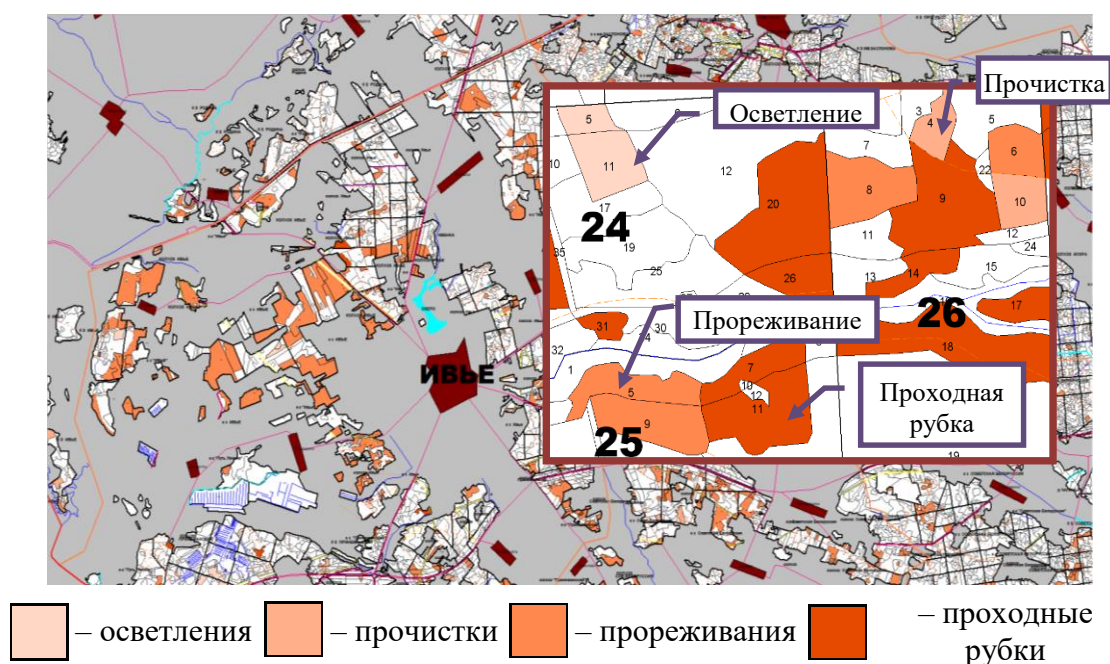
Разработка и функционирование геоинформационных систем осуществляется на основе двух базовых информационных компонентов: картографической и атрибутивной баз данных. Картографическая база данных включает цифровые, векторные карты, полученные при базовом лесоустройстве, а атрибутивная – по выделную характеристику земель лесного фонда. При этом каждому участку (выделу) на цифровой карте соответствует определенная запись в атрибутивной базе данных.

Структура используемой по выделной базы имеет достаточно сложную структуру, данные в ней закодированы, в связи с чем ее использование в неадаптированном виде при создании ГИС-проекта лесхоза не представляется возможным. В связи с этим структура по выделной лесотаксационной базы данных Ивьевского лесхоза (ЛРУП «Белгослес») была преобразована в вид пригодный для обработки с использованием ГИС-технологий и экспортирована в MS Excel, где в соответствии с нормативами рубок для сосновых насаждений [1] были отобраны сосновые древостои, нуждающиеся в рубках ухода, и для каждого их выдела был запроектирован один из видов ухода, процент выборки и период повторяемости [1].

В сосновых лесах Ивьевского лесхоза размер рубок ухода на ре- визионный период запроектирован в следующем объеме: осветление –

149,0 га (423 м<sup>3</sup>), прочистка – 334,7 га (6188 м<sup>3</sup>), прореживание – 246,3 га (8481 м<sup>3</sup>), проходная рубка – 1140,4 га (61228 м<sup>3</sup>). В целом, ежегодно, рубки ухода должны проводиться на площади 1870,4 га и объем выбираемой древесины составляет 76320 м<sup>3</sup>. Основным видом рубок ухода на предстоящий ревизионный период запроектирована проходная рубка, которая будет проводиться на 60,9% площади сосновых насаждений нуждающихся в проведении рубок ухода и будет заготавливаться 80,2% от общего запаса вырубаемой древесины.

Использование ГИС-технологий позволяет также получить картографическую информацию о пространственном распределении сосновых выделов Ивьевского лесхоза, в которых запроектированы рубки ухода по видам рубок (рисунок).



**Рисунок – Распределение сосновых выделов по запроектированным видам рубок ухода Ивьевского лесхоза в ГИС (фрагмент карты)**

Сопоставление запроектированных данных по выборке с 1 га с фактическими показывает, что в лесхозе более интенсивно проводятся осветления (3,1 м<sup>3</sup>), а вот интенсивность прочисток (15,9 м<sup>3</sup>), прореживаний (32,5 м<sup>3</sup>) и проходных рубок (51,5 м<sup>3</sup>) следует увеличить. Запроектированная интенсивность рубок ухода позволит сформировать к возрасту главной рубки высокопродуктивные качественные древостои.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Правила рубок леса в Республике Беларусь: постановление М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г. № 68 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – № 8/31584.

## **РУБКИ УХОДА В СОСНЯКАХ БОРОВИКОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛУНИНЕЦКОГО ЛЕСХОЗА**

Лунинецкий лесхоз расположен в подзоне широколиственно-сосновых лесов. Климат территории вполне благоприятен для успешного произрастания основных лесообразующих пород.

Объектом исследования выбраны сосновые насаждения Боровиковского лесничества, нуждающиеся в проведении рубок ухода на площади 136,0 га. В большей степени насаждения нуждаются в проведении прочисток – 46,8 га. Среди нуждающихся участков преобладают сосновые насаждения с полнотой 0,8, доля которых 65,6%. Преобладающими типами леса являются сосняки мшистые (54,8%), черничные (33,5%), в меньшей степени сосняки кисличные (7,6%), вересковые (3,3%) и орляковые (0,8%). Для проведения исследований было заложено 6 пробных площадей:

– пробная площадь 1 была заложена под прочистку, состав насаждения 10С, возраст 15 лет, I класс бонитета, сосняк мшистый (тип условий местопроизрастания А<sub>2</sub>);

– пробная площадь 2. Вид рубки – прореживание. Насаждение с составом 9С1Е, возраст 35 лет, I класса бонитета, сосняк мшистый (тип условий местопроизрастания А<sub>2</sub>);

– пробная площадь 3 заложена под прореживание. Состав насаждения 8С2Б, возраст 24 лет, I класс бонитета, сосняк мшистый (тип условий местопроизрастания А<sub>2</sub>);

– пробная площадь 4. Вид рубки – проходная. Насаждение составом 10С, возраст 50 лет, I класс бонитета, сосняк мшистый (тип условий местопроизрастания А<sub>2</sub>).

– пробная площадь 5. Вид рубки – проходная рубка. Насаждение с составом 8С2Е, возраст 55 лет, I класс бонитета, сосняк мшистый (А<sub>2</sub>).

– пробная площадь 6. Вид рубки – проходная рубка. Насаждение с составом 8С2Б+Д, возраст 55 лет, I бонитета, сосняк мшистый (А<sub>2</sub>).

В результате проведения рубок ухода произошли изменения лесоводственно-таксационных показателей древостоев.

На пробной площади 1 после проведения прочистки будет вырублено 36,3% деревьев сосны. Интенсивность составит 27,3%, полнота снизится до 0,77. Применяется низовой метод рубки ухода, т.е. удаля-

ются отставшие в росте деревья. Состав древостоя остается неизменным – 10С.

На пробной площади 2 (прореживание) количество деревьев на 1 га уменьшится на 37,4%, при этом на участке будут удалены отставшие в росте деревья сосны и ели. Таким образом, применяем низовой метод рубки ухода. Полнота древостоя снизится до 0,70 (на 23,2%). Состав на пробной площади останется неизменным – 9С1Е.

На пробной площади 3 из насаждения будут убраны крупные экземпляры березы, худшие и отстающие в росте деревья сосны. В целом на пробной площади был выбран запас 28 м<sup>3</sup>/га. Количество деревьев на 1 га уменьшится на 28,8%, что в свою очередь приведет к увеличению площади питания одного дерева. Интенсивность составит 21,4%, полнота снизится до 0,71. Состав на пробной площади изменится до 9С1Б.

На пробной площади 4, которая заложена под проходную рубку, из насаждения будут убраны худшие и отстающие в росте экземпляры сосны. Количество деревьев на 1 га уменьшится на 17,5%, что в свою очередь приведет к увеличению площади питания одного дерева. Полнота снизится до 0,75. Состав на пробной площади останется неизменным – 10С.

На пробных площадях 5 и 6 запроектирована проходная рубка. Проходная рубка проводится в насаждениях с целью выборки деревьев, отставших в росте или мешающих лучшим, в целях увеличения прироста древесины. Метод ухода на этих пробных площадях комбинированный или низовой, т.к. в рубку отбирались худшие деревья главной и второстепенной пород с меньшими диаметрами, которые составляют нижнюю часть полога, а также сухостойные, отмирающие и другие нежелательные деревья, достигшие верхней части полога. На пробной площади 5 вырубается запас составит 37 м<sup>3</sup>/га, на пробной площади 6 – 27 м<sup>3</sup>/га. Количество деревьев снизится на 22,4% и 19,6% соответственно, в результате чего площади питания одного дерева увеличились. Полнота на 5 пробной площади снизится на 0,12 или 12,4%; на 6 пробной площади – на 0,10 или 10,3%. Состав на 5 пробной площади – 8С2Е, и на 6 пробной площади – 8С2Б+Д остался неизменным.

После проведения рубок ухода изменяется состав древостоя в желаемом для народного хозяйства направлении, сокращаются сроки выращивания технически спелой древесины, повышается жизнеспособность насаждений, увеличивается размер пользования с единицы площади за счет своевременного использования древесины, которая могла бы поступить в отпад.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЛИЦ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА И ИНВАЛИДОВ СРЕДСТВАМИ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА**

Население нашей республики переживает устойчивый период демографического старения. Доля населения старше трудоспособного возраста в общей численности населения достаточно велика: каждый четвертый житель республики пенсионер, на селе – каждый третий [1]. С целью поддержки лиц пожилого возраста и инвалидов, оказавшихся в трудной жизненной ситуации, создана сеть стационарных учреждений, включающая 82 дома-интерната для престарелых и инвалидов (взрослых), в которых постоянно проживает более 18 тыс. человек, и с каждым годом эти числа возрастают [2]. Таким образом, актуальным является определение современных приемов ландшафтной организации территорий подобных учреждений.

При проектировании ландшафта необходимо учитывать особенности пожилых людей и инвалидов – в первую очередь, проблемы со здоровьем: нарушение подвижности, слуха, зрения, слабоумие и др. В первую очередь, необходимо предусматривать создание безбарьерной среды, требования к организации которой регламентируются строительными нормами СН 3.02.12-2020 «Среда обитания для физически ослабленных лиц». Доступная среда обеспечивается за счет формирования допустимых уклонов поверхностей, указания путей передвижения, сигнализации о местоположении целевого объекта, предупреждения о необходимости активизировать внимание перед сложным узлом или источником опасности с использованием визуальных, звуковых и тактильных средств информации.

Перспективным является использование садовой терапии в стационарных учреждениях для пожилых лиц и инвалидов. Садовая терапия – это процесс использования растений и сада для улучшения благосостояния через их воздействие на разум, тело и душу человека.

Чтобы стимулировать чувства, терапевтические сады обычно включают в себя различные растения, способствующие визуальной, обонятельной и тактильной стимуляции, а также привлекающие птиц и бабочек. Кроме того, деревья могут давать тень, цвет, сезонные колебания и звук, когда листья шелестят на ветру. Пешеходные дорожки способствуют движению, а также контакту с растениями.



Можно выделить следующие основные принципы успешного построения сада терапии для пожилых людей и инвалидов:

- использование высоких контейнеров для комфортной работы;
- посадка растений, требующих минимального ухода;
- создание ровных безопасных дорожек, которые имеют достаточную ширину для продвижения инвалидной коляски;
- использование системы капельного орошения в труднодоступных участках, которая позволяет экономить воду и силы;
- посадка карликовых и медленно растущих деревьев и кустарников, которые требуют меньше ухода;
- удобное размещение садовых инструментов;
- использование возможности вертикального размещения контейнеров для облегчения доступа к овощным и другим растениям;
- использование легкого для работы грунта, который может быть изготовлен из равных по объему частей плодородной земли, песка и торфа или компоста.

Рекомендуется создавать фитоэкспозиции, которые включают в себя душистые, пахучие растения, растения с ярко выраженной текстурой, приятные на ощупь. Данные фитоэкспозиции представляют особый интерес для людей с проблемами зрения.

При выборе растений для сада при учреждениях постоянного пребывания лиц пожилого возраста и инвалидов важно создать безопасные условия его эксплуатации – необходимо исключить ядовитые, колючие, вызывающие острые аллергические реакции, содержащие наркотические или галлюциногенные вещества растения и др. Желательно использовать растения, которые выделяют фитонциды, оздоравливают воздух, убивая патогенную микрофлору.

Таким образом, комфортная среда жизнедеятельности для пожилых лиц и инвалидов может быть обеспечена путем разработки и внедрения комплекса архитектурно-планировочных и ландшафтных решений, учитывающих физическое и психоэмоциональное состояние данной группы населения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проблемы и пути совершенствования социального обслуживания людей [Электронный ресурс] / Исполнительный комитет Содружества Независимых Государств. – Режим доступа: <https://cis.minsk.by/page/6406?>. – Дата доступа: 03.06.2024.

2. Социальная защита [Электронный ресурс] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/sotsialnaya-zaschita-nseleniya/>. – Дата доступа: 03.06.2024.

## **РУБКИ УХОДА В МЯГКОЛИСТВЕННО-СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЛОЕВСКОГО ЛЕСХОЗА**

В последние десятилетия в лесном фонде Республики Беларусь наблюдается устойчивый рост площадей второстепенных пород, что по мнению ученых, является нежелательной закономерностью. Происходит смена сосновых насаждений березовыми в связи с низкой конкурентоспособностью сосны в молодом возрасте.

Целью исследования явилось выявление в лесном фонде Лоевского лесхоза производных березово-сосновых насаждений. По результатам анализа, установлено, что в лесхозе 653,4 га площади занимают производные березовые насаждения в возрасте до 35 лет с участием сосны в составе древостоя до трех единиц. Эти насаждения являются потенциальными древостоями для дальнейшего формирования рубками ухода и перевода их в сосновую хозсекцию. Более 66,9% площади всех исследуемых участков, представлены средневозрастными древостоями. Молодняки представлены 33,1%. Смешанные березово-сосновые насаждения, нуждающиеся в проведении рубок ухода, являются высокополнотными, средняя полнота составила 0,97.

Наиболее распространенными типами леса среди отобранных участков являются березняки: мшистые (33,6%), орляковые (29,3%), черничные (28,9%); в меньшей степени вересковые (3,1%), снытевые (1,8%), долгомошные (1,5%), папоротниковые (1,0%).

Для дальнейшего исследования, в наиболее представленных типах леса в лесах Лоевского лесхоза, были заложены пробные площади.

Пробная площадь №1 заложена в Лоевском опытно-производственном лесничестве для проведения прореживания. Состав древостоя – 6Б2Ос1С1Д, возраст – 25 лет, тип лесорастительных условий – В<sub>3</sub>, средняя высота – 12,1 м, средний диаметр – 12,3 см, полнота – 0,9, класс бонитета – II, запас на 1 га – 130 м<sup>3</sup>.

Пробная площадь №2 заложена в Приднепровском лесничестве для проведения прореживания. Состав древостоя – 7Б3С, возраст – 25 лет, тип лесорастительных условий – А<sub>2</sub>, средняя высота – 14,4 м, средний диаметр – 16,2 см, полнота – 1,0, класс бонитета – I, запас на 1 га – 180 м<sup>3</sup>.

Пробная площадь №3 заложена в Приднепровском лесничестве (проходная рубка). Состав древостоя – 6Б3С1Ос, возраст – 35 лет, тип

лесорастительных условий – А<sub>2</sub>, средняя высота – 16,2 м, средний диаметр – 16,5 см, полнота – 0,90, класс бонитета – II, запас на 1 га – 190 м<sup>3</sup>.

Пробная площадь №4 заложена в Лоевском опытно-производственном лесничестве для проведения проходной рубки. Состав древостоя – 6Б2С1Д1Ос, возраст – 35 лет, тип лесорастительных условий – В<sub>3</sub>, средняя высота – 16,7 м, средний диаметр – 15,6 см, полнота – 0,9, класс бонитета – II, запас на 1 га – 190 м<sup>3</sup>.

Пробная площадь №5 заложена в Карповском лесничестве для проведения проходной рубки. Состав древостоя – 7Б3С+Д, возраст – 35 лет, тип лесорастительных условий – В<sub>2</sub>, средняя высота – 17,3 м, средний диаметр – 16,2 см, полнота – 0,9, класс бонитета – I, запас на 1 га – 210 м<sup>3</sup>.

В результате проведения соответствующих рубок ухода произойдут изменения в некоторых лесоводственно-таксационных показателях.

На пробной площади 1 интенсивность составит 25%. Состав древостоя после рубки – 5Б3С2Д, средняя высота и средний диаметр увеличатся на 1,5 и 2,5% соответственно. Полнота снизится на 25% (0,22 единицы) и составит после рубки 0,68.

На пробной площади 2 интенсивность составит 33%. Состав древостоя после рубки – 6С4Б, средняя высота и средний диаметр сосны увеличатся на 1,9 и 3,1%. Полнота снизится на 33% (0,33 единицы) и составит после рубки 0,67.

На пробной площади 3 интенсивность составит 20%. Состав древостоя после рубки – 5С5Б, средняя высота и средний диаметр сосны увеличатся на 2,2%, и на 2,5% соответственно. Полнота снизится на 20% (0,18 единицы) и составит после рубки 0,72.

На пробной площади 4 интенсивность составит 16%. Состав древостоя после рубки – 5Б3С2Д, средняя высота и средний диаметр увеличатся на 2,3 и 4,5% соответственно. Полнота снизится на 16% (0,14 единицы) и составит после рубки 0,76.

На пробной площади 5 интенсивность составит 21%. Состав древостоя после рубки – 4С4Б2Д, средняя высота и средний диаметр сосны увеличатся на 4,1 и 4,3% соответственно. Полнота снизится на 21% (0,19 единицы) и составит после рубки 0,71.

Таким образом, обеспечить перевод производных мягколиственно-сосновых насаждений в коренные сосновые возможно путем применения рубок ухода.

## **ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА КРУПНЫХ ФИТОВАГОВ В РАЗЛИЧНЫХ БИОГЕЦЕНОЗАХ**

Формирование комплекса фитофагов в будущем будет причиной изменения биоразнообразия, причем разнообразие некоторых видов уменьшится, но произойдет увеличение множества других видов, что и приведет к росту биоразнообразия [1]. Особое внимание уделяется тому, как комплекс животных будет способствовать восстановлению заброшенных сельскохозяйственных земель, а также деградировавших по той или иной причине лесных экосистем.

Идентифицировано что, 60 видов птиц, 24 вида млекопитающих и 26 видов беспозвоночных будут занимать и активно развиваться на заброшенных сельскохозяйственных землях в Европе. Также идентифицирован 101 вид, негативно реагирующий на оставление сельскохозяйственных земель, но 13 из этих видов могут классифицироваться как нейтрально реагирующие. Эти виды будут выгодны для восстановления леса и связи фрагментированных природных мест обитания [1]. Дальнейшее восстановление будет способствовать увеличению содержания органического вещества и водного удерживающего потенциала почвы, что может приводить к увеличению биомассы и плотности земляных червей и других беспозвоночных [2].

После воздействия крупных копытных на оставленные сельхозземли, некоторые лесные виды птиц будут способствовать возобновлению роста леса, такие как дятлы, пищуха обыкновенная и синицы. Многие птицы получили выгоду для питания после увеличения популяции грызунов. Популяции некоторых видов птиц Восточной Европы значительно увеличились после снижения восстановления сельхозземель и некоторых лесных земель. Примером такого вида является Серна [3].

Все эти факторы в совокупности будут положительно влиять на возвращение крупных млекопитающих. Европейские виды травоядных и плотоядных растут с 1960 года в количестве и распределении как стабильная популяция Восточной Европы, естественно колонизирующая заброшенные ландшафты Скандинавии, Средиземноморья и Альп [3].

Территории после восстановления путем внедрения комплекса крупных фитофагов и другой фауны могут, на региональном уровне, обеспечивать местообитания биоразнообразием с сохранением результатов функций управления территорией.[4]

Этот подход может заложить основы для некоторых культурных услуг, поскольку многие виды связаны с рекреацией, охотой и туризмом. Например, в регионе Аббруз в Италии туризм развивается благодаря наличию на этой территории медведей и волков. В дополнение к этому также прямое или косвенное использование крупных видов млекопитающих, возвращаемых путем ревайлдинга, в том числе видов с высокой ценностью для человека. Кроме того целью воздействия этого комплекса животных является восстановление леса, что в дальнейшем способствует поглощению углерода [4].

Интенсивные сельскохозяйственные районы и искусственные леса предназначены для специфического предоставления услуг. Экстенсивное сельское хозяйство предлагает компромисс между предоставлением продовольствия, культурными услугами и средой обитания для биоразнообразия, тогда как применение комплекса животных обеспечивает широкий диапазон вспомогательных, регулирующих и культурных услуг [5].

Пассивное управление, связанное с применением комплекса животных во главе с крупными фитофагами, имеет значительно более низкие эксплуатационные расходы, чем другие варианты управления, и поэтому значительная доходность регулирующих и культурных услуг достигается за ограниченный уровень инвестиций [5].

Таким образом, мы получаем устойчиво развивающиеся популяции комплекса крупных травоядных животных, увеличиваем мозаичность уже имеющихся экосистем и восстанавливаем деградировавшие. Увеличение количества крупных травоядных приведет к увеличению комплекса других животных: плотоядные, падальщики, различные виды птиц, почвенные организмы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Rewilding European Landscapes Henrique (M. Pereira, Laetitia M. Navarro). Springer open 2015.
2. Rewilding Abandoned Landscapes in Europe (Laetitia M. Navarro and Henrique M. Pereira).
3. Rewilding Europe: A New Strategy for an Old Continent (Wouter Helmer, Deli Saavedra, Magnus Sylvén and Frans Schepers).
4. McNeely, J. A. (1994). Lessons from the past: Forests and biodiversity. Biodiversity and Conservation.
5. Kamler, J., Homolka, M., Barancěková, M., & Krojerová-Prokesřová, J. (2010). Reduction of herbivore density as a tool for reduction of herbivore browsing on palatable tree species. European Journal of Forest Research.

Студ. Ю.А. Карпеленя, В.В. Лешкова, А.Д. Леменкова  
Науч. рук. ст. преп. Н.Я. Сидельник  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЛЕСНОГО ФОНДА КЛИМОВИЧСКОГО ЛЕСХОЗА**

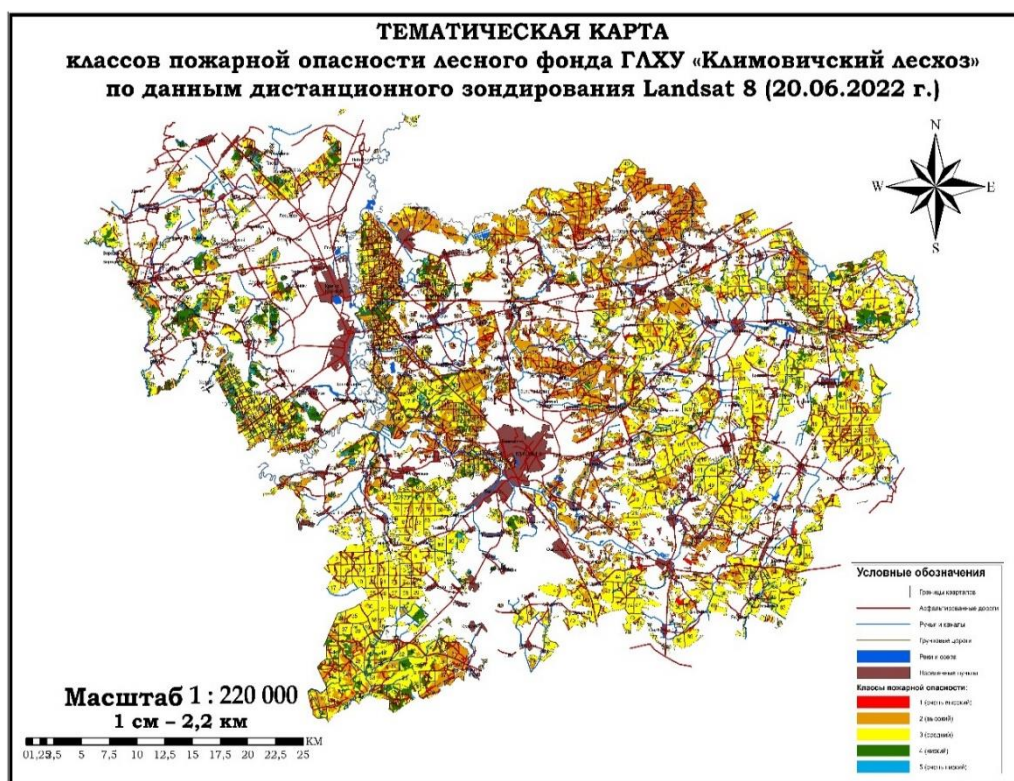
Системы дистанционного зондирования широко применяются в современном лесоустройстве с целью инвентаризации и мониторинга лесных ресурсов. Современное развитие систем космической съемки и технологий обработки получаемых материалов, а также геоинформационных систем и технологий обеспечивает возможность автоматизированного создания тематических карт пожарной опасности лесных территорий на любой момент времени. Использование данных технологий обеспечивает возможность увеличения оперативности оценки лесной пожарной опасности, что позволит более рационально проводить противопожарные мероприятия: корректировать маршруты камер видеонаблюдения, организовывать наземное патрулирование территории.

Для оценки лесной пожарной опасности на основе спектральных индексов лучше всего подходят данные высокого и сверхвысокого пространственного разрешения (но они имеют высокую стоимость). Высокое и сверхвысокое разрешение может обеспечивать использование беспилотных летательных аппаратов. Наиболее подходящими данными в большинстве случаев являются снимки Landsat-8, 9 или Sentinel-3, которые можно получить в свободном доступе.

Благодаря многочисленным научным исследованиям в области дистанционного зондирования пришло понимание того, как комбинации измеренных свойств отражения на двух или более длинах волн выявляют определенные характеристики растительности. В настоящее время существует более 160 спектральных индексов вместе с дополнительными индексами, разрабатываемыми по мере развития датчиков и появления новой информации. Можно выделить их несколько категорий: индексы «зелености», рассчитываемые по данным в широких спектральных каналах; индексы «зелености», рассчитываемые по данным в узких спектральных каналах; индексы эффективности использования света; индексы содержания азота в растительном покрове; индексы содержания углерода в виде лигнина и целлюлозы; индексы содержания пигментов в листьях; индексы для оценки содержания влаги в растительном покрове.

В качестве исходных данных для оценки (основана на научных

исследованиях кафедры лесоустройства) пожарной опасности Климовичского лесхоза являлись данные космической съемки спутника Landsat-8 (20.06.2022 г.), обработка которых осуществлялась с использованием ГИС-технологий. Данная методика включает расчет ключевых спектральных индексов, связанных с растительностью, влажностью и температурой. К ним относятся: улучшенный вегетационный индекс *EVI*, нормализованный разностный водный индекс *NDWI* индекс сухости *DMCI*, индекс наличия лигнина и целлюлозы *PSRI* и температурно-вегетационный индекс *TVDI*, для определения которого необходимо наличие теплового канала в спутниковой системе дистанционного зондирования, на основании которых были рассчитаны классы пожарной опасности для лесного фонда Климовичского лесхоза (рисунок).



**Рисунок – Тематическая карта классов пожарной опасности лесного фонда Климовичского лесхоза**

Природно-климатические условия являются наиболее изменчивым фактором, оказывающим большое влияние на пожарную опасность лесов. В связи с этим использование данных космической съемки для определения или уточнения вероятности возникновения лесных пожаров, особенно в засушливый период, очень актуально. Спутниковые снимки периодичны, что позволяет динамически определять класс пожарной опасности вплоть до выдела.

## **ПТЕРИДОФЛОРА ЛЕСНЫХ МАССИВОВ ЛУГОВОЙ СЛОБОДЫ (МИНСКИЙ РАЙОН)**

**Введение.** Минский район – один из главных регионов по изученности флоры Беларуси. Однако различные территории даже в столичном регионе остаются неизученными или малоизученными, ввиду различных обстоятельств. Таковым является регион данного исследования – агрогородок Луговая Слобода, располагающийся в непосредственной близости к г. Минску.

*Характеристика региона исследования.* Агрогородок Луговая Слобода расположен на севере, северо-востоке Центральной Беларуси; относится к Предполесской провинции [1].

Поверхность земной коры слагается дочетвертичными среднедевонскими (глины, доломиты, мергели) и четвертичными – верхнечетвертичными (пески, супеси, суглинки) отложениями, мощность которых доходит до 20–30 м. Рельеф холмистый, резко пересеченный. Климат умеренно-континентальный. Годовая сумма осадков типичная для средней полосы Беларуси (600–700 мм). Почвы в основном дерново-подзолистые на водно-ледниковых суглинках и супесях, но в террасах реки Слоуст, протекающей по восточной части Луговой Слободы, а также в затопленных участках, сформированных в западинах, отмечаются торфяно-болотные и (чаще) дерново-заболоченные горизонты. Территория региона исследований входит в состав Ошмяно-Минского округа подзоны дубово-темнохвойных лесов. Большую часть территории слагают луга (40% от площади) и леса (45%).

**Материалы и методы.** В основу исследования положены флористические данные инвентаризации споровых растений на территории Луговой Слободы, собранные в течение двух периодов: апрель-октябрь 2021 г. и тот же временной отрезок 2022 г. Инвентаризация проводилась рекогносцировочным и маршрутным методами. Систематика видов приводится согласно литературным источникам [2, 3]. Экологический анализ выполнен, основываясь на [4; 5]. Оценка обилия на учетных площадках проводилась по шкалам Друде и Хульта.

