

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



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

18–23 апреля 2022 г.

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

В 4-х частях

Часть 1

Минск 2022

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

**73-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов:** тезисы докладов : в 4-х ч. – Минск, 18–23 апреля 2022 г. [Электронный ресурс] – Минск : БГТУ, 2022. – Ч. 1. – 175 с.

Сборник составлен по итогам 73-й студенческой научно-технической конференции Белорусского государственного технологического университета, проведенной с 18 по 23 апреля 2022 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. биолог. наук	В.А. Ярмолович
декан факультета ЛИД, доцент, канд. техн. наук	В.Н. Лой

Редакционная коллегия:

зав. кафедрой ЛКиП, доцент, канд. с.-х. наук	С.В. Ребко
зав. кафедрой ЛПиСПС, доцент, канд. биол. наук	Г.А. Волченкова
зав. кафедрой ТДП, доцент, канд. техн. наук	И.К. Божелко
доцент кафедры ЛМДиТЛП, канд. техн. наук	С.Е. Арико
доцент кафедры лесоводства, канд. с/х. наук	Д.В. Шиман

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2022

**Секция  
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ**

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОДЕЙСТВИЮ ЕСТЕСТВЕННОМУ ВОЗОБНОВЛЕНИЮ ЛЕСА В ПЕРВОМАЙСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ГОРЕЦКОГО ЛЕСХОЗА

С рубкой лесов тесно связано возобновление. Золотое правило лесоводов гласит: «Нельзя рубить лес следующей лесосеки, пока не произошло возобновление на предыдущей...». При соблюдении этого правила решаются многие актуальные задачи, из которых главная: леса на нашей планете должны быть не только сегодня, но и завтра.

Горецкий лесхоз Могилевского ГПЛХО расположен в северо-восточной части Могилевской области на территории Горецкого, Дрибинского, Мстиславского и Кричевского районов. Общая площадь лесхоза 72,06 тыс. га, из нее покрытые лесом земли – 62,9 тыс. га или 87,3% [1]. Распределение лесов лесхоза по категориям следующее: природоохранные леса (2,0%), рекреационно-оздоровительные леса (2,4%), защитные леса (32,5%), эксплуатационные леса (63,1%). Формационная структура лесов характеризуется преобладанием ели европейской (39,3%), березы повислой (22,7%) и сосны обыкновенной (18,1%) от лесопокрытой площади.

Объем мероприятий по содействию естественному возобновлению леса, преимущественно механическая обработка почвы (минерализация), выполненных лесхозом в 2018–2020 гг. составил 120,0 га.

На основании сводной ведомости сосновых насаждений, назначенных в рубку главного пользования по лесничеству, составлен проект мероприятий по содействию естественному возобновлению леса под пологом леса и на непокрытых лесом землях – вырубки (таблица 1). Как видно, этот объем по лесничеству составит 37,2 га.

**Таблица 1 – Проектируемый объем различных способов содействия**

Мероприятия	Вид земель, га		Итого
	под пологом леса	на непокрытых лесом землях	
1. Механическая обработка почвы	27,9	8,3	36,2
2. Огораживание вырубок и лесосек	1,4	0,7	2,1
3. Посадка главных древесных пород в количестве не более 25 % от принятой нормы густоты сплошных культур	1,0	–	1,0
Всего, га	28,9	8,3	37,2

Для проектирования мероприятий по содействию естественному возобновлению леса после проведения рубок главного пользования в

сосняках лесничества было заложено 6 пробных площадей, в типологическом отношении – в сосняках кисличных и долгомошных.

Ориентируясь на эколого-сберегающие технологии проведения рубок леса, производительность и безопасные условия труда составлены 4 проекта мероприятий с расчётом технико-экономических показателей (таблица 2).

**Таблица 2 – Сравнительная экономическая эффективность запроектированных мероприятий**

Статьи затрат	Направление лесовосстановления			
	естественное		комбинированное	искусственное
	методы лесовосстановления			
	минерализация почвы	минерализация почвы совместно с огораживанием	посадка главных древесных пород	создание лесных культур
Основная заработная плата	140,7	558,3	294,0	868,7
в т. ч. тарифный фонд заработной платы	40,2	159,5	84,0	248,2
премии и другие выплаты	100,5	398,8	210,0	620,5
Дополнительная заработная плата	16,9	67,0	35,3	104,2
Начисления на заработную плату	54,5	216,4	113,9	336,6
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	47,5	47,5	31,4	423,6
Стоимость основных материалов	–	–	315,0	403,5
Итого прямых затрат	259,6	889,2	789,6	2 136,6
Общепроизводственные расходы	51,9	177,8	157,9	427,3
Полная себестоимость	311,5	1 067,0	947,5	2 563,9

Таким образом, выбор естественного направления лесовосстановления эффективен как с лесоводственно-экологической стороны, так и экономически. Так, минерализация почвы потребует в 8 раз, минерализация почвы совместно с огораживанием – в 2,4 раза, посадка главных древесных пород – в 2,7 раза меньше затрат, чем создание сплошных лесных культур.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проект организации и развития лесного хозяйства ГЛХУ «Горецкий лесхоз» Могилевское ГПЛХО на 2014–2023 / ЛРУП «Белгослес». – Витебск, 2013. – Т. 1: Пояснительная записка. – 309 с.

## РУБКИ УХОДА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ДВОРЕЦКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛУНИНЕЦКОГО ЛЕСХОЗА

В процессе формирования леса с момента его образования до возраста главной рубки из насаждения периодически вырубают отдельные деревья (нежелательные) оставляя лучшие деревья главных пород. Рубки ухода за лесом – важнейшее лесохозяйственное мероприятие, направленное на выращивание устойчивых, хозяйственно ценных и высокопродуктивных насаждений, на улучшение других полезных свойств и функций леса.

Лунинецкий лесхоз Брестского ГПЛХО расположен в восточной части Брестской области на территории Лунинецкого и Житковичского районов. Общая площадь лесхоза составляет 145,4 тыс. га, из нее покрытые лесом земли – 117,7 тыс. га или 80,1% [1]. Распределение лесов лесхоза по категориям следующее: природоохранные леса (24,7%), рекреационно-оздоровительные леса (2,9%), защитные леса (8,4%), эксплуатационные леса (64,0%). Формационная структура лесов характеризуется преобладанием мягколиственных (48,9%) и хвойных (41,1%) насаждений. Твердолиственные насаждения занимают 7,3%. Из хвойных пород доминирует сосна обыкновенная – 39,2% от лесопокрытой площади.

На основании сводной ведомости сосновых насаждений, требующих назначения рубок ухода по лесничеству, произведен расчет ежегодных объемов их проведения по видам (таблица 1). Как видно, этот объем по лесничеству по площади составит 100,5 га при выбираемом запасе 1 073,3 м<sup>3</sup>.

**Таблица 1 – Ежегодный объем рубок ухода по видам**

Вид рубки ухода	Площадь насаждения, нуждающаяся в уходе, га	Вырубаемый запас, м <sup>3</sup>	Средняя повторяемость рубки, лет	Ежегодный размер рубки ухода	
				по площади, га	по запасу, м <sup>3</sup>
Осветление	3,1	12	3,7	0,8	3,2
Прочистка	91,8	938	5,8	15,8	161,7
Прореживание	96,3	3 747	7,3	13,2	513,3
Проходная рубка	833,8	46 091	11,8	70,7	3 906,0
Итого	1 025,0	50 788	–	100,5	4 584,2

Для изучения влияния рубок ухода на древостой и проектирования их нормативов в сосняках лесничества было заложено 6 пробных площадей, в типологическом отношении – в сосняках мшистых и черничных, т.е. в наиболее распространённых (84,6%) типах леса.

Ориентируясь на эколого-сберегающие технологии проведения рубок леса, производительность и безопасные условия труда нами были предложены технологии проведения прореживания и проходной рубки на базе одно- и многооперационных лесных машин [2]. Для этого были составлены нормативно-технологические карты, выполнены расчёты технико-экономических показателей (таблица 2).

**Таблица 2 – Экономическая эффективность рубок ухода**

Экономический показатель	Прореживание (STIHL MS 361+ МПТ-461.1)	Проходная рубка	
		STIHL MS 361+ МПТ-461.1	Амкодор 2541+ МЛПТ-354 М1
Площадь, га	2,3	3,4	3,4
Себестоимость проведения рубок, руб.:			
– на 1 га;	1 685	1 378	1 351
– на 1 м <sup>3</sup> (ликвида).	54	25	25
Трудозатраты, чел.-дн.:			
– на 1 га;	14,70	11,59	2,02
– на 1 м <sup>3</sup> (ликвида).	0,47	0,23	0,04
Доход от реализации древесины, руб.:			
– на 1 га;	636	1 415	1 415
– на 1 м <sup>3</sup> (ликвида).	21	28	28
Окупаемость затрат	0,38	1,03	1,05

Таким образом, выполненные экономические расчеты эффективности рубок ухода за лесом показали, что коэффициент окупаемости на прореживании на базе однооперационных лесных машин составит 0,38, для проходной рубки на базе однооперационных лесных машин – 1,03, многооперационных – 1,05. Связано это с более высоким уровнем доходов от реализации заготовленной древесины и наименьшими трудозатратами на их проведение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проект организации и ведения лесного хозяйства «Лунинецкий лесхоз» на 2019–2028 годы. – Т1. – Пояснительная записка. – Минск, 2019. – 361 с.
2. Об утверждении Правил рубок леса в Республике Беларусь: постановлением М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 68 (8/31584), с изм.: 10.08.2018 г. (8/33355) и 12.04.2019 г. (8/34057).

## **ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛОСНО-ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В ЛЕСАХ ЛИМЕНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЧЕРИКОВСКОГО ЛЕСХОЗА**

С 2010 г. в Беларуси фиксируется массовое усыхание сосновых древостоев [1]. Одним из эффективных путей формирования естественных сосновых насаждений является проведение сплошных рубок главного пользования с применением мероприятий по содействию естественному возобновлению леса. В последние годы среди сплошных рубок растет интерес к полосно-постепенным рубкам. Данный вид рубки одновременно содействует сохранению средообразующей роли насаждения, способствует формированию нового поколения леса естественного происхождения из главных древесных пород и обеспечивает своевременное использование запасов спелой древесины [2].