**Результаты и их обсуждение.** Ниже приводится конспект птеридофлоры агрогородка Луговая Слобода, обнаруженной на территории лесных массивов.



***Polypodiophyta***  
***Equisetophyceae***

1. *Equisetum pratense* L. – Хвощ луговой. В смешанных лесах, лиственных, на лугах. Встречается часто, в большинстве случаев в ассоциациях с *Fragaria vesca* L. Обилие в среднем sp (3 балла по шкале Хульта).

2. *Equisetum arvense* L. – Хвощ полевой. В лесах, на суходольных и пойменных лугах, по окраинам рек и болот. Встречается часто, в большинстве в ландшафтах с антропогенной нагрузкой. Обилие в среднем sp (3 балла по шкале Хульта).

***Dryopteridaceae***

3. *Dryopteris filix-mas* (L.) Sch. – Щитовник мужской. Часто, в смешанных лесах, на опушках березняков. Обилие в среднем сор<sub>1-2</sub>, реже сор<sub>3</sub> (4 балла по шкале Хульта).

***Cystopteridaceae***

4. *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm. – Голокунчик обыкновенный. Относительно редко, в смешанных и сосновых лесах. Обилие sol (2 балла по шкале Хульта).

5. *Athyrium filix-femina* (L.) Roth ex Mert. – Кочедыжник женский. Часто, в смешанных березово-хвойных, широколиственных и хвойных лесах. Обилие в среднем sp, на некоторых площадках отмечено сор<sub>1-2</sub> (3, 4 балла по шкале Хульта).

***Dennstaedtiaceae***

6. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. – Орляк обыкновенный. Часто, в лесных массивах, на опушках смешанных лесов. Обилие в среднем сор<sub>2-3</sub> (4 балла по шкале Хульта).

Экологический состав изученной флоры представлен в таблице. Резко выделяется доминирование видов-мезофитов, что, однако, можно связать с весьма типичными для Центральной Беларуси условиями водного режима почвы. В связи с экологической специализацией видов сильно коррелирует и флористическое их распространение, где обнаруживается влияние градиента влажности, который можно выделить по крайним мезофитам и гидрофитам.

**Таблица – Экологическая структура изучаемых видов по отношению к влажности субстрату**

Виды	Ксеромезофит	Мезофит	Гигромезофит
<i>E. arvense</i>		+	
<i>E. pratense</i>		+	+
<i>D. filix-mas</i>		+	
<i>G. dryopteris</i>		+	
<i>A. filix-femina</i>		+	
<i>P. aquilinum</i>	+		

**Заключение.** В результате инвентаризации на лесных территориях Луговой Слободы выявлено 6 видов папоротникообразных. Отмечается средний уровень их разнообразия.

Экологический спектр в основном представлен мезофитами, однако также наблюдается появление эдификаторных видов (*E. pratense*) в характерных местах затопления/стока вод.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю Худяковой Л. А. за поддержку, помощь в редакторских и научных вопросах; также признателен Лемезе Н. А. (БГУ), высказавшему ценные замечания по методологии исследования, и Храпко О. В. (БС ДВО РАН) за помощь в определении образцов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гурскі Б.М. і інш. Фізічная геаграфія Беларусі: Вучэбны дапаможнік. – Мінск: Універсітэцкае, 1995. – 181 с.
2. Флора Беларусі. Сосудистые растения. В 6 т. Т. 1. Lycopodiophyta. Equisetophyta. Polypodiophyta. Ginkgophyta. Pinophyta. Gnetaophyta / Р.Ю. Блажевич [и др.]. – Нац. акад. наук Беларусі, Ин-т эксперимент. ботаники им. В.Ф. Купревича. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 197 с.
3. Pteridophyte Phylogeny Group (November 2016). "A community-derived classification for extant lycophytes and ferns". *Journal of Systematics and Evolution*. 54 (6). – С. 563–603.
4. Лемеза, Н.А. Геоботаника: Учебная практика: учеб. пособие / Н.А. Лемеза, М.А. Джус. – Минск: Вышэйшая школа, 2008. – 256 с.
5. Фардеева М.Б., Шафигуллина Н.Р. Экология растений и методы фитоиндикации. Учебное пособие к теоретическим и практическим занятиям. – Казань: Казанский федеральный университет, 2018. – 150 с.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИАЦИНТОВ В ЦВЕТОЧНО-ДЕКОРАТИВНОМ ОФОРМЛЕНИИ Г. МИНСКА

Формирование элементов цветочно-декоративного оформления, привлекательных для жителей города и особенно молодежи, – важнейший аспект создания современной комфортной городской среды.

Целью исследований являлось выявление наиболее востребованной луковичной культуры открытого грунта и определения перспектив ее использования в цветочно-декоративном оформлении столицы.

Проведенные исследования показали, что наиболее популярной луковичной культурой среди молодежи является гиацинт (таблица).

**Таблица – Популярность основных луковичных и клубнелуковичных культур открытого грунта по данным опроса молодежи г. Минска, 2024 г.**

Луковичная культура	Количество человек	
	опрошенных	отдавших голос за луковичную культуру
Гиацинт	173	125
Тюльпан		116
Крокус		94
Ирис		89
Лилия		89
Нарцисс		81
Аллиум		70
Гладиолус		54

Сорта гиацинта по срокам цветения объединяют в 3 группы (ранние, средние и поздние), по окраске цветков – в 6 садовых групп. Наиболее перспективными, на наш взгляд, являются следующие сорта:

1. Фиолетовые, синие, голубые цветки: *'Bissmarck'* – ранний, бледно-сине-фиолетовые с темной продольной полосой цветки; *'Ostara'* – средний, сине-фиолетовые цветки; *'Pearl brilliant'* – поздний, палево-голубые цветки, плотное соцветие.

2. Сиреневые и малиновые цветки: *'Anna Lisa'* – ранний, сиреневые с темно-малиновой продольной полосой цветки; *'Lord Balfour'* – средний, лиловые, крупные цветки в плотном соцветии; *'L'innocence'* – поздний, палево-голубые цветки, плотное соцветие.

3. Розовые цветки: *'Moreno'* – ранний, светло-розовые цветки; *'Anna Marie'* – средний, темно-розовые цветки; *'Gertude'* – поздний, темно-розовые цветки.

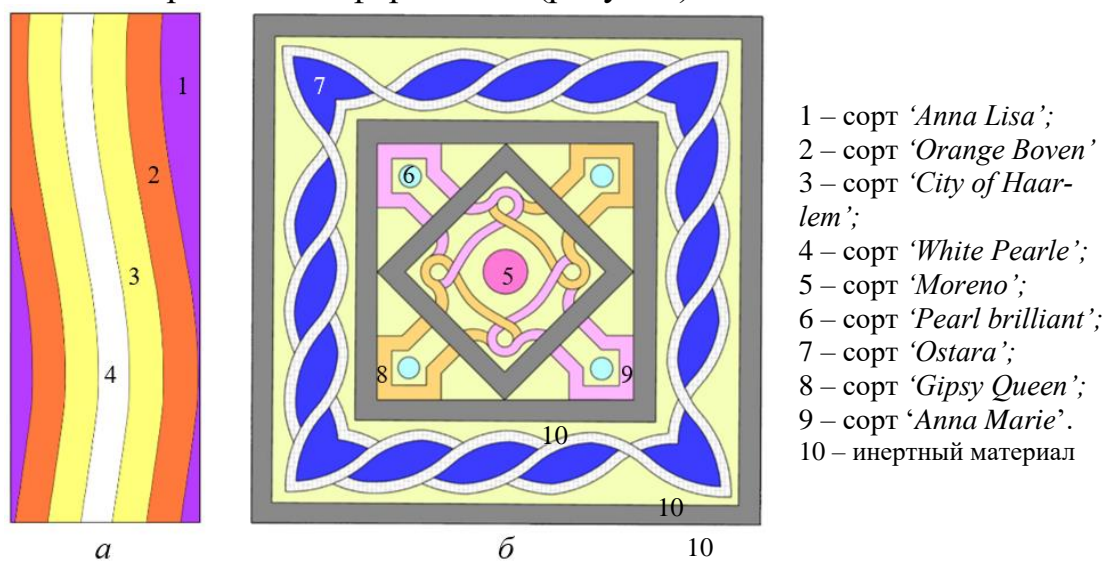
4. Красные цветки: *'Jan Boss'* – ранний, фуксиново-красные цветки; *'Tubergen's Scarlet'* – средний, карминно-шарлаховые цветки; *'Hollyhock'* – поздний, малиново-красные, махровые цветки.

5. Белые цветки: *'Colosseum'* – ранний, чисто белые с сильным ароматом цветки; *'White Pearle'* – средний, белые, у основания с желтым оттенком цветки; *'Snow Crystal'* – поздний, белые, махровые цветки.

6. Желтые: *'City of Haarlem'* – поздний, светло-желтые цветки; *'Orange Boven'* – средний, лососево-абрикосовые цветки; *'Gipsy Queen'* – поздний, ярко-оранжевые цветки [1].

Гиацинты цветут в ранние весенние сроки, практически не повреждаются болезнями и вредителями. Вместе с тем их луковицы содержат ядовитые вещества и могут вызвать отравление и аллергию, многие сорта имеют низкий коэффициент размножения, поэтому для их разведения луковицы препарируют. Культура требовательна к уходу.

В процессе экспериментального проектирования нами разработаны проектные предложения по использованию гиацинтов в цветочно-декоративном оформлении (рисунок).



**Рисунок – Варианты использования гиацинтов в цветочно-декоративном оформлении: а – рабатка, б – арабеска**

Гиацинты перспективны для использования в цветниках как регулярного (в качестве культуры сменного сезонного оформления), так и пейзажного стиливого направления, в контейнерном озеленении, на срезку и выгонку.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рыженкова Ю. И. Гиацинты / Ю. И. Рыженкова. – Минск: Беларуская навука, 2015. – 79 с.

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОСТОЯННОЙ ЛЕСОСЕМЕННОЙ БАЗЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ СТАРОДОРОЖСКОГО ЛЕСХОЗА

В состав постоянной лесосеменной базы сосны обыкновенной Стародорожского опытного лесхоза входят клоновые лесосеменные плантации второго порядка, плюсовое деревья и хозяйственные семенные насаждения. Имеющиеся в лесхозе объекты ПЛСБ позволяют обеспечивать хозяйство семенами различных селекционных категорий.

Основным объектом постоянной лесосеменной базы для получения семян с улучшенной наследственностью являются клоновые лесосеменные плантации, которые имеют ряд преимуществ по сравнению с другими лесосеменными объектами. Вегетативное размножение плюсовых или элитных деревьев позволяет сохранить их наследственность, получать семена более высокой селекционной категории, обеспечить раннее семеношение и облегчить заготовку семенного материала. Общая площадь плантаций составляет 17,80 га. Период создания плантаций – 1994–1995 годы. Плантации находятся в предельном возрасте их эксплуатации (30 лет для сосны).

Краткая характеристика лесосеменных плантаций сосны обыкновенной Стародорожского лесхоза приведена в таблицах 1 и 2.

**Таблица 1 – Характеристика клоновых плантаций сосны обыкновенной Стародорожского лесхоза**

Год создания	Площадь, га	Схема посадки	Количество клонов	Количество высаженных растений	Сохранность, %
1994	14,30	8×8	24	2 170	97,70
1995	3,50	8×8	20	512	89,40

**Таблица 2 – Сохранность и основные таксационные показатели клоновых лесосеменных плантаций Стародорожского лесхоза**

Год закладки	Площадь, га	Посажено, шт.	Сохранность, %	Средние		Средний диаметр кроны, м	Высота поднятия кроны, см
				Д, см	Н, м		
1994	14,30	2170	97,7	21,30	8,70	4,80	136,00
1995	3,50	512	89,4	22,50	9,15	5,20	172,00

Все ЛСП являются лесосеменными объектами второго поколения с количеством введенных клонов от 20 до 24 шт, созданных по схеме

8×8 м. Сохранность клонов на обследованных лесосеменных плантациях была отличная и составляла 97,7% (ЛСП 1994 года закладки) и хорошая – 89,4% (ЛСП 1995 года закладки). Средний диаметр семенных деревьев на плантациях колеблется от 21,30 до 22,5 см, а средняя высота – от 8,70 до 9,15 м. Семенные деревья имеют хорошо развитую крону с диаметром от 4,80 до 5,20 м с высотой поднятия кроны от 136 до 172 см.

Репродуктивная активность вегетативного потомства плюсовых деревьев – важнейший показатель лесосеменных плантаций. По урожайности шишек и семян отдельные клоны различаются в 5–10 раз, что обуславливается наследственными особенностями. Немаловажную роль в повышении урожайности плантации играют густота посадки и уход, как за семенными деревьями, так и за почвой.

Для этого на плантациях различного возраста были заложены пробные площади и произведён учет шишек у 50 деревьев из расчёта 3 дерева каждого клона. Семенную продуктивность плантации на 2023 год оценивали по взрослым шишкам. Число взрослых шишек учитывалось полностью на всём дереве (таблица 3).

**Таблица 3–Семенная продуктивность лесосеменных плантаций**

Год создания	Балл урожайности	Средний урожай шишек на 1 дер.	Число семеносящих деревьев	Урожай шишек, кг	Масса одной шишки, гр.	Выход семян, %	Масса семян, кг
1994	1	67	2 096	3 869,00	7,55	1,10	38,30
1995	1	52	449	836,00	8,60	0,90	8,70

Как видно из приведенных данных таблицы 4, урожай в 2023 году по плантациям оценивается баллом 1 на плантациях всех годов создания. Количество шишек на одном дереве колеблется от 10 до 67 штук. Общий урожай семян на исследуемых плантациях составил 47,10 кг или 2,64 кг с 1 га, что является недостаточным для лесосеменных объектов такого уровня.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что для повышения семенной продуктивности клоновых плантаций сосны обыкновенной Стародорожского лесхоза необходимо проведение мероприятий по стимуляции семеношения.

## **ПРАКТИКА СОЗДАНИЯ ЦВЕТОЧНО-ДЕКОРАТИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ЗАТЕНЕННЫХ УЧАСТКАХ Г. МИНСКА**

Затененные участки являются проблемными с точки зрения возможности выращивания многих цветочных культур и создания на их основе цветочно-декоративных композиций, поскольку подавляющее большинство однолетних и многолетних декоративных травянистых растений открытого грунта являются светолюбивыми.

Целью работы являлась оценка опыта создания цветочно-декоративных композиций на затененных участках г. Минска, изучение разнообразия, встречаемости и состояния выращиваемых в них цветочно-декоративных растений.

В процессе исследований установлено, что наиболее масштабным объектом г. Минска, созданным с участием теневыносливых и тенелюбивых цветочно-декоративных растений, является теневой сад на территории государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», где произрастает более 160 видов, форм и сортов теневых растений. Основу коллекции теневого сада составляют посадки многолетних травянистых красивоцветущих и декоративно-лиственных растений. Наиболее крупной является коллекция хост, представленная 30 видами и сортами (рисунок).



**Рисунок – Коллекция хост теневого сада государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», г. Минск**

Большинство растений в теневом саду находятся в хорошем состоянии, поскольку их ассортимент подобран с учетом условий недостаточного освещения, а также за посадками осуществляется квалифицированный уход.

Исследования показали, что на объектах озеленения г. Минска, к сожалению, редко практикуется создание цветочно-декоративных композиций в условиях недостаточного освещения. В результате обследования нами 9 цветников, созданных на затененных участках столицы, было установлено, что эти растительные композиции выполнены как в регулярном (3 клумбы, 1 рабатка), так и в пейзажном (3 миксбордера) стилевом направлении, также присутствуют контейнерные посадки (2 композиции).

Разнообразие многолетних теневыносливых травянистых растений весьма ограничено – это хосты (встречались в 9 цветниках) и астильбы (произрастали в 2 цветниках), а также их виды и сорта. Только 2 из обследованных цветников были созданы посадками теневыносливых растений (хосты и астильбы; хосты и однолетние бальзамины), остальные – путем совместного использования вышеуказанных многолетних теневыносливых культур и светолюбивых однолетних (агератум, альтернантера, бархатцы, бегония, колеус) и многолетних (очиток) растений.

Состояние большинства теневыносливых растений было хорошим, светолюбивых – удовлетворительным, вероятнее всего по причине несоответствие местопроизрастания последних их требованиям к условиям освещенности.

Обследованные цветники в большинстве своем характеризовались средней степенью единства композиционного замысла и характера окружающего ландшафта, поскольку тематика и характер рисунка их композиций несколько отличался от стилистики архитектурно-ландшафтных фрагментов городской среды. Уровень колористического единства большинства изученных цветочно-декоративных композиций с окружающей средой также был средним.

Таким образом, проведенные исследования показали важность решения вопроса цветочно-декоративного оформления затененных участков в г. Минске. Уникальные коллекции теневыносливых и тенелюбивых многолетних цветочных культур и композиции с их участием имеются на территории теневого сада государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», что может послужить основанием для внедрения в практику озеленения широко ассортимента перспективных растений. Это в свою очередь будет способствовать созданию эстетически привлекательных цветочно-декоративных композиций, сформированных на основе учета особенностей затененных участков и обеспечивающих улучшение визуального облика городской среды.



***THELEPHORA TERRESTRIS* – ВРАГ ИЛИ ДРУГ МОЛОДЫХ РАСТЕНИЙ СОСНЫ И ЕЛИ?**

Гриб *Thelephora terrestris* Ehrh. (Телефора наземная, или земляная) относится к отделу Базидиомикота, порядку Агарикомицеты, семейству Телефоровые [1]. Распространен практически повсеместно в хвойных лесах бореальной зоны. Часто встречается под пологом леса, а также на облесенных вырубках, где формирует однолетние, мягкие, кожистые плодовые тела. Способен произрастать в большом диапазоне почвенных условий. Предпочитает песчаные почвы под хвойными деревьями (сосна, ель), изредка встречается и под лиственными породами [2, 3].

В отечественной литературе по лесной фитопатологии гриб известен тем, что вызывает болезнь под названием «удушьё сеянцев» [2–4]. Примордии его плодовых тел появляются летом на поверхности почвы, часто около сеянцев. Они постепенно увеличиваются и превращаются в зрелые воронкообразные плодовые тела, которые, разрастаясь, обволакивают стебелек сеянца [2]. От гриба сильно страдают сеянцы сосны, ели, березы и других пород. Считается, что при данной болезни наблюдается механическое воздействие плодовых тел на надземные части растений, что приводит к нарушению физиологических процессов (дыхания, ассимиляции) и снижению темпов роста сеянцев [3, 4]. Со временем растения засыхают, гибель обычно происходит во второй половине лета (август-сентябрь).

В качестве мер защиты предлагается строго соблюдать агротехнику выращивания посадочного материала в лесных питомниках, удалять или уничтожать формирующиеся плодовые тела гриба, а также рыхлить почву [2, 3].

Несмотря на то, что гриб упоминается как способный причинять вред, в большинстве источников научной литературы по микологии указывается, что это типичный микоризообразователь, широко встречающийся на корнях различных древесных видов в ювенильном возрасте. При этом как патоген растений он не рассматривается, наоборот, считается, что симбиоз с грибом приносит растению много пользы. Так, высокая ферментативность гриба *T. terrestris* позволяет растению увеличить содержание углерода и азота. Его ферменты также гидролизуют соединения, которые строят клеточные стенки растений. Считается,

что вид *T. terrestris* ослабляет действие корневого патогена *Phytophthora cinnamomi* на различных видах сосен [5, 6].

В рамках данной работы исследовательский материал в виде самосева сосны обыкновенной и ели европейской был собран под пологом леса в 10 локациях; также был коллектирован посадочный материал в посевном и других отделениях 10 лесных питомников во всех 3-х геоботанических подзонах, выделенных на территории Беларуси. Присутствие структур гриба на корневых системах выявлялось современными методами молекулярной генетики. Всего было проанализировано 103 растения возрастом 1–2 года, в их числе 36 экземпляров самосева (взятого под пологом леса) и 67 сеянцев из лесных питомников.

В результате проведенных нами исследований гриб *T. terrestris* был обнаружен нами на корневых системах 17,5% растений, в том числе на 21,7% растений сосны обыкновенной и 8,8% ели европейской. В пределах различных местоположений распространенность гриба на растениях варьировалась от 20 до 80%, при этом он встречался как в лесных питомниках, так (реже) и под пологом леса. На молодых растениях сосны в лесных культурах в отдельных случаях обнаруживались плодовые тела гриба, однако все исследуемые растения внешне были хорошо развитыми и не имели патологических симптомов.

Таким образом, несмотря на широкую встречаемость гриба *T. terrestris* сеянцах, установленная польза от его симбиоза с растениями значительно превышает потенциальную вредоспособность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Базы данных грибов, номенклатура и банк видов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mycobank.org/>. Дата доступа: 30.05.2024
2. Федоров, Н. И. Лесная фитопатология: учебник для вузов / Н. И. Федоров. – Минск: БГТУ, 2004. – 462 с.
3. Чураков, Б. П. Лесная фитопатология/ Под ред. проф. Б. П. Чуракова. – 2-е изд. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 448 с.
4. Семенкова И. Г. Лесная фитопатология: учебник для вузов / И. Г. Семенкова, Э. С. Соколова. – 2-е изд. – М.: Экология, 1992. – 350 с.
5. Hilszczańska, D. Enzymatic Activity of *Thelephora terrestris* and *Hebeloma crustuliniforme* in Cultures and Mycorrhizal Association with Scots Pine Seedlings /D. Hilszczańska, A. Ciesielska, Z. Sierota // Polish Journal of Environmental. – January. 2008. – P. 881–886.
6. Smith, S. E. Mycorrhizal Symbiosis (Third Edition) / S. E. Smith, D. J. Read. – New York: Academic Press, 2008. – 787 p.

## **РУБКИ УХОДА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ КОПЫЛЬСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

Государственное лесохозяйственное учреждение «Копыльский опытный лесхоз» Минского производственного лесохозяйственного объединения расположено в юго-западной части Минской области на территории Копыльского, Столбцовского, Несвижского и Слуцкого районов.

По геоботаническому районированию территория Копыльского опытного лесхоза относится к в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов и относится к Неманско-Предполесскому округу. Климат территории лесхоза относительно теплый, характеризуется умеренно холодной зимой и сравнительно теплым летом с умеренным количеством осадков, вполне благоприятен для успешного произрастания основных лесообразующих пород.

В качестве объекта исследования были выбраны произрастающие на территории Копыльского лесничества сосновые насаждения, нуждающиеся в проведении рубок ухода на площади 309,4 га. В большей степени нуждаются в проведении проходных рубок – 178,7 га. Среди нуждающихся участков преобладают сосновые насаждения с полнотой 0,8, доля которых 61,2%. В лесничестве преобладают сосняки кисличные (75,4%), и мшистые (9,2%), в которых было заложено 6 пробных площадей.

Пробная площадь 1 была заложена под проходную рубку. Насаждение составом 9С1Е+Б, возраст 60 лет, I класс бонитета, сосняк кисличный (тип условий местопроизрастания С<sub>2</sub>).

Пробная площадь 2. Вид рубки – проходная. Насаждение с составом 8С2Б, возраст 48 лет, I класса бонитета, сосняк кисличный (тип условий местопроизрастания С<sub>2</sub>).

Пробная площадь 3. Вид рубки – проходная. Насаждение с составом 8С1Е1Б, возраст 55 лет, I<sup>a</sup> класс бонитета, сосняк кисличный (тип условий местопроизрастания С<sub>2</sub>).

Пробная площадь 4. Вид рубки – прореживание. Насаждение составом 8С2Б, возраст 37 лет, I класс бонитета, сосняк мшистый (тип условий местопроизрастания А<sub>2</sub>).

Пробная площадь 5. Вид рубки – прореживание. Насаждение с

составом 8С1Е1Д+Ос, возраст 37 лет, I класс бонитета, сосняк кисличный (тип условий местопроизрастания С<sub>2</sub>).

Пробная площадь 6. Вид рубки – прочистка. Насаждение с составом 6С3Олч1Б, возраст 16 лет, I<sup>а</sup> класс бонитета, сосняк кисличный (тип условий местопроизрастания С<sub>2</sub>).

Выборка деревьев в процессе рубок ухода приводит к изменению всех лесоводственно-таксационных показателей древостоя.

На пробных площадях 1, 2 и 3 проводилась проходная рубка. Проходная рубка проводится в насаждениях с целью выборки деревьев, отставших в росте или мешающих лучшим, в целях увеличения прироста древесины. Метод ухода на этих пробных площадях низовой, т.к. это насаждения с примесью менее трех единиц мягколиственных пород в составе. На пробной площади 1 вырубемый запас составил 62 м<sup>3</sup>/га, на пробной площади 2 – 59 м<sup>3</sup>/га и на пробной площади 3 – 35 м<sup>3</sup>/га. Количество деревьев снизилось на 26,3%, 39,6% и 15,6% соответственно, в результате чего площади питания одного дерева увеличились. Полнота на 1 пробной площади снизилась на 0,19 или 21,3%; на 2 пробной площади – на 0,21 или 22,6%; на 3 пробной площади – на 0,10 или 12,5%. Состав ни на одной пробной площади не изменился.

На пробных площадях 4 и 5 проводилось прореживание. Метод ухода на этих пробных площадях низовой, т.к. это насаждения с примесью менее трех единиц мягколиственных пород в составе. На пробной площади 4 вырубемый запас составил 34 м<sup>3</sup>/га и на пробной площади 5 – 23 м<sup>3</sup>/га. Количество деревьев снизилось на 28,6% и 21,8% соответственно, в результате чего площади питания одного дерева увеличились. Полнота на 4 пробной площади снизилась на 0,18 или 20,2%; на 5 пробной площади – на 0,10 или 12,5%. Состав ни на одной пробной площади не изменился.

На пробной площади 6 проводилась прочистка. Из насаждения убирались худшие и отстающие в росте экземпляры сосны, угнетающие целевую породу экземпляры ольхи черной и березы. Количество деревьев на 1 га уменьшилось на 33,2%, что в свою очередь привело к увеличению площади питания одного дерева. Полнота снизилась до 0,65. Состав на пробной площади остался неизменным.

В результате рубок ухода изменяется состав древостоя в желательном для народного хозяйства направлении, сокращаются сроки выращивания технически спелой древесины, повышается жизнеспособность насаждений, увеличивается размер пользования с единицы площади за счет своевременного использования древесины, которая могла бы поступить в отпад.

**ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ НЕСПЛОШНЫХ РУБОК ГЛАВНОГО  
ПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ  
«ГРОДНЕНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА»**

Государственное лесохозяйственное учреждение «Гродненский лесхоз» Гродненского государственного производственного лесохозяйственного объединения Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь расположено в северо-западной части Гродненской области на территории Гродненского и Берестовицкого административных районов.

Общая площадь лесхоза 64,5 тыс. га, из них лесные земли составляют 96,6%, покрытые лесом земли – 93,5%. Покрытые лесом земли на 73,4% представлены сосновыми древостоями [1].

В Гродненском лесхозе на долю спелых и перестойных сосновых насаждений, где возможно проведение рубок главного пользования, на данный ревизионный период (2016–2025 годы) приходится 5,6% от площади покрытых лесом земель.

Преобладают высокопродуктивные сосновые насаждения, занимающие 93,2%, а среди них древостой 1 класса бонитета.

Сосна обыкновенная на территории лесхоза произрастает в большинстве в среднеполнотных насаждениях (0,6–0,7), что свидетельствует о пригодных для роста условиях.

Общая площадь Гродненского лесничества 10 660,0 га. Сосняки занимают площадь 5627,6 га. Преобладают средневозрастные сосновые насаждения, высокопродуктивные с полнотой 0,7 мшистого типа леса.

В последние годы на территории лесхоза наблюдается чередование увеличения и уменьшения объемов заготовки древесины при проведении рубок главного пользования. Наибольшая площадь участков, где проведены рубки главного пользования, зафиксирована в 2020 г. – 270,0 га. Запас заготовленной при этом древесины составил 55 374 м<sup>3</sup>. Наименьшая площадью участков, характеризуется 2019 г., данное значение составляет 200,6 га, при этом на данной площади было заготовлено 51 350 м<sup>3</sup>.

В рамках проведения исследовательской работы нами были проанализированы шесть участков, на четырех из которых был проведен первый прием полосно-постепенной рубки, на двух участках был проведен первый прием равномерно-постепенной рубки. Участки представляли собой сосняки мшистые, также сосняк вересковый II класса

бонитета в возрасте 90–105 лет с полнотой от 0,50 до 0,71.

На всех участках в качестве мероприятий по содействию естественному возобновлению применялась минерализация почвы плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Ширина минерализованных полос составляла от 0,8 до 1,2 м. Доля обработанной площади вырубki составляет 30% [2].

На территории Гродненского лесничества при проведении равномерно-постепенных рубок используется ручная заготовка древесины при помощи бензопил Stihl MS 361. Вывозку осуществляют тракторами с тележкой МПТ 461.1.

Полосно-постепенные рубки, в частности, проводятся как при помощи бензопил совместно с использованием при вывозке тракторов с тележкой, так и с использованием комплекса харвестер + форвардер. Особенностью данного комплекса в Гродненском лесхозе является марка машин, а именно – John Deere.

Равномерно-постепенные рубки в Гродненском лесничестве проводятся только ручным способом при этом рентабельность составила 43,6%.

Полосно-постепенные рубки проводятся с использованием бензопила и МПТ-461.1 или многооперационной техники (харвестер + форвардер). Рубки являются рентабельными, рентабельность составляет 20,2% и 17,1% соответственно.

Таким образом, рассматривая опыт проведения несплошных рубок главного пользования в сосняках Гродненского лесничества можно сделать вывод, что требования нормативно-технических документов при проведении рубок соблюдаются [3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лесоустроительный проект «Гродненский лесхоз» на 2015–2024 гг. – Т. 1: Пояснительная записка. – Минск, 2014. – 354 с.

2. Луферов, А. О. Содействие естественному возобновлению как основной метод лесовосстановления в условиях усыхания сосны / А. О. Луферов, К. В. Лабоха // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – Минск: БГТУ, 2018. – № 2 (210). – С. 56–62

3. Правила рубок леса в Респ. Беларусь: постановление М-ва лесного хозяйства Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г. // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – № 68. – 8/31584. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21631584> – Дата доступа: 10.04.2024.

Магистрант А.А. Мартыненко  
Науч. рук. доц. П.Г. Мельник  
(кафедра лесоводства, экологии и защиты леса,  
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия)

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ЛИСТВЕННИЦЕЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ В УСЛОВИЯХ АРЕАЛА ИНТРОДУКЦИИ**

Фенологические наблюдения являются довольно простым способом, позволяющим установить закономерности между временем наступления фенофаз у растений-индикаторов и оптимальными сроками работ по искусственному лесовосстановлению [1]. В России основной лесобразующей породой является лиственница [2], поэтому в нашем исследовании именно она выбрана растением-индикатором. Лиственница также широко используется в лесовосстановлении лесоводами Республики Беларусь [3]. Все виды лиственницы довольно похожи внешне [2], однако фенофазы у разных видов лиственницы наступают неодновременно. Между тем, именно эти параметры позволяют определить продолжительность вегетационного периода и интенсивность прироста древесины, прямо влияющие на лесоводственную и экономическую ценность породы. Кроме того, степень пожелтения хвои у лиственницы играет важную роль при распознавании ее видов по спектральным признакам [4].

Цель нашего исследования – установление различий в сезонном развитии лиственницы европейской путем сравнения сроков наступления основных фенологических фаз в различных условиях среды.

Первым объектом исследования является 20-летняя лиственничная аллея на территории Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана. Вторым объектом исследования – лиственница европейская естественного происхождения, представленная самосевом и подростом в Никольской лесной даче Щёлковского учебно-опытного лесхоза. Третий объект – географические культуры лиственницы в Бронницком лесничестве. Все объекты фенологических наблюдений расположены на территории Московской области. За основу была принята методика ведения фенологических наблюдений в Ботанических садах [5], согласно которой программа фенологических наблюдений включает в себя учет сроков наступления следующих фенофаз: весной – набухание вегетативных и генеративных почек, обособление хвои, пыление и рост побегов; осенью – пожелтение и опадение хвои. Началом фенологической фазы считается наступление ее у 10% деревьев хотя бы на одной ветке

лиственницы. Массово фаза наступает при учете ее на 50% деревьев, а окончанием считается проявление у более чем 90% деревьев.

Наблюдения за пожелтением хвои проводились в Бронницком участковом лесничестве 22 октября 2023 года. Все деревья были разделены на шесть категорий в зависимости от процента пожелтения кроны. К первой категории относились деревья с 0% пожелтения хвои, ко второй – от 1 до 24%, к третьей – 25–49%, к четвертой – 50–74%, к пятой – 75–99% и к шестой – 100% пожелтения. Выяснилось, что экотип 15 из Галичского района Ивано-Франковской области остаётся зеленым дольше всех. Наблюдения 14 апреля 2024 года показали, что данный экотип раньше всех начинает вегетацию, а значит, этот экотип имеет самый продолжительный вегетационный период в условиях Подмосковья.

В настоящий момент исследование начальных фаз сезонного развития лиственницы продолжается. Выявлено, что начало вегетации зависит от географического местоположения объектов. Чем южнее расположен объект, тем мягче климат, а значит, деревья начинают вегетацию раньше. В последней декаде апреля активная вегетация лиственницы наблюдалась в Бронницах, затем – в Мытищах. На северо-востоке, в Щёлковском районе, на деревьях только начинается распускание пробудившихся почек.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мерзленко М.Д. Ценность фенологических наблюдений для лесохозяйственного производства // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2006. – №1. – С. 37–40.
2. Дылис Н.В. Лиственница. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 96 с.
3. Тулик П.В., Ребко С.В. Селекция лиственницы европейской на семенную продуктивность // Труды БГТУ. – 2015. – №1 (174). – Лесное хозяйство. – С. 170-173.
4. Dmitriev E.V., Sokolov A.A., Kozoderov V.V., Delbarre H., Melnik P.G., Donskoi S.A. Spectral-texture classification of high resolution satellite images for the state forest inventory in Russia. Proc. SPIE 11149, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology, 2019, t. XXI, v. 111491J. DOI: 10.1117/12.2532965
5. Козловский Б.Л., Куропятников М.В., Федоринова О.И. Фенология древесных интродуцентов Ботанического сада ЮФУ. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2020. – 228 с.



## ДИНАМИКА ИНДЕКСОВ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ В СРЕДНЕВОЗРАСТНЫХ СОСНЯКАХ ОРЛЯКОВЫХ

Для оценки пространственной структуры в древостоях многие ученые используют индексы конкуренции. Они могут различаться на основании критериев, используемых для определения отношений между деревьями: индексы, зависящие от расстояния; независимые от расстояния и полувисимые от расстояния. Индексы, которые не зависят от расстояния, не используют информацию о пространственном распределении деревьев, а количественно определяются соотношением диаметров и высот деревьев, а также средними показателями древостоя, такими как площадь сечения, средний диаметр и средняя высота (Castro, 2014). При расчете индексов, не зависящих от расстояния, применяется ограничения по количеству соседних деревьев. В данной работе анализировалось влияние четырех соседних деревьев, в такой ситуации индекс конкуренции может принимать пять значений. На основании принятой методики были рассчитаны значения индексов конкуренции для всех деревьев на шести пробных площадях, заложенных в чистых средневозрастных сосняках орляковых различной полноты. На рисунке 1 в качестве примера представлена анализируемая зависимость 50-летнего древостоя с полнотой 0,7.

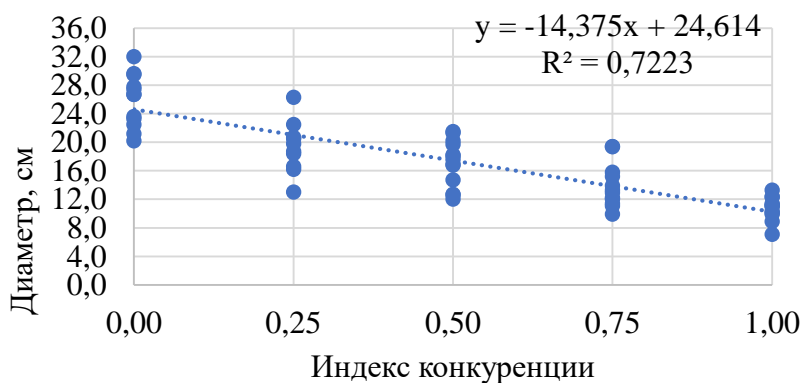


Рисунок 1 – Зависимость диаметра ствола от индекса конкуренции

На всех пробных площадях наблюдается увеличение индекса конкуренции, которое приводит к уменьшению диаметра ствола. Анализ показал наличие связи средней силы, коэффициент корреляции варьирует в пределах от 0,6 до 0,7.

**ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ  
НАСАЖДЕНИЙ ЛОГОЙСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ИХ ОЗДОРОВЕНИЮ**

В Логойском лесничестве Логойского лесхоза основную долю покрытой лесом площади занимают сосновые насаждения. В результате рекогносцировочного обследования, проведенного в ельниках на площади 814,9 га было установлено, что основными причинами ухудшения лесопатологического состояния еловых древостоев лесничества являются стволовые вредители – короед-типограф, пушистый лубоед, короед двойник, еловый гравер, а также корневая губка ели. Значительное влияние на санитарное состояние ельников оказывают ветровал и бурелом. Наибольшая площадь еловых насаждений, пораженных стволовыми вредителями, прежде всего короедом-типографом, составляет 74,3 га или 70,4% от площади с нарушенной и утратившей устойчивость (105,6 га). Бурелом и ветровал выявлены на площади 21,5 га, что составляет 20,4% от всех насаждений с неудовлетворительным санитарным состоянием. Корневой губкой ели поражено 9,8 га или 9,2% обследованной площади.

Ель является одной из наиболее ценных древесных пород в лесах Республики Беларусь. Имея, как правило, поверхностное расположение корневой системы, она особенно сильно страдает от засухи. В последние десятилетия темпы этого губительного явления значительно ускорились вследствие роста среднегодовой температуры воздуха (изменения климата). Усыхание насаждений ели сопровождается вспышками массового размножения короеда-типографа, в результате которых происходит гибель деревьев ели, часто на огромных территориях. Такие усыхания приводят к радикальным нарушениям в структуре насаждений ели на больших площадях, неблагоприятным экологическим и экономическим последствиям. Поражение насаждений ели короедом-типографом нельзя предотвратить, однако его последствия могут быть значительно уменьшены за счет использования более качественного прогнозного мониторинга [1].

Наблюдения за особенностями экологии типографа показали, что это весьма экологически пластичный вид. Распространенность в зависимости от доли участия в древостоях лиственных пород показала следующие результаты. Наибольшую встречаемость стволовые вредители

имеют в насаждениях, в составе которых доля участия ели составляет 10 и 9 единиц – 48,5 и 24,6% соответственно, от всей площади обследования данных по составу насаждений. При этом поврежденность насаждения с 8 и 7 единицами ели в составе немного меньше и составляет 22,8 и 19,2% соответственно. Наименьший процент получили насаждения с 6 и менее единицами ели в составе.

Короед-типограф активно заселяет ельники в большей степени в возрасте от 40 лет, что можно заметить при распределении поврежденной площади по классам возраста. Наибольший процент заселенности наблюдается в насаждениях III класса возраста (27,8%).

Типограф предпочитает умеренные условия влажности (типы леса мшистый и кисличный), однако обычен и в других типах леса. В результате анализа отдельных типов леса стволовые вредители получили наибольшую распространенность в ельнике орляковом (12,5%) и кисличном (9,0%). В ельнике черничном усыхания ели не наблюдалось.

При распределении участков, поврежденных стволовыми вредителями, по классам бонитета, следует отметить, что предпочтительно заселяются высокопродуктивные древостои. Больше всего среди пораженных занимают участки с I классом бонитета (10,0%), затем насаждения с Ia классом бонитета (8,5%). В насаждениях со II классом бонитета усыхания ели обнаружено не было.

С целью оздоровления еловых насаждений Логойского лесничества запроектированы мероприятия, которые позволят повысить их биологическую устойчивость. Их основу составляют санитарно-оздоровительные мероприятия, включающие в себя выборочные и сплошные санитарные рубки (запроектированы на площади 55,1 га и 4,8 га соответственно), уборку захламленности (17,8 га), выкладку ловчей древесины (14 м<sup>3</sup>). Текущее лесопатологическое обследование рекомендуется провести на площади 300 га, феромонный надзор – 125 га. Окупаемость затрат, при проведении запроектированных мероприятий (выборочных санитарных и сплошных санитарных рубок) составит 0,99 и 0,98 соответственно.

Запроектированные мероприятия позволят в значительной степени улучшить санитарное и лесопатологическое состояние еловых насаждений Логойского лесничества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Прогнозный мониторинг развития очагов короеда-типографа в насаждениях ели с использованием спутниковых и наземных данных / С.Л. Кравцов [и др.] // Труды БГТУ. Сер. I. Лесное хоз-во. – 2008. – № 1. – С. 65–72.

## **ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО БЛАГОУСТРОЙСТВУ И ОЗЕЛЕНЕНИЮ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПАРКА ДРУЖБЫ НАРОДОВ В ГОРОДЕ МИНСКЕ**

Целью проектных предложений является создание на территории южной части парка Дружбы народов многофункциональной рекреационной среды для жителей г. Минска, в особенности для жителей жилой застройки, примыкающей к парку.

Идея-концепция основана на существующем названии парка, в первую очередь, это слово «дружба». Проект предлагает создание уютного и комфортного места для встреч, общения и отдыха в кругу семьи, близких и друзей, людей разных национальностей. Полное название «дружба народов» отражает идею мирного сосуществования и взаимопонимания между различными этническими группами и народами, а парк может служить символом единства, гармонии и мира.

Концепция направлена на создание универсального пространства, где каждый посетитель сможет найти что-то для себя и провести время с пользой и удовольствием. Подбирая аналоги элементов благоустройства упор делался на более натуральные и природные цвета, нейтрально вписывающихся в пространство парка и подходящие по концепции исходя из таких понятий, как единство и гармония.

Существующая дорожно-тропиночная сеть на территории проектируемого объекта имеет кольцевое размещение с удобно проложенными дорожками, связывающими остановки общественного транспорта и пешеходных переходов.

Главный вход будет располагаться в юго-восточной части парка, рядом с крупной транспортной развязкой и строящимся выходом из метро. Здесь будут размещаться радиусные скамьи и кашпо с мискантусом китайским '*Krater*'. От главного входа к площади для массовых мероприятий ведет широкая аллея, которую от входной зоны отделяет арка в качестве входной группы. В центре аллеи размещена декоративная композиция из штамбовой формы туи западной '*Smaragd*', снизу которую обрамляет бордюр из кизильника блестящего и ковыля тростникового '*Sirocco*', разделяющая потоки посетителей. По периметру

площади и дорожек посажены сирень обыкновенная '*Miss Kim*' и форзиция промежуточная '*Golden Time*', на самой площади установлены круглые скамьи с вишней мелкопильчатой '*Kanzan*' в центре, а завершает симметричную композицию бесчашный фонтан, за которым размещена рядовая посадка можжевельника китайского '*Stricta*'.

С северной стороны запроектирована гастрономическая площадка, а именно площадки для размещения стрид-фуд павильонов и площадка со столами для пикников. Рядом будет находиться так называемый «сад мыслителей» – уединенное тихое место, представляющее собой небольшую площадку с размещенными на ней бетонными блоками и деревянным настилом.

В центре парка имеется площадь, на которую предлагается поставить бетонную «трибуну» с деревянным настилом для отдыха и времяпровождения посетителей, на вершине которой будет небольшой зеленый садик. Открытое пространство, находящееся в центре парка, может выполнять несколько функций, в зависимости от предпочтений и потребностей посетителей: место для культурно-просветительских мероприятий (концерты, фестивали, выставки, лекции, мастер-классы и др.); место для спортивных мероприятий (игры на открытом воздухе, спортивные соревнования, тренировки); зона отдыха и пикников; площадка для детских мероприятий и др.

То есть, центральное поле будет также являться многофункциональным пространством, которое будет использоваться для большинства рекреационных видов занятий.

В северо-западной части парка располагается спортивная зона. Здесь размещен скейт-парк, две воркаут-площадки и площадки для баскетбола и тренажеров.

Детские площадки разделены по возрасту, они будут размещены в центральной и южной частях парка. Площадки ограждены формованными живыми изгородями из бирючины обыкновенной '*Aurea*'. Покрытие детских площадок будет выполнено из прорезиненных плиток и устойчивого к вытаптыванию газона.

Осветительное оборудование будет оставлено прежнее, но для более комфортной вечерней прогулки будут также установлены низкие садово-парковые столбы-светильники. На всей территории парка также будут заменены скамьи и урны, а рядом будут высажены красивоцветущие и декоративно-лиственные кустарники.

Студ. А.М. Николаенко  
Науч. рук. доц. П.Г. Мельник  
(кафедра лесоводства, экологии и защиты леса,  
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия)

## **ВЛАДИМИР ТРОФИМОВИЧ НИКОЛАЕНКО, КАК ЛЕСОВОД-ПРАКТИК (К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**

В июле 2024 года исполняется 100 лет со дня рождения выдающегося деятеля лесного хозяйства, доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного лесовода России, ветерана Великой Отечественной войны Владимира Трофимовича Николаенко. Родился Владимир Трофимович 12 июля 1924 года, в селе Лопазна в Суражском районе Брянской области [1].

В 1943 году призван в ряды Красной Армии, принимал участие в боях за родину на фронтах Великой Отечественной войны, в составе 26 Краснознаменной Восточно-Сибирской Городокской Гвардейской стрелковой дивизии. Указом Президиума Верховного Совета СССР №223/98 за мужество и героизм проявленные в годы Великой Отечественной войны В.Т. Николаенко награжден боевым орденом Славы III. В наградном листе было отмечено: *«Тов. Николаенко, начал службу в РККА с 10.10.43 г. в составе 26 гв. стр. дивизии. Участвовал в освобождении города Старой Руссы, где был легко ранен в голову, остался на поле боя. При освобождении города Витебска, передвигаясь со станковым пулеметом 6.1.44 г., был тяжело ранен в голову и грудную клетку. Сейчас т. Николаенко инвалид второй группы. Студент Брянского лесного института, активист, отличник учебы».*

С 1945 г. по 1949 г. обучался в Брянском лесохозяйственном институте. После его окончания был направлен в проектно-изыскательное объединение Агролеспроект, преобразованный в 1964 году во Всесоюзный государственный проектно-изыскательный институт Союзгипролесхоз, где непрерывно работал 35 лет, пройдя путь от рядового инженера до директора института, в должности который проработал 12 лет. Расцвет Союзгипролесхоза приходится на годы руководства В.Т. Николаенко: в составе Института в пределах СССР действовал 21 филиал, а в Москве было сосредоточено 30 крупных подразделений; общая численность сотрудников насчитывала около 4 тысяч человек. По заявкам лесохозяйственных предприятий и различных организаций рассылалось ежегодно до 30 тыс. типовых проектов. На просторах СССР ежегодно трудилось более 100 экспедиций [2].

Много сил и энергии В.Т. Николаенко вложил в создание материально-технической базы Института, в разработку научно обоснованных инструктивно-методических материалов, нормативных и других документов в осуществление задач, которое ставило перед родиной, сложное время. На основе многолетних и многосторонних исследований, проведенных в различных регионах СССР, ученый установил, что лесные насаждения выполняют важную роль фильтров-очистителей, оказывают положительное влияние на их органолептические свойства, химический состав и бактериологические показатели [3].

Многолетние исследования В.Т. Николаенко по изучению леса как фактора окружающей среды, а также материалы большого научного и передового производственного опыта обобщены в ряде крупных работ: «Леса первой группы», «Пригородные леса», «Агролесмелиорация борьбе с водной и ветровой эрозией», «Рекультивация нарушенных ландшафтов и охраны окружающей среды», «Лес и защита водоемов от загрязнения», а также в работах «Роль лесных насаждений и защита водных ресурсов», «Лес и охрана окружающей среды», «Защитное лесоразведение» – важное звено в системе агролесопромышленного комплекса» и др. Обобщением многолетних исследований В.Т. Николаенко явилась защита докторской диссертации в 1974 году на тему: «Опыт создания государственных лесных полос в засушливых районах Европейской части РСФСР и его значение в развитии защитного лесоразведения».

За многогранную, плодотворную научно-производственную и общественную деятельность Владимир Трофимович Николаенко удостоен двух орденов Трудового Красного Знамени, награжден многочисленными медалями, в том числе серебряной и бронзовой ВДНХ СССР, Почетными грамотами Моссовета, Гослесхоза СССР и др.

20 июня 2007 года В.Т. Николаенко ушел из жизни.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мелехов И.С., Трещевский И.В., Протопопов В.В., Бабанин А.В. Владимир Трофимович Николаенко (К 60-летию со дня рождения) // Изв. вузов. Лесн. журн. – 1984. – №6. – С. 129–130.
2. Мерзленко М.Д., Бабич Н.А. Выдающиеся деятели лесоводственной мысли: биографический справочник. – Архангельск: Изд-во ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», 2011. – 298 с.
3. Памяти В.Т. Николаенко // Лесное хозяйство. – 2007. – №5. – С. 33.

## **БОНИТИРОВКА СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ЩУЧИНСКОГО ЛЕСХОЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОВЫДЕЛЬНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ**

Большие резервы повышения эффективности лесного хозяйства Республики Беларусь и более полного удовлетворения потребностей народного хозяйства в древесине и других продуктах и полезностях леса заложены в улучшении использования почвенных условий (плодородия). Дальнейшее улучшение применения лесных земель теснейшим образом связано с их качественной и экономической оценками [1], которые могут проводиться по материалам лесоустройства, государственного учета лесов. Разработаны две системы эколого-экономической оценки лесов и лесных земель (А. Д. Янушко, М. М. Санкович), по которым выполняются оценочные работы, включающие качественную оценку (бонитировку), экономическую оценку лесных земель и запасов древесины на корню, которые рассматриваются как единый процесс определения производительной способности земель, обусловленной естественными и приобретенными свойствами почв, местоположением участка и интенсивностью производства, причем бонитировка предшествует экономической оценке.

Бонитировка почв устанавливает их относительную пригодность для выращивания основных лесобразующих пород в республике. В качестве исходной информации использовалась актуализированная по выделной базе данных, по которой рассчитываются средние таксационные показатели: возраст, диаметр, высота, запас на 1 га, относительная полнота, класс бонитета и класс товарности сосновых древостоев в возрасте рубки для всех типов условий местопроизрастания, каждый тип которых имеет свой балл для древесной породы [1]. С этой целью в ГИС создается условие для отбора спелых сосновых участков из по выделной базы данных, которые затем объединяются в один массив и переносятся в MS Excel, в котором для каждой категории леса по типам леса рассчитываются средние таксационные показатели как средневзвешенные через площадь спелых сосновых выделов.

По товарным таблицам в зависимости от таксационных показателей для каждого типа леса определяются проценты выхода крупной, средней и мелкой деловой древесины, а также дров и отходов. На их основе рассчитывается качественная цифра, представляющая собой среднюю стоимость 1 м<sup>3</sup> запаса древостоев на корню (стволовой древесины), полученная на основе лесных такс (II разряд такс). Бонитировка



проводится по закрытой 100-балльной шкале, которая отражает продуктивность эталонных древостоев, способных в конкретных почвенных условиях наиболее полно использовать потенциальное плодородие лесных почв.

В результате в Щучинском лесхозе наибольшую фактическую экономическую продуктивность, равную 121,80 руб./га, имеют сосняки кисличные, а наименьшую – сосняки осоковые-сфагновые (14,77 руб./га). Максимальная потенциальная экономическая продуктивность приходится на сосняки кисличные – 156,59 руб./га (рекреационно-оздоровительные леса), а минимальная на сосняки осоково-сфагновые – 17,20 руб./га. Результаты бонитировки сосновых эксплуатационных лесов Щучинского лесхоза представлены в таблице.

**Таблица – Бонитировка спелых сосновых лесов Щучинского лесхоза**

Тип леса	Площадь , га	Фактическая продуктивность			Потенциальная продуктивность			$K_{исп}$
		$\mathcal{E}_i$ , руб.	$B_i$ , %	общий балл	$\mathcal{E}_i$ , руб.	$B_i$ , %	общий балл	
С. багульниковый	36,7	35,37	23	829	36,47	23	855	0,97
С. брусничный	0,7	90,13	58	40	96,80	62	43	0,93
С. вересковый	6,4	78,61	50	321	79,20	51	324	0,99
С. долгомошный	150,8	72,55	46	6 987	78,33	50	7 544	0,93
С. кисличный	2 239,3	121,8	78	174 181	149,62	96	213 960	0,81
С. мшистый	2 013,3	106,09	68	136 403	124,07	79	159 521	0,86
С. орляковый	2 556,0	106,72	68	174 200	109,00	70	177 921	0,98
С. осоковый	18,1	35,17	22	407	40,76	26	471	0,86
С. осоково-сфагновый	0,8	14,77	9	8	17,20	11	9	0,86
С. приручейно-травной	1,1	77,48	49	54	86,13	55	61	0,90
С. черничный	1 288,2	109,46	70	90 049	116,10	74	95 512	0,94
Итого по категории леса	8 311,4	–	70	583 479	–	79	656 219	0,90
Всего по лесхозу	9 606,9	–	70	668 018	–	78	751 964	0,90

Используя шкалу бонитировки по потенциальной и фактической продуктивности, можно решать вопросы повышения общей продуктивности лесов на перспективу. Бонитировка сосновых лесов Щучинского лесхоза показала, что фактическая продуктивность сосновых древостоев лесхоза оценивается в 668018 балла, а потенциальная – 751964 балла. Потенциальные возможности лесных земель сосняков в Щучинском лесхозе используются на достаточно высоком уровне – на 90%. Это означает, что у данных предприятий имеются резервы для повышения эффективности использования исследуемых сосняков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Янушко А. Д., Санкович М. М., Желиба Б. Н. Хозрасчет и эколого-экономическая оценка земельных и лесных ресурсов в лесхозах Беларуси. Минск: Урожай, 1993. 148 с.

## **ОСОБЕННОСТИ БЛАГОУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ РЫБАЦКОГО КЛУБА**

В XXI веке комфортная среда для человека становится категорией, связанной не только с конкретным материальным пространством. При проектировании благоустройства территорий необходимо учитывать интересы разных групп граждан, объединённых общественными пространствами по интересам. Создание комфортной среды связано с пониманием личной свободы и проблемой создания условий для развития открытого общества [1]. В современном мире рыбалка является не только способом добычи пищи, но и видом спорта и отдыха. Отдых – это смена деятельности, занятие своим любимым увлечением, способствует отвлечению от повседневной суеты, снятию стресса, переключению внимания, единению с природой. Многие предпочитают отдыхать не только у моря, а приятно и полезно проводить досуг с единомышленниками, друзьями, с семьей с удочкой в руках. Рыбацкий клуб организуется в целях повышения интереса к рыбной ловле; создания комфортной среды для рыболовства и отдыха; популяризации знаний об ихтиофауне в том числе и в Беларуси. Обилие естественной водной среды на территории Беларуси позволяет развивать направления деятельности рыбацких клубов в качестве одного из направлений агротуризма.

При выборе местоположения рыбацкого клуба предпочтение следует отдавать прибрежной зоне с малым перепадом высот, удаленной от крупных автомобильных и железных дорог, промышленных предприятий, загрязнения воды, почвы и воздуха. На прилегающей территории можно выделить следующие зоны: парковочная, подъездная зона к складу, пляжная, акватория для купания, специально оборудованные места для рыбалки, декоративные зоны озеленения. Рыбацкий клуб должен располагать доступом к водной поверхности (реке, озеру или морю). При проектировании благоустройства территории важно обеспечить удобный подход и доступ к воде для различных групп посетителей, тем самым организуя прибрежное пространство с причалами, пирсами, пандусами для запуска лодок.

Прилегающую территорию к рыбацкому клубу необходимо оформлять с учетом архитектуры здания. Разработанный эскиз павиль-



### ЗАВИСИМОСТЬ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕЛИ ОТ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ В СМЕШАННОМ ДРЕВОСТОЕ

Влияние проведенных рубок на таксационные показатели древостоя является одним из важнейших явлений в лесном хозяйстве, позволяя на основе получаемой информации как судить о рациональности тех или иных рубок, так и при их помощи максимизировать качественные и количественные качества древостоя.

Анализ проводился на основе данных о 31 выделе 39 квартала Негорельского учебно-опытного лесхоза путем сплошной таксации в заложенном там стационаре № 7, имеющем площадь 0,25 га, а также на основе измерений полученных в нем кернов. Влияние проведенных рубок на таксационные показатели растущих деревьев ели определялось двумя способами: *первый способ*: путем обработки данных более ярко выраженных изменений прироста на основе таблиц, где рассчитывалось на сколько процентов изменился прирост по диаметру и объему. *Второй способ*: путем обработки средних таксационных данных на основе собранных кернов деревьев, для исследования использовались 6 деревьев подверженных непосредственному влиянию.

В соответствии с первым методом, изучался радиальный прирост, на кернах, в результате чего было выявлено увеличение прироста на в период с 2014 по 2018 год в связи с прошедшим ранее ветровалом и последующей уборкой упавших деревьев.

Обработка кернов проводилась в программе QGIS, где были проведены измерения годовичных слоев за последние 10 лет. Рассчитываем средний прирост каждого дерева после влияния и после спада увеличения прироста, затем видим на сколько процентов увеличился прирост (таблица 1).

‡ Таблица 1 – Расчёт увеличения радиального прироста

Номер годового слоя	Номер дерева	162	183	150	190	72	28
		2	3	4	5	6	7
1		0,93	1,54	1,33	2,37	1,82	0,94
2		0,97	1,87	1,26	2,65	1,67	0,92
3		0,97	1,59	1,19	2,36	1,51	1,06
4		0,83	0,98	1,40	2,44	1,43	1,08
5		0,49	0,79	1,38	1,57	1,23	0,97

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
6	0,52	1,06	1,31	2,00	1,27	0,90
7	0,54	1,23	0,79	2,16	1,27	0,53
8	0,45	1,15	1,06	1,86	0,80	0,55
9	0,53	1,35	0,67	1,88	0,92	0,94
10	0,56	1,28	0,45	1,74	0,75	0,52
Средний прирост после рубки, мм	0,93	1,50	1,30	2,46	1,61	1,00
Средний прирост после спада увеличения прироста мм	0,52	1,14	0,94	1,87	1,04	0,74
%, увеличения прироста	78,85	31,58	38,30	31,55	54,81	35,14

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что разрежение насаждения вследствие ветровала позволило увеличить прирост рядом стоящих деревьев. Так же рассмотрим данное увеличение прироста на рисунке.

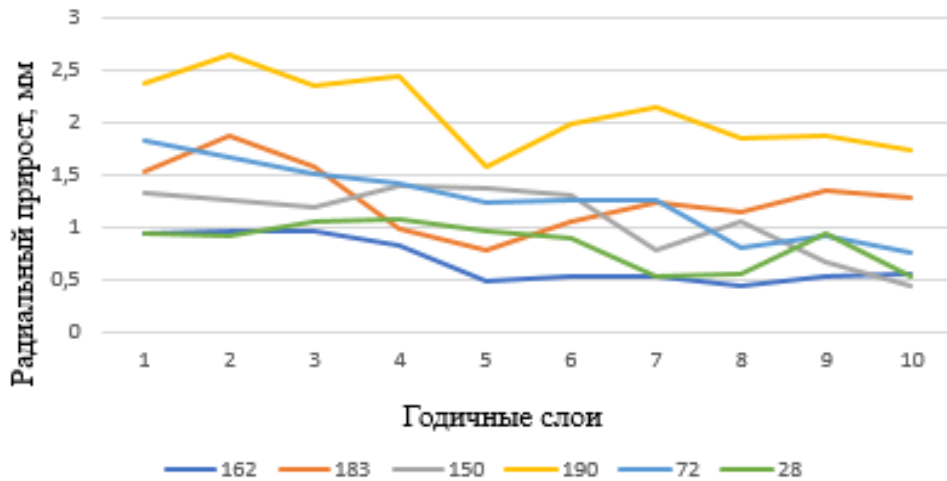


Рисунок – Увеличение радиального прироста по годичным слоям ели

На рисунке видно, что изначально после ветровала прирост увеличивается, после чего снова снижается.