В Лименском лесничестве Чериковского лесхоза Могилевского ГПЛХО среди сосновых насаждений, где возможно проведение полосно-постепенных рубок главного пользования, преобладают сосняки мшистые – 69,5%, с полнотой 0,7 (66,8%), I и II классов бонитета (96,6%). Лесоустройством 2013 г. по лесничеству фактически полосно-постепенные рубки назначены на 92,0 га в сосняках мшистых и орляковых с полнотами 0,5–0,7.

Объектами исследования являлись сосняки мшистые и орляковые, где проведен первый прием полосно-постепенных рубок. Исследуемые насаждения по составу чистые или смешанные, спелые. Насаждения различны по продуктивности – I<sup>a</sup>, I, II, III классов бонитета и полноте – от 0,36 до 0,74.

Для характеристики древостоя в 2019 г. заложено 4 пробные площади, на которых заложено 200 учетных площадок площадью 2,0 м<sup>2</sup> [3]. Была составлена сравнительная характеристика формируемых насаждений, из которой установлено, что в первом случае, подрост начал формироваться за несколько лет до вырубки, а после рубки появилось достаточное количество естественного возобновления, что позволяет сформироваться в будущем устойчивым насаждениям. Подтверждением этому служили результаты исследований на пробной площади №3, где количество условно крупного подроста после рубки составляло 3060 шт./га.

Во втором случае, когда под пологом спелого насаждения подроста недостаточно, либо он отсутствовал вовсе, в процессе проведения рубок за счет оставляемых на последующие приемы деревьев, происходило естественное возобновление, чему способствовала минерализация почвы в вырубленных полосах. Этому свидетельствовали результаты исследований на пробных площадях №1 и №4, где количество условно крупного подроста составило 3995 шт./га и 1460 шт./га соответственно, а количество появившегося самосева сосны на пробной площади №4 составило 7600 шт./га.

В 2021 г. вновь была проведена оценка естественного возобновления на данных площадях в вырубленных полосах, где за прошедшие два года ни на одном из участков не было проведено второго приема полосно-постепенной рубки. Отмечено, что на всех участках успешно продолжают формироваться сосновые молодняки. Так на пробных площадях №1 и №4, где подрост на начало рубки вовсе отсутствовал, к 2021 г. количество условно крупного подроста увеличилось до 5085 шт./га и 3640 шт./га соответственно. На пробной площади №3 количество условно крупного подроста выросло до 6255 шт./га. Количество условно крупного подроста на пробной площади №2, где первый прием рубки был проведен в 2019 г., уже в 2021 г. составило 4455 шт./га, так же появился самосев сосны в количестве 1450 шт./га.

В ходе исследования опыта полосно-постепенных рубок в Лименском лесничестве отмечено, что при качественном выполнении первых приемов наблюдается процесс создания новых насаждений естественного происхождения из главных древесных пород, что в полной мере соответствует целям ведения лесного хозяйства в данных условиях местопроизрастания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сазонов А.А. «Биологический пожар» соснового леса / А.А. Сазонов, В.Б. Звягинцев // Лесное и охотничье хозяйство. – 2016. – № 6. – С. 9–13.
2. Рекомендации по проведению полосно-постепенных рубок в лесах Республики Беларусь / К.В. Лабоха [и др.] // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. трудов / Национальная академия наук Беларуси, Институт леса. – Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2011. – Вып. 71. – С. 89–100.
3. Бирюкова Н.В. Биологическое разнообразие растительности в сосновых насаждениях при проведении полосно-постепенных рубок в ГЛХУ «Чериковский лесхоз» / Н.В. Бирюкова // 71-я науч.-техн. конф. учащихся, студентов и магистрантов: тезисы докладов, 20–25 апреля 2020 г., Минск: в 4 ч. Ч. 1. – Минск: БГТУ, 2020. – С. 90–91.

## **ФОРМИРОВАНИЕ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ РУБКАМИ УХОДА В РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЕ ГПУ НП «НАРОЧАНСКИЙ»**

Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Нарочанский» Управления делами Президента Республики Беларусь расположен в северо-западной части Минской области на территории Мядельского и Вилейского районов, частично на территории Витебской области (Поставский район) и частично на территории Гродненской области (Сморгонский и Островецкий районы) Общая площадь национального парка составляет – 66,13 тыс. га, из нее покрытые лесом земли составляют 45,45 тыс. га или 68,7% территории национального парка.

Цель данной исследовательской работы – изучение опыта Сырмежского лесничества ГПУ НП «Припятский» по формированию сосновых насаждений рубками ухода в рекреационной зоне.

Рубки ухода за лесом являются основным видом рубок, проводимых на территории Сырмежского лесничества. В условиях национального парка в задачи рубок ухода входит не только предотвращение потерь древесины в виде естественного отпада и формирование насаждений с преобладанием хозяйственно-ценных пород, но, в первую очередь, сохранение биологического разнообразия лесов в связи с высокими рекреационными нагрузками. При правильном проведении рубок ухода улучшаются противопожарное и санитарное состояние насаждений, усиливаются водоохранные и защитные функции леса, в лесах рекреационной зоны повышается эстетическая ценность лесных насаждений из хозяйственно-ценных пород и т. д.

В Сырмежском лесничестве за последние 5 лет наибольший объем рубок ухода наблюдался в 2017 г. и составил 5 157,47 м<sup>3</sup>, а наименьший в 2019 г. В структуре рубок ухода преобладают проходные рубки – их доля за исследуемый период колеблется в пределах 68–84%. На территории лесничества больше половины рубок ухода проводятся в сосновых насаждениях.

Всего в рубках ухода нуждаются сосновые насаждения на площади 643,0 га, из них 68,0% нуждаются в проведении проходной рубки.

Среди участков, нуждающихся в рубках ухода, преобладают сосняки мшистые и орляковые, занимающие 44,0 и 31,5% соответственно,

насаждения с полнотой 0,8 и 0,9, которые составляют 43,6 и 53,8% соответственно. В уходе нуждаются сосновые насаждения преимущественно III класса возраста (61,4%), I класса бонитета (50,2%).

Для изучения опыта проведения рубок ухода в сосновых насаждениях рекреационной зоны Сырмежского лесничества Национального парка «Нарочанский» нами были подобраны 10 участков, на которых были проведены рубки ухода, из которых на 3 участках были проведены прореживания, а на 7 участках проходные рубки. Пробные площади были заложены в сосняках мшистых, орляковых. Возраст насаждений на пробных площадях варьировал от 28 до 74 лет, полнота – от 0,70 до 0,83, запас – от 121 до 302 м<sup>3</sup>/га. Бонитет насаждений на пробных площадях варьировал от I до II.

На пробных площадях была проведена оценка санитарного состояния насаждений. В целом санитарное состояние насаждений удовлетворительное. На пробных площадях 1, 3–7, где прореживания и проходные рубки были проведены в 2020 г. встречаются только деревья без признаков ослабления и ослабленные, на пробных площадях 2, 8–10, где рубки были проведены в 2019 г. отмечены и сильно ослабленные деревья. То есть при проведении рубок ухода в лесничестве деревья с признаками повреждений отбираются в рубку в первую очередь.

Оценив степень деградации лесной среды, насаждения на всех пробных площадях можно отнести к малонарушенным насаждениям, что соответствует II стадии рекреационной дигрессии.

Проходимость участков соответствует первому классу проходимости (продвижение свободно почти во всех направлениях).

В связи с тем, что большинство пробных площадей было заложено в сосняках мшистых, заметно преобладание мохово-лишайникового яруса в живом напочвенном покрове. Среди мхов на пробе были выявлены такие виды, как *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Dicranum polysetum* Sw., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not., среди лишайников на некоторых пробных площадях встречалась *Cladonia rangiferina* (L.) Weber ex F.H.Wigg. В травяно-кустарничковом ярусе преобладали *Vaccinium vitis-idaea* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hill, в небольшом количестве встречались *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, и *Luzula pilosa* (L.) Willd.

Проведенные расчеты экономической эффективности выполнения рубок ухода показали, что прореживания в лесничестве не окупаются, а проходные рубки полностью окупаются и дают прибыль за счет реализации заготовленной древесины.

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ  
НЕСПЛОШНЫХ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ  
КУРЕНЕЦКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
ВИЛЕЙСКОГО ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА**

Биологическое разнообразие – важнейшее фундаментальное явление, характеризующее процесс эволюции, которое идет на многих уровнях организации живого. Изучение и сохранение биологического разнообразия имеет важное значение среди проблем экологии, от решения которых зависит сама возможность сохранения жизни на земле и человечества как части биосферы.

Цель работы – выявление видового разнообразия растительности в сосновых насаждениях после проведения полосно-постепенной рубки в Куренецком лесничестве Вилейского опытного лесхоза.

Объемы рубок главного пользования по Куренецкому лесничеству за последние 3 года уменьшились. Наибольшая площадь участков, где проведены рубки главного пользования, зафиксирована в 2019 г. – 98,7 га. Такая же тенденция наблюдается и для полосно-постепенных рубок. Так в 2019 г. они были проведены на площади 33,4 га, а в 2021 г. уже на площади 5,8 га.

Объекты исследования – сосняки мшистые и черничные на 10 пробных площадях, где проведен первый прием полосно-постепенных рубок.

Для характеристики естественного возобновления нами заложено 140 учетных площадок площадью 2–20 м<sup>2</sup> (по 70 шт. в оставленной и вырубленной полосах).

Анализируя характеристики формируемых сосновых молодняков на пробных площадях, видно, что естественное возобновление сосняков после проведения полосно-постепенных рубок удовлетворительно на 2–5 участках, при этом на двух участках (2 и 3) этому поспособствовала минерализация почвы в вырубленных полосах. Количество условно крупного подроста варьирует от 7825 до 17 850 шт./га.

Таким образом, можно утверждать, что в ходе исследования опыта несплошных рубок главного пользования в лесничестве, при качественном выполнении первых приемов полосно-постепенных рубок

наблюдается процесс создания новых насаждений естественного происхождения из главных древесных пород, что в полной мере соответствует целям ведения лесного хозяйства в данных условиях местопроизрастания. Однако, во избежание заглушения ценных пород мягколиственными, необходимо проводить лесоводственные уходы.

По результатам наших исследований можно сделать вывод, что экологощадящая технология проводимых полосно-постепенных рубок в Вилейском опытном лесхозе в большинстве случаев позволяет минимизировать отрицательное воздействие машин и механизмов на компонентную структуру формируемых сосновых насаждений.