Далее проведем расчет увеличения прироста по объему. Для этого будут использоваться следующие формулы:

Определение процента текущего прироста по объему на основании ширины годичного слоя (способ Шнейдера), относительный текущий прирост по объему ствола определяли по формуле (1):

$$P_v = \frac{K_i}{d_a}, \quad (1)$$

где  $d_a$  – диаметр без коры на высоте 1,3 м в настоящее время, см;

$K$  – коэффициент зависимости от протяженности кроны и энергии роста в высоту;  $i$  – ширина годичного слоя, определяется как отношение периодического текущего прироста по диаметру к двум периодам прироста, см.

Для вычисления абсолютного текущего прироста по объему на основании относительного использовали следующее уравнение (2):

$$Z_v^s = \frac{P_v V_s}{100} \quad (2)$$

Процент периодического текущего прироста дерева по объему вычисляли по формуле простых процентов (3):

$$P_v^s = \frac{Z_v^s 100}{V_s} \quad (3)$$

где  $Z_v^s$  – абсолютный текущий прирост по объему за 10 лет, м<sup>3</sup>;  $V_s$  – объем ствола в настоящее время, м<sup>3</sup>.

После проведенных расчетов была составлена таблица со всеми полученными данными (таблица 2):

**Таблица 2 – Данные увеличения прироста сосны по объему**

Номер дерева	Прирост по объему				Процент увеличения прироста по объему после рубки
	после рубки, м <sup>3</sup>	после рубки, %	после замедления прироста, м <sup>3</sup>	после замедления прироста, %	
162	0,04	46,14	0,05	33,33	12,81
183	0,06	39,75	0,06	30,00	9,75
150	0,02	51,91	0,06	30,00	21,91
190	0,04	45,25	0,07	31,82	13,43
72	0,03	56,70	0,04	36,36	20,34
28	0,02	71,20	0,04	40,00	31,20

По данным таблицы мы видим, что прирост по объему после рубки примерно на 9,75 – 31,20 % больше прироста в последующие годы снижения прироста, что характеризует очень большое влияние.

Таким образом мы можем видеть, что проводимые рубки оказывают непосредственное значение на таксационные показатели древесно-стоя, позволяя добиться значительного процентного увеличения прироста.

Науч. рук. доц. О.М. Берёзко (кафедра ландшафтного проектирования  
и садово-паркового строительства, БГТУ)

## **СОВРЕМЕННЫЕ МАЛЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ ФОРМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ БЛАГОУСТРОЙСТВА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ**

Пространство современного города тяжело представить без малых архитектурных форм: скамьи, светильники, ограды, урны, мостики, навесы – все это неотъемлемая часть структурной организации города, а также современных элементов благоустройства. Малые архитектурные формы (МАФ) – это сооружения, предназначенные для архитектурно-планировочной организации объектов ландшафтной архитектуры, создания комфортного отдыха посетителей, ландшафтно-эстетического обогащения территории в целом. Эти конструкции украшают окружающее пространство. Наряду с эстетической составляющей, они имеют практическое значение, дополняя городскую среду или придомовую территорию. В зависимости от выполняемой функции, малые архитектурные формы можно разделить на:

- информационные – предоставляют данные об объекте по близости (информационные табло, расписания, таблички);
- развлекательные – используемые для организации пространства для проведения досуга;
- декоративные – выполняющие функции улучшения эстетической привлекательности пространства (скульптуры, фонтаны, декоративные стенки, трельяжи и др);
- функциональные – МАФ практического применения.

Также малые архитектурные формы могут выполнять несколько функций одновременно.

МАФы влияют на восприятие пространства, а в особых случаях – помогают ориентироваться в нем. Так, к примеру, тактильная плитка, которую можно увидеть повсеместно в Минске, помогает создать безбарьерную среду для слабовидящих и лишенных зрения людей, формой или цветом малые формы архитектуры могут отвести на себя внимание, указать путь, рассказать о новостях.

Среди современных тенденций благоустройства городской среды и использования МАФ можно выделить следующие тенденции: экологическая ориентированность, организация безбарьерной среды и применение универсального дизайна, использование электронных устройств и информационных технологий.

В ходе учебной практики в апреле-мае 2024 г. проводилось изучение современных малых архитектурных форм в отдельных участках г. Минска и пригородов (центральная часть города и Новая Боровая). В таблице ниже приведен перечень выявленных малых форм.

**Таблица 1 – Современные малые архитектурные формы и элементы благоустройства, выявленные в ходе исследований**

Наименование	Тип	Применение	Отличительные особенности
Автобусная остановка, оснащенная солнечной панелью	Функциональная	Накопление и использование электрической энергии за счет энергии солнца	Солнечная панель для питания электричеством систем освещения и оповещения пассажиров
Автомобильные зарядки	Функциональная	Зарядка аккумуляторов электромобилей	Простота в использовании, компактность, удобство
Диспенсеры с пакетами для выгуливания животных	Функциональная	Уборка за домашними питомцами во время прогулок	Удобство, практичность, относится к универсальному дизайну
Тактильная плитка	Функциональная	Предупреждение слабовидящих	Фактурная яркая плитка для предупреждения пешеходов, относится к универсальному дизайну
Информационное табло для остановок общественного транспорта	Информационная	Информирование людей о прибытии транспорта, времени, реклама	Экран большого размера с достаточной флагозащитой

Таким образом, из данных таблицы видно, что на обследованных фрагментах городской среды были выявлены МАФ пяти типов. При этом три типа относятся к транспортной инфраструктуре, два из них – к использованию альтернативных источников энергии, а третий тип (информационное табло) – к объектам городской навигации.

Остальные два типа относятся к компонентам универсального дизайна: плитка для помощи в ориентировании в городском пространстве людей с ограниченными возможностями по зрению, а диспенсеры с пакетами – для хозяев домашних животных.



## ИНВАЗИВНЫЙ ПАТОГЕН *PHYTOPHTHORA ALNI* НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

*Phytophthora de Bary* – род патогенных оомицетов, включающий в себя около 210 описанных видов. Фитофтора за относительно короткий промежуток времени разрушает растения, принося огромный экономический ущерб сельскому и лесному хозяйству. К данному роду относится патоген *Phytophthora* × *alni* Brasier et S.A. Kirk, вызывающий отмирание черной и серой ольхи.

*P. ×alni* впервые была обнаружена в Британии в 1993 году на ольхе черной, а в континентальной Европе выявлена в Бельгии в только сентябре 1999 года [1]. Массовое усыхание ольхи было отмечено в конце 20-го века, что в начале связывали с климатическими факторами, но до 1990 года не было сообщений об эпидемии. Было маловероятно, что внезапные заболевания деревьев оказались вызваны местным видом *Phytophthora*, поскольку данный патоген и *Alnus glutinosa* L. достаточное время обитают в одной и той же среде обитания, а именно на заболоченных и влажных местах, и их взаимоотношения всегда оставались несовместимыми.

За последующие 15 лет *P. ×alni* распространилась по всей Европе, а в 2014 году впервые обнаружена на территории Беларуси в Гомельском лесхозе [2]. Относительно массовое поражение ольхи выявлено в насаждениях национального парка «Браславские озера», где фитофтора выявлена в 11 лесных массивах с групповым повреждением и гибелью деревьев. Патоген, вероятно, попал из Западной Европы в Польшу преимущественно путем товарных отношений, а затем по водотокам на юг Беларуси. Высокий риск обнаружения *P. ×alni* на территории России и Украины.

Симптоматика болезни во всех случаях поражения одинакова. Зараженная ольха имеет низкий прирост, пожелтевшие и преждевременно опадающие листья, а на нижней части ствола заметны черные или ржавые пятна, указывающие на гибель флоэмы. Патоген поражает сосудистую систему и вызывает некроз. В кроне дерева появляются сухие ветви. Водные объекты, чаще всего близлежащая река, являются основным источником заражения. Зооспоры, попадая в воду, переносятся течением на значительное расстояние. Так, подавляющая часть растущих деревьев вблизи водоемов предрасположена к поражению и

массовой гибели ольхи в Беларуси, где речная сеть густо покрывает рельеф территории, а 60% рек протекает у границ страны [7].

Исследователи из Германии доказали, что *P. ×alni* – самый агрессивный вид из рода *Phytophthora*. Организм способен двигаться по пораженным тканям растений в среднем на 1,6 мм в сутки [3], что доказывает агрессивность патогена.

Изучение выживаемости *P. ×alni* в зимних условиях Чешской Республики показало, что после зимы со средней температурой 1,96°C выживаемость патогена составила 2,7%, тогда как в условиях мягкой зимы со средней температурой 2,54°C патоген сохранялся значительно лучше и выжил в 26% случаях [4].

Сравнение климата Чешской Республики и Республики Беларусь показало, что среднесуточные температуры в Чехии по данным за 2023 год в теплый и холодный сезоны зарегистрированы выше 20°C и не ниже -3°C соответственно. В Беларуси в 2023 году наблюдалось аномальное положительное отклонение температур от нормы. Средняя температура в январе составила -0,7°C, а в августе – +21°C, что близко к показателям на территории Чехии. На основании этих данных можно сделать вывод о высоком потенциале выживаемости и распространения *P. ×alni* в Беларуси в условиях глобальных климатических изменений.

Исследования, проведенные в Италии, показали, что симптомы фитофтороза может вызывать не только вид *P. ×alni*, но и большое количество иных видов оомицетов [5]. Ольха, по-видимому, восприимчива ко многим видам *Phytophthora*, однако лишь немногие из них вызывают повреждение в полевых условиях (Jung et al. 2018). Видовой комплекс *P. ×alni*, включающий *P. uniformis*, *P. ×multiformis* и *P. ×alni*, считается основной причиной сокращения численности ольхи в Европе (Husson et al. 2015; Jung et al., 2018). Среди этих трех видов наиболее распространен *P. ×alni*, а наиболее агрессивны – *P. ×multiformis* и *P. ×alni* (Naque et al. 2015). Следует говорить об исходящей опасности со стороны не только одного вида, но и сразу нескольких, поражающих одновременно.

Эксперимент в Польше показал патогенность *P. ×alni* [6]. Выяснилось, что наиболее агрессивными изолятами оказались те, что взяты непосредственно из коры зараженного дерева, а не из ризосферы и близлежащей воды. Предположительно, вирулентность изолятов, взятых из коры, связана с беспрепятственным распространением гриба по субстрату и его целью на заражение, а не размножение. Зооспоры в почве и воде оказались больше, чем зооспоры из зараженной коры.

*P. ×alni* внесен в Единый перечень карантинных объектов Евразий-

ского экономического союза. На территории республики уже произошло массовое усыхание ясеневых и вязовых лесов. Черная и серая ольхи занимают 11,5% площади лесных насаждений Беларуси. Древесина ольхи имеет высокий спрос на внешних и внутренних рынках. Потенциальная угроза ценной породе, исходящая от нового инвазивного вида, на примере Европы, колоссальная. При высокой степени заражения ольховых лесов предлагается заболачивать или вырубать насаждения, что приведет к значительному ущербу в сфере лесного хозяйства.

Для предотвращения существенных потерь для экономики Беларуси, связанных с массовым повреждением ольховых лесов, следует локализовать места поражения и изучить свойства инвазивного патогена на нашей территории, после чего оценить возможность по реализации защитных мероприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Cavelier M., Claessens H., Etienne M. Premier signalement du Phytophthora de l'aulne (*Alnus glutinosa*) en Belgique //Parasitica. – 1999. – Т. 55. – №. 2-3. – С. 63–71.

2. Zviagintsev V. et al. Global risks of biological invasions of phytopathogenic organisms and improvement of the quarantine monitoring system using computer modeling //Reliability: Theory & Applications. – 2023. – Т. 18. – №. SI 5 (75). – С. 569–581.

3. Phytophthora- und Pythium-Isolate im Pathogenitätstest mit dreijährigen Erlenpflanzen (*Alnus glutinosa*) – Erregervirulenz und Wirtsreaktionen. Journal for Cultivated Plants 57: 193 p.

4. Wingfield M. J. Global change and tree diseases: New threats and new strategies //Global change and forest diseases: new threats, new strategies. Diez J., Martínez-Álvarez P., Romeralo C.(eds.). Cantabria. – 2001. – С. 269–269.

5. Bregant, C.; Sanna, G.P.; Bottos, A.; Maddau, L.; Montecchio, L.; Linaldeddu, B.T. Diversity and pathogenicity of Phytophthora species associated with declining alder trees in Italy and description of Phytophthora alpina sp. nov. Forests 2020, 11, 848 p. [CrossRef].

6. Aleksandra Trzewik, Robert Maciorowski and Teresa Orlikowska, Pathogenicity of Phytophthora × alni Isolates Obtained from Symptomatic Trees, Soil and Water against Alder.

7. Лопух П.С. Гідраграфія Беларусі: вучэб. дап. для студ. геаграф. фак-та БДУ. – Мінск: БДУ, 2004. – 204 с.

## **ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОРЕЖИВАНИЙ И ПРОХОДНЫХ РУБОК В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЗАСЛАВЛЬСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА МИНСКОГО ЛЕСХОЗА**

Минский лесхоз расположен в центральной части Минской области на территории Минского, Дзержинского, Пуховичского и Узденского административных районов. Площадь лесхоза составляет 40 602,9 га, из них лесные земли – 39 061,6 га, в том числе покрытые лесом – 36 642,9 га.

Целью нашей работы было изучение опыта прореживаний и проходных рубок в сосновых насаждениях Заславльского лесничества Минского лесхоза. В прореживании и проходных рубках нуждаются участки на площади 299,5 га. В большей степени нуждаются сосновые насаждения в проходной рубке на площади 285,6 га, а в наименьшей в прореживании – 13,9 га.

Среди участков, нуждающихся в прореживании и проходных рубках, имеются сосняки чистые (4,1%) с площадью 12,2 га и смешанные (95,9%) с площадью 287,3 га, преобладают насаждения с полнотой 0,8 (46,4%), немного менее насаждения с полнотой 0,9 (36,6%). В основном провести прореживания и проходные рубки в лесничестве надо в сосняках орляковых (52,2%) и сосняках кисличных (43,3%). Среди нуждающихся в проведении прореживаний и проходных рубок сосняков преобладают насаждения V класса (57,1%), так как произрастают в основном рекреационно-оздоровительные леса.

Рубки ведутся верховым и низовым методами. В Заславльском лесничестве, на рубках ухода, в настоящее время, применяется в основном ручная валка при помощи бензомоторных пил, таких как Stihl MS 361 и Husqvarna 365. Все вальщики работают по индивидуальному методу с использованием средств индивидуальной защиты. Для контролирования направления падения спиливаемого дерева, вальщики используют валочные клинья и валочные лопатки. На вывозке леса работает МПТ-461 или форвардер Амкодор 2661. Вывозка осуществляется на промежуточный склад и только в сортиментах.

Нами были заложены 6 пробных площадей в насаждениях, где проведены рубки ухода. Возраст насаждений на пробных площадях варьировал от 21 до 61 года, полнота – от 0,82 до 0,93, запас – от 122 до 347 м<sup>3</sup>/га. Бонитет насаждений на пробных площадях варьировал от I<sup>a</sup>

до II. Тип леса – сосняки черничные, мшистые, орляковые и кисличные.

На пробных площадях 1–3 было проведено прореживание. Валка деревьев, очистка от сучьев, раскряжевка хлыстов на сортименты осуществлялась бензопилой Stihl MS-361, вывозка – МПТ-461.1, погрузка и транспортировка – сортиментовозами МАЗ-631228 с прицепом и оборудованными гидроманипуляторами. Способ очистки – равномерная укладка порубочных остатков на технологические коридоры и уплотнение.

На пробных площадях 4 и 5 были проведены проходные рубки. Валка деревьев, очистка от сучьев, раскряжевка хлыстов на сортименты осуществлялась бензопилой Stihl MS-361, вывозка – форвардером Амкодор 2661, погрузка и транспортировка – сортиментовозами МАЗ-631228 с прицепом и оборудованными гидроманипуляторами. Способ очистки – равномерная укладка порубочных остатков на технологические коридоры и уплотнение.

На пробной площади 6, где также была проведена проходная рубка, валка деревьев, очистка от сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты выполнялась харвестером Амкодор 2551; транспортировка-вывозка – форвардером Амкодор 2661, погрузка и вывозка – сортиментовозами МАЗ-631228 с прицепом и оборудованными гидро-манипуляторами. Способ очистки – измельчение и разбрасывание порубочных остатков на лесосеке.

Для сравнения экономической эффективности прореживаний и проходных рубок, проводимых в Заславльском лесничестве по разным технологиям, по каждому виду рубок был произведен расчет себестоимости их выполнения, дана оценка реализованной продукции, произведен расчет окупаемости затрат на рубки.

Проведенные расчеты экономической эффективности выполнения рубок ухода показали, что проходные рубки полностью окупаются и дают прибыль за счет реализации заготовленной древесины, окупаемость проходной рубки с применением бензопилы Stihl MS 361 и форвардера Амкодор-2661) составила – 1,04. Окупаемость проходной рубки с применением харвестера Амкодор-2551 и форвардера Амкодор-2661 ниже и составила 0,81, что связано с более высокими расходами на содержание и эксплуатацию многооперационной техники, чем бензопил.

Так как в нашем случае прореживание проводилось в сосняке черничном с составом 3С3Е2Б2Ос в возрасте 21 год, объемом хлыста 0,06 м<sup>3</sup>, отбором в рубку деревьев березы и осины, прореживание не окупилось. Окупаемость затрат составила 0,45.

Студ. О.В. Степанова (БНТУ);  
учащаяся Е.В. Решетняк (ГУО «Средняя школа №17 г. Лида»)  
Науч. рук. доц. О.П. Евсеева  
(кафедра «Промышленный дизайн и упаковка», БНТУ)

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТА ВЫСТАВОЧНОГО САДА НА ТЕРРИТОРИИ ЛИДСКОГО РАЙОННОГО ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ, ТУРИЗМА И КРАЕВЕДЕНИЯ**

Выставочные сады и парки, экспозиционные зоны относятся к специализированным объектам ландшафтной архитектуры. Как правило, данные объекты основаны на познавательных, эстетических, воспитательных, коммерческих функциях. Все это обуславливает специфику функциональной и пространственной организации выставочных садов и парков, а также их архитектурно-планировочную структуру [1].

В учреждении дополнительного образования детей и молодёжи «Лидский районный центр экологии, туризма и краеведения» (экологический центр) с целью развития системы до профессиональной подготовки и обучению естественнонаучной направленности, сохранению, изучению и обогащению генофонда растений природной и культурной флоры, рациональному использованию растительных ресурсов, проведению образовательной и научно-просветительской работы в области ботаники и охраны растительного мира при освоении дополнительных общеобразовательных программ обучающимися, повышению уровня естественнонаучной грамотности и экологической культуры подрастающего поколения, даны рекомендации по разработке дизайн-проекта выставочного сад.

Территориально объект проектирования располагается в микрорайоне «Север». Цель дизайн-проекта продемонстрировать не только многообразие растительности, но и возможность их применения в различных ландшафтных композициях. Наиболее перспективным считается создание целостной системы из растительных экспозиций, позволяющих отвести основные потоки посетителей от коллекционного сектора и доступно показать возможности применения многообразия растений в саду. С учетом ограниченности в пространстве, которое выделено для реализации выставочного сада, было принято решение использовать вертикальное озеленение на основе фитостен. Инсоляционный режим на территории весьма благоприятный для большинства светолюбивых растений, вместе с тем может вызвать затруднение в размещении тенелюбивых видов. Поэтому их необходимо размещать в тени деревьев. На территории выставочного сада композиционный центр

представлен в виде фитостены.

Размещение растений рекомендуется осуществлять на основе подбора растений в соответствии с экологической группой растений (по отношению к свету, к влаге в почве, по отношению к температурному режиму). Для успешного роста должны быть созданы определенные условия, свойственные экологической группе, либо необходимые для развития определенных физиологических свойств экспонируемых растений. Композиция фитостены будет продолжена и дополнена многолетними и однолетними цветочно-декоративными растениями.

Первоначальная работа по подбору растений проводилась на основе коллекций экологического центра, полученные при этом данные позволили отобрать наиболее перспективные растения. Размещение отдельных видов и форм растений подчинено основной задаче – создание эстетически полноценной ландшафтной композиции. Это достигается путем формирования групп и расположением схожих растений по экологическим признакам, что в свою очередь должно дать целостность экспозиции. В случаях гибели или угнетенного развития отдельных растений или видов производится их замена того же вида или, в случае необходимости, другой вид, из данной группы. В выставочном саду предполагается посадить виды растений, одновременно обладающие как декоративными, так и полезными пищевыми и (или) лекарственными свойствами, например, тимьян, бадан, тысячелистник, шалфей и др. Такие растения могут дать двойной эффект, так как не только украсят территорию, но и принесут полезные свойства.

Таким образом, дизайн-проект ландшафтной композиции выставочного сада с фитостеной будет выполнять несколько функций: научную (растения дают возможность более детально изучить морфологию, онтогенез, фенологию растений и т.д.); природоохранную (специально высаживаются редкие и исчезающие виды растений, занесенные в Красную книгу); просветительскую (знакомство посетителей с видовым разнообразием и возможностями использования различных растений в озеленении); эстетическую (в саду появится еще один уголок для отдыха на территории экологического центра).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мельниченко, О.Н. Особенности композиции белорусских объектов с экспозиционными зонами / О.Н. Мельниченко, О.М. Берёзко // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2012. №1. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-kompozitsiy-belorusskih-landshaftnyh-obektov-s-ekspozitsionnymi-zonami>. – Дата одоступа: 03.06.2024.

Студ. А.А. Тарасевич  
Науч. рук. ст. преп. А.Д. Телеш  
(кафедра ландшафтного проектирования  
и садово-паркового строительства, БГТУ)

## **ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО БЛАГОУСТРОЙСТВУ И ОЗЕЛЕНЕНИЮ ТЕРРИТОРИИ УСАДЬБЫ ШВЫКОВСКИХ В ГОРОДЕ ПРУЖАНЫ**

Работа, посвященная благоустройству и озеленению территории усадьбы Швытковских XIX в. в г. Пружаны имеет высокую актуальность, так как проектные предложения направлены на создание комфортной и привлекательной среды для жителей города, туристов, посетителей. Ухоженная территория усадьбы с зелеными насаждениями, архитектурными объектами и музейными экспозициями станет местом отдыха, прогулок и культурного обогащения, что будет способствовать развитию туристического потенциала региона. При решении поставленных задач учитывались не только эстетические моменты, но и исторические.

На территории произрастает 801 экземпляр деревьев и 91 экземпляр кустарников. Так как в состав насаждений входят в основном местные виды, планируется добавить акценты в виде декоративных форм насаждений, в том числе красивоцветущих и декоративно-лиственных деревьев и кустарников, лиан. Территория объекта имеет главный вход, который находится с южной стороны, и три второстепенных). Пройдя центральные ворота, мы попадаем на входную площадку полукруглой формы, где расположатся скамьи для отдыха посетителей. Она будет оформлена довольно сдержанно, так как главным акцентом здесь является сама усадьба. Далее центральная аллея проводит нас от входной зоны к музею, либо отведет по двум другим маршрутам: первый идет в глубь парка, второй – к второстепенному входу. Дополнительные входы в парк с восточной стороны будут иметь круговую площадку, по середине которой расположится газон с кленом остролиственным в центре. Второстепенный вход с юго-западной стороны останется неизменным. При благоустройстве территории планируется создание детских игровых площадок и мест для тихого отдыха населения, а также устройство нового амфитеатра и небольшой набережной с ротондой. По периметру с восточной и юго-восточной сторон будут высажены древесные культуры, ограждающие парковую среду от жилой застройки.



## МАССОВОЕ УСУХАНИЕ ЯСЕНЕВЫХ ЛЕСОВ: ВРЕДОНОСНОСТЬ И ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Некроз ветвей ясеня – болезнь, которая привела к массовому усыханию ясеневых насаждений на территории Европы. Болезнь поражает главным образом ясеня обыкновенный и ясеня узколистый. Впервые патология была идентифицирована на северо-востоке Польши в 1992 году, но о симптомах сообщалась еще до этого предположительно с 1960-х. Возбудитель был впервые выделен в 2006 году [1]. Ему было присвоено название *Chalara fraxinea* (анаморфа гриба), современное название *Hymenoscyphus fraxineus* (телеоморфа). Болезнь распространяется концентрически со скоростью примерно 30–70 км/год [2].

*H. fraxineus* – инвазивный аскомицет естественный ареал которого расположен в Восточной Азии. Там он является безвредным сапротрофом на листовом опаде *F. mandchurica*. В Европу он попал скорее всего вместе с посадочным материалом маньчжурского ясеня. Только 1% популяции европейского ясеня имеет естественную устойчивость. В Беларуси первые симптомы болезни были замечены в 2003, а возбудитель был идентифицирован в 2010 году методом ПЦР [3]. Из-за усыхания площадь ясеневых насаждений сократилась на более чем 40% и намного больше находятся в плохом фитосанитарном состоянии. С развитием в усыхания в стране увеличилось количество ветровальных деревьев. Болезнь развита во всех ясеневых насаждениях республики, но в южной части меньше из-за более теплого и сухого климата [3]. С ясенем связано обширное сообщество организмов: насекомые, грибы, бактерии. Исчезновение популяции ясеня приведет к вымиранию этих организмов если они не смогут занять новую экологическую нишу. Ясень имеет так же экономическое значение. Древесина ясеня обладает ценными эстетическими свойствами и используется в мебельной промышленности [4].

Размножение гриба происходит преимущественно аскоспорами, которые летом выбрасываются в воздух из апотеций аскоспоры и разносятся с ветром [5]. Попадая на листья споры закрепляются с помощью слизистой матрицы. Из споры прорастает зародышевая трубка с диском на конце, который прикрепляется к листовой поверхности [5]. Затем образуются апрессории они вызывают ферментативную деградацию листовой поверхности и прорастают в эпидермис листа. Первые симптомы проявляются через 2 недели. На листьях образуются некрозы, ко-

торые переходят в центральные жилки, а затем в черешки. Через черешки гриб попадает в побеги и вызывает их отмирание. Прорастание гиф гриба в одревесневшие побеги является тупиковой стадией развития патогена. Она не несет пользы для размножения патогена, потому что плодовые тела на побегах не образуются, однако смертельно опасна для растения т.к. приводит к отмиранию кроны. На азиатском *F. mandchurica* гифы гриба не распространяются дальше черешка листа [6].

Осенью листья опадают, на их черешках формируются черные псевдосклеротические пластинки. [5] С их помощью патоген переживает негативное воздействие внешних факторов во время зимы. Развитие грибных сообществ на опаде здоровых ясеней отличается от такового на зараженных. В здоровых листьях после опадания некоторое время преобладают аскомицеты рода *Dothideomycetes* к апрелю аскомицеты замещаются базидиомицетами рода *Mycena*. [7] В зараженных листьях среди аскомицетов доминировал *H. fraxineus* а рост биомассы *Mycena* spp. наблюдался в июне. Грибные сообщества с участием *H. fraxineus* в целом характеризуются низким видовым разнообразием в сравнении со здоровыми. *H. fraxineus* имеет также ряд преимуществ над сапротрофами в листовом опаде: патоген находился в черешках и листовых пластинках до опадания и успевает накопить биомассу; псевдосклеротическая пластинка защищает гифы патогена от угнетающего воздействия микробов и других грибов; патоген выделяет фенольные соединения, которые подавляют возможность базидиомицетов разлагать опад, тем самым уменьшая конкуренцию за питательные вещества [7]. В листовом опаде смешанных насаждений биомасса патогена ниже по сравнению с чистыми из-за большего видового состава и биомассы сапротрофов на листьях других пород. Сапротрофы других лиственных пород оказывают антибиотическое воздействие на гриб угнетая его рост [8]. В следующий вегетационный период, апотеции снова выбрасывают аскоспоры [9]. Считается, что конидии играют роль в образовании аскоспор т.к. на одной апотеции обнаруживаются следы различных родительских особей. Ослабление дерева приводит к заражению корней гнилями рода *Armillaria* [10]. Из-за деградации корневой системы деревья подвержены ветровалу.

На ветвях ясеня и на черешках листового опада помимо возбудителя усыхания находится огромное количество эндофитов сапротрофов и микробов. Они могут подавлять рост мицелия *H. fraxineus* выделением токсичных веществ, некоторые виды *in vitro* даже показали лизис мицелия патогена. Например, в исследовании бактериальных сообществ на антагонизм к *H. fraxineus* эффективность продемонстрировали бактерии родов *Sphingomonas*, *Pontaea*, *Bacillus*, *Pseudomonas* [11].

Сапротрофы оказывающие ингибирующее действие за счет выделения вторичных метаболитов также потенциально являются эффективными антагонистами. Это, например аскомицеты *Aureobasidium pullulans*, *Coniocheta* spp., *Epicoccum nigrum*, *Fusarium lateritium*, *Malbranchea* sp. и *Pseudoeleophoma polygoncola* [12]. Эндифитные грибы, выделанные из черешков листьев ясеня *in vitro* оказывают антибиотическое влияние на мицелий *H. fraxineus*. Это такие виды как *Cytosporum pruinosum*, *Fusarium lateritium*, *Boeremia exigua*, *Phlyctema vagabunda* [13]. Данные об антагонизме всех этих видов были получены *in vitro*, но их поведение *in planta* будет отличаться из-за воздействия различных абиотических и биотических факторов. Оценка возможности использования видов-антагонистов для биоконтроля должна основываться на полевых испытаниях. Сравнительно не изученным является влияние миковирусов на *H. fraxineus* и возможности их использования как агентов биоконтроля: HfMV-1 найденный в Европе, и HfMV-2 найденный в Японии [14]. В Европе для борьбы с усыханием каштана вызываемым *Cryphonectria parasitica* широко используется миковирус *Cryphonectria hipovirus 1* из семейства *hyoviridae* [15]. Миковирусы передают так называемую гиповирулентность – снижается скорость роста и способность к споруляции [14]. Гиповирулентность передается двумя путями горизонтально (мицелием) и вертикально (спорами) [14]. Митовирус 1 обладает хорошей заражаемостью его РНК выделяется в 80% инокуированных образцов, но плохо снижает вирулентность штаммов, поэтому сейчас считается, что он имеет низкий потенциал биоконтроля. Митовирус 2 потенциально может использоваться для биоконтроля т.к. значительно снижает скорость роста и потенциально вирулентность (для оценки вирулентности нужно больше экспериментальных данных), но его РНК выделяется в 16% инокуированных образцов. Таким образом для раскрытия потенциала митовируса 2 стоит исследовать размножение инокуированных штаммов аскоспорами и инокулировать зараженными штаммами саженцы ясеня для оценки вирулентности.

На основании высокой генетической изменчивости в популяции и различии в агрессивности патогенности и вирулентности штаммов возможна селекция патогена, на признаки нужные для инженеров-лесопатологов. Штамм с селекционно выведенной малой агрессивностью инокуированный митовирусом 2 был бы эффективным агентом биоконтроля.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. T. Kawalski. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. Forest. Pathology, volume 36 issue 4, August 2006 – p. 264–270.
2. R. Enderle, J. Stenlid, R. Vasaitis. An overview of ash (*Fraxinus*

spp.) and the ash dieback disease in Europe. CABI Reviews 2019.

3. Ярук А.В. Звягинцев В.Б. Распространенность халарового...// Труды БГТУ. №1. Лесное хозяйство, 2015. – С. 207–210.

4. Pacia A., Borowik P., Hsiang T, Marozau A., Matic S., Oszako T. Ash Dieback in Forests and Rural Areas.... Forests 2023 14(11).

5. Cleary M.R., Daniel G., Stenlid J. Light and scanning... //Forest Pathology volume 62 issue, 6, December 2013. – P. 1294–1301.

6. Nielsen L., McKinney L., Hietala A., Kjær E. The susceptibility...// European Journal of Forest Research. V. 136, 2017 – P. 59–73.

7. Kosawang C., Børja I., Herrero M., Nagy N., Lene R. Nielsen, Solheim H., Timmermann V., Hietala M. Fungal succession in decomposing ash leaves colonized... // Front. Microbiol., V. 14, 2023.

8. Bartha B., Mayer A., Lenz H.D. Acceleration of ash petiole decomposition to reduce *Hymenoscyphus fraxineus*... // Baltic Forestry, 2017, Vol. 23, No. 1, 82–88.

9. Fones H.N., Mardon C. Gurr S. A role for the asexual spores in infection of *Fraxinus excelsior*... // Scientific Reports. V. 6. 2016.

10. Звягинцев В.Б., Сазонов А.А. Массовое усыхание ясеня обыкновенного в Беларуси // Грибные сообщества лесных экосистем: материалы координационных исследований. 2012. – Т. 3. – С. 159–178.

11. Bilański P., Kowalski T. Fungal endophytes in *Fraxinus excelsior* petioles ... // Microbiological Research V. 257, 2022.

12. Kowalski T, Bilański P. Fungi Detected in the Previous Year's Leaf Petioles of *Fraxinus excelsior*...// Forests 2021, 12(10).

13. Kristina Ulrich, Regina Becker, Undine Behrendt, Michael Kube, Andreas Ulrich. A Comparative Analysis of Ash Leaf-Colonizing Bacterial Communities Identifies Putative Antagonists of *Hymenoscyphus fraxineus*, Front. Microbiol., Sec. Plant Pathogen Interactions Volume 11. 2020.

14. Wajeaha Shamsi, Jana Mittelstrass, Sven Ulrich, Hideki Kondo, Daniel Rigling, Simone Prospero. Possible Biological Control of Ash Dieback Using the Mycoparasite *Hymenoscyphus fraxineus* Mitovirus 2, Key Challenges Vol. 114, No. 5, 2024.

15. Daniel Rigling, Simone Prospero. *Cryphonectria parasitica*, the causal agent of chestnut blight... // Molecular Plant Pathology volume 19, issue 1, 2018. P. 7–20.

Студ. В.Д. Усманова  
Науч. рук. доц. П.Г. Мельник  
(кафедра лесоводства, экологии и защиты леса,  
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия)

## **ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СМЕШАННЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР К.Ф. ТЮРМЕРА**

В сентябре 2024 года исполняется 200 лет со дня рождения лесничего К.Ф. Тюрмера. Его лесоводственная практика – это тот эталон, который отражает должную суть профессиональной деятельности лесовода и является образцом классического ведения лесного хозяйства в средней полосе России [1]. В своей практической деятельности Карл Францевич Тюрмер разнообразил технические приемы и типы создаваемых искусственных насаждений в зависимости от условий местопрорастания и биологических особенностей пород. Основная ставка им была сделана на выращивание смешанных хвойных насаждений [2].

Для изучения лесоводственного опыта К.Ф. Тюрмера, были проведены исследования на постоянных пробных площадях (ППП) в листовеннично-еловых (ППП 4Т; 24П), листовеннично-сосновых (ППП 6Т) и листовеннично-сосново-еловых (ППП Рд-1) типах лесных культур. В условиях Подмоскovie листовенница характеризуется устойчивостью, быстрым ростом, высокой продуктивностью, а также имеет качественную древесину. Прекрасный ход естественного возобновления листовенницы европейской за пределами ареала распространения говорит об устойчивости и жизнеспособности интродуцента в новых условиях [3]. Сравнивая исследуемые объекты по диаметру, видно, что наибольший диаметр в 164-летнем возрасте имеет насаждение листовенницы европейской на ППП Рд-1 – 62,8 см, на всех пробных площадях, в VIII–IX классе возраста характерен относительно высокий прирост по диаметру от 0,36 до 0,39 см.

По высоте наблюдается практически такая же тенденция, средние высоты насаждений листовенницы плавно изменяются от наибольшей, составляющей 45,3 м (ППП 6Т) до самой низкой 43,7 м (ППП 24П). Таким образом, на пробных площадях ППП 24П и Рд-1 с высоким средним диаметром ствола, средняя высота ниже 43,7 и 44,6 м, что говорит о том, что здесь более сбежистые стволы, чем на остальных опытных объектах.

Показатель продуктивности, является важнейшим при решении вопроса об успешности интродукции того или иного вида. Безусловно-

ным лидером по запасу является лиственница на ППП 24П, ее продуктивность превышает этот показатель на остальных исследуемых ППП и составляет довольно внушительную величину – 1 475 м<sup>3</sup>/га. Максимального среднего объема ствола 6,3 м<sup>3</sup>, лиственница достигает на объекте двухприёмных лесных культур, созданных в 1861 г. (ППП Рд-1), а минимального – 4,7 м<sup>3</sup> в насаждении лиственницы в смешении с елью (ППП 4Т).

По ходу роста и формируемому к возрасту спелости запасу лиственница европейская превосходит две основные лесообразующие породы Центральной России – ель и сосну. Для условий сложной субори Порецкого лесничества, лиственница европейская растет по I<sup>c</sup> бонитету, сосна обыкновенная по I<sup>a</sup> бонитету, а ель европейская характеризуется I классом бонитета. Характерной особенностью лесных культур на ППП 4Т и 24П является лидирующее преимущество лиственницы по производительности, этот тип лиственнично-еловых культур с пониженной густотой посадки способствует формированию высокопроизводительных насаждений, достигающих запаса стволовой древесины более 1 400 м<sup>3</sup>/га, со средним приростом – 9,5 м<sup>3</sup>/га [4].

Тюрмерский лес – один из самых известных рукотворных лесов в России. План ведения лесного хозяйства, составленный знаменитым лесоводом Карлом Францевич Тюрмером, предусматривал ежегодно получать 4,0 м<sup>3</sup>/га древесины в год, выше интенсивность лесопользования была только в знаменитой Никольской лесной даче [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мерзленко М.Д. Эталон деятельности лесовода. – М.: Издательский дом Рученькиных, 2022. – 174 с.
2. Мерзленко М.Д. Основные итоги лесокультурного наследия лесовода К.Ф. Тюрмера // Изв. вузов. Лесн. журн. – 2020. – № 5. – С. 201–210. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-5-201-210
3. Мельник Л.П. Особенности диссеминации и естественного возобновления лиственницы европейской в центре Русской равнины: дис. ... канд. с.-х. наук 06.03.02. – Успенское, 2022. – 144 с.
4. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Маликов А.Н. Динамика роста лиственнично-еловых лесных культур К.Ф. Тюрмера // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. – Т. 24. – № 2. – С. 11–16. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-2-11-16.
5. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. – 112 с.

**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ  
ДЕКОРАТИВНО-ЛИСТВЕННЫХ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР  
В ОЗЕЛЕНЕНИИ ПАРТИЗАНСКОГО РАЙОНА  
ГОРОДА МИНСКА**

Многолетние декоративно-лиственные травянистые растения – большая и разнообразная группа культур открытого грунта, которые, благодаря устойчивости к изменяющимся условиям внешней среды, способности сохранять красоту и функциональность на протяжении вегетационного периода в течение многих лет, представляют несомненный интерес для создания долговечных и привлекательных растительных композиций.

Целью работы являлось изучение разнообразия, встречаемости, состояния и особенностей использования многолетних декоративно-лиственных травянистых растений в озеленении Партизанского района г. Минска.

Натурные обследования 30 цветников, расположенных на объектах озеленения Партизанского района г. Минска, показали, что в 17 из них были использованы многолетние декоративно-лиственные культуры в количестве 9 видов, в числе которых бадан толстолистный, гейхера кроваво-красная, овсяница сизая, очиток белый, страусник обыкновенный, хосты белоокаймленная, Зибольда и ланцетолистная, элимус песчаный. Чаще других в цветочно-декоративном оформлении района из растений изучаемой группы встречаются хоста ланцетолистная и овсяница сизая, реже – гейхера кроваво-красная и очиток белый.

В большинстве обследованных цветочно-декоративных композиций (8 из 17 изученных) многолетние декоративно-лиственные растения использовались в совместных посадках с красивоцветущими растениями, преимущественно однолетней культуры (бегония всегдацветущая, петуния гибридная, цинерария приморская, и др.). Несколько реже (6 из 17 композиций) элементы цветочного оформления формировались совместными посадками декоративных древесных, красивоцветущих и декоративно-лиственных цветочных культур. Был выявлен лишь 1 цветник, созданный посадками только многолетних декоративно-лиственных растений. Прослеживалось одновременное использование в одной цветочно-декоративной композиции от 1 до 4 многолетних декоративно-лиственных травянистых культур.

Большинство декоративно-лиственных травянистых растений в обследованных цветниках находились в хорошем состоянии, поскольку все растения являются зимостойкими, умеренно- или малотребовательны к плодородию почв, в многие из них выносят полутень и умеренно влаголюбивы.

Декоративно-лиственные многолетние растения в озеленении Партизанского района используются преимущественно в цветочно-декоративных композициях пейзажного стиливого направления (4 рокария, 4 миксбордера и 2 ленточных цветника). Вместе с тем различные виды хосты и овсяница сизая входят в состав композиций и регулярного стиливого направления (2 арабески, 2 клумбы, 3 рабатки).

Распределение обследованных нами цветников на территории по показателю уровня их колористического единства с окружающим пространством показало, что в 65% цветочно-декоративной композиции использованы декоративно-лиственные и другие растения, характеризующиеся гармоничным сочетанием окрасок; в целом прослеживается тождественность колористической гамме архитектурно-ландшафтных компонентов городской среды, что способствует поддержанию единого колористического замысла фрагментов городских территорий.

Обследованные элементы цветочно-декоративного оформления, созданные с участием растений изучаемой группы, характеризовались средними (65%) или высокими (35%) показателями уровня единства их композиционного замысла и характера окружающего ландшафта.

Таким образом, проведенные исследования выявили наличие положительного опыта использования многолетних декоративно-лиственных травянистых растений на объектах озеленения Партизанского района г. Минска. Однако выращивается достаточно ограниченный ассортимент растений изучаемой группы, как с точки зрения видового состава, так и количества, а также разнообразия современных сортов и декоративных форм (прежде всего хосты, гейхеры и других культур).

Декоративно-лиственные травянистые многолетние растения можно рекомендовать более широко использовать в контейнерной культуре, для оформления бордюров, формирования групповых посадок, солитеров, модульных цветников и других элементов цветочно-декоративного оформления.

При выборе состава культур этой группы необходимо подбирать адаптированные для данных природно-климатических условий виды растений, их современные декоративные формы и сорта. Растения должны быть разнообразны по высоте, окраске, форме и размерам листьев, отношению к интенсивности освещения и другим признакам.



Науч. рук. зав. кафедрой Г.А. Волченкова (кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

## **МАЛЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ ФОРМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ БЛАГОУСТРОЙСТВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗБАРЬЕРНОЙ СРЕДЫ НА ГОРОДСКИХ ПЛОЩАДЯХ**

В сегодняшнем мире призыв к инклюзивности стал более очевидным, чем когда-либо, особенно для людей с ограниченными возможностями. Безбарьерная среда является основным правом человека. Она представляет собой пространство, доступное и подходящее для использования всеми людьми, включая физически ослабленные лица и инвалидов [1].

По мнению Центра передового опыта в области универсального дизайна, концепцию которого разработал инженер и инвалид-колясочник Рональд Мейс, универсальный дизайн – это дизайн и структура среды, позволяющие людям понять, получить доступ и использовать ее в максимально возможной степени. Концепция универсального дизайна включает 7 принципов: добросовестное использование, гибкость использования, простота и интуитивность использования, восприятие информации, терпимость к ошибкам, отсутствие физических усилий, размер и пространство для подхода и использования.

Взаимодействие пользователя с искусственной средой зависит от выбора систем ее организации и материалов. В обеспечении комфортного и безопасного передвижения лиц с ограниченными возможностями большое значение имеет обустройство пешеходных путей передвижения людей. В первую очередь необходимо обеспечить достаточную ширину полосы движения с учетом возможностей инвалидов-колясочников и взрослых с детскими колясками.

При перепадах рельефа на городских площадях необходимо предусматривать решения, обеспечивающие безбарьерные перемещения для всех категорий пользователей, в том числе маломобильных групп населения. В этих целях могут быть использованы пандусы, совмещенные с лестницей, интегрированные в рельеф. При достаточно больших перепадах рельефа такие пандусы с лестницами могут быть дополнительно обустроены террасами. На тех городских площадях, где присутствуют входы/выходы из подземных переходов могут быть организованы заглубленные площадки или стрампы – пандусы, совмещенные с открытой лестницей и прилегающей заглубленной площадкой.

Для инвалидов по зрению, пользующихся тростью, следует

предусматривать альтернативные средства навигации, такие как изменение фактуры покрытия (колотый камень, отсев), плотная высадка кустарников, подчеркивающих границы путей, повышение уровня освещенности. Пешеходные подходы к местам размещения остановочных пунктов маршрутных транспортных средств, наземных, подземных пешеходных переходов, к лестницам, расположенным на пути передвижения к препятствиям, выделяют за счет применения контрастирующих покрытий тротуаров и пешеходных дорожек по материалу, фактуре поверхности и цвету (тактильные дорожные указатели).

Применение различных типов мощения и фактуры покрытий на городских площадях служит не только средством альтернативной навигации, но и позволяет проводить трассировку путей и разграничение функциональных зон. Пешеходные пути движения, а также все элементы и помехи, затрудняющие движение, должны быть обозначены средствами визуальной, звуковой и тактильной информации (направляющей, сигнальной, предупреждающей).

Навигация на городской площади может быть организована и традиционными средствами – указателями, информационными стендами и табло, вывесками и др. Для обеспечения их доступности для маломобильных групп населения необходимо предусмотреть возможность подхода к ним и дублирование информации шрифтом Брайля.

Малые архитектурные формы для отдыха на городских площадях следует проектировать с учетом особенностей физически ослабленных лиц: сиденья и столы различной высоты, с опорами для спины и подлокотниками [2].

Таким образом, создание действительно безбарьерной среды – фундаментальная цель, требующая многогранного подхода. Отдавая приоритет доступности и принимая разнообразие, мы можем создать мир, в котором каждый, независимо от своих способностей, сможет в полной мере участвовать и вносить свой вклад в жизнь своих сообществ [1].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Barrier Free Environment – Medium [Электронный ресурс] / medium.com. – Режим доступа: <https://medium.com/@theunitedindian200/barrier-free-environment-33df7d809ba4>. – Дата доступа: 29.05.2024.

2. Improving Pathways to Transit for Persons with Disabilities – Minnetta Transportation Institute [Электронный ресурс] / Transweb.sjsu. – Режим доступа: <https://transweb.sjsu.edu/sites/default/files/1233-transit-access-for-persons-with-disabilities.pdf>. – Дата доступа: 29.05.2024.

**СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ ВЕДЕНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА  
В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ЧИСЛЕННОСТИ КОПЫТНЫХ**

Во многих странах северного полушария отмечается расширение популяций диких копытных животных, что особенно заметно среди представителей семейства оленьих (*Cervidae* G., 1820). Наиболее распространенными видами являются лось (*Alces alces* L., 1758), олень благородный (*Cervus elaphus* L., 1758) и косуля европейская (*Capreolus capreolus* L., 1758). Также в 2023 г. в угодья хозяйств РГОО «Белорусское общество охотников и рыболовов» была выпущена для вселения 81 особь лани (*Dama dama* L., 1758) [1].

Численность этих животных в хозяйствах республики увеличивается, что связано с охраной охотничьих угодий, проведением биотехнических мероприятий, а также регулированием численности волка. Рост численности диких копытных животных может приводить к конфликту интересов лесного и охотничьего хозяйств [2].

Копытные используют в пищу листья, почки, побеги, кору древесных и кустарниковых растений. В зимний период года при ограниченной доступности других видов кормов доля участия древесно-веточных кормов в рационе лосей может достигать до 100 %. Это может приводить к повреждению участков лесных культур и естественного возобновления [2]. Исследования, проведенные в лесных экосистемах Республики Польша, показывают, что объедание коры благородными оленями (*Cervus elaphus* L., 1758) является одним из наиболее острых случаев повреждения [3]. Из-за расположения участков задиров коры происходит повреждение самой ценной нижней части ствола дерева, что снижает качество древесины из-за технических недостатков.

В условиях интенсивного лесовосстановления и лесоразведения необходимо либо ограничивать рост численности диких копытных, либо эффективно охранять (защищать) от них лесные культуры. Снижение ущерба, наносимого дикими копытными животными хозяйственно ценным породам деревьев, является сложной задачей [4].

Для решения проблемы могут применяться следующие меры:

1. улучшение кормовой базы:
  - организация подкормки животных путем оставления порубочных остатков на лесосеке на некоторое время;
  - создание кормовых полей для скармливания животным на

корню [4];

2. установка ограждения вокруг участков хвойных и твердолиственных молодняков [5];

3. проведение содействия естественному возобновлению;

4. защита от потрав лесных культур с использованием репеллентов [4, 6].

Проведением защитных мероприятий не всегда удается добиться поставленной цели, так в Беларуси в 2022 г. было списано по причине потрав дикими копытными животными 894,5 га лесных культур. Для принятия эффективных мер по снижению вреда, наносимого копытными, необходимо учитывать особенности конкретного региона и дополнительно проводить научные исследования [6].

В тоже время важно понимать, что все копытные животные в большей или меньшей степени связаны с лесными экосистемами и выполняют в них важные экологические функции [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Итоги работы по расселению оленя и лани в 20223 г. // Паляўнічы і рыбалоў, 2024, №2 (807). С. 2.

2. Лось и лес. Научный центр «Геоприрода». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geopriroda.ru/moose/491-los-i-les.html>. Дата доступа: 09.05.2024.

3. Sporek, M.; Sporek, K.; Ziembik, Z.; Stebila, J.; Kuřcerka, M.; Lee, S.H. The Effect of Bark Stripping by Deer (*Cervus elaphus* L.) on Biometric Parameters of the Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). *Appl. Sci.* 2022, 12, 9573. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/app12199573>. Дата доступа: 30.03.2024.

4. Роль копытных в восстановлении хвойных насаждений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-kopytnyh-v-vosstanovlenii-hvoynyh-nasazhdeniy>. Дата доступа: 09.05.2024.

5. Рекомендации по защите несомкнувшихся лесных культур и молодняков от повреждения дикими копытными животными. Утверждены приказом Министра лесного хозяйства Республики Беларусь 03.04.2023 г. №69. Минск: ГУ «Беллесозащита», 2023 г. 29 с.

6. Автореферат на тему «Влияние диких копытных животных на лесовозобновление в условиях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района» по специальности ВАК РФ 06.03.02 – Лесоустройство и лесная таксация <https://www.dissercat.com/content/vliyanie-dikikh-kopytnykh-zhivotnykh-na-lesovozobnovlenie-v-usloviyakh-priobskogo-vodookhran/read>.

**Секция  
ЛЕСНОЙ ИНЖЕНЕРИИ,  
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И ДИЗАЙНА**

Студ. Я.М. Баранова  
Науч. рук. доц. Р.О. Короленя  
(кафедра информатики и веб-дизайна, БГТУ)

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СКВОЗНОГО СКЛАДИРОВАНИЯ ДЛЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Одной из трендовых концепций логистики в настоящее время является кросс-докинг (*cross-docking*) [1], или «сквозное складирование» [1, 2]. «Кросс-докинг – технология, отгрузки грузов через склад напрямую, без размещения на хранение» [2].

С точки зрения лесозаготовительного производства, под кросс-докингом можно понимать прямую перегрузку лесоматериалов (лесных грузов) между лесовозными транспортными средствами или грузоносителями. Такой подход возможен, например, при организации перевозки лесоматериалов с промежуточной площадки по челночному способу перевозки с использованием седельных полуприцепов (рисунок, *а*) или платформ типа LogRac (рисунок, *б*) [3].

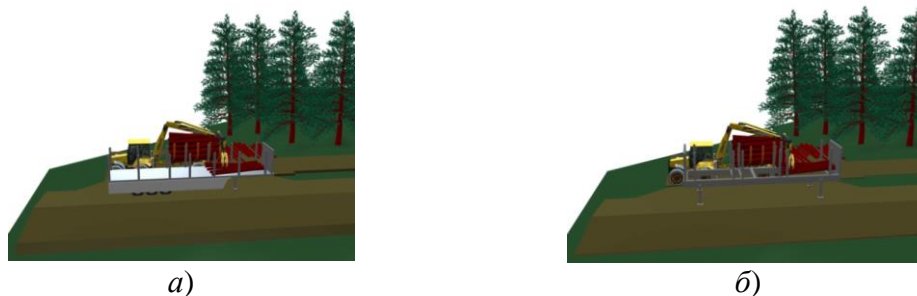


Рисунок 1 – Сквозное складирование лесоматериалов

В этом случае продолжительность рейса лесовозных транспортных средств сокращается за счет снижения времени на выполнение погрузочно-разгрузочных работ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Шарина В. А. Современные логистические технологии: кросс-докинг / В. А. Шарина, В. О. Мишин // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. 2013. №4-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-logisticheskie-tehnologii-kross-doking> (дата обращения: 29.03.2024).
2. Кросс-докинг: электронное учеб. пособие / Е.А. Боргардт [и др.]. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2019.
3. Bechtle, M. Optimierung der Logistik durch Trailer-Direktverladung. / M Bechtle, M. Müller // Holzzentralblatt. – 2004. – №46. S. 603-604.

Студ. Е.И. Барташевич  
 Науч. рук. доц. Р.О. Короленя  
 (кафедра информатики и веб-дизайна, БГТУ)

## СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ

В лесном комплексе Республики Беларусь лесные грузы могут перевозиться по различным схемам организации транспортного процесса. В связи с чем, разработка и обоснование системы показателей для оценки эффективности принятых управленческих решений в организации маршрутов перевозки является актуальной задачей.

На основе практического опыта и анализа информационных источников [1–2], предлагается следующая система показателей (рис. 1).



**Рисунок 1 – Система показателей оценки эффективности перевозки лесных грузов**

Для экономической оценки эффективности применения той или иной схемы перевозки лесных грузов необходимо использовать вариантный метод сравнительной оценки.

### ЛИТЕРАТУРА

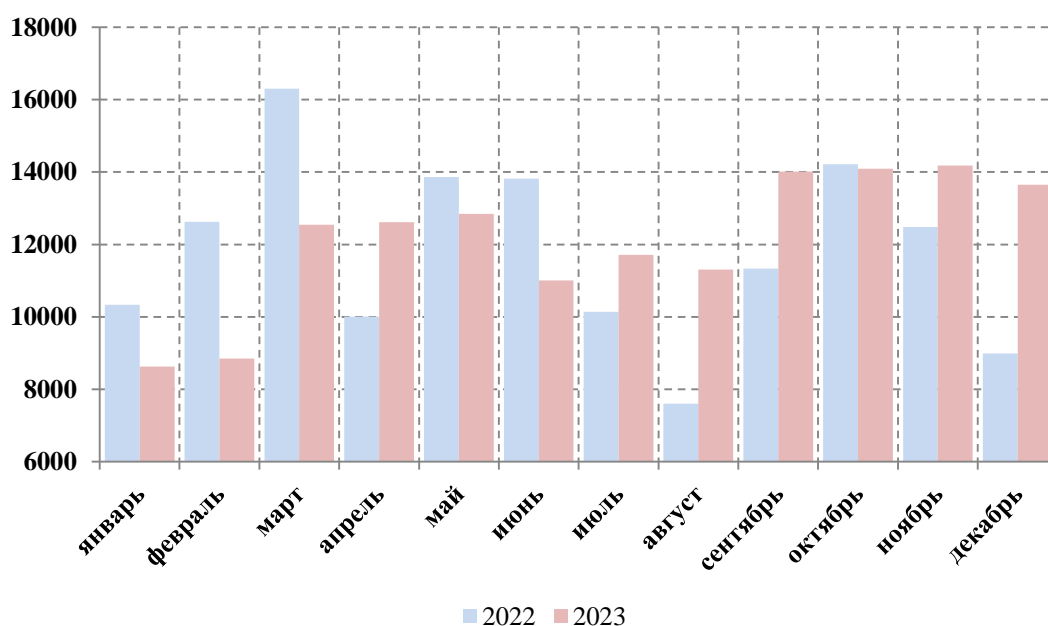
1. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. / А.И. Воркут. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.
2. Седюкевич, В.Н. Автомобильные перевозки: учеб. пособие / В.Н. Седюкевич, Д.В. Капский, С.А. Рынкевич. – Минск: РИПО, 2020. – 323 с.

## ВЫЯВЛЕНИЕ СЕЗОННОСТИ В ПЕРЕВОЗКАХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Целью проведенных исследований являлось проверка гипотезы о наличии сезонности при перевозках лесоматериалов с промежуточных складов.

Под сезонностью перевозок понималось снижение объемов перевозок древесины, связанное уменьшением доступных транспортных путей и / или снижением их несущей способности. Как правило, в литературе говорится про период весенне-осенней распутицы.

Для выявления сезонности в цикле перевозок заготовленной древесины, были проанализированы отчетные данные по объемам перевезенных лесоматериалов в одном из лесхозов. Результаты за 2022 г. и 2023 г. представлены на рис. 1.



**Рисунок 1 – Анализ основных технико-эксплуатационных показателей работы сортиментовозов**

Таким образом, за рассмотренный период наблюдений, сезонности перевозок лесоматериалов с промежуточных складов до пунктов назначения не выявлено, гипотеза не подтвердилась.

Объясняется это тем, что перевозка с промежуточных складов до потребителей осуществляется специализированными транспортными средствами (сортиментовозами) по дорогам общего пользования.



УДК 630\*249

Студ. Я.Р. Бладыко, А.А. Будовская, А.А. Пушило  
Науч. рук. доц. Е.А. Леонов (кафедра лесных машин, дорог и технологий  
лесопромышленного производства, БГТУ);  
доц. Д.В. Клоков (кафедра гидропневмоавтоматика  
и гидропневмопривод, БНТУ)

## **ОСОБЕННОСТИ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСНОЙ КРОНЫ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ**

Целью проведенных исследований являлось изучение отечественного и зарубежного опыта заготовки древесной кроны в энергетических целях.

Под древесной кроной понимается неостребованное древесное сырье, остающееся от лесозаготовок, которое можно использовать для энергетических целей.

Заготовку древесной кроны целесообразно осуществлять на равнинной местности в условиях черничникового типа леса и схожих с ним условиях. В тоже время на обедненных (брусничники, кисличники) или увлажненных (долгомощники) почвах древесную крону важно оставлять на лесосеке для перегнивания или для защиты почвы от воздействия лесозаготовительной техники. При этом необходимо учитывать, что лесозаготовки в насаждениях с небольшим запасом приводят к нецелесообразности оставления древесной кроны для переработки.

В процессе разработки лесосеки харвестер должен поворачивать технологическое оборудование так, чтобы лесоматериалы и валы кроны располагались рядом с волоком (рис. 1), что в будущем облегчит сбор древесного энергетического сырья.



**Рисунок 1 – Приемы работы харвестера при совместной заготовке сортиментов и древесной кроны**

Сбор и подвозка кроны должны производиться форвардером (ПТМ) из концентрированных валов, при его движении по волоку за харвестером. Укладка кроны осуществляется с задней части грузовой платформы ПТМ продольно-поперечным способом.

Науч. рук. доц. Р.О. Короленя (кафедра информатики и веб-дизайна, БГТУ),  
доц. Е.И. Бавбель (кафедра лесных машин, дорог и технологий  
лесопромышленного производства, БГТУ)

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАСЧЕТА ВРЕМЕНИ ОБОРОТА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

Время оборота сортиментовоза зависит от технической скорости автомобиля и расстояния ездки. Техническая скорость определяется взаимосвязанным влиянием многих факторов, которые можно сгруппировать следующим образом: технические параметры автомобиля; психофизиологические качества водителя; геометрические характеристики дороги; общие условия движения [1].

В настоящее время отсутствует полноценная методика расчета времени оборота сортиментовозов при перевозке лесоматериалов. В связи с чем, нами были проведены исследования, направленные на сравнение результатов моделирования времени оборота при перевозках лесоматериалов по методике представленной в работе [2], а также по нормативам, установленным приказом Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 19.07.2012 № 391-Ц «Об утверждении рекомендаций по установлению норм времени на единицу транспортной работы, норм затрат на техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств».