По видовому составу и состоянию живого напочвенного покрова можно оценить качество и своевременность проведения лесохозяйственных мероприятий. Для характеристики живого напочвенного покрова нами заложено на каждом участке 40 учетных площадок площадью 1,0 м<sup>2</sup> (по 20 шт. в оставляемой и вырубленной полосах).

Результаты исследований показали, что максимальным флористическим богатством характеризуется сосняк мшистый на участке №4, а наименьшим количеством – сосняк черничный на участке №3 после проведения рубки, сосняк мшистый на участке №1 после проведения рубки и сосняк мшистый на участке №5 до рубки.

Наибольшим проективным покрытием по травяно-кустарничковому ярусу характеризуется сосняк мшистый в вырубленной полосе на участке №5 – 55,5%, а по мохово-лишайниковому ярусу – сосняк мшистый в полосе с древостоем на участке №1 – 67,0%. Минимальное проективное покрытие по травяно-кустарничковому ярусу установлено в сосняке мшистом в вырубленной полосе на участке №1.

Сравнительная оценка экономической эффективности проведения полосно-постепенной рубки по двум технологиям: по классической схеме (бензопила + МПТ-461.1) и при разработке многооперационной техникой (харвестер + форвардер) на примере участка №1 показала, что рентабельность рубки независимо от технологии довольно высокая и составляет 115 и 82% соответственно.

Так как в Вилейском опытном лесхозе имеется многооперационная техника, то рекомендуем проводить разработку лесосек при полосно-постепенных рубках ею. Проведение рубок по экологически щадящим технологиям позволит увеличить безопасность труда за счет применения соответствующих технических средств и организации труда на лесосеке, снизить трудозатраты, повысить объемы лесозаготовок, сохранить устойчивость лесов к различным неблагоприятным факторам, заготавливать древесину в соответствии со спросом потребителей.

## **ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ НА ВЫРУБКАХ РАЗЛИЧНОЙ ДАВНОСТИ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЖЕЛУДОКСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЩУЧИНСКОГО ЛЕСХОЗА**

Исследования проводились в Желудокском лесничестве Щучинского лесхоза. Общая площадь лесного фонда лесничества составляет 8324 га. Преобладают сосновые насаждения, которые занимают 65,5% от площади лесного фонда лесничества.

В Желудокском лесничестве в последние годы наблюдается постепенное увеличение объемов рубок. Наибольшая площадь участков, где проведены рубки главного пользования, зафиксирована в 2018 г. – 51,0 га. Запас заготовленной при этом древесины составил 14 422 м<sup>3</sup>. Такая же тенденция наблюдается и для равномерно-постепенных рубок. Так в 2017 г. они были проведены на площади 22,4 га, а в 2020 г. уже на площади 26,6 га.

Для оценки естественного возобновления на вырубках различной давности в сосновых насаждениях на территории лесничества были выбраны 10 участков, в том числе 6 участков после проведения равномерно-постепенных рубок и 4 – после сплошнолесосечных. Участки представляли собой чистые сосновые древостои кисличного типа леса. Для оценки естественного возобновления на вырубках различной давности проведено натурное обследование и заложены 120 учетных площадок размером 20 м<sup>2</sup>.

Установлено, что на участках 5, 7, 9 после проведения сплошнолесосечной рубки без сохранения подроста с мерами содействия естественному возобновлению в виде оставления семенных деревьев в количестве от 10 до 14 шт./га через 4–5 лет после рубки наблюдается удовлетворительное естественное возобновление, то есть на данных участках возобновление главными породами не закончено, отмечено недостаточное количество естественного возобновления деревьев главных пород. На участке 5 количество естественного возобновления составляет 1800 шт., преобладает при этом осина (60%), а на участках 7 и 9, несмотря на преобладание хозяйственно-ценных пород (сосна, ель, дуб), количество естественного возобновления незначительное и составляет 900 и 400 шт. соответственно. Рекомендуем провести минерализацию почвы в местах, где естественное возобновление отсутствует, что будет способствовать появлению деревьев главных пород.

На участке 8 после проведения сплошнолесосечной рубки главного пользования через 3 года формируется сосново-ольховое насаждение составом 3С7Олч. Количество растений на участке составляет 9400 шт. Согласно Положению о лесоразведении и лесовосстановлении возобновление на участках с проведенными мерами содействия через 3 года считается хорошим, если в пересчете на 1 га имеется естественное возобновление в количестве не менее 4000 растений со средней высотой 0,1 м и более. При этом доля участия деревьев главной породы в составе хвойных лесных насаждений должна составлять не менее 3/10 состава.

На участках 6 и 10 окончательные приемы равномерно-постепенных рубок главного пользования были проведены в 2019 г., поэтому возможно сделать только предварительную оценку естественного возобновления, так как инвентаризация участков с проведенными мерами содействия естественному возобновлению лесов проводится осенью третьего года после проведения работ. В настоящее время на участке 6 количество естественного возобновления составляет 1450 шт., преобладает ольха черная. Участок 10 возобновляется хозяйственно-ценными породами – елью и дубом (800 шт.).

На участках 1–4, где были проведены равномерно-постепенные рубки с минерализацией почвы после первого приема через 7 лет после рубки, наблюдается неудовлетворительное естественное возобновление. Количество молодых растений варьирует от 200 до 1550 шт. Таким образом, данные участки следует списать и на них запроектировать создание лесных культур.

В условиях местопроизрастания С<sub>2</sub> рекомендуется создание смешанных лесных культур сосны обыкновенной и лиственницы европейской со схемой смешения 2 ряда сосны обыкновенной, 1 ряд лиственницы европейской, с размещением посадочных мест 2,50×0,75 м, густотой 5333 шт./га.

Сравнительная оценка экономической эффективности проведения сплошнолесосечной рубки без мер содействия естественному возобновлению, сплошнолесосечной рубки с мерами содействия естественному возобновлению, сплошнолесосечной рубки с последующим созданием лесных культур сосны обыкновенной с лиственницей европейской по классическим схемам (бензопила + МПТ-461.1), равномерно-постепенной двухприемной рубки при разработке многооперационной техникой (харвестер + форвардер) показала, что все рубки являются рентабельными. Рентабельность составляет 125%, 123%, 101%, 111% и 163% соответственно.

## РУБКИ УХОДА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НОВОТЕРУШКОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА СТАРОБИНСКОГО ЛЕСХОЗА

В процессе формирования леса с момента его образования до возраста главной рубки из насаждения периодически вырубает отдельные деревья, оставляя лучшие деревья главных пород. Рубки ухода за лесом – уход за лесом, осуществляемый путем удаления из насаждений нежелательных деревьев и создание благоприятных условий для роста лучших деревьев главных пород, направленный на формирование высокопродуктивных качественных насаждений и своевременное использование древесины [1].

Старобинский лесхоз Минского ГПЛХО расположен в южной части Минской области на территории Солигорского (99,1%), Любанского (0,1%) районов, Лунинецкого района Брестской области (0,2 %) и Житковичского района Гомельской области (0,6 %). Общая площадь лесхоза 100,1 тыс. га, из нее покрытые лесом земли – 84,8 тыс. га или 84,7% [2]. Распределение лесов лесхоза по категориям следующее: природоохранные (1,0%), рекреационно-оздоровительные (1,9%), защитные (8,7%), эксплуатационные (88,4%). Формационная структура лесов характеризуется преобладанием мягколиственных (49,7%) и хвойных (43,5%) насаждений, а из хвойных пород доминирует сосна обыкновенная – 41,8% от лесопокрытой площади.

На основании сводной ведомости сосновых насаждений, требующих назначения рубок ухода по лесничеству, произведен расчет ежегодных объемов их проведения по видам (таблица 1).

**Таблица 1 – Ежегодный объем рубок ухода по видам**

Вид рубки ухода	Площадь насаждения, нуждающаяся в уходе, га	Вырубаемый запас, м <sup>3</sup>	Средняя повторяемость рубки, лет	Ежегодный размер рубки ухода	
				по площади, га	по запасу, м <sup>3</sup>
Осветление	15,5	99	4,6	3,4	21,5
Прочистка	60,7	595	6,0	10,1	99,2
Прореживание	140,5	2 967	6,9	20,4	430,0
Проходная рубка	254,6	6 759	11,2	22,7	603,5
Итого	471,3	10 423	–	55,6	1 154,2

Как видно, этот объем по лесничеству по площади составит 55,6 га при выбираемом запасе 1 154,2 м<sup>3</sup>.

Для изучения влияния рубок ухода на древостой и проектирования их нормативов в сосняках лесничества было заложено 6 пробных площадей, в типологическом отношении – в сосняках мшистых и черничных, т.е. в наиболее распространенных (79,4%) типах леса.

Ориентируясь на эколого-сберегающие технологии проведения рубок леса, производительность и безопасные условия труда нами были предложены технологии проведения прореживания и проходной рубки на базе одно- и многооперационных лесных машин [1]. Для этого были составлены нормативно-технологические карты, выполнены расчёты технико-экономических показателей (таблица 2).

**Таблица 2 – Экономическая эффективность рубок ухода**

Экономический показатель	Вид рубки		
	прореживание «Stihl MS 361» + МПТ–461.1	проходная рубка	
		«Stihl MS 361» + МПТ–461.1	«Vimek 404 T6» + «Vimek 610.2»
Годовой объем рубок ухода в лесничестве, га	20,4	22,7	22,7
Годовой объем рубок ухода в лесничестве, м <sup>3</sup>	430,0	603,5	
Себестоимость проведения рубки ухода, руб.: – на 1 га	1 345,60 72,73	869,96 36,40	2 284,17 95,57
Доход от реализации древесины, руб.: – на 1 га	837,77 45,28	1 554,20 65,03	
Окупаемость затрат	0,62	1,79	0,68

Таким образом, коэффициент окупаемости на прореживании на базе однооперационных лесных машин составит 0,62, для проходной рубки на базе однооперационных лесных машин – 1,79, многооперационных – 0,68. Связано это с более высоким уровнем доходов от реализации заготовленной древесины и наименьшими трудозатратами на их проведение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Правил рубок леса в Республике Беларусь: постановлением М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 68 (8/31584), с изм.: 10.08.2018 г. (8/33355) и 12.04.2019 г. (8/34057).
2. Проект организации и ведения лесного хозяйства Старобинского лесхоза на 2021–2030 годы. – Т1. – Пояснительная записка. – Минск: Белгослес, 2020. – 239 с.