Моделировалась перевозка лесоматериалов с промежуточной площадки до потребителя, расстояние между которыми составляло 15 км. Продолжительность разгрузки было принято равным.

Время оборота, определяемое по зависимости (12.5) [2] составило 97,22 мин. А время оборота, получаемое по нормативам, составило 34,56 мин. Таким образом, сравнивая полученные результаты, можно сделать следующие основные выводы. Методика, изложенная в работе [2], не позволяет получать адекватные результаты по времени оборота сортиментовозов. Связано это с тем, что представленные коэффициенты в зависимости (12.5) [2] требуют уточнения для современных транспортных средств, используемых на перевозке лесоматериалов.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Короленя, Р. О. Результаты исследований временных характеристик движения сортиментовозов // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2009. – Вып. XVII. С. 67–70.
2. Воркут А.И Грузовые автомобильные перевозки. / А.И. Воркут. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Виш. школа, 1986. – 447 с.

## **ОСОБЕННОСТИ ВАЛКИ ОПАСНЫХ ДЕРЕВЬЕВ БЕНЗИНОМОТОРНЫМИ ПИЛАМИ**

Опасное дерево, это аварийное дерево, которое при падении целиком или при падении какой-либо крупной его части может нанести ощутимый вред здоровью людей, сохранности транспорта или элементов инфраструктуры – домов, линий электропередач и т.п. Ручная валка таких деревьев с использованием обычных валочных клиньев крайне опасна. Сломанные ветви или участки кроны представляют значительную и часто непредсказуемую опасность. Чтобы свести к минимуму риск несчастных случаев, при валке поврежденных деревьев необходимо соблюдать все действующие нормы безопасности и выбирать соответствующие методы работы [1, 2].

Наиболее критичными факторами являются падающие ветви или части кроны поврежденных деревьев. Поэтому предпочтительно использовать лесозаготовительную технику в насаждениях. Но не всегда есть возможность использовать технику.

При валке опасных деревьев бензиномоторными пилами важно работать, по возможности, без вибрации. При ручной валке с использованием обычных клиньев в дереве возникают значительные ударные вибрации, которые могут привести к отлому и падению зависших ветвей. Поэтому при ручной валке поврежденной древесины не рекомендуется использовать ударные клинья [3]. Вместо обычных клиньев рекомендуется использовать гидроклинья с приводом от шуруповерта, а также стропы и натяжные канаты с лебедкой [3].

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Гармаза, А.К. Обеспечение безопасности при разработке ветровально-буреломных лесосек / А.К. Гармаза // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность, 2012. - С. 222-224.

2. Пути снижения травматизма при валке деревьев / А.Е. Кондраль, В.Н. Босак, М.П. Акулич, М.В. Цайц, О.В. Малашевская // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. / редкол.: В.Р. Петровец (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2020. – Вып. 5. – С. 106-110.

3. Geßler S., Hohenadl A. Sichere Schadhholzernte // LWF Merkblatt № 53. URL: [https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/mb53\\_sichere\\_schadhholzernte\\_11-23\\_rz\\_web\\_bf.pdf](https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/mb53_sichere_schadhholzernte_11-23_rz_web_bf.pdf) (дата обращения 24.02.2024).

Студ. К.В. Воронова, студ. В.Ю. Карпечина  
Науч. рук. доц. Р.О. Короленя  
(кафедра информатики и веб-дизайна, БГТУ)

## ОСОБЕННОСТИ ЛОГИСТИКИ «ПОСЛЕДНЕЙ МИЛИ»

В проблемном поле современной логистики актуальным вопросом является решение ряда задач так называемой «логистики последней мили (Last mile)». Термин «Последняя миля», используемый при перевозках грузов, определяется как завершающий этап цепочки доставки товаров от продавца к покупателю [1].

Проведенный анализ источников информации позволяет выделить основные особенности завершающего этапа любой перевозки грузов по концепции «до двери», которые следует учитывать при разработке транспортно-технологических схем перевозок.

Логистика данного этапа имеет значительные затраты по времени и финансам, поскольку требует развоза грузов и согласованности во времени их погрузки и разгрузки [2]. На эффективность этапа напрямую оказывает влияние человеческий фактор [1, 2].

Этот этап принято считать наименее прогнозируемый этапов в логистической цепочке [2].

Влияние сезонности. Увеличение объемов отгружаемых грузов или снижение этих объемов в определенные периоды функционирования логистической системы.

Сложность доставки в отделенные пункты назначения. Такие могут располагаться на значительных удалениях от транспортных магистралей, и транспортные затраты на доставку могут не окупаться.

Можно выделить несколько способов решения данных проблем. Один из которых связан с созданием краудсорсинговых служб доставки [1]. Второй – использование беспилотных и роботизированных технологий для перевозок грузов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев, С. А. Логистика «последней мили»: теория и практика решения задачи / С. А. Гусев, Д. А. Васильев, М. А. Тюрина // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2020. – № 3(42). – С. 162-164

2. Последняя миля в логистике: что такое, участники процесса, проблемы и стратегии решения [Электронный ресурс] // vc.ru. URL: <https://vc.ru/trade/681359-poslednyaya-milya-v-logistike-chto-takoe-uchastniki-processa-problemy-i-strategii-resheniya> (дата обращения: 10.04.2024).

**ОСОБЕННОСТИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ  
АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ**

В соответствии с разработанной Государственной программой развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. развитие автомобильных перевозок является приоритетным направлением [3]. В настоящее время наблюдается стабильно активная работа с Российской Федерацией, а также с Китаем, Узбекистаном, Туркменистаном, Азербайджаном, Арменией, Монголией и другими странами Азии [2, 3].

Основные действия водителя международной перевозки автомобильным транспортом в настоящее время заключаются в следующем.

Проверка комплектности транспортного средства (по перечню), внешнего вида, уровня всех жидкостей, уровня давления в колесах. При обнаружении какой-либо неисправности, обращение к механику с заявкой на ремонт или устранение недостатков.

Определение маршрута движения по указанию диспетчера.

Движение до пункта погрузки и погрузка. Сбором и правильной расстановкой груза занимается непосредственно отправитель. Сборные грузы расставляются «по адресам» (расставляет их отправитель), при этом, первый адрес выгрузки грузится последним.

Оформлением таможенных документов занимаются брокеры.

Обязательное выполнение требований режима труда и отдыха.

Выгрузка осуществляется либо на складах временного хранения на таможне или по адресу, указанному в СМР на выгрузку.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. О Государственной программе «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 23 марта 2021 г., № 165. – Режим доступа: <https://pravo.by>. – Дата доступа: 04.03.2024.

2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belstat.gov.by>. – Дата доступа: 04.03.2024.

3. Лобанова, Т. М. Тенденции и проблемы развития грузоперевозок в регионе / Т. М. Лобанова, Т. В. Пузанова // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2022. – № 4 (77). – С. 92–101. DOI: 10.53078/20778481\_2022\_4\_92.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ КРАНОВ НА ВЫГРУЗКЕ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ**

В условиях нашей республики наибольшее распространение получили автомобильные перевозки заготовленной древесины. Организация работы сортиментовозов требует учета значительного количества входных параметров, а также увязки работы сортиментовозов с погрузочными и разгрузочными средствами и механизмами.

Анализ производственных ситуаций показывает, что использование манипуляторов для выгрузки древесины в пунктах назначения может приводить к образованию очередей. В таких ситуациях актуальным является использование кранов на выгрузке, что позволяет сократить время простоев сортиментовозов под разгрузкой или в очередях ожидания выгрузки. Проведено моделирование производственной ситуации работы пункта выгрузки древесины на основе методов теории систем массового обслуживания [1].

Определена методика для решения задачи оптимизации работы на пункте выгрузки древесины при использовании кранов и сортиментовозов [2]. Изменяемыми элементами являлось количество кранов, при этом интенсивность выгрузки оставалась неизменной.

При использовании одного крана при выгрузке древесины оптимальной интенсивностью подачи сортиментовозов будет являться интенсивность 0,08, при этом максимальное число обрабатываемых сортиментовозов без очереди – 3.

При использовании двух кранов (с неизменной интенсивностью выгрузки) оптимальной будет интенсивность подачи 0,1, максимальное число сортиментовозов равно 4.

При использовании трех кранов оптимальная интенсивность подача равна 0,12, а максимальное число сортиментовозов составляет 5.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Хотянович А. И., Турлай И. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок и транспорта леса. Лабораторный практикум. Минск: БГТУ, 2015. 72 с.
2. Воркут А.И Грузовые автомобильные перевозки. / А.И. Воркут. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.

## СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СОРТИМЕНТОВОЗОВ И РАЗГРУЗОЧНЫХ СРЕДСТВ

Выяснить, как изменяется поведение пункта выгрузки лесоматериалов кранами при различных условиях, можно путем моделирования методом статистических испытаний (Монте–Карло) [1]. Процесс моделирования можно разбить на следующие основные блоки.

В *блоке 1* устанавливаются момент поступления в систему  $i$ -го сортиментовоза. В *блоке 2* в соответствии с заданным законом распределения формируется продолжительность обслуживания  $i$ -го требования (выгрузки сортиментовоза). В *блоке 3* сопоставляются моменты возникновения  $i$ -го требования и окончания обслуживания краном  $(i-1)$ -го требования. Если момент  $i$ -го требования больше  $(i-1)$ -го требования, то кран свободен и возможен переход к блоку 5; в противном случае переход осуществляется к блоку 4. В *блоке 4* устанавливается длительность простоя  $i$ -го требования (сортиментовоза) в ожидании обслуживания. В *блоке 5* определяется простоя крана в ожидании прибытия сортиментовоза ( $i$ -го требования). В *блоке 6* определяются суммарные затраты времени на обслуживание, включая  $i$ -е требование. В *блоке 7* в соответствии с установленным законом распределения формируется время, затрачиваемое на возврат обслуженного сортиментовоза ( $i$ -е требование). В *блоке 8* устанавливается момент поступления очередного требования от  $a$ -го сортиментовоза. В *блоке 9* подсчитывается количество обслуженных требований. В *блоке 10* проверяется условие окончания моделирования. Если не все требования на выгрузку удовлетворены, то переходят к блоку 1. Если требования удовлетворены, то переходят к *блоку 11*, где определяется средняя длительность простоя сортиментовоза. В *блоке 12* длительность простоя крана. В *блоке 13* – значение целевой функции (затраты). Затем весь расчет повторяют для случаев, когда количество сортиментовозов равно  $m+1$ ,  $m+2$  и т.д. Оптимальным будет считаться вариант, для которого затраты будут минимальны.

После этого в *блоке 14* осуществляется расчет основных технико-экономических показателей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Воркут А.И Грузовые автомобильные перевозки. / А.И. Воркут. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.

## **ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПЕРЕВОЗКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

Целью создания транспортно-технологических схем (ТТС) перевозки является сокращение транспортных затрат, сокращение времени доставки грузов, и тем самым, повышение эффективности транспортного процесса [1].

На основе проведенных исследований, а также сложившейся практики при перевозках лесных грузов, структура транспортно-технологических схем определена следующим образом:

- определение объема отгрузки лесоматериалов и требований к процессу перевозки груза (сроки вывозки и т.п.);
- выбор способа перевозки (прямая вывозка, одноступенчатая вывозка, двухступенчатая вывозка [2]) и транспортных средств для перевозки (машины погрузочно-транспортные, форвардеры, сортиментовозы);
- расчет потребного количества техники для перевозки;
- разработка схемы погрузочных работ, учет лесоматериалов и их крепление;
- выбор маршрута(ов) движения транспортных средств до пункта выгрузки (с учетом допускаемых по дорожным условиям осевых и полных масс, ограничений на движение по дорожным знакам, расстояний и времени на движение по различным участкам улично-дорожной сети населенных пунктов);
- формирование транспортной документации;
- разработка вариантов схем разгрузочных работ (крановое оборудование, саморазгрузка, погрузка в вагоны);
- расчет технико-экономических показателей.

ТТС автомобильной перевозки лесоматериалов оформляется в виде текстового материала, схем и таблиц.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Насковец, М. Т. Организация перевозок лесной продукции: учеб.-метод. пособие. / М. Т. Насковец, Р. О. Короленя. – Минск: БГТУ, 2014. – 109 с.
2. Седюкевич В.Н. Автомобильные перевозки: учеб. пособие / В.Н. Седюкевич, Д.В. Капский, С.А. Рынкевич. – Минск: РИПО, 2020. – 323 с.



Студ. В.С. Кузник

Науч. рук. доц. Р.О. Короленя

(кафедра информатики и веб-дизайна, БГТУ)

## ЛОГИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД XYZ-АНАЛИЗА ДЛЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Известный в логистике метод XYZ-анализа «предусматривает деление запасов на три номенклатурные группы в зависимости от степени равномерности спроса и точности прогнозирования» [1]. Механизм классификации XYZ основан на использовании критерия классификации, описывающего характеристику потребности в запасе [1]. В качестве такого критерия выступает **коэффициент вариации, который представляет собой отношение значения стандартного отклонения ряда к его среднему арифметическому.**

В работе [2] предлагается использовать метод XYZ для классификации маршрутов перевозки лесоматериалов на основе данных о времени проезда 1 км по тому или иному маршруту.

При погрузке лесоматериалов в вагоны для дальней транспортировки потребителю, на прирельсовых складах зачастую возникает проблема оптимального размещения штабелей древесины у погрузочной рампы. Длина сцепа ограничена, а необходимые штабеля располагаются за пределами досягаемости погрузочных средств. Поэтому, в работе [3] предлагается зонирования складских зон по степени спроса на погрузку в вагоны на основе XYZ анализа значений объемов отгрузки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лукинский, В.С. Модели и методы теории логистики: учеб. пособие. – 2-е изд. / В.С. Лукинский [и др.]; под. Ред. В.С. Лукинского; Питер. – СПб., 2007. – 448 с.

2. Насковец, М.Т. Классификация маршрутов транспортировки сортиментов с использованием XYZ-анализа / М.Т. Насковец, Р.О. Короленя // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 71–75.

3. Короленя, Р.О. Обоснование оптимального расположения штабелей древесины на прирельсовом складе в ГЛХУ «Волковысский лесхоз» / Р.О. Короленя, П.И. Зеленкевич // Технология и техника лесной промышленности: тезисы докладов 82-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 6-7 февраля 2018 г. – Минск: БГТУ, 2018. - С. 38.

Студ. Е.О. Кырбыик, студ. Е.И. Барташевич  
Науч. рук. доц. Р.О. Короленя  
(кафедра информатики и веб-дизайна, БГТУ)

## **АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СКЛАДОВ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ НА ТРАНСПОРТНЫЕ РАСХОДЫ**

Вывозка лесоматериалов с лесосек является приоритетным рабочим процессом технологического цикла заготовки древесины. В настоящее время преобладающим подходом для его организации является двухступенчатая перевозка. В соответствии с которой, лесоматериалы на первой ступени доставляются на промежуточный склад форвардерами (погрузочно-транспортными машинами), а на второй ступени перевозка в пункты назначения осуществляется большегрузными специализированными транспортными средствами – сортиментовозами. В пунктах взаимодействия форвардеров и сортиментовозов осуществляются операции выгрузки, хранения и погрузки лесоматериалов. Определение мест расположения таких пунктов взаимодействия – промежуточных складов – является важной задачей организации процесса перевозок лесоматериалов.

Предлагаемый подход основывается на методике, изложенной в работе [1] и включает следующие этапы.

*Этап 1.* Определение координат отведенных в рубку лесосек в расчетном периоде, а также координат потребителей.

*Этап 2.* Решение задачи позиционирования склада, т.е. определение координат центра тяжести транспортной системы.

*Этап 3.* Определение координат складов относительно «центра тяжести» транспортной системы.

*Этап 4.* Расчет минимальных суммарных затрат на перевозку при различном расположении складов.

Проведенный анализ по предлагаемому подходу позволяет сделать следующий основной вывод. На величину транспортных расходов сильное влияние оказывает не только количество промежуточных складов в лесотранспортной сети, но и их пространственное расположение относительно лесосек и потребителей лесоматериалов.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Лукинский, В.С. Модели и методы теории логистики: учеб. пособие. – 2-е изд. / В.С. Лукинский [и др.]; под. Ред. В.С. Лукинского; Питер. – СПб., 2007. – 448 с.

Студ. К.М. Лысковец, студ. К.А. Турбал  
 Науч. рук. доц. Р.О. Короленя  
 (кафедра информатики и веб-дизайна, БГТУ)

## ЦИКЛЫ ПЕРЕВОЗОК ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ И ИХ СТРУКТУРА

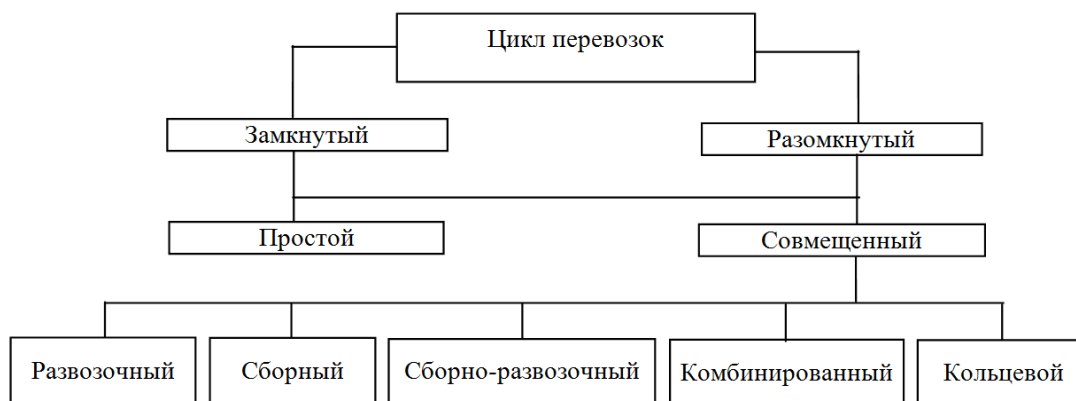
Процесс перевозки лесных грузов можно представить в виде суммы из последовательно повторяющихся элементов:

- подача лесовозных транспортных средств к месту погрузки;
- погрузка лесных грузов;
- перемещение лесных грузов;
- выгрузка.

Совокупность этих элементов, образующая законченную операцию доставки лесоматериалов, называется *циклом перевозки*, или *ездкой* [1].

Применяемые на практике циклы перевозок лесоматериалов можно классифицировать. В качестве основы такой классификации можно использовать подход, представленный в работе [1]. В основе такого подхода лежат транспортные связи и маршруты движения.

В соответствии со сказанным, циклы перевозки лесных грузов можно представить следующим образом (рис. 1).



**Рисунок 1. Классификация циклов перевозки лесных грузов**

Цикл перевозок может быть *замкнутым* – с маршрутом движения сортиментовоза, заканчивающимся в том же пункте, из которого он начался, и *разомкнутым*.

Такой подход позволяет сформировать математическое описание циклов перевозок лесных грузов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки. Киев: Вища школа. 1986. 447 с.

## ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ТРУДОЕМКОСТИ ПЕРЕВОЗОК ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Важнейшим критерием эффективности работы грузовых автомобильных транспортных средств является производительность. На практике производительность автомобиля принято оценивать его выработкой в тоннах и тонно-километрах за час работы [1, 2]. Изменение этих показателей при прочих равных условиях отражает соответствующее изменение производительности труда [1]. Производительность подвижного состава определяет трудоемкость перевозок.

С целью проведения факторного анализа трудоемкости перевозок лесных грузов автомобильным транспортом, были проведены теоретические исследования. В результате исследований установлено влияние отдельных факторов на трудоемкость перевозок и получены уравнения регрессии, описывающие этот механизм.

**Таблица – Влияние отдельных факторов на трудоемкость перевозок**

Показатель	Трудоемкость	
	на единицу массы груза	на единицу транспортной работы
Длина ездки с грузом	$y = 0,0015x + 0,0329; R^2 = 0,9941$	$y = 0,0015x + 0,0329; R^2 = 0,9941$
Среднетехническая скорость с грузом	$y = 3E-07x^2 - 5E-05x + 0,0292; R^2 = 0,971$	$y = 8E-07x^2 - 0,0001x + 0,0093; R^2 = 0,9978$
Коэффициент использования пробега	$y = 0,0507x^{-0,497}; R^2 = 0,9799$	$y = 0,0025x^{-0,496}; R^2 = 0,9812$
Номинальная грузоподъемность	$y = 0,1228x^{-0,993}; R^2 = 0,9992$	$y = 0,1228x^{-0,993}; R^2 = 0,9992$
Статический коэффициент использования грузоподъемности	$y = -0,1006x + 0,1911; R^2 = 0,9991$	$y = -0,005x + 0,0096; R^2 = 0,9985$
Продолжительность погрузки	$y = -6E-05x^2 + 0,0445x + 0,0831; R^2 = 0,9999$	$y = 0,0045e^{0,3264x}; R^2 = 0,9937$
Продолжительность разгрузки	$y = 0,0001x^2 + 0,0441x + 0,0921; R^2 = 0,9999$	$y = 1E-05x^2 + 0,0022x + 0,0046; R^2 = 0,9995$

Таким образом, полученные зависимости позволяют определить характер влияния основных факторов, определяющих трудоемкость перевозок лесных грузов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Воркут А.И Грузовые автомобильные перевозки. / А.И. Воркут. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.
2. Седюкевич, В.Н. Автомобильные перевозки: учеб. пособие / В.Н. Седюкевич, Д.В. Капский, С.А. Рынкевич. – Минск: РИПО, 2020. – 323 с.

Студ. К.Ю. Теплова, Д.О. Шкут

Науч. рук.: доц. Е.А. Леонов (кафедра лесных машин, дорог  
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ);  
доц. В.В. Игнатенко (кафедра высшей математики, БГТУ)

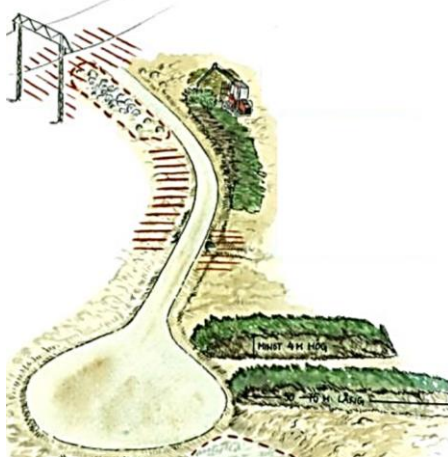
## **ХРАНЕНИЕ ДРЕВЕСНОЙ КРОНЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСНЫХ СКЛАДОВ**

Целью проведенных исследований являлось изучение отечественного и зарубежного опыта хранения древесной кроны перед ее измельчением на топливную щепу.

Древесная крона укладывается на возвышенной местности (нельзя укладывать во впадины). Ее временное хранение осуществляется в штабелях (валах), минимальная высота которых должна составлять 4 м, а длина – 50–75 м. Качество будущего древесного топлива (посредством атмосферной сушки) можно повысить за счет его укрытия. В качестве укрытия используется армированный волокном картон, который предварительно срачивается и наматывается на ролик.

Древесную крону не допускается складировать (рис. 1):

- ПТМ со стороны дороги;
- под ЛЭП;
- на участке со сложным рельефом;
- на земляное основание;
- с внутренней стороны поворота дороги;
- на каменистом участке;
- на обледенелую поверхности.



**Рисунок 1 – Участок хранения древесной кроны**

Для обеспечения устойчивой поставки целесообразно осуществлять хранение необходимого запаса древесного топлива около дорог круглогодичного действия.

## ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛОЦЕННОГО И ВТОРИЧНОГО ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

Древесина является основным сырьем лесной промышленности и используется в качестве важнейшего технологического сырья во многих отраслях и производствах национальной экономики страны. При этом следует отметить, что для основных направлений переработки применяются деловые лесоматериалы, получаемые из стволовой части дерева.

В тоже время в действующих планах технического развития деревообрабатывающей промышленности Беларуси постоянно предусматриваются и реализуются мероприятия, направленные на увеличение объемов производства продукции, повышение показателей рентабельности и эффективности производственно-хозяйственной деятельности. Однако решение данных задач требует соответствующих объемов древесного сырья, что, как показала практика, может привести к его дефициту и значительному росту его стоимости.

Если рассматривать возможности дальнейшего развития деревообрабатывающего производства страны, необходимо рассмотреть варианты вовлечения в сферу производства менее востребованного вида древесного сырья. А именно малоценную древесину и вторичное древесное сырье.

Количественная оценка эффективности использования данного древесного ресурса может проводиться через показатель **добавленной стоимости** – это дополнительно присоединенная стоимость в процессе доработки, переработки и продвижения товара на рынок. Чем больше стадий обработки и доработки проходит товар, тем больше присоединяется к нему стоимости.

Кроме того, если проводить сравнительный анализ стоимости лесопроductии и сырья, из которого они были изготовлены, то обнаруживается, что тип вводимой биомассы сильно влияет на потенциал добавления стоимости. И в некоторых случаях древесные отходы, и малоценная древесина могут обеспечить высокие стоимостные показатели эффективности использования древесного сырья, в особенности при химической и химико-механической переработке древесины.

В данной работе отмечается возможность вовлечения в сферу производства вторичных древесных ресурсов, которые позволят получать необходимую готовую продукцию, а их ресурс позволит увеличить объемы производства без роста заготовки деловой древесины.

Студ. Р.В. Третьякова  
Науч. рук. доц. Р.О. Короленя  
(кафедра информатики и веб-дизайна, БГТУ)

## ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ ТЕОРИИ ОГРАНИЧЕНИЙ СИСТЕМ ГОЛДРАТТА ДЛЯ АНАЛИЗА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Теория ограничений систем (Theory of constraints, ТОС) – методология управления производством, которая базируется на поиске и влиянии на ограничения систем [1-3].

Теория ограничений предлагает управлять производственным процессом через управление самым слабым звеном цепи (система сравнивается с цепью).

В рамках проводимых исследований, одной из задач является оценка применимости ТОС к анализу функционирования лесозаготовительного производства как системы. Проанализирована типичная производственная ситуация в следующем варианте (рис. 1).

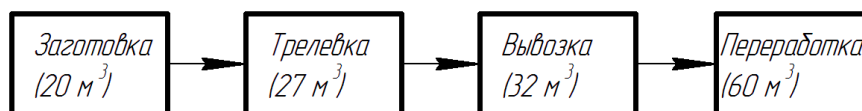


Рисунок 1 – Дерево текущей реальности

В соответствии с выбранной методологией, для выявления узких мест, необходимо выполнить пять этапов [1–3], позволяющих выявить «слабое звено» в цепи.

Установлено, что ТОС является одним из важных инструментов для анализа производственных систем и позволяет проводить технологический аудит лесозаготовительного производства на предмет повышения его эффективности.

Таким образом, проведенные исследования показали, что ТОС применима для анализа лесозаготовительного производства и ее методология является эффективной.

### ЛИТЕРАТУРА

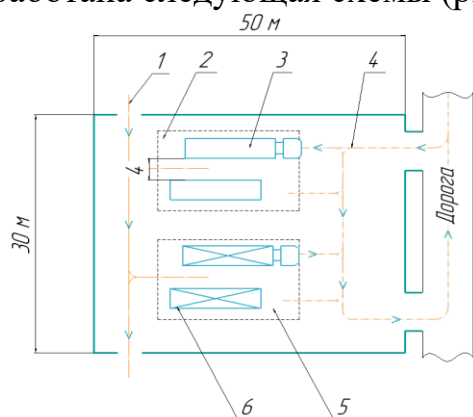
1. Детмер, У. Теория ограничений Голдратта: системный подход к непрерывному совершенствованию / Уильям Детмер; Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 444 с.
2. Егоров, Д. Теория ограничений: основные подходы, инструменты и решения / Дмитрий Егоров. – [б. м.]: Издательские решения, 2019. – 92 с
3. Голдратт Э. Я так и знал. Розничная торговля и теория ограничений / Э. Голдратт., А. Эшколи, Д. Браун Лир – М.: Альпина Паблшер, 2023. – 168 с.

Студ. И.А. Урбанович, студ. И.А. Лавриеня  
 Науч. рук. доц. Р.О. Короленя  
 (кафедра информатики и веб-дизайна, БГТУ)

## РАЗРАБОТКА СХЕМЫ НАКОПИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Одним из резервов повышения эффективности перевозок лесоматериалов может служить организация работы лесовозных транспортных средств по челночной схеме работы [1]. Челночная схема перевозок лесоматериалов предполагает использование промежуточного склада в качестве накопительной площадки [2].

Сортиментовоз, прибывая на накопительную площадку, оставляет порожний полуприцеп и забирает грузеный. При таком способе перевозок важным вопросом является разработка промежуточных складов древесины с позиций оптимальной работы форвардеров (погрузочно-транспортных машин) и сортиментовозов на перцепке. Разработана следующая схема (рисунок 1).



1 – направление движения форвардеров;  
 2 – зона выгрузки лесоматериалов и хранения полуприцепов (порожних грузовых платформ) / погрузки форвардерами;  
 3 – седельный тягач с порожним полуприцепом (грузовой платформой);  
 4 – схема движения тягачей;  
 5 – площадка хранения грузеных полуприцепов (грузовых платформ) / погрузки грузеных платформ на тягач;  
 6 – грузеный полуприцеп (грузовая платформа)

**Рисунок 1 – Схема накопительной площадки промежуточного склада**

Разработанная схема позволяет исключить простои в очереди на выгрузку лесоматериалов и перцепку.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. / А.И. Воркут. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.
2. Jutta Odenthal-Kahabka *Alternative LKW-Holztransportsysteme* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/holz-und-markt/transport-und-logistik/lkw-transportsysteme> – Дата доступа: 20.02.2024.



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ПОЛУПРИЦЕПОВ ПРИ ЧЕЛНОЧНОМ СПОСОБЕ ПЕРЕВОЗКИ ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ

При челночном способе перевозок погрузочно-разгрузочные операции заменяются операциями перецепки полуприцепов (прицепов). Это позволяет повысить выработку единицы подвижного состава. Такой способ работы тягачей с прицепами актуален, если продолжительность простоя под погрузкой-разгрузкой больше продолжительности перецепки [1, 2].

При работе по челночному способу число прицепов должно быть не менее трех – по одному на пункты погрузки и выгрузки лесных грузов, и один в пути. Условие бесперебойной работы тягачей численностью с прицепами численностью заключается в равенстве интервала движения автопоездов (тягачей с прицепами) и ритма работы пунктов погрузки, разгрузки и погрузки-разгрузки [1, 2].

Общее число полуприцепов можно определить по зависимости:

$$\Pi = A_{\tau} + \sum_{i=1}^{n_{\Pi}} \Pi_{\Pi i} + \sum_{j=1}^{n_{\Pi}} \Pi_{\Pi j},$$

где  $A_{\tau}$  – общее число тягачей;  $\Pi_{\Pi i}$  – количество полуприцепов под погрузкой;  $\Pi_{\Pi j}$  – количество полуприцепов под разгрузкой.

Необходимо отметить, что такой подход в расчете оптимального количества полуприцепов справедлив и при использовании различных грузовых платформ для перевозки лесоматериалов [3, 4].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Воркут А.И Грузовые автомобильные перевозки. / А.И. Воркут. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.
2. Седюкевич, В.Н. Автомобильные перевозки: учеб. пособие / В.Н. Седюкевич, Д.В. Капский, С.А. Рынкевич. – Минск: РИПО, 2020. – 323 с.
3. Bechtle, M. Optimierung der Logistik durch Trailer-Direktverladung. / M Bechtle, M. Müller // Holzzentralblatt. – 2004. – №46. S. 603-604.
4. Jutta Odenthal-Kahabka *Alternative LKW-Holztransportsysteme* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/holz-und-markt/transport-und-logistik/lkw-transportssysteme> – Дата доступа: 20.02.2024.

## **МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЦВЕТА ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Контроль цвета является сложной задачей в производстве изделий из древесины. Более того, в случае заказов на повторное производство, необходимо обеспечить согласованность цветовых характеристик с предыдущими партиями.

В настоящее время одним из распространенных методов контроля цвета покрытия является спектрофотометрия. Принцип спектрофотометрии основан на разложении света на его составляющие длины волн с помощью специального прибора, называемого колориметром или спектрофотометром. Обычно такой прибор состоит из светового источника, монохроматора (прибора для разделения света на отдельные длины волн) и фотодетектора [1].

Мы провели серию экспериментов, направленных на исследование влияния различных источников освещения на восприятие цвета человеческим глазом. Целью исследования было определить, как изменяется восприятие цвета при различных условиях освещения и как это может влиять на работу прибора NCS Colourpin SE.

Наши исследования подтверждают, что различные источники освещения имеют значительное влияние на восприятие цвета человеческим глазом, однако описание сущности этих изменений остается сложной задачей из-за субъективной природы восприятия. В то же время, прибор NCS Colourpin SE продемонстрировал независимость от окружающего освещения благодаря своей особой конструкции и специальным светодиодам, обеспечивающим надежное и точное измерение цвета на измеряемой поверхности.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Спектрофотометр [Электронный ресурс] / kraski-laki-gruntovka. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Спектрофотометр> – Дата доступа: 20.04.2024.

## **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАТРАСОВ**

Цель работы – выявить ключевые этапы из истории появления и совершенствования матрасов и особенности, характерные для каждого периода. Рассмотрим основные исторические этапы в эволюции матрасов:

1. *Древние века.* Идея матраса уходит своими корнями в древние цивилизации, где люди использовали простые совмещения листьев, травы и соломы, чтобы создать более комфортную поверхность для сна.

2. *Средневековье и эпоха возрождения.* Матрас приобретает современные очертания. Чехол из мешковины набивали шерстью животных, соломой, конским волосом. В эпоху Возрождения матрасы начали массово обшивать дорогими тканями – шелком, бархатом или парчой, а в качестве наполнителя использовать пух и перья.

3. *Период индустриальной революции – XIX век.* С развитием индустриальной революции и появлением новых материалов, производство матрасов стало более массовым и разнообразным. В 1871 г. в Германии появился первый матрас на пружинном блоке, через 14 лет после изобретения доступного способа изготовления пружин.

4. *XX век и современность.* В XX веке технологии производства матрасов продолжились развиваться. В 1929 году появились первые беспружинные матрасы на основе латекса. Именно эта технология очень часто применяется в наше время. В 30-е годы XX века появился в качестве наполнителя пенополиуретан (ППУ или поролон). В 1990 году произошел настоящий прорыв в изготовлении матрасов, Джеймс Маршалл придумал систему "rocket", а именно систему отдельных, независимых друг от друга пружин [2].

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. История появления матраса. [Электронный ресурс] // URL: <https://okmatras.ru/articles/istoriya-matrasov> – Дата доступа 15.03.2024.

2. Когда и как в нашей жизни появился матрас»: история развития важнейшего элемента сна в жизни каждого человека. [Электронный ресурс] // URL: <https://dzen.ru/a/YLeR7OxsNWOn72tt> – Дата доступа 15.03.2024.

Студ. А.А. Гимро  
Науч. рук. ст. преп. Е.В. Ручкина  
(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## САДОВАЯ МЕБЕЛЬ ИЗ ФАНЕРЫ В ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ СТИЛЕ

В настоящее время футуристический дизайн мебели становится все более популярным среди дизайнеров. Как правило форма такой мебели получается путем рассечения или нарезания определённых геометрических пространственных форм параллельными плоскостями, а каждая деталь параметрической мебели представляет собой ничто иное как сечение пространственной формы заданной плоскостью. Мебель получается путем последовательного соединения сечений между собой с сохранением зазора между ними. Параметрическая мебель позволяет создавать уникальные решения, а также адаптировать их под конкретные потребности. Такая мебель не только визуально привлекательная, но и функциональная.

Чаще всего в таком стиле создаётся уличная или садовая мебель из фанеры (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Примеры садовой мебели в параметрическом стиле**

Для изготовления садовой мебели в параметрическом стиле важно использовать подходящий материал. В качестве сырья предпочтение лучше отдавать влагостойкой фанере марки ФСФ.

Параметрическая садовая мебель из влагостойкой фанеры – удачный пример использования арт-дизайна в прикладных целях. Благодаря фантазии дизайнеров и современным технологиям изготовленная мебель получается функциональная, удобная и оригинальная.

## **SMART МЕБЕЛЬ: КАК ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВНЕДРЯЮТСЯ В МЕБЕЛЬНУЮ ИНДУСТРИЮ**

Smart мебель, как и любая другая технология, была создана, чтобы помочь пользователям максимально использовать доступное пространство, не жертвуя комфортом, удобством и стилем. Благодаря своему многофункциональному дизайну и потрясающей эстетике Smart мебель обеспечивает именно это, адаптируясь к потребностям и предпочтениям человека.

Для более полной характеристики рассматриваемого вопроса были описаны основные функции и возможности, которые предлагает Smart мебель:

1. Адаптивность.
2. Встроенное освещение.
3. Беспроводная зарядка.
4. Встроенные динамики.
5. Мониторинг окружающей среды [1].

Мировой рынок Smart мебели оценили в 143,6 миллионов долларов в 2020 году и, как ожидается, среднегодовой темп роста в 12,4% в период с 2021 по 2028 год. Быстрое внедрение технологичных рабочих мест и увеличение спроса на функциональную и оптимальную мебель для людей, работающих дома, являются важными факторами роста.

В 2020 году доля высокотехнологичных столов в выручке составила 34,8% на рынке Smart мебели. Быстрое расширение офисных зданий и растущая популярность интеллектуальных дизайнов рабочих мест способствуют росту.

Кроме того, ожидается, что сегмент смарт столов будет иметь самые высокие темпы роста 13,6%, в течение прогнозируемого периода [2].

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Инновации и технологии в мебели для умного дома. [Электронный ресурс] // URL: <https://dzen.ru/a/ZTgPHEv9ASqH7Rke> – Дата доступа 15.03.2024.

2. Умная мебель: как технологии меняют интерьер. [Электронный ресурс] // <https://reads.alibaba.com/ru/smart-furniture-how-technology-is-redefining-interior-decor/> – Дата доступа 15.03.2024.

Студ. В.А. Лухверчик  
 Науч. рук. зав. кафедрой А.С. Чуйков  
 (кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## НЕСТАНДАРТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Введение. Человек использовал древесину на протяжении тысячелетий для многих целей, в первую очередь в качестве топлива, а также в строительстве, в авиастроении, судостроении, в мебельном производстве, производстве бумаги и т.д.

Помимо всех обычных продуктов, древесина может быть применена для самых разных инноваций. Далее, в виде таблицы, представлен небольшой перечень нестандартного, инновационного использования древесных материалов.

**Таблица – Примеры нестандартного использования древесных материалов**

Иллюстрация	Пояснение
	<p>Древесина для изготовления гибких СВЧ-схем, встречающихся в электронных устройствах, с целью разработки «гибкой» электроники. Такая схема, состоящая из древесного волокна, может разлагаться или гореть, не оставляя электронных отходов.</p>
	<p>Транзистор, изготовленный из бальсового дерева. Эти устройства достаточно экологичны, поскольку при их производстве в воздух выбрасывается меньше газов, способствующих изменению климата.</p>
	<p>Использование древесины в стоматологических целях. Например, Джордж Вашингтон носил деревянные вставные зубы. Также древесину использовали в изготовлении вставных зубов в древнем Египте. Для этих целей применяли древесину твердых пород.</p>

Древесина полезна и богата своими физическими и химическими свойствами, именно поэтому она может использоваться в различных видах и сферах жизнедеятельности человека.

Студ. А.Н. Мигун  
Науч. рук. зав. кафедры А.С. Чуйков  
(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА ИНТЕРЬЕРОВ В СТИЛЕ 70-х ГОДОВ**

Новая тенденция в дизайне, которую мы наблюдаем в последнее время, сосредоточена на возвращении к стилю и эстетике мебели 70-х годов [1]. Этот период, известный как «винтаж», стал действительно популярным, поскольку он объединяет уникальные дизайнерские решения, перспективные материалы и стильные формы [2].

Данный стиль включает в себя такие детали как [3]:

- мягкие линии и лак;
- ковры;
- вельвет;
- возврат к природе;
- цветовая гамма;
- древесина.

В завершении, хотелось бы отметить, что стилистика 70-х годов вновь набирает популярность, о чем свидетельствуют результаты ряда выставок, которые проходили в 2023 году в Сеуле (Кофурн), в Милане (Salone del Mobile Milano) и в Стамбуле (Intermob 2023).

В ходе проведения перечисленных мероприятий мебель и интерьеры в стиле 70-х годов получили главные награды [4].

Использование этой стилистики на отечественных предприятиях, занятых производством мебели, позволит расширить ассортимент выпускаемой продукции и увеличить конкурентоспособность белорусской мебели на международной арене.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Стиль 1970-х. Из чего он состоит URL: houzz.ru (дата обращения 17.02.2024).
2. Интерьеры в стиле 70-х. Что нам от них досталось URL: tk-lanskoj.ru (дата обращения 17.02.2024).
3. Главные тренды выставок 2023 URL: trio.ru (дата обращения 14.02.2023).
4. 70-е снова в тренде. Основные черты интерьера URL: alteregohome.ru (дата обращения 14.02.2024).

Студ. К.А. Мильяненко  
Науч. рук. ст. преп. Е.В. Ручкина  
(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## СОВРЕМЕННЫЙ МЕБЕЛЬНЫЙ КРЕПЕЖ

Крепеж является одним из самых важных элементов мебели, который обеспечивает ее прочность и долговечность. Существует множество видов мебельного крепежа, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Ниже мы представим новинки мебельного крепежа, разработанного датской компанией SISO.

Panel click button connector – данный крепёж состоит из двух частей по типу папа-мама. Для его крепления достаточно разместить лишь одну его часть на изделии. Применяться данный крепёж может в различных изделиях, требующих редкого доступа, например, для зашивки радиаторов, фальш-панелей или каких либо декоративных элементов. Благодаря тому, что соединение разборное, его можно много раз разъединять и соединять.

Clip connector «Dovetail» – удобный крепёж для соединения декоративных элементов мебели без применения склейки. При данном соединении можно комбинировать различные материалы. Соединение происходит за счёт защёлкивания в паз, сделанный специальной фрезой под ласточкин хвост.

Expansion-, mitre dowel&snap fitting – удобный крепёж, заменяющий деревянный шкант. Преимущество данного вида соединения в том, что нет необходимости в использовании клея тем самым упрощая процесс производства мебели. Данный вид крепежа является неразборным и работает по принципу дюбеля. При забивании в сердцевину пластмассового стержня, лепестки разжимаются и крепко удерживаются в детали. Таким способом можно собирать ящики, тумбочки, полки и другие изделия.

Double pointed steel nails – данный вид крепежа используется для соединения деталей, где не требуется больших нагрузок, например, для крепления ламелей. Для начала с помощью самодельной трубки с прорезью и внутренним диаметром 4 мм, закреплённой в шуруповёрте, закручиваем его в деталь, после чего прибавляем киянкой ламель. Соединение является неразборным.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Products SISO [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://siso.dk/products>. – Дата доступа: 14.04.2024.



Студ. М.И. Павлович  
Науч. рук. ассистент. Е.И. Гордиевич  
(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ДЕКОРИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ В ТЕХНИКЕ МАРКЕТРИ**

Маркетри – это разновидность инкрустации, техника отделки поверхностей путем наклеивания декоративных элементов из шпона на деревянную основу. Она широко используется для художественного оформления дверей, эксклюзивной мебели, столов, шкафов и комодов [1]. Примеры данных изделий изображены на рис. 1.



**Рисунок 1 – Изделия из древесины декорированные в технике маркетри**

В настоящее время техника маркетри получила наиболее широкое применение, так как имеет целый ряд преимуществ перед другими способами изготовления мозаичных наборов. Именно в шпоне в полной мере проявляются особенности древесины как декоративного материала, красота ее текстуры. В то же время шпон – наиболее доступный материал. Данная техника проста, не требует применения сложного инструмента. Процесс изготовления деталей мозаики может быть механизирован, что позволяет организовать серийный выпуск изделий. Вместе с тем благодаря разнообразию текстуры и цвета древесины при одном и том же рисунке набора каждое изделие оригинально.

Техника маркетри вошла в современный дизайн изделий из древесины, но не стала от этого сильно демократичнее. Изменившись внешне, по сути, она осталась тем же элементом роскоши, как и была. Это дизайн на грани с искусством, у которого свои правила.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Маркетри – изящное старинное искусство инкрустации шпоном. [Электронный ресурс] // URL: <https://veryimportantlot.com/ru/news/blog/marketri> – Дата доступа 15.02.2024.

Студ. Д.В. Терешкина  
Науч. рук. ст. преп. Е.В. Ручкина  
(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМ УФ-СВЕТОДИОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕБЕЛИ**

Первоначально светоизлучающие диоды для ультрафиолетового отверждения (УФ-светодиоды) использовались в таких областях, как сборка медицинского оборудования и струйная печать, но с уменьшением затрат на их производство применение УФ-светодиодов для отверждения покрытий на деталях из древесины стало коммерчески выгодным.

Важно различать интенсивность излучения и длину волны УФ-светодиодной лампы от обычной ртутной УФ-лампы, которые являются ключевыми для понимания процесса УФ-отверждения. В ртутных УФ-лампах полезная часть УФ-излучения составляет всего 20% от общего в спектре, остальная часть делится на видимый свет и инфракрасное излучение.

УФ-светодиодное отверждение лакокрасочных покрытий на деталях из древесины имеет следующие преимущества [2]:

- эффективность преобразования электрического излучения в оптическое у УФ-светодиодов намного выше, чем у ртутных ламп;
- мгновенное включение/выключение и отсутствие времени на прогрев ламп в совокупности обеспечивают экономию электроэнергии на 45%;
- УФ-светодиоды являются холодным источником излучения, так как отсутствуют выделения излучения в инфракрасном диапазоне. и т.д.

Для эффективного УФ-отверждения производители ЛКМ стремятся к тому, чтобы мощность УФ-лампы совпадала со спектральным поглощением фотоинициатора. Однако исследования показали, что максимальный пик ( $\text{Вт}/\text{см}^2$ ) и общая энергия ультрафиолетового излучения ( $\text{МДж}/\text{см}^2$ ) являются более важными факторами, чем точное соответствие длины волны в рецептурах, разработанных для отверждения в УФ-диапазоне. Максимальный пик является важным показателем, поскольку он необходим для инициирования реакции полимеризации. Более высокая пиковая интенсивность излучения (например, у УФ-светодиодов) приводит к ускоренному механизму полимеризации и позволяет достичь требуемой скорости отверждения.

Студ. Я.М. Баранова, А.А. Стражевич  
Науч. рук. ст. преп. А.М. Лось, доц. А.И. Сурус  
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

## **ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ. ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ**

Червячная передача – это зубчато-винтовая передача, движение в которой осуществляется по принципу винтовой пары между валами, у которых угол скрещивания осей обычно равен  $90^\circ$ . Применяется при небольших и средних мощностях, обычно не более 50 кВт. При проектировании приводов, состоящих из зубчатых и червячных пар, червячную пару предпочтительно использовать в качестве быстроходной ступени, так как при увеличении окружной скорости червяка создаются более благоприятные условия смазки и уменьшаются потери на трение.

Достоинства червячной передачи: компактность конструкции и возможность получения больших передаточных чисел в одноступенчатой передаче; плавность и бесшумность работы; высокая кинематическая точность; возможность получения самотормозящей передачи, т.е. допускающей передачу движения только от червяка к колесу.

Недостатки червячной передачи: значительное геометрическое скольжение в зацеплении и связанное с этим трение; повышенный износ; склонность к заеданию; нагрев передачи; сравнительно низкий; необходимость применения для ответственных передач дорогостоящих и дефицитных антифрикционных цветных металлов; наличие больших осевых сил, усложняющих конструкции опор.

Тепловой баланс червячной передачи – это равенства количества выделяемого процессами трения тепла и отведенного. Так как при работе червячной передачи преобладают силы трения скольжения, то нагрев передачи может быть значительным, что требует принятия определенных конструктивных решений, по увеличению эффективности отведения тепла.

Наиболее часто применимыми путями решения проблемы являются: увеличение поверхности охлаждения, за счет изготовления на поверхности корпуса охлаждающих ребер; применение искусственного охлаждения закрытой передачи, которое может осуществляться обдувом корпуса воздухом с помощью вентилятора, насаженного на вал червяка либо охлаждением масла водой, проходящей через змеевик; применением циркуляционной смазки со специальным холодильником. Дополнительно, нужно принять конструктивные меры, по увеличению фактического КПД передачи.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРОЧНОСТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА**

В настоящее время среди наиболее распространенных численных методов решения задач строительной механики ведущее положение занимает метод конечных элементов (МКЭ). Он позволяет учитывать различные параметры, такие как геометрия конструкции, свойства материалов и условия нагрузки.

МКЭ, используемый в интегрированных системах прочностного анализа, основан на разбиении исследуемой конструкции на более мелкие части, называемые конечными элементами. Каждому элементу приписывается аппроксимирующая функция, описывающая его поведение под действием нагрузки. Уравнения, описывающие поведение отдельных элементов, объединяются в систему алгебраических уравнений, которая решается для получения распределения напряжений и деформаций по всей конструкции.

Для проведения анализа по МКЭ необходимо выполнить следующие этапы:

1. Построение геометрической модели конструкции.
2. Разбиение модели на конечные элементы.
3. Выбор аппроксимирующих функций для элементов.
4. Группировка элементов и формирование системы уравнений.
5. Решение системы уравнений.
6. Обработка результатов и оценка точности.

Нами проводились исследования нагруженности стрелы лесного крана при подъеме номинального груза 25 т. Также была разработана компьютерная модель сварного соединения косынки с верхним поясом стрелы лесного крана. Это соединение используется для крепления каната, изменяющего вылет стрелы. Оценка напряженного состояния конструкций была выполнена с применением интегрированной системы прочностного анализа по МКЭ.

Метод конечных элементов является мощным инструментом для анализа напряженно-деформированного состояния сложных конструкций, применяемых в лесном комплексе. Исследования, проведенные на примере стреле лесного крана, показывают, что МКЭ может использоваться для оптимизации параметров и обеспечения требуемого запаса прочности любой проектируемой конструкции.

Студ. Е.А. Корягин  
Науч. рук., доц. А.И. Сурус  
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

## **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕСНЫХ МАШИН НА НАДЕЖНОСТЬ ИХ ДЕТАЛЕЙ**

Различные эксплуатационные факторы могут оказывать существенное влияние на работоспособность отдельных деталей, узлов и надежность машин в целом.

Во многих случаях эксплуатация лесных машин происходит при воздействии больших динамических нагрузок практически на все их системы. В частности, при контакте рабочих органов машин с обрабатываемым объектом при валке, пакетировании, обрезке сучьев, а также в процессе движения техники по местности с различными препятствиями на пути.

Примером таких машин могут быть лесотранспортные. Для таких машин, с учетом наличия прицепных устройств и специфики грузов, нагружение ряда деталей характеризуется еще и особенностью колебаний всей транспортной системы, которые приводят к возникновению наиболее опасных по уровню нагрузок и накоплению усталостных повреждений и способствуют процессу изнашивания сопряженных поверхностей.

Влияние на причины и частоту отказов лесозаготовительной техники оказывают условия технологического контакта рабочих органов машин с обрабатываемыми деревьями различных пород, отличающихся физико-химическими свойствами, геометрическими и весовыми параметрами.

Кроме того, для большинства лесных машин характерно их использование в течение года в различных климатических условиях: положительных и отрицательных температур, в условиях большой влажности и т.д.

Опыт эксплуатации лесных машин показывает, что их отказы чаще всего происходят по причине достижения предельного износа многочисленных триботехнических соединений или вследствие различных механических поломок.

На основании вышеизложенного и результатов многих других исследований можно заключить, что на виды отказов основных деталей лесных машин и их интенсивность влияют конкретные условия их эксплуатации.

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ КРЕПЛЕНИЙ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ХАРАКТЕРИСТИК УСТАЛОСТИ**

Широкое использование в современной промышленности различных металлических материалов, в том числе изготовленных из вторичного сырья, вызывает необходимость проведения большого количества испытаний связанных с установлением их механических свойств и характеристик. При этом усталостным испытаниям, среди прочих, уделяется повышенное внимание, так как известно, что большинство деталей машин и конструкций работает при циклических напряжениях, поэтому усталостное разрушение часто является основной причиной выхода их из строя.

Поскольку усталостные испытания отличаются повышенной длительностью и трудоемкостью, то для снижения трудозатрат и существенного сокращения времени проведения испытаний, особенно при больших базах, находят применение высокочастотные установки, позволяющие снизить трудозатраты, а для реализации различных схем нагружения используют различные крепления образцов для испытаний.

Применяется способ крепления образцов к концентратору при помощи винта, вставляемый в отверстие образца в хвостовой части, ввинчиваемый в отверстие с резьбой, расположенное в торцевой части концентратора. Используется и такая конструкция: на конец концентратора навинчивается специальный клиновой захват, в который вставляется плоский хвостовик образца, фиксируемый при помощи клина. Находит применение крепление образцов непосредственно в резьбовом отверстии концентратора.

Целью данной работы было определить силы, действующие на детали крепления, для обоснования внесения изменений в конструкцию крепления.

Было установлено, что при частотах испытаний 18 кГц, для достижения напряжений изгиба в опасном сечении 100-120 МПа, сила прижима должна достигать 800-2500 Н.

Таким образом, для обеспечения необходимого усилия прижима, существующие конструкции крепления требуют дальнейшего совершенствования.

Студ. З.С. Стреха  
Науч. рук., доц. А.И. Сурус  
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЛЕСНЫХ МАШИН МЕТОДАМИ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ИХ ДЕТАЛЕЙ**

Пути повышения надежности и долговечности машин разноплановы, и их совершенствование невозможно объединить в одном направлении в связи с различием конструкций и условий эксплуатации.

Одним из путей увеличения надежности деталей и узлов, на работоспособность которых влияют усталостные повреждения и износ, является повышение несущей способности и износостойкости их поверхностей. Это может быть достигнуто применением эффективных упрочняющих технологий.

В качестве упрочняющих технологий широко применяются способы поверхностного упрочнения, в том числе химико-термические.

В результате реализации этих процессов упрочнения износостойкость деталей, а для ряда из них и циклическая прочность повышаются в несколько раз.

В тех случаях, когда процесс упрочнения является финишным и необходима минимальная деформация при высоких показателях поверхностной твердости, износостойкости, усталостной прочности и сопротивления заеданию, целесообразно применять упрочнение деталей способом жидкостной карбонитрации.

Однако применению данного способа для широкой номенклатуры изделий препятствуют малая толщина упрочненного слоя и поверхностная твердость. Указанные недостатки особенно важны для деталей, работающих в условиях повышенных контактных напряжений и износа, что является характерным для ряда деталей лесных машин в силу специфики их работы.

В данной работе рассмотрены вопросы интенсификации процесса упрочнения жидкостной карбонитрацией за счет применения энергии механических с целью повышения качества поверхностного слоя.

Использование колебаний существенно увеличивает толщину упрочненного слоя, обеспечивает повышение его твердости, износостойкости и усталостных характеристик, что способствует повышению надежности машин.

## **ПРОИЗВОДСТВО ОГНЕСТОЙКОЙ ФАНЕРЫ**

Производство огнестойкой фанеры представляет собой затратный процесс, что обусловлено использованием специального сырья и технологических процессов.

Технология производства огнестойкой фанеры может варьироваться в зависимости от конкретного способа, однако в целом она включает следующие этапы.

Подготовка сырья. Для производства огнестойкой фанеры используются обычные листы лущеного шпона. Также необходимо подготовить огнезащитный состав, который может быть на основе диамонийфосфатных соединений.

Технологический процесс производства огнестойкой фанеры включает следующие операции: гидротермическая обработка кряжей, раскрой кряжей на чураки, лущение шпона, пропитка шпона антипиренами, сушка шпона в сушилке, нормализация, включающая шпонопочинку, ребросклеивание и сортирование шпона, проклеивание листов шпона, формирование пакетов, прессование, охлаждение, обрезка и шлифование.

Производство огнестойкой фанеры отличается от технологии производства фанеры общего назначения только следующими дополнительными операциями, включающими: пропитку шпона, которая осуществляется в специальных ваннах в вертикальном положении и последующую сушку шпона в сушилках СТШ-1 в вертикальном положении.

Огнестойкая фанера имеет ряд преимуществ перед обычной фанерой. Прежде всего, она имеет существенно более высокую огнестойкость, что делает ее применение необходимым в таких областях, как вагоностроение, строительство, судостроение, автомобильная и аэрокосмическая промышленности. Она также обладает повышенной стойкостью к влаге и воздействию грибков и микроорганизмов.

Огнестойкая фанера является продуктом с высоко добавленной стоимостью при использовании древесины мягколиственных пород, а также необходимым материалом в различных отраслях с высокими требованиями к пожарной безопасности. Применяемые материалы и технология производства огнестойкой фанеры позволяют создавать высококачественные материалы, соответствующие стандартам пожарной безопасности.



Маг. И.В. Генюш  
 Науч. рук. зав. каф. И.К. Божелко  
 (кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИСЕПТИКОВ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ ИЗ ГРУППЫ ССА-СОЛИ

Древесина, являясь продуктом биологического происхождения, легко подвергается биоповреждениям микроорганизмами, дереворазрушающими грибами, насекомыми, что существенно сужает область ее применения. Традиционными защитными средствами для древесины в условиях XI, XII, XIII классов службы являются защитные составы на основе соединений хрома, меди, мышьяка (ССА-соли) [1].

Цель нашей работы: провести сравнительный анализ оригинального ССА-антисептика (образец № 1) и его модифицированного образца (образец № 2).

Задачи: определить биазщитные свойства антисептиков после вымывания, определить коррозионную агрессивность (скорость коррозии), оценить снижение прочности пропитанной древесины.

**Таблица – Результаты исследования образцов № 1 и № 2**

№ п/п	Наименование показателя	ТНПА на метод испытаний	Поглощение, кг/м <sup>3</sup>	Фактическое значение	
				Образец № 1	Образец № 2
1.	Биозащитные свойства после вымывания	ГОСТ Р 50241–2021	6,0	Эффективное	Эффективное
2.	Коррозионная агрессивность (скорость коррозии)	ГОСТ 26544-85	–	0,1365 г/(м <sup>2</sup> ·сут)/низкая	0,0968 г/(м <sup>2</sup> ·сут)/низкая
3.	Снижение прочности пропитанной древесины по сравнению с непропитанной	ГОСТ 16483.3-84 ГОСТ 16483.4-73 ГОСТ 16483.9-73 ГОСТ 16483.10-73 ГОСТ 16483.11-72	3,6	До 10 %	До 10 %

В рамках данной работы установлено, что исследованные показатели биоэффективности против плесневых и деревоокрашивающих грибов после вымывания, коррозионной агрессивности, прочности пропитанной древесины по сравнению с непропитанной модифицированного антисептика соответствуют показателям оригинального ССА-антисептика.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Стенина Е.И., Левинский Ю.Б. Защита древесины и деревянных конструкций. Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. – 69 с.

## ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУШИЛЬНЫХ КАМЕР SECEA И CATHILD НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

На предприятии РУП «Завод газетной бумаги» установлены камеры периодического действия фирмы SECEA 6 шт. и фирмы Cathild двух видов: VS1E 180 ACC (3 шт.) и VS1E 90 ACC (4 шт.) предназначены для сушки пиломатериалов хвойных и лиственных пород различной толщины до эксплуатационной и транспортной влажности.

Пример средней длительности сушки представлена в таблице.

**Таблица – Средняя продолжительность сушки**

Порода	Толщина (мм)	Толщина прокладки	Время сушки (дни)	Начальная влажность	Конечная влажность
Сосна	25	22	3,5	60%	8% ± 1%
Сосна	40	22	5	60%	8% ± 1%
Сосна	65	22	9,5	60%	8% ± 1%
Ель	25	22	3	60%	8% ± 1%
Ель	40	22	4,5	60%	8% ± 1%
Ель	65	22	7	60%	8% ± 1%

Конструктивная модульная схема каркаса и стеновых панелей сушильных камер фирмы SECEA под названием JET отличается простотой, скоростью и безопасностью выполнения сборочных операций. Движение воздуха в штабелях древесины оптимизировано благодаря использованию реверсных вентиляторов с 4; 6; 8 или 12 лопастями изменяемого диаметра и угла наклона.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что сушильные установки компании SECEA пользуются популярностью за счет инновационных технологий в производстве камер данного типа, что способствует высокому уровню сушки материала и особенностью конструктивных элементов. Но и сушильные камеры Cathild не уступают, работают при низких температурах и позволяют максимально обезопасить процесс сушки.