## РУБКИ УХОДА В БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ДЗЕРЖИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА МИНСКОГО ЛЕСХОЗА

В процессе формирования леса с момента его образования до возраста главной рубки из насаждения периодически вырубает отдельные деревья, оставляя лучшие деревья главных пород. Рубки ухода за лесом – важнейшее лесохозяйственное мероприятие, направленное на выращивание устойчивых, хозяйственно ценных и высокопродуктивных насаждений, на улучшение других полезных свойств и функций леса.

Минский лесхоз Минского ГПЛХО расположен в центральной части Минской области на территории Минского, Дзержинского, Пуховичского и Узденского районов. Общая площадь лесхоза составляет – 40602,9 га, из нее покрытые лесом земли – 36642,9 га или 96,2% [1]. Распределение лесов лесхоза по категориям следующее: природоохранные леса (4,1%), рекреационно-оздоровительные леса (8,9%), защитные леса (25,8%), эксплуатационные леса (61,2%). Формационная структура лесов характеризуется преобладанием хвойных (53,6%) и мягколиственных (42,0%) насаждений. Твердолиственные насаждения занимают 4,0%. Из хвойных пород доминирует ель европейская – 33,4% от лесопокрытой площади.

На основании сводной ведомости березовых насаждений, требующих назначения рубок ухода по лесничеству, произведен расчет ежегодных объемов их проведения по видам (таблица 1). Как видно, этот объем по лесничеству по площади составит 77,9 га при выбираемом запасае 2020,4 м<sup>3</sup>.

**Таблица 1 – Ежегодный объем рубок ухода по видам**

Вид рубки ухода	Площадь насаждения, нуждающаяся в уходе, га	Вырубаемый запас, м <sup>3</sup>	Средняя повторяемость рубки, лет	Ежегодный размер рубки ухода	
				по площади, га	по запасу, м <sup>3</sup>
Осветление	9,0	95,9	3,0	3,0	32,0
Прочистка	83,3	1 079,55	3,7	22,5	291,8
Прореживание	178,0	4754,8	6,0	29,7	792,5
Проходная рубка	158,6	6 329,1	7,0	22,7	904,2
Итого	428,9	12 259,35	–	77,9	2 020,4

Для изучения влияния рубок ухода на древостой и проектирования их нормативов в березняках Дзержинского лесничества было заложено 6 пробных площадей, в типологическом отношении – в березняках кисличных и орляковых, т.е. в наиболее распространённых (94,6%) типах леса в лесничестве.

Ориентируясь на эколого-сберегающие технологии проведения рубок леса, производительность и безопасные условия труда нами были предложены технологии проведения проходной рубки на базе одно- (бензопила + МПТ 461.1) и многооперационных (Vimek 404 t6 + Vimek 608.2) лесных машин [2]. Для этого были составлены нормативно-технологические карты, выполнены расчёты технико-экономических показателей (таблица 2).

**Таблица 2 – Экономическая эффективность рубок ухода**

Экономический показатель	Проходная рубка	
	Бензопила + МПТ 461.1	Vimek 404 t6 + Vimek 608.2
Площадь, га	2,6	
Себестоимость проведения рубок, руб.:		
– на 1 га;	876,87	2133,62
– на 1 м <sup>3</sup> (ликвида).	28,02	68,19
Трудозатраты, чел.-дн.:		
– на 1 га;	7,52	1,82
– на 1 м <sup>3</sup> (ликвида).	0,24	0,06
Доход от реализации древесины, руб.:		
– на 1 га;	1462,87	
– на 1 м <sup>3</sup> (ликвида).	46,75	
Окупаемость затрат	1,67	0,69

Таким образом, выполненные экономические расчеты эффективности рубок ухода за лесом показали, что коэффициент окупаемости для проходной рубки на базе однооперационных лесных машин – 1,67, многооперационных – 0,69. Связано это с тем что в случае однооперационных лесных машин большая часть затрат идет на заработную плату, а в случае с многооперационными лесными машинами это более высокая себестоимость одной машино-смены.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пояснительная записка записка к лесоустроительному проекту ГЛУ «Минский лесхоз» на 2022–2031 гг. – Минск: Белгослес, 2021. – 284 с.
2. Об утверждении Правил рубок леса в Республике Беларусь: постановлением М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 68 (8/31584), с изм.: 10.08.2018 г. (8/33355) и 12.04.2019 г. (8/34057).

## **ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ НЕСПЛОШНЫХ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ РОССКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ВОЛКОВЫССКОГО ЛЕСХОЗА**

Использование, охрана, защита и воспроизводство лесов в республике осуществляются с соблюдением следующих основных принципов: рационального (устойчивого) использования лесных ресурсов; сохранения и усиления средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных, рекреационных и иных функций лесов; сохранения биологического разнообразия, естественных экологических систем, типичных и редких природных ландшафтов, и биотопов и др. [1].

Волковысский лесхоз расположен в юго-западной части Гродненской области. Общая площадь лесхоза составляет 63 324,9 га, из нее покрытые лесом земли – 95,4%. В породной структуре площадь хвойных насаждений составляет 75,8%, мягколиственных – 16,2%, твердолиственных – 8,0%. Из хвойных пород преобладают насаждения сосны обыкновенной или 68,4% от лесопокрытой площади [2].

Следует отметить, что из общего объём рубок главного пользования несплошные рубки за 2020 год составляют менее 1%, что скорее всего объясняется тем, что по материалам лесоустройства подрост ценных пород под пологом приспевающих и спелых древостоев имеется на 23,0% от их площади, а в количестве достаточном для лесовосстановления лишь 3,4%. Запроектированная лесоустройством на 2018–2028 гг. расчетная лесосека по способам рубок главного пользования распределяется следующим образом: сплошнолесосечные рубки составят 94,1%, постепенные – 5,9%.

В качестве объектов исследования были выбраны сосновые насаждения с проведенными первыми приемами 3-х приемной, а также на сосновых вырубках после 2-х приемных полосно-постепенных рубок главного пользования с мерами содействия естественному возобновлению (оправка самосева и подроста после рубки, минерализация почвы на вырубленных полосах, посадка частичных лесных культур, огораживание от проникновения копытных животных).

Объект №1 расположен в квартале 101 выделе 6 площадью 2,8 га, состав – 8С2Е. Вид рубки – 3-х приемная полосно-постепенная. Характеристика естественного возобновления: самосев – 1 500 шт./га, количество возобновления, переведенного в условно крупное – 1 680 шт./га.

Объект №2 заложен в сосновом древостое составом 10С+Е. Местоположение объекта – квартал 96 выдел 12, площадь 1,1 га. Вид рубки – 3-х приемная полосно-постепенная. Характеристика естественного возобновления: самосев – 600 шт./га, количество возобновления, переведенного в условно крупное – 920 шт./га. Объект №3 заложен в квартале 31 выделе 9, площадью 0,6 га, состав – 8С2Е+Д. Вид рубки – 2-х приемная полосно-постепенная. Характеристика естественного возобновления: самосев – 1 200 шт./га, количество возобновления, переведенного в условно крупное – 3 950 шт./га. Объект №4 заложен в квартале 84 выделе 45, площадью 1,2 га, состав – 10+Е. Вид рубки – 2-х приемная полосно-постепенная. Характеристика естественного возобновления: самосев – 750 шт./га, количество возобновления, переведенного в условно крупное – 3 670 шт./га. Объект №5 заложен в квартале 98 выделе 5, площадью 1,5 га, состав – 9С1Б+Е. Вид рубки – 2-х приемная полосно-постепенная. Характеристика естественного возобновления: самосев – 1 400 шт./га, количество возобновления, переведенного в условно крупное – 2 890 шт./га. Объект №6 заложена в квартале 98 выделе 15, площадью 2,5 га, состав – 10С+Е. Вид рубки – 2-х приемная полосно-постепенная. Характеристика естественного возобновления: самосев – 800 шт./га, количество возобновления, переведенного в условно крупное – 3 820 шт./га.

Анализируя данные учета естественного возобновления, можно сделать вывод, что новое поколение формируется за счет возобновления, появившегося после проведения мер содействия естественному возобновлению, т.е. рубки проводились в насаждениях с минимальным количеством подроста до рубки.

Следует отметить что, проведение несплошных рубок, в сравнении со сплошными, характеризуются лучшим лесоводственно-экологическим и экономическим эффектом на этапе «рубка-возобновление леса».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лесной кодекс Республики Беларусь: принят Палатой представителей 3 дек. 2015 г.: одобр. Советом Респ. 9 дек. 2015 г. // Pravo.by [Электронный ресурс]. – 2015. Режим доступа: <http://pravo.by/document?guid=3871&p0=Hk1500332>. – Дата доступа: 10.10.2021.

2. Пояснительная записка к проекту организации и ведения лесного хозяйства Волковысского лесхоза на 2018–2028 гг. – Минск: Белгослес, 2017. – 98 с.

## **ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОХОДНЫХ РУБОК В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СВИСЛОЧСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ВОЛКОВЫССКОГО ЛЕСХОЗА**

В процессе формирования леса с момента его образования до возраста главной рубки из насаждения периодически вырубает отдельные деревья оставляя лучшие деревья главных пород. Рубки ухода за лесом – важнейшее лесохозяйственное мероприятие, направленное на выращивание устойчивых, хозяйственно ценных и высокопродуктивных насаждений, на улучшение других полезных свойств и функций леса. Волковысский лесхоз Гродненского ГПЛХО расположен в юго-западной части Гродненской области на территории Волковысского, Берестовицкого, Свислочского, Зельвенского и Мостовского районов. Общая площадь лесхоза составляет 63 325 га, из нее покрытые лесом земли – 58 308 га или 92,1% [1]. Распределение лесов лесхоза по категориям следующее: природоохранные леса (7,0%), рекреационно-оздоровительные леса (3,3%), защитные леса (11,6%), эксплуатационные леса (78,1%). В породной структуре насаждений площадь хвойных насаждений составляет 75,8%, мягколиственных – 16,2%, твердолиственных – 8,0%. Из хвойных пород доминирует сосна обыкновенная – 68,1% от лесопокрытой площади. Проект лесоустройства по рубкам ухода выполнен по площади на 72% и по ликвидному запасу на 93%. Выборка с 1 га составила 34,0 м<sup>3</sup> ликвидной древесины или 129% от запроектированного. Проект лесоустройства выполнен по осветлениям и прочисткам, по проходным рубкам и прореживаниям не полностью. Наибольшее отклонение произошло по прореживаниям или на 65% по запасу и 36% по площади. В результате проведенных исследований установлено, что машины и механизмы, применяющиеся при проведении рубок ухода в Волковысском лесхозе, используются в зависимости от вида рубки. При проведении проходных рубок валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты выполняется бензиномоторными пилами Stihl MS-361, харвестерами Vimek 404 или Амкодор 2531; трелевка сортиментов – машинами погрузочно-транспортными МПТ-461.1, форвардерами Vimek 610 или Амкодор 2661-01. Вывозка сортиментов осуществляется сортиментовозами МАЗ. Технологические коридоры при проведении проходных рубок устраиваются через 20–25 м. В качестве технологических коридоров в первую очередь используются имеющиеся дороги. Для изучения опыта проведения

проходных рубок в сосновых насаждениях Свислочского лесничества было заложено 6 пробных площадей где ранее проводилась рубка, в наиболее распространенном типе леса, а именно сосняке орляковом (61,4%). Результаты исследований показывают, что диаметры и высоты у деревьев сосны увеличились на 0,1–1,8 см и 0,9–1,1 м соответственно, за счет выборки отстающих в росте, мелких и угнетенных деревьев. При проведении проходной рубки полнота до ухода должна составлять не менее 0,80 для чистых, смешанных и сложных насаждений. Полнота после рубки ухода должна составлять не менее 0,70, согласно действующим Правилам [2]. Полнота до и после рубки соответствует действующим правилам рубок леса в Республики Беларусь – это означает, что никаких лесоводственных нарушений допущено не было.

По полученным нами результатам исследований можно сделать вывод, что экологощадящая технология проводимых рубок ухода в Волковысском лесхозе, обеспечивает достижение лесоводственных целей, производительность и безопасность труда, позволяет минимизировать отрицательное воздействие машин и механизмов на компонентную структуру формируемых сосновых насаждений. Ориентируясь на эколого-сберегающие технологии проведения рубок леса, производительность и безопасные условия труда нами была предложена технология проходной рубки на базе одно- и многооперационных лесных машин [2]. Для этого были составлены нормативно-технологические карты, выполнены расчёты технико-экономических показателей. Выполненные экономические расчеты эффективности рубок ухода за лесом показали, что коэффициент для проходной рубки на базе однооперационных лесных машин – 1,32, многооперационных – 1,05. Проведенные расчеты экономической эффективности выполнения проходной рубки в сосновом насаждении показали, что как единовременное мероприятие окупаются полностью и дают прибыль за счет реализации заготовленной древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проект организации и ведения лесного хозяйства «Волковысский лесхоз» на 2018–2027 годы. – Т1. – Пояснительная записка. – Минск: Белгослес, 2018. – 257 с.
2. Об утверждении Правил рубок леса в Республике Беларусь: постановлением М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 68 (8/31584), с изм.: 10.08.2018 г. (8/33355) и 12.04.2019 г. (8/34057).

## **ПРИГОРОДНЫЕ ЛЕСА КАК ОБЪЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА**

Пригородная зона – это территория, предназначенная для перспективного развития города, размещения объектов хозяйственного назначения, рекреации и улучшения санитарно-гигиенического состояния городской среды на основе совместного рационального использования городом и административным районом имеющихся природных и инженерно-технических ресурсов [1]. Зачастую пригородные леса отождествляют с лесопарками, которые в свою очередь являются благоустроенным лесным массивом в зоне населенных пунктов. Однако, в настоящее время пригородные леса включают в себя не только благоустроенные лесопарки, но и часть лесных массивов, примыкающих к населенным пунктам.

В пригородных лесах, по сравнению с городами, складываются особый микроклимат и санитарно-гигиенические условия. Летом температура воздуха в городах на 10–15°C выше, а относительная влажность на 15–30 % больше, чем в пригородных лесах. Поэтому тяжелые массы относительно холодного и чистого воздуха над лесами образуют нисходящие токи и поступают в город, вытесняя более теплый (загрязненный) воздух. Этот воздух в восходящих токах поступает в холодные слои атмосферы.

Санитарно-гигиенические условия городов улучшаются главным образом за счет пригородных лесов в результате поглощения углекислого газа и выделения кислорода в процессе фотосинтеза. Пригородные леса – это важные локальные поглотители атмосферных примесей, поставляемых городами. Фильтрация тяжелых металлов, газов, радионуклидов и пыли происходит как растениями, так и лесными почвами [2]. В целом, на одного городского жителя необходимо 50 м<sup>2</sup> городских зеленых насаждений и 300 м<sup>2</sup> пригородных лесов [3].

Экологический туризм – это путешествия в места с относительно нетронутой природой, с целью получить представление о природных и культурно-этнографических особенностях местности, не нарушая при этом целостности экосистем [4].

Имеющаяся сеть учреждений туризма, оздоровления и отдыха населения Беларуси составляет около 150 тыс. мест. Из них большая часть – летние детские оздоровительные комплексы [5].

Особенностью размещения сети рекреационных учреждений является их концентрация в пригородных зонах больших городов. В этой связи экологический туризм следует рассматривать как необходимую составляющую всех видов и форм рекреационной деятельности населения.

Пригородные леса – это места массового отдыха горожан. Считается, что столичные жители проводят в лесах около 113 часов каждый год, жители областных, краевых и республиканских центров – 83 часа в год, малых городов – 47 часов в год, сельские жители около 18 часов в год. Наиболее благоприятны для отдыха леса, произрастающие в относительно сухих, свежих и влажных условиях, вблизи рек, водохранилищ и других водных объектов. Санаторно-рекреационные объекты также располагаются в лесах, зачастую с преобладанием хвойных пород, что объясняется повышенным содержанием фитонцидов в воздухе.

Туристские маршруты протяженностью до 10 км в пригородных лесах должны быть оборудованы площадками для отдыха, укрытиями от непогоды, малыми архитектурными формами и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пригородная зона [Электронный источник] / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/op/W01833598p\\_1543006800.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/W01833598p_1543006800.pdf). – Дата доступа: 05.01.2022.

2. Поглощение атмосферных примесей [Электронный источник] / Пригородные леса как объект рекреации их структура. – Режим доступа: [https://bstudy.net/991076/agro/prigorodnye\\_lesa\\_obekt\\_rekreatsii\\_struktura\\_funktsionalnoe\\_zonirovanie\\_lesoparkovyh\\_territoriy](https://bstudy.net/991076/agro/prigorodnye_lesa_obekt_rekreatsii_struktura_funktsionalnoe_zonirovanie_lesoparkovyh_territoriy). – Дата доступа: 05.01.2022.

3. Зеленые насаждения [Электронный источник] / Зеленые насаждения и природные экосистемы в городах. – Режим доступа: [https://minpriroda.gov.by/uploads/files/000491\\_274854\\_10.pdf](https://minpriroda.gov.by/uploads/files/000491_274854_10.pdf). – Дата доступа: 06.01.2022.

4. Экологический туризм [Электронный источник] / Национальная библиотека Беларуси. – Режим доступа: <https://infocenter.nlb.by/sport-i-turizm/belarus-turisticheskaya/ekoturizm/>. – Дата доступа: 06.01.2022.

5. Сеть учреждений туризма [Электронный источник] / Уникальный потенциал экологического туризма. – Режим доступа: <https://ais.by/story/8>. – Дата доступа: 06.01.2022.

## **ЛЕСА ВЫСОКОЙ ПРИРОДООХРАННОЙ ЦЕННОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ТУРИЗМЕ**

Любой лесной массив в различной степени выполняет экологические и социальные функции. Это может проявляться в наличии редких видов растений и животных, мест для отдыха людей, наличием продуктов леса, заготавливаемых местным населением. Леса, для которых эта ценность имеет ключевое значение или признается особенно высокой, могут относиться к лесам высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ).

Ключевой идеей концепции ЛВПЦ является выявление и сохранение высокой природоохранной ценности (ВПЦ). Согласно определению Лесного попечительского совета, леса высокой природоохранной ценности – это такие лесные территории, на которых необходимо сохранять и увеличивать их высокую природоохранную ценность.

Принято выделять следующие основные типы ЛВПЦ:

ЛВПЦ 1: Высокое биоразнообразие, значимое на мировом, национальном или региональном уровне.

ЛВПЦ 2: Крупные лесные ландшафты, значимые на мировом, региональном или национальном уровне.

ЛВПЦ 3: Леса, в составе которых есть редкие или находящиеся под угрозой уничтожения экосистемы.

ЛВПЦ 4: Леса, которые выполняют особые защитные функции в критических ситуациях (поддержание водного режима в областях, где есть высокий риск наводнений, защиту от эрозии и др.).

ЛВПЦ 5: Леса, имеющие особое значение для обеспечения существования местного населения.

ЛВПЦ 6: Леса, имеющие особое значение для культурного самоопределения местного населения.

При выделении лесов, имеющих высокую природоохранную ценность, руководствуются следующим алгоритмом действий:

1. В соответствии с масштабом и интенсивностью лесохозяйственной деятельности проводится оценка лесов на наличие у них особенностей, присущих лесам высокой природоохранной ценности.

2. Консультативная часть процесса должна акцентироваться на выделении объектов высокой природоохранной ценности и способах со-

хранения этой ценности с учетом интересов всех заинтересованных сторон, в том числе и местного населения.

3. Лесохозяйственный план должен включать конкретные меры, направленные на сохранение и/или увеличение ценных природоохранных свойств на основе упреждающего подхода. Эти меры должны быть реализованы в лесохозяйственном учреждении на всех уровнях.

4. Для оценки эффективности мероприятий по сохранению или увеличению ценных природоохранных свойств лесов проводится ежегодный мониторинг таких лесов.

Согласно Концепции Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь туризму уделяется особое внимание, при этом упор делается на развитие внутреннего и въездного туризма, что повышает значение лесов высокой природоохранной ценности, как объектов для закладки экологических троп и маршрутов. Особенно высоко значение этих территорий для лесохозяйственных учреждений, которые стремятся развивать на своей территории экологический туризм, так как зачастую на локальном уровне участки лесов высокой природоохранной ценности характеризуются высоким биологическим разнообразием.

Сегодня в Беларуси существует множество видов экологического туризма: прогулки по экологическим тропам, знакомство с природными объектами в рамках экологических сплавов на байдарках, орнитологические туры, туры по наблюдению за наиболее интересными видами цветущих растений, наблюдение за миграцией земноводных, туры по наблюдению насекомых и др. Все это многообразие видов и форм экологического туризма может быть реализовано на территориях лесов высокой природоохранной ценности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Леса высокой природоохранной ценности: Практическое руководство / С. Дженнингс, Р. Нуссбаум, Н. Джадд, Т. Эванс; Пер. с англ. – М., 2005. – 184 с.

2. Атрощенко О. А., Минкевич С. И. Системы лесной сертификации: обзор и анализ развития. //Сборник трудов БГТУ. Серия лесное хозяйство. – Минск, 2007. Вып. XV. – С. 26-32.

3. 50 уникальных заповедных территорий Беларуси / Н. А. Юргенсон. – Минск: Беларуская Энцыклапедыя імя Петруся Броўкі, 2017. – 399 с.

4. Беларусь туристическая: Минск, Минская область, Могилевская область, Витебская область, Гродненская область, Гомельская область, Брестская область / Н. А. Чирский. – Минск: Беларусь, 2017. – 335 с.

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

## **РАЗВИТИЕ ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ ЗАКАЗНИКА РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗНАЧЕНИЯ «ОЛЬМАНСКИЕ БОЛОТА»**

Экологический туризм – особая форма путешествий, в которых отдых на природе сочетается с познанием ее объектов и явлений. Далеко не все экосистемы представляют ценность для развития экотуризма. Наибольший интерес представляют особо охраняемые природные территории, в пределах которых сосредоточены основные ресурсы биологического и ландшафтного разнообразия.

Заказник республиканского значения «Ольманские болота» – один из крупнейших в Европе комплекс верховых, переходных и низинных болот, сохранившийся до наших дней в естественном состоянии. Большая часть заказника (75%) располагается на территории Столинского района [1]. Здесь произрастает 687 видов растений, а также обитает 151 вид птиц (25 занесены в Красную книгу Беларуси) и 26 видов млекопитающих [2].

Из группы редких и исчезающих видов растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, в заказнике отмечено 15 видов высших сосудистых растений: плаунок заливаемый, ленец безприцветниковый, осока теневая, прострел раскрытый, ива черничная, омела австрийская, хохлатка промежуточная, лилия кудреватая, кувшинка белая, шалфей луговой, сальвиния плавающая, фиалка топяная, пушица стройная, росянка промежуточная [3].

Заказник «Ольманские болота» имеет статус территории важной для птиц международного значения [4].

Наибольшую значимость эта территория имеет для сохранения большого подорлика. Помимо того, тут гнездятся большой веретенник, большой кроншнеп, серый журавль, черный аист, змеяд, филин, вертячая камышевка. Заказник обеспечивает существование значительной части (10–20%) белорусской популяции бородатой неясыти, играет важную роль в сохранении полесской популяции глухаря.

Из млекопитающих, внесенных в Красную книгу Беларуси, зарегистрировано три вида – европейская рысь, барсук и орешниковая соня [4].

Основными направлениями развития экотуризма на территории заказника республиканского значения являются:

- организация экообразовательных туров для школьников и студентов в соответствии с учебными программами;
- фотоохота на редких животных и птиц, находящихся в естественных условиях;
- организация туристских походов в нетронутые уголки природы с проживанием в палатках, приготовлением пищи на костре;
- знакомство с флорой и фауной;
- туры по озерным и речным водным экосистемам, на лодках [5].

Объектами туристского показа могут стать архитектурные, биологические, культурно-исторические достопримечательности, экзотические растительные сообщества, или биоценозы. Но чаще туристов привлекают уникальные ландшафты в целом.

В заказнике оборудована и функционирует экологическая тропа «Ольманские болота». Маршрут проходит по деревянному настилу по территории заказника «Ольманские болота» к оз. Большому Засоминному. Организацией экскурсий занимаются различные организации, однако, наиболее востребованными являются ГПУ «Заказники республиканского значения «Средняя Припять» и «Ольманские болота» и агроусадьба «Припятский плес», так как они предоставляют участникам наиболее выгодные предложения, как в ценовой категории, так и по общему количеству маршрутов.

Несмотря на большое количество экологических маршрутов, единственным организатором фотографических туров является туристический комплекс «Вилла Льва», расположенный рядом с заказником в д. Кошара.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25 февраля 2021 г. № 112 «О преобразовании республиканских заказников «Ольманские болота» и «Днепро-Сожский» / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 2021.

2. Ольманские болота. Беларусь [Электронный ресурс] / Достопримечательности мира. – Режим доступа: <https://posmotrim.by/article/olmanskie-bolota-belarus.html> . – Дата доступа: 01.02.2022.

3. Столинский район. Природа [Электронный ресурс] / Брестчина приглашает. – Режим доступа: <http://brestobl.com/gorod/regbr/19prirod.html>. – Дата доступа: 01.02.2022.

4. Пятьдесят уникальных заповедных территорий Беларуси / Н.А. Юргенсон. – Минск: Беларуская Энцыклапедыя імя Петруся Броўкі, 2017. – 399 с.

Студ. А.В. Тишалович  
Науч. рук. доц. О.В. Бахур  
(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРОПЫ ПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА МИНСКА**

Экологическая тропа – это специально оборудованный маршрут, проходящий через различные экологические системы и другие природные объекты, архитектурные памятники, имеющие эстетическую, природоохранную и историческую ценность, на котором идущие (гуляющие, туристы и т. п.) получают устную (с помощью экскурсовода) или письменную (стенды, аншлаги и т. п.) информацию об этих объектах. Организация экологической тропы – одна из форм воспитания экологического мышления и мировоззрения.

Особенность процесса экологического обучения и воспитания на экотропах состоит в том, что он строится на основе не дидактического, а непринужденного усвоения информации и норм поведения в природном окружении [1].

В г. Минске на данный момент создано 10 экологических троп различной тематической направленности, из которых 9 доступны для посещения. Они располагаются в каждом районе и в основном около рек, в парках и лесных массивах.

Экотропа «Чижовка» расположена в Заводском районе и имеет протяженность 700 м. Она проходит через небольшой лес, и соответственно, имеет лесную тематику. Для получения дополнительной информации на стендах располагаются QR-коды.

Экотропа «Серебряный лог» имеет протяженность 800 м. Вдоль маршрута размещены обзорные площадки и сооружения, информационные стенды. Территория экотропы является естественным продолжением организованных зон отдыха Лошицкого усадебно-паркового комплекса и велодорожки, проходящей по берегу р. Свислочь.

Рядом располагается экотропа «Город птиц». Протяженность маршрута составляет около 1,5 км. На территории развешены искусственные гнездовья для разных видов птиц, кормушки, оборудованы информационные стенды.

Здесь можно встретить и виды, занесенные в Красную книгу Беларуси.

Экотропа «Каменная горка» создана в одноименном микрорайоне возле храма святителя Николая Японского. Ценность этой природ-

ной территории состоит в том, что на небольшом участке можно встретить обитателей самых разных природных зон – лесов, лугов, полей и водоемов.

Экологическая тропа «Медвежино» имеет протяженность 940 м. Тропа проходит по территории бывшего древесного питомника с уникальными для Беларуси деревьями – буками.

На территории тропы установлены стенды, содержащие познавательную информацию о произрастающих здесь видах растений и обитающих на этой территории животных, насекомых и птицах.

Экологическая тропа «Цна» является самой длинной экологической тропой г. Минска и имеет протяженность 2,4 км.

Тропа включает шесть тематических зон: знакомства со спасательной станцией «Цнянская»; обитателей водоема и растительности береговой линии; рыбака и привала; обитания птиц; древесно-кустарниковой растительности и юного натуралиста; лекарственных растений.

Маршрут протяженностью 2,1 км проложен по парку «Курасовщина». Эта тропа проходит по территории ботанического памятника природы местного значения «Вековая дубрава парка «Курасовщина».

Здесь произрастают великовозрастные деревья, которые внесены в реестр сохраняемых зеленых насаждений.

На экотропе Московского района г. Минска (ул. Семашко) размещены площадки, посвященные водоплавающим птицам и другим обитателям водоемов, так же рассказывающие о растениях, древесине, обитателях луга, об экологически дружелюбном образе жизни и др. Вдоль тропы размещены домики для птиц и летучих мышей, на водной глади установлены плотки для водоплавающих птиц.

В Московском районе располагается еще одна экологическая тропа, большая часть маршрута которой проходит через яблоневый сад, а в середине он упирается в реку Мышка. Одна из информационных площадок этой тропы и посвящена знакомству с различными сортами яблонь [2].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ландшафтное планирование и организация объектов экологического туризма: тексты лекций для студентов специальности 1-89 02 02 «Туризм и природопользование» / сост. О. М. Берёзко. – Минск: БГТУ, 2016. – 149 с.

2. 10 экотроп в Минске, где можно отдохнуть как «на природе» [Электронный ресурс] / Журнал «City Dog» – Режим доступа: <https://citydog.io/post/tropa-progulki/>. – Дата доступа: 24.04.2022.

Студ. Д.А. Прокопчук, студ. В.В. Чаботько  
Науч. рук. доц. Д.А. Подошвелев  
(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ОЛЕНЬИХ В РАЗЛИЧНЫХ ЛЕСНЫХ БИОТОПАХ**

В настоящее время, на глобальном уровне все больше внимание уделяется проблемам биоразнообразия. Интенсивное развитие человечества, урбанизация приводят к истощению числа видов животных и деградации экосистем, с которыми они взаимодействуют. Влияние крупных фитофагов на различные биогеоценозы изучается различными учеными во всем мире.

Представители семейства оленьих, таких как лось, олень, косуля, являются крупными фитофагами, которые играют важнейшую роль в формировании природных фитоценозов, являясь важнейшим фактором изменения биоразнообразия. При этом разнообразие некоторых видов в процессе развития биоценоза может уменьшаться, но при этом происходит увеличение множества других видов, что и приводит к росту биоразнообразия [1].

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].

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].

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].

Например, запасы углерода в европейских лесах выросли от 5,3 млн. до 7,7 млн. т в период между 1950–1999 гг. Тем не менее, активное облесение путем посадки леса может потенциально обеспечить более интенсивность поглощения углерода, но естественная регенерация позволяет восстановить почву и доступность питательных веществ, хотя эрозия может увеличиться в первые годы после оставления территорий [4].

Исследования проводились в рамках концепции ревайлдинга, которая предусматривает восстановление природных экосистем. В наших

условиях мегафауной являются крупные фитофаги, относящиеся к семейству оленьих. В основу исследований был положен метод весеннего учета численности оленьих по количеству кучек экскрементов. В ГПУ Национальный парк «Беловежская пуца» было заложено 4 учетных маршрута. Общая длина маршрутов составила 19 км, площадь по типам угодий 7,1 га.

Данные показывают, что наиболее сформированной в районе исследования популяцией вида из семейства оленьих является лось. Влияние лоса на древесно-кустарниковую растительность прослеживается наилучшим образом, что подтверждают рассчитанные статистические коэффициенты и плотность (7,5 ос./тыс. га). Для оленя благородного, плотность которого составляет 3,1 ос./тыс. га, также на основании этих данных угодия являются перспективными для развития этого вида так, как район исследования включает в себя по составу разнообразные биотопы.

Выявлено, что лось, олень благородный и косуля отдают по биотопическому распределению отдают предпочтение старым не возобновившемуся вырубкам, лесным культурам, в особенности чистым лесным культурам сосны, а также спелым древостоям с низкой полнотой и наличие подлеска.

Выше приведенные материалы исследований показывают, что наиболее сформированной в районе исследования популяцией вида из семейства оленьих является лось. Влияние лоса на древесно кустарниковую растительность прослеживается наилучшим образом по сравнению с другими видами этого семейства, что подтверждают рассчитанные статистические коэффициенты и плотность. Для оленя благородного, также на основании этих данных угодия являются перспективными для развития этого вида так, как район исследования включает в себя по составу разнообразные биотопы подходящие в том числе и для оленя благородного.

## 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.

Студ. Д.А. Карканица  
Науч. рук. доц. Д.А. Бессараб  
(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

## **О ЖИЗНИ И НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Г.И. ГОРЕЦКОГО**

Творческий путь Гавриила Ивановича Горецкого отличается особым своеобразием. В жизни Г.И. Горецкого имеется два периода, совершенно разных и следующих один за другим; в каждом из них он начал с азов и достиг значительных высот.

Гавриил Иванович Горецкий родился 10 апреля 1900 г. в крестьянской семье в дер. Малая Богатьковка, расположенной в глухой лесистой местности. Семья отца, Ивана Кузьмича Горецкого (1856–1945), и его брата, Якова Кузьмича – всего 12 человек – жила в одной тесной хате с соломенной крышей и земляным полом. Надо, однако, отметить, что в жизни этой неграмотной крестьянской семьи многое способствовало интеллектуальному развитию детей, по крайней мере в области народного искусства. Я имею в виду тетку ученого Христёну и особенно его мать Просю, или Афросинью Михайловну Горецкую (1863–1935 гг.), которые рассказывали детям много сказок, знакомили их с народными белорусскими песнями о природе, людях, их жизни и обычаях. Позднее со слов матери более 300 песен записал брат Гавриила Ивановича, Максим Горецкий; мелодии более ста песен были записаны А.А. Егоровым и, отчасти, Н. Аладовым (М. Гарэцкі, А. Ягораў, 1928).

Из всех детей в этой многодетной бедной крестьянской семье лишь младшему сыну Гавриилу удалось получить высшее образование. В 1914 г. Г.И. Горецкий окончил двухклассное училище, в 1919 г. Горы-Горецкое землемерно-агрономическое училище. В эти же годы он выучил стенографию и в 1918–1919 гг. временами работал стенографистом. Умение стенографировать Г.И. Горецкий сохранил на всю жизнь, используя его даже при ведении полевых геологических дневников.

Интерес к геологии проявился у Г.И. Горецкого еще в годы студенчества. В Тимирязевской академии, вместе с Ларисой Иосифовной Парфенович, в те же годы ставшей его женой, он увлекался лекциями Я.В. Самойлова. Тем не менее нельзя не подивиться быстроте, с которой он овладел новой научной дисциплиной. Уже с 27.IX 1931 г. Г.И. Горецкий является научным сотрудником Геологической базы Ленинградского геолого-разведочного треста и старшим геологом на Беломорстрое.

16 ноября 1945 г. Г.И. Горецкий выступил с защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук на тему «О роли местных географических условий в четвертичной истории на примере изучения Кольской и Туломской долин на Кольском полуострове». Ученый Совет Института геологических наук АН СССР на защите присудил ему ученую степень доктора геолого-минералогических наук. Поскольку ВАК при Министерстве высшего образования на этот раз утвердил только кандидатскую степень, Г.И. Горецкий 14.V 1946 г. в том же институте успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук на тему «Неогеновые и четвертичные отложения района Средней Камы между устьем Вишеры и городом Боровском».

В 1956 г. Г.И. Горецкий переехал в Москву (точнее – в г. Дедовск под Москвой). Здесь до 1968 г. он работает в Гидропроекте заместителем начальника отдела геологических изысканий, главным геологом южных объектов и главным специалистом. С этого времени заметно увеличивается число публикаций Г.И. Горецкого, в том числе выходят три его крупные монографии.

Г.И. Горецкий проживал в основном в Минске, занимая должности заведующего сектором палеогеографии антропогенного периода при Лаборатории геохимических проблем и заместителя академика-секретаря Отделения химических наук АН БССР. В Гидропроекте (Москва) он занимал должность главного консультанта по геологии. С 1967 г. он являлся председателем Комиссии по изучению четвертичного периода при Секции наук о Земле АН СССР, работе которой уделял большое внимание. Г.И. Горецкий являлся также основателем и председателем Комиссии по изучению антропогенного периода при АН БССР, членом Проблемного Совета АН БССР, членом Терминологической комиссии Белорусской Советской Энциклопедии, Ученого Совета НИС Гидропроекта, Московского общества испытателей природы и т. д.

Г.И. Горецкий был награжден: Орденом Трудового Красного Знамени (1952), медалями «За участие в героической обороне Москвы» (1946), «За победу над Германией» (1946), «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (1947), «За трудовое отличие» (1952), Большой серебряной медалью ВДНХ (1960), значком «Отличник социалистического соревнования строительства электростанций СССР» (1960).

**ОСОБЕННОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА  
РЫЖЕГО СОСНОВОГО ПИЛИЛЬЩИКА  
(*NEODIPRION SERTIFER* GEOFF.)**

Наибольшую долю лесов Беларуси составляют сосновые насаждения, санитарное и лесопатологическое состояние которых, в отдельных случаях, зависит от наличия вредителей и патогенных организмов. Одним из наиболее распространенных и опасных вредителей сосновых насаждений является рыжий сосновый пилильщик *Neodiprion sertifer*. Периодические вспышки массового размножения данного фитофага приводят к значительному повреждению хвои сосны обыкновенной, что способствует существенной потере прироста древостоя, а иногда и гибели насаждений. Его ареал охватывает часть Европы и Азии, а также северо-восточную часть Северной Америки. В Европе встречается от Средиземного моря до северных частей Фенноскандии, от низменностей до гор на высоте до 2100 м. В Азии встречается в Сибири, Корее и Японии даже на высоте 3000 м. *N. sertifer* поражает большинство видов сосен. В Европе основными деревьями-хозяевами являются *Pinus sylvestris*, *P. nigra* и *P. mugo*. Также наблюдалось питание на экзотических соснах, таких как *P. strobus*, *P. Banksiana* и некоторые японские сосны [1].

*Neodiprion sertifer* – моновольтинный вид (дающий одно поколение в сезон). Жизненный цикл довольно однороден на всей территории распространения, хотя временные различия существуют в зависимости от широты и высоты. Имаго выходят из коконов осенью, с августа по октябрь, а в районах с засушливым климатом его лёт продолжается до ноября [2]. Соотношение полов преимущественно женское. Самка взрослого рыжего пилильщика 7–9 мм длиной, самец на 1–2 мм короче [3]. Она откладывает яйца в пропилы ребра хвоинки побега текущего года, образуя скопление яиц, которое заметно по припухлости и желтоватой окраске хвоинки. Количество яиц на самку колеблется от 30 до 140 шт. Зимующие яйца морозоустойчивы, средняя температура заморозки колеблется от минус 30°C до минус 37°C. Сумма положительных температур, необходимых для завершения эмбрионального развития и выхода личинки составляет 220°C [4].

*N. sertifer* – дефолиатор раннего сезона. Личинки 22-ногие длиной до 25 мм [3], серо-зеленые с темными продольными полосами появляются весной, с апреля до начала июня. Они стадно питаются хвоей

от 1 года и старше и оставляют новую растущую хвою в основном нетронутой. В течение своего развития каждая личинка съедает около 0,8 г хвои [3]. В Европе это единственный вид диприонид, который зимует в стадии яйца и дефолирует сосны весной или в начале лета.

Одной из особенностей фенологии рыжего соснового пилильщика является соответствие определенной фазы развития сосны определенной фазе развития пилильщика. К примеру, начало формирования личиночной фазы пилильщика и последующий выход личинок из яиц точно соответствует началу вегетации молодой хвои, а также цветению ландыша, толокнянки и седмичника [5].

С июня по июль личинки последнего возраста опускаются в лесную подстилку и перед окукливанием прядут коконы золотистой окраски длиной 6–12 мм, часто с поперечной вдавленностью, напоминающая бобы арахиса [3].

Вспышки, приводящие к сильной дефолиации, достигают пика через 1–3 года и внезапно прекращаются. Вероятнее всего, их начало прямо или косвенно регулируется климатическими условиями, где сухая жаркая погода является решающим фактором. Ослабляют вспышки также вирусные заболевания, паразиты и хищники [6].

Изучение жизненного цикла фитофага, а также его фенологических особенностей имеет значение при проведении надзорных мероприятий, а также при прогнозировании угрозы возникновения вспышек массового размножения вредителя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Pschorn-Walcher H. The ecology of *Neodiprion sertifer* (Geoffr.) and a review of its parasite complex in Europe. Technical Bulletin, Commonwealth Institute of Biological Control, 1965. – 97 p.

2. Бурдаева Т.С. Обоснование применения полиэдренного вируса (*Birdia diprionid* Zd) против рыжего соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer* Geoffr) в лесомелиоративных насаждениях Юго-Востока: Автореф. дисс. канд. биол. наук, 1973. – 23 с.

3. Ильинский А. И. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР. Москва, 1965. – С. 268-271.

4. Харитоновна, Н. З. Лесная энтомология: учеб. для лесохоз. спец. лесотех. вузов. Минск: Выш. шк., 1994. – 412 с.

5. Рыжий сосновый пилильщик / Н.Г. Коломиец [и др.] // Новосибирск: Наука, Сибирское отд-е., 1972 г. – 148 с.

6. Hanski I. Pine sawfly population dynamics: patterns, processes, problems. *Oikos*, 1987. – 335 p.

Студ. Л.В. Невмержицкая  
Науч. рук. зав. кафедрой С.В. Ребко  
(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## **СОЗДАНИЕ ЛЕСОСЕМЕННОЙ ПЛАНТАЦИИ ОЛЬХИ ЧЕРНОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ БИОТИПОВ**

При закладке генеративной плантации ольхи черной приходится решать вопрос о размещении семей. Смешение семей производится согласно специально составленным схемам, основанным на принципах регулярно повторяющегося систематического или рендомизированного размещения потомств. При их составлении следует руководствоваться общим положением: во всех направлениях между растениями одной семьи должно быть не менее трех растений других семей. Схема смешения семей имеет большое значение: строгое соблюдение схемы улучшает условия для перекрестного опыления между семьями, дает возможность в любом возрасте плантации установить происхождение семьи и вести многолетние наблюдения с целью подбора пар (партнеров) для перекрестного опыления.

На плантацию ольхи черной в Житковичском лесхозе будет введено 30 семей имеющихся и выделенных плюсовых деревьев. Проектируем линейную схему смешения семей. Каждая семья в одной аллее будет представлена тремя растениями, высаженными рядом. В последующем лучшее растение из одной семьи оставляем, худшие вырубам. На каждое растение вешается этикетка с номером плюсового дерева. Это и будет номер семьи.

В качестве посадочного материала будем использовать сеянцы двухлетнего возраста, выращенные из семян плюсовых деревьев. Сеянцы высаживаем рядами, расстояние между рядами – 6 м, в ряду – 2 м. При этом первоначальная густота посадки составит 830 шт. на 1 га. Посадку производим вручную под меч Колесова. На всю площадь плантации нам потребуется 6 640 шт. сеянцев двухлетнего возраста ольхи черной. Сроки осадки плантации – ранняя весна, как только оттает грунт и сойдет талая вода.

Таким образом, для закладки плантации ольхи черной в Житковичском лесхозе нам понадобится:  $830 \times 8,0 = 6\,640$  шт. сеянцев двухлетнего возраста. Общая масса семян, необходимая для выращивания такого количества посадочного материала составит 2,2 кг. При этом с одного плюсового дерева необходимо заготовить по 73 г семян.

Студ. М.М. Босовец  
Науч. рук. доц. В.В. Носников  
(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## **ИСКУССТВЕННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ**

Сосна является самой распространенной древесной породой в лесном фонде Республики Беларусь. По данным Лесного кадастра Республики Беларусь на 01.01.2022 года сосна обыкновенная занимает 4053743,7 га или 48,6%.

Доля участия лесных насаждений сосны обыкновенной неуклонно снижается, что делает важным вопрос качественного лесовосстановления данной породы.

Сосна обыкновенная может произрастать в широком диапазоне условий мест произрастания. Для оценки успешности выращивания искусственных насаждений сосны обыкновенной на песчаных и супесчаных свежих и влажных почвах была проведена оценка таксационных показателей чистых насаждений данной породы в Ствигском лесничестве Полесского лесхоза

Эксплуатационные леса в лесхозе занимают площадь в 36 584,4 га (26,9%), а большая часть площади относится к природоохранной категории 99 388,7 га (73,1%). Причем болотные леса занимают 42,5%. На долю насаждений сосны обыкновенной приходится 70,1% от покрытой лесом площади лесхоза.

Анализ таксационных показателей исследуемых насаждений возрастом 33–51 лет показал, что для условий А<sub>2</sub>–В<sub>2</sub> характерен II класс бонитета, а для условий В<sub>3</sub> – преимущественно I. Запасы стволовой древесины колебались от 158 м<sup>3</sup>/га в возрасте 33 года. Это говорит о высоком потенциале условий для создания лесных культур сосны обыкновенной в лесхозе. Однако доля участия лесных культур в общем объеме лесных насаждений составляет только 4,7%. Анализ методов лесовосстановления за последние 5 лет показал, что лесные культуры создаются только на 29,9% участков.

Лесокультурный фонд лесхоза на последующие три года представлен в основном типом условий мест произрастания А<sub>2</sub>(69,0%), на долю влажных условий произрастания приходится 31% площадей.

Традиционным способом обработки в свежих условиях произрастания является нарезка борозд плугом ПКЛ-70 или их более современ-

ными модификациями Л-134 или ZKT 2 PRO. При использовании в бедных условиях произрастания, которыми являются свежие боры, существенным недостатком такого способа обработки почвы является сдвиг тонкого гумусового горизонта почвы в стороны и открытие бедного подзолистого горизонта. Для того, чтобы максимально сохранить гумусовый горизонт обработка почвы должна проводиться с рыхлением с незначительным смещением верхнего слоя почвы в сторону. Например, обработку почвы можно производить с помощью плуга UOT-1000 Forest trencher в агрегате с трактором МТЗ-1221, который имеет рабочий орган в виде активного зубчатого диска или плуг лесной активный ZKT-2 ACTIVE. Данные орудия могут производить рыхление почвы с образованием борозды различной глубины в зависимости от угла атаки диска. При большом значении может формироваться микроповышение, что является актуальным для влажных условий произрастания.

Существенным препятствием для эффективного использования техники является наличие пней и порубочных остатков на лесокультурной площади. Обеспечение благоприятных условий движения техники при создании лесных культур может обеспечиваться понижением пней или их удалением, в том числе с использованием мульчеров или фрез. Наиболее эффективным является использование фрез, которые могут проводить измельчение пней и порубочных остатков одновременно с рыхлением почвы на глубину 20–25 см. Примером такой машины является фреза ZKT-MeriCrusher MJS. Такие фрезы применяются для фрезерования пней и лесосечных отходов, а также для других работ по расчистке лесных территорий и имеют максимальную рабочую глубину до 200 мм.

Качественная обработка почвы фрезами позволяет осуществлять механизированную посадку лесных культур без дополнительной обработки почвы. В настоящее время могут использоваться посадочные машины польского производства марки SZ или белорусского производства ZKT-UNIFOX. Использование лесопосадочных машин позволяет исключить человеческий фактор в процессе высадки посадочного материала на лесокультурной площади, что несомненно повысит сохранность лесных культур.

Тщательная расчистка территории также позволяет осуществлять прямолинейную посадку лесных культур, что в значительной степени облегчает проведение механизированных уходов. Качество проведения уходов дисковыми боронами, например, ZKT-2500 Л, ZKT-2500 Л-1 или ZKT-2500 Л-2 зависит от правильной скорости их движения, которую можно обеспечить при прямых рядах.

**СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ  
НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ  
КОЛОДИЩАНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
БОРОВЛЯНСКОГО СПЕЦЛЕСХОЗА**

Дерново-подзолистые суглинистые почвы в Республике Беларусь являются самыми плодородными для лесных насаждений. Поэтому лесокультурное производство довольно важной и ответственной задачей должно ставить создание лесных культур на таких землях. Большое внимание при лесовосстановлении уделяется созданию искусственных насаждений. Повышение продуктивности лесов является основным направлением их расширенного воспроизводства и удовлетворения потребностей народного хозяйства в древесине.

Почвенные условия произрастания еловых насаждений на территории РБ характеризуются большим разнообразием из-за сложности строения почвенного профиля, уровня залегания грунтовых вод, их проточности и свойств. Изучение строения лесных почв показывает, что в почвенном профиле отмечаются горизонты, отличающиеся происхождением почвообразующих пород, гранулометрическим и химическим составом. Это отмечают в своих трудах Л.П. Смоляк, П.П. Роговой, В.В. Сарнацкий, И.В. Соколовский и др. Сложное строение почвенного профиля часто оказывает решающее влияние на развитие корневых систем древесных растений, формирование доступной для растений влаги в почвенном профиле, особенно на песках.

Исследование имеющихся в Колодищанском лесничестве Боровлянского спецлесхоза лесных культур производилось на дерново-подзолистых суглинистых почвах. Во время полевых исследований были обследованы чистые и смешанные культуры ели европейской. Для каждого отобранного участка собраны сведения по истории и производству лесных культур: исходный состав лесных культур, рельеф, тип условий местопроизрастания и тип леса, год и сезон закладки лесных культур, система, метод и способ производства лесных культур, и др. Для описания почвенно-грунтовых условий на всех пробных площадях были заложены почвенные разрезы глубиной до 2 м.

В процессе выполнения научной работы проведен сплошной перерасчет по 4-см ступеням толщины для каждого дерева. Кроме этого, у

трёх деревьев каждой ступени толщины измерялись при помощи высоотомера высоты. В камеральных условиях устанавливался состав древостоя по запасу, средний диаметр, средняя высота, количество деревьев на единице площади, сумма площадей сечения, класс бонитета, полнота, запас стволовой древесины и среднее годовое изменение запаса.

Пробные площади заложены в типе леса ельник кисличный. Возраст культур находится в пределах 51–73 лет. Ель европейская в насаждениях произрастает по I–Ia классам бонитета, тип условий местопроизрастания Д<sub>2</sub>–Д<sub>3</sub>. На площадях в состав культур входят береза, сосна, осина, клен. Для более детального изучения почв исследуемых насаждений было заложено 6 почвенных разрезов глубиной до 2 м. Почвы на ПП 2 и 5 характеризуются по увлажнению как контактно-оглеенные. Почвы ПП 1 и 3 – оглеенные внизу, а на ПП 4 и 6 – временно избыточно увлажняемые. В почвенном профиле ПП 2, 3 и 6 отмечается плотный моренный подстилающий горизонт на глубине более 1 м, который способствует достижению запаса более 300 м<sup>3</sup>/га и произрастают по I–Ia классам бонитета. На остальных почвах насаждения не достигают такого запаса.

В Колодищанском лесничестве за последние пять лет наблюдается динамическое изменение лесокультурных площадей. Основными породами при создании лесных культур являются сосна, ель и дуб. Доля участия ели около 51%. Такое распределение породного состава объясняется наличием в лесокультурном фонде большого количества участков с богатыми суглинистыми почвами.

Лесокультурные площади представлены категорией площадей «б», и видом вырубка. Количество пней на всех площадях не превышает 500 шт./га. Тип условий местопроизрастания С<sub>2-3</sub>–Д<sub>2-3</sub>. Почвы суглинистые, рельеф