При этом время сушки не увеличивается, большая вместимость камеры, тонкая настройка и управление всем процессом, возможность изменения параметров на разных этапах сушки.

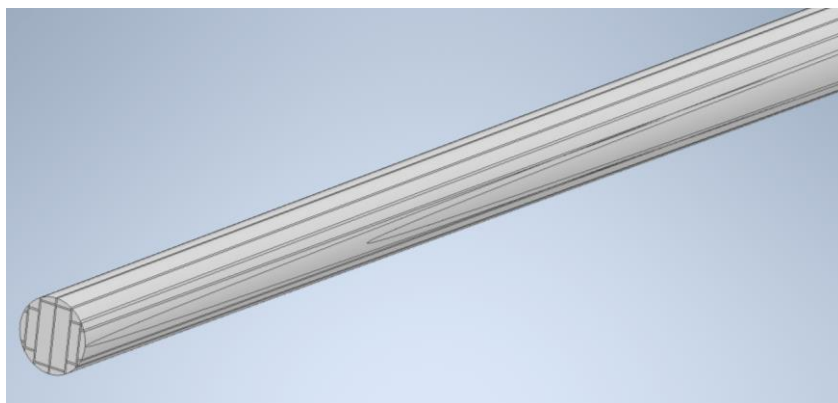
## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОСТАВОВ ПРИ РАСПИЛОВКЕ БРЕВНА НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ**

Autodesk Inventor – система трёхмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования компании Autodesk, предназначенная для создания цифровых прототипов промышленных изделий. Инструменты Inventor обеспечивают полный цикл проектирования и создания конструкторской документации.

Цель нашей работы: разработать трёхмерную модель поставки на распиловку бревна на пиломатериалы, сопоставить результаты трёхмерного моделирования раскроя бревен на пиломатериалы и аналитического метода расчёта.

Программы трёхмерного моделирования могут быть использованы для оптимизации процесса распиловки бревен на пиломатериалы. С их помощью можно создать точную трёхмерную модель бревна и визуализировать процесс распиловки, что позволяет увидеть возможные варианты раскроя и выбрать оптимальный.

При выполнении работы была разработана модель поставки на распиловку бревна на обрезные пиломатериалы вразвал (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Модель поставка на распиловку бревна**

Сравнив результаты, которые были получены с помощью программы и расчетов вручную, мы выяснили, что исходные данные получились разными. Расхождения были получены при определении объема горбылей и реек, а также опилок. Это означает, что использование Autodesk Inventor позволяет более точно рассчитывать баланс древесины при распиловке бревен на пилопродукцию.

Студ. Д.Ю. Неронский  
Науч. рук. зав. кафедрой И.К. Божелко  
(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЗДУХА НА РАЗМЕРЫ ПЛИТ МДФ**

Исследования были проведены по стандарту EN 318.

Введение в проблематику исследования: влияние влажности воздуха на размеры плит МДФ является важным аспектом для обеспечения качества и стабильности продукции.

Актуальность темы: изменение размеров плит МДФ под воздействием влажности воздуха может привести к проблемам при монтаже и эксплуатации изделий, поэтому необходимо изучить данный фактор.

Цель исследования: определить степень влияния влажности воздуха на изменение размеров плит МДФ и разработать рекомендации по предотвращению негативных последствий.

Объект и предмет исследования: объектом являются плиты МДФ, предметом – влияние влажности воздуха на их размеры.

Методология исследования: экспериментальное изучение изменения размеров плит МДФ в зависимости от уровня влажности воздуха, анализ полученных данных и обобщение результатов.

Результаты исследования: установлено, что влажность воздуха оказывает значительное влияние на размеры плит МДФ, причем наиболее существенные изменения наблюдаются при колебаниях влажности в диапазоне 30-70% при различных режимах в кондиционной камере. Было выявлено что изменение размеров в среднем составляет 2-4 мм, что является негативным для плиты, она деформируется по длине, толщине и ширине.

Выводы: для предотвращения негативного влияния влажности воздуха на размеры плит МДФ необходимо контролировать уровень влажности в помещениях, где хранятся и обрабатываются плиты, а также использовать специальные пропитки и покрытия, повышающие устойчивость материала к изменению влажности.

Практические рекомендации: разработка и внедрение технологических процессов, учитывающих влияние влажности воздуха на размеры плит МДФ, а также создание нормативной документации, регламентирующей условия хранения и обработки материала. Пропитка гидрофобизаторами существенно снизит риск набирания в плиту влаги из окружающей среды, что хорошо скажется на качестве изготавливаемых плит, а также продлению жизненных свойств материала.

## **МЕТОД ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСЕРВАНТА ДРЕВЕСИНЫ ПРИ КОНТАКТЕ С ГРУНТОМ**

Основной целью метода является оценка эффективности консерванта по сравнению с эталонным материалом.

Согласно стандарту было подготовлено 80 образцов сечением  $500(\pm 2) \times 50(\pm 1) \times 25(\pm 0,5)$  мм с содержанием влаги  $(12 \pm 3)$  %. К испытанию применялись образцы, которые не имели сучков, трещин, пятен, гнили, червоточин и др. дефектов. Была измерена масса и влажность каждого образца.

Пропитываемые составы

– BioWood (24 образца, поглощение 4 и  $17 \text{ кг/м}^3$ )

– КМ (24 образца, поглощение 4 и  $17 \text{ кг/м}^3$ )

– СМ-1 (24 образца, поглощение 4 и  $17 \text{ кг/м}^3$ )

– Контрольные образцы (12 образцов)

При проведении пропитки контролировали поглощение защитных средств, для этого образцы древесины взвешивали с точностью до 0,1 г. до и после пропитки.

Поглощение сухих веществ защитного средства  $P$ ,  $\text{кг/м}^3$ , определяли по формуле 1.

$$P = \frac{0,001 \cdot (m_2 - m_1)}{V} \cdot C, \quad (1)$$

где  $m_1, m_2$  – масса образцов древесины до и после пропитки, г;  $V$  – объем образца древесины,  $\text{м}^3$ ;  $C$  – концентрация раствора защитного средства.

Образцы устанавливают на БШПЗ. Образцы каждой испытательной серии должны быть установлены вертикально с расстоянием между ними не менее 300 мм. Они должны быть заглублены на половину своей длины.

Затем каждый год проводится оценка образцов по рейтинговой системе поражения образцов микроорганизмами.

Вывод: таким образом полигонный метод испытаний является самым точным и наиболее эффективным для определения биостойкости пропитанной древесины во времени. Хотя и является продолжительным во времени.

## **ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Существует стандарт, который классифицирует материалы с содержанием формальдегида на такие категории:

E0 – концентрация токсичных компонентов не выше 5 мг/100 г.

E1 – концентрация токсичных компонентов – 7-9 мг/100 г.

E2 – концентрация вредных компонентов 10-20 мг/100 г.

Для определения класса эмиссии проводятся испытания, которые показывают, какое количество формальдегида выделяется из плиты в воздух за определенное количество времени. В зависимости от этого значения материалу присваивается определенный класс.

Проблема при формировании внутриотделочных работ – выделение формальдегида достигает ненормированных показателей. Использование этих композиционных материалов затрудняет расширение применения плитных материалов в строительстве и внутренней отделке.

Был проведен ряд исследований по модификации клеевых композиций карбомидоформальдегидных смол и фенолформальдегидных смол с использованием деполимеризованных гидролизных лигнинов производства СООО «СинерджиКом» соответственно деполимеризованным гидролизным лигнином S-DrillTMBND 40 и «S-Drill™ BND 95».

В составе, содержащем «S-Drill™ BND 40» в объеме 4% к карбомидоформальдегидной смоле эмиссия формальдегида снизилась в 3 раза. При добавке к фенолформальдегидной смоле СФЖ 3014 (состав 7) лигнинового реагента «S-Drill™ BND 95» в количестве 33,3% эмиссии формальдегида не наблюдалось вообще.

Фанера соответствует требованиям международных стандартов для низкоэмиссионной фанеры – E0-E0,5, но увеличивает стоимость.

Основной проблемой создания бесформальдегидных смол является деспергирование альбуминовых, глютиновых, поливинилацетатных связующих с целью увеличения прочности клеевых соединений фанеры, а также удешевление технологии изготовления смол с применением деполимеризованных лигнинов.

Студ. Е.А. Кулецкий  
Науч. рук. доц. А.Б. Сухоцкий  
(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА**

Модернизацию тепловых пунктов осуществляют для усовершенствования теплоснабжения здания в соответствии с современными требованиями.

Основные задачи модернизации – организация учета теплоснабжения абонентом и сокращение потребления тепловой энергии при улучшении уровня теплового комфорта в обслуживаемых помещениях. Для этого, прежде всего, на абонентском вводе устанавливают прибор учета и автоматический регулятор теплового потока, корректирующий отпуск теплоты по погодным условиям.

Указанные процессы в тепловом пункте изменяют режим теплоснабжения абонента с качественного на качественно-количественное. С гидравлической точки зрения – это переход от постоянного гидравлического режима к переменному.

Объект исследования – система отопления и горячего водоснабжения жилого здания по адресу г. Минск, ул. Тухачевского, д. 19 на основе индивидуального теплового пункта.

Цель работы: анализ, модернизация индивидуального теплового пункта путем автоматизации в целях эффективного использования тепловой энергии для нужд отопления и горячего водоснабжения.

Годовая экономия тепловой энергии от внедрения регулятора расхода составила 66,73 Гкал (10,6 т.у.т). Годовая экономия тепловой энергии Гкал от внедрения пластинчатого теплообменника составила 44,03 Гкал (7,14 т.у.т).

Можно сделать вывод, что модернизация индивидуального теплового пункта жилого дома рентабельна так как при капиталовложении в объеме 50880 бел. руб. срок окупаемости составляет 4,36 года.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Сухоцкий А. Б., Гетало Ю. О., Вакулук О. В. Современное энергосберегающее оборудование для тепловых пунктов// Каталог ГК «Теплосила», – 2017. – 72 с.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ**

В последние годы в Беларуси экономии топлива и энергии придается все большее значение. Существующие ресурсы ограничены, поэтому возросла потребность в проведении строгого и тщательного анализа обоснованности расходов на искусственное освещение. Современные световые технологии позволяют сэкономить от 30 до 80% потребляемой электроэнергии.

Освещение используется во всех сферах деятельности человека. В осветительных установках расходуется около 13% всей генерируемой электрической энергии. Основными элементами системы искусственного освещения, являются осветительные приборы (светильники), включающие источник света и пускорегулирующую арматуру.

Осветительные приборы характеризуются потребляемой мощностью, световым потоком и освещенностью поверхности. Эффективность источников света характеризуется световой отдачей. К высокоэффективным, энергосберегающим источникам света относятся светодиодные LED-лампы. Достигнуть экономии электроэнергии, расходуемой на освещение, можно за счет рационализации управления освещением, совмещения работы искусственного освещения и естественного освещения, а также обеспечения возможности регулирования искусственного освещения.

Светодиоды могут использоваться в сочетании с датчиками движения или присутствия. Датчики движения автоматически включают освещение, когда обнаруживают движение и выключают при его отсутствии. Они реагируют на активность в определенной области помещения. Датчики движения должны размещаться во всех частях помещения, где они смогут обнаружить человеческую активность. Есть два типа датчиков движения: ультразвуковые и инфракрасные. Ультразвуковые датчики реагируют на звук, а инфракрасные датчики реагируют на тепло и движение. Могут использоваться фотодатчики, которые применяются для предотвращения работы наружного освещения в светлое время суток. Они реагируют на изменение условий освещения окружающей среды, что делает их полезными для всех видов наружного освещения.

Таким образом, потенциал возможной экономии электроэнергии, расходуемой на цели освещения, при использовании энергосберегающих технологий может составить порядка 60%.



## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов на предприятии является одним из важных фактов повышения эффективности его работы. В данной работе объектом исследований является Дворец Республики.

Дворец Республики является одним из крупнейших концертных и выставочных комплексов страны. Главная достопримечательность Дворца является Большой зал, рассчитанный на 2700 мест. Огромную роль, в создании комфортных и уютных условий отдыха для посетителей Дворца Республики, играет оптимальная и эффективная работа систем отопления, приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования воздуха, которые напрямую зависят от надежности теплоснабжения. Для снижения энергетических затрат в Дворце Республики предлагается установка пластинчато-ребристого утилизатора приточно-вытяжной вентиляции.

Рекуперация тепла – передача теплоты от вытяжного воздуха, выходящего из помещения, приточному воздуху за счет теплообмена. Наиболее часто используют пластинчато-ребристые рекуператоры. Достоинства: высокая эффективность теплообмена, компактность, возможность обработки потоков больших объемов. Недостатки: ограничения по температуре, чувствительность к загрязнению, сложность обслуживания.

Предварительный анализ показал [1], что при внедрении одного утилизатора приточно-вытяжной вентиляции можно получить экономию топлива равной 2,85 т у. т. при расходе воздуха 0,156 м<sup>3</sup>/с, рассчитанного на 14 человек. Тогда нам понадобится 193 утилизатора, чтобы обеспечить 2700 человек с расходом воздуха 30 м<sup>3</sup>/с. При стоимости пластинчато-ребристого утилизатора 10000,00 руб. срок окупаемости теплообменника составит приблизительно 5,4 года.

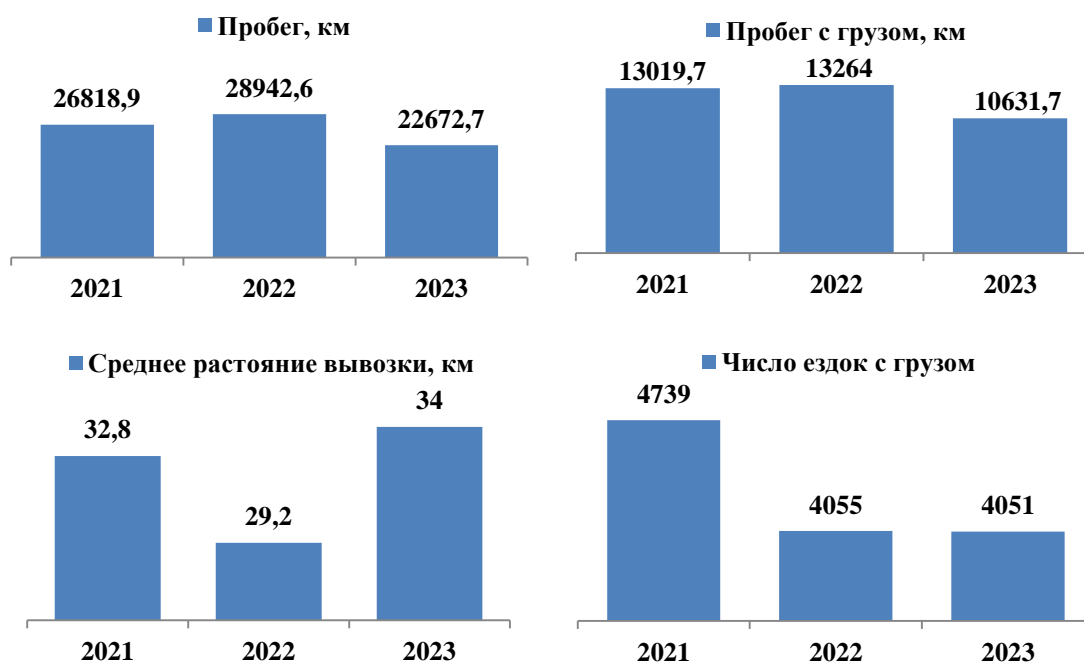
### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь «Департамент по энергоэффективности» [Электронный ресурс] / Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий (ред. от 11.11.2020). – Режим доступа: [https://energoeffekt.gov.by/super-vision/framework/20201118\\_tepem2](https://energoeffekt.gov.by/super-vision/framework/20201118_tepem2) – Дата доступа: 10.04.2024.

**АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ СОРТИМЕНТОВОЗОВ В МОГИЛЕВСКОМ ЛЕСХОЗЕ**

К основным технико-эксплуатационным показателям работы грузовых автомобильных транспортных средств относят: коэффициент использования парка транспортных средств, скорость движения, коэффициент использования пробега, коэффициент использования вместимости подвижного состава, скорость доставки грузов, производительный пробег и ряд других [1, 2].

С целью изучения основных показателей работы ГЛХУ «Могилевский лесхоз», нами были проанализированы отчетные данные о работе парка сортиментовозов на вывозке заготовленной древесины. Результаты исследований представлены на рис. 1.



**Рисунок 1 – Анализ основных технико-эксплуатационных показателей работы сортиментовозов**

Проведенный анализ работы показывает, что в целом транспортный процесс перевозки лесоматериалов организован удовлетворительно.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Ванчукевич В.Ф., Седюкевич В. Н., Холупов В. С. Автомобильные перевозки. Минск: ДизайнПро, 1999. 224 с.
2. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки. Киев: Вища школа. 1986. 447 с.

Науч. рук. доц. Р.О. Короленя (кафедра информатики и веб-дизайна, БГТУ);  
доц. Е.И. Бавбель (кафедра лесных машин, дорог и технологий  
лесопромышленного производства, БГТУ)

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ДОРОГ В БРИТАНСКОЙ КОЛУМБИИ**

Одной из богатейшей лесами страной является Канада [1]. Наибольшие объемы заготовки древесины в Канаде приходится на провинцию Британская Колумбия [2]. Заготовленная древесина перевозится по специальным ресурсным дорогам [3]. Они не являются частью провинциальной системы автомагистралей. Они часто используются промышленными транспортными средствами, задействованными для нужд лесного и сельского хозяйства, горнодобывающей и нефтегазовой отраслей.

Существуют различные типы ресурсных дорог. Большинство из них – это дороги, которые используются для доступа к лесным ресурсам. Стандарты проектирования лесных дорог имеют ключевое значение для обеспечения безопасности, устойчивости и учета окружающей среды. Организация «Форестс Бритиш Колумбия» ("Forests British Columbia") разрабатывает и регулирует данные стандарты [3]. К ним относятся такие аспекты, как устойчивость дорог к изменениям ландшафта, обеспечение доступа к ресурсам леса, сохранение водных ресурсов и биоразнообразия, а также учет специфических погодных условий и энергоэффективности.

Эти нормы регулируют спецификацию конструкции дорог, руководящие уклоны, допустимую нагрузку, использование стабилизирующих элементов, а также требования к водоотводу и предотвращению эрозии. Благодаря такой детальной разработке стандартов, дорожные проекты в Британской Колумбии обеспечивают безопасность движения, уменьшают негативное воздействие на окружающую среду и способствуют устойчивому развитию региона.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Canadian Forest Policy: Adapting to Change, edited by M.Howlett // University of Toronto Press Incorporated, 2001, 446 pages
2. Canadian natural resource and environmental policy. Second edition. Melody Hessing, Michael Howlett, Tracy Summerville // Canada, Vancouver, The University of British Columbia, 2005, 369 pp.
3. Resource roads [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/industry/natural-resource-use/resource-roads> – Дата доступа: 14.03.2024.

# СОДЕРЖАНИЕ

## Секция ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ

<i>Андрончик Я.А.</i> Перспективные приемы ландшафтной организации береговой линии водоемов в крупных городах .....	4
<i>Архипова У.В., Кубрак П.А.</i> Лесоводственно-таксационные показатели ельников в дальней части Никольской лесной дачи .....	5
<i>Белько Н.С.</i> Лесоводственная эффективность рубок главного пользования в сосновых насаждениях Логойского лесхоза .....	7
<i>Богомолова А.Ю.</i> Проектные предложения по благоустройству и озеленению территории ботанического сада УО «Белорусский государственный медицинский университет» .....	8
<i>Бруцкая В.В.</i> Характеристика лесного фонда заказника местного значения «Старобинский» .....	10
<i>Булай У.А., Чижевская М.В., Осипенко А.П.</i> Использование ГИС-технологий для расчета размера рубок ухода в сосновых лесах Ивьевского лесхоза .....	12
<i>Грицкевич И.Н.</i> Рубки ухода в сосняках Боровиковского лесничества Лунинецкого лесхоза .....	14
<i>Данилюк И.В.</i> Современные приемы формирования комфортной среды для лиц пожилого возраста и инвалидов средствами ландшафтного дизайна .....	16
<i>Игнатенко Е.Ф.</i> Рубки ухода в мягколиственно-сосновых насаждениях Лоевского лесхоза .....	18
<i>Игнатюк Е.А.</i> Формирование комплекса крупных фитовагов в различных биогекценозах .....	20
<i>Карпеленя Ю.А., Лешкова В.В., Леменкова А.Д.</i> Использование спектральных индексов для оценки пожарной опасности лесного фонда Климовичского лесхоза .....	22
<i>Климович И.Д.</i> Птеридофлора лесных массивов Луговой Слободы (Минский район) .....	24
<i>Козакова Д.С., Седнева А.В.</i> Перспективы использования гиацинтов в цветочно-декоративном оформлении г. Минска .....	27
<i>Козел А.А.</i> Анализ состояния постоянной лесосеменной базы сосны обыкновенной Стародорожского лесхоза .....	29
<i>Кривенко А.В.</i> Практики создания цветочно-декоративных композиций на затененных участках г. Минска .....	31
<i>Кубитель Д.С.</i> <i>Thelephora terrestris</i> – враг или друг молодых растений сосны и ели? .....	33
<i>Лешкевич Д.Б.</i> Рубки ухода в сосновых насаждениях Копыльского лесничества .....	35
<i>Мамуль П.О.</i> Опыт проведения несплошных рубок главного пользования в сосновых насаждениях «Гродненского лесничества» .....	37
<i>Мартыненко А.А.</i> Реализация программы фенологических наблюдений за лиственницей европейской в условиях ареала интродукции .....	39
<i>Мелех А.Г.</i> Динамика индексов пространственной структуры в средневозрастных сосняках орляковых .....	41
<i>Миرونчик Е.И.</i> Лесопатологическое состояние еловых насаждений Логойского лесничества и мероприятия по повышению их оздоровлению ...	42

<i>Москалева Д.А.</i> Проектные предложения по благоустройству и озеленению южной части парка Дружбы народов в городе Минске .....	44
<i>Николаенко А.М.</i> Владимир Трофимович Николаенко, как лесовод-практик (к 100-летию со дня рождения) .....	46
<i>Пантюк М.П., Рыжкович К.Р., Шкробот А.В.</i> Бонитировка сосновых лесов Щучинского лесхоза с использованием повидельной базы данны .....	48
<i>Равино В.В., Зеленкевич В.В.</i> Особенности благоустройства территории рыбацкого клуба .....	50
<i>Расолько Н.В.</i> Зависимость таксационных показателей ели от пространственной структуры в смешанном древостое .....	52
<i>Ромме Н.С.</i> Современные малые архитектурные формы и элементы благоустройства в городской среде .....	55
<i>Сандрыгайло А.В.</i> Инвазивный патоген <i>Phytophthora alni</i> на территории Беларуси .....	57
<i>Соловьева Д.С.</i> Опыт проведения прореживаний и проходных рубок в сосновых насаждениях Заславльского лесничества Минского лесхоза .....	60
<i>Степанова О.В., Решетняк Е.В.</i> Особенности разработки дизайн-проекта выставочного сада на территории Лидского районного центра экологии, туризма и краеведения .....	62
<i>Тарасевич А.А.</i> Проектные предложения по благоустройству и озеленению территории усадьбы Швыковских в г. Пружаны .....	64
<i>Тарлецкий Е.В.</i> Массовое усыхание ясеневых лесов: вредоносность и защитные мероприятия .....	65
<i>Усманова В.Д.</i> Лесоводственно-таксационные показатели смешанных лесных культур К.Ф. Тюрмера .....	69
<i>Хотян Е.Е.</i> Особенности использования многолетних декоративно-лиственных цветочных культур в озеленении Партизанского района города Минска .....	71
<i>Шамас Р.</i> Малые архитектурные формы и элементы благоустройства для организации безбарьерной среды на городских площадях .....	73
<i>Шишинок А.С.</i> Современный опыт ведения лесного хозяйства в условиях высокой численности копытных .....	75

## **Секция ЛЕСНОЙ ИНЖЕНЕРИИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И ДИЗАЙНА**

<i>Баранова Я.М.</i> Особенности технологии сквозного складирования для лесозаготовительного производства .....	78
<i>Барташевич И.И.</i> Система показателей для оценки эффективности транспортного процесса перевозки лесных грузов.....	79
<i>Бедная Ю.А.</i> Выявление сезонности в перевозках лесоматериалов .....	80
<i>Бладько Я.Р., Будовская А.А., Пушило А.А.</i> Особенности заготовки древесной кроны в энергетических целях .....	81
<i>Будовская А.А.</i> Сравнительная оценка расчета времени оборота при перевозке лесоматериалов .....	82
<i>Вергейчик Д.А.</i> Особенности валки опасных деревьев бензиномоторными пилами .....	83
<i>Воронова К.В., Карпечина В.Ю.</i> Особенности логистики «Последней мили» .....	84

<i>Вязова Е.Д.</i> Особенности международных перевозок грузов автомобильным транспортом в настоящее время .....	85
<i>Гриневич К.А.</i> Определение оптимального соотношения кранов на выгрузке и транспортных средств для перевозки лесных грузов .....	86
<i>Гриневич К.А.</i> Статистическое моделирование работы сортиментовозов и разгрузочных средств .....	87
<i>Карпечина В.Ю., Воронова К.В.</i> Транспортно-технологические схемы перевозки лесоматериалов .....	88
<i>Кузник В.С.</i> Логистический метод XYZ-анализа для лесозаготовительного производства .....	89
<i>Кырбык Е.О., Барташевич Е.И.</i> Алгоритм оценки влияния размещения промежуточных складов лесоматериалов на транспортные расходы .....	90
<i>Лысковец К.М., Турбал К.А.</i> Циклы перевозок лесных грузов и их структура .....	91
<i>Манько А.С.</i> Факторный анализ трудоемкости перевозок лесных грузов автомобильным транспортом .....	92
<i>Теплова К.Ю., Шкут Д.О.</i> Хранение древесной кроны в условиях лесных складов .....	93
<i>Третьякова Р.В.</i> Обоснование эффективности использования малоценного и вторичного древесного сырья .....	94
<i>Третьякова Р.В.</i> Оценка применимости теории ограничений систем Голдратта для анализа лесозаготовительного производства .....	95
<i>Урбанович И.А., Лавриеня И.А.</i> Разработка схемы накопительной площадки платформ для перевозки лесоматериалов .....	96
<i>Урбанович И.А., Лавриеня И.А.</i> Определение оптимального числа полуприцепов при челночном способе перевозки лесных грузов .....	97
<i>Ананич Д.И.</i> Методы контроля цвета лакокрасочных покрытий .....	98
<i>Боскина А.М.</i> История развития и совершенствования матрасов .....	99
<i>Гимро А.А.</i> Садовая мебель из фанеры в параметрическом стиле .....	100
<i>Гусак А.А.</i> Smart мебель: как интегрированные технологии внедряются в мебельную индустрию .....	101
<i>Лухверчик В.А.</i> Нестандартное применение древесины и древесных материалов .....	102
<i>Мигун А.Н.</i> Особенности дизайна интерьеров в стиле 70-х годов .....	103
<i>Милянченко К.А.</i> Современный мебельный крепеж .....	104
<i>Павлович М.И.</i> Особенности технологии декорирования изделий из древесины в технике маркетри .....	105
<i>Терешкина Д.В.</i> Характеристика и преимущества систем УФ-светодиодного отверждения лакокрасочных покрытий мебели .....	106
<i>Баранова Я.М., Стражевич А.А.</i> Тепловой баланс червячной передачи. Проблемы и пути решения .....	107
<i>Казачков В.Д., Шкут Д.О.</i> Применение интегрированных систем прочностного анализа для решения инженерных задач лесного комплекса ..	108
<i>Корягин Е.А.</i> Влияние условий эксплуатации лесных машин на надежность их деталей .....	109
<i>Красовский А.П., Шинкевич М.С.</i> Анализ конструкций креплений образцов для механических испытаний при исследовании характеристик усталости ..	110
<i>Стреха З.С.</i> Повышение надежности лесных машин методами поверхностного упрочнения их деталей .....	111

<i>Антонюк М.П.</i> Производство огнестойкой фанеры .....	112
<i>Генюш И.В.</i> Исследование антисептиков для древесины из группы ССА-соли .....	113
<i>Грищенко А.С.</i> Опыт использования сушильных камер Secea и Cathild на деревообрабатывающих предприятиях Республики Беларусь .....	114
<i>Дубатовка Ю.О., Сивеня П.О.</i> Применение программ трехмерного моделирования для расчета поставов при распиловке бревна на пиломатериалы .....	115
<i>Неронский Д.Ю.</i> Исследование влияние влажностных показателей воздуха на размеры плит МДФ .....	116
<i>Панизник А.В.</i> Метод полевых испытаний для определения относительной защитной эффективности консерванта древесины при контакте с грунтом ..	117
<i>Хвостова В.П.</i> Проблемы производства экологически безопасных плитных материалов .....	118
<i>Кулецкий Е.А.</i> Модернизация теплового пункта .....	119
<i>Павловец Д.М.</i> Повышение эффективности систем освещения .....	120
<i>Сидоревич С.В.</i> Повышение эффективности энергопотребления здания .....	121
<i>Бедная Ю.А.</i> Анализ технико-эксплуатационных показателей работы сортиментовозов в Могилевском лесхозе.....	122
<i>Лысковец К.М., Гринь К.А.</i> Особенности проектирования лесных дорог в Британской Колумбии.....	123

Научное издание

**Тезисы докладов  
75-й научно-технической конференции  
учащихся, студентов и магистрантов**

**Часть 1**

Электронный ресурс

В авторской редакции

Компьютерная верстка: *Ю.А. Ларинина, Д.П. Бабич,  
С.В. Бушева, Е.О. Черник*

Усл. печ. л. 7,32. Уч.-изд. л. 7,56.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
УО «Белорусский государственный технологический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№1/227 от 20.03.2014  
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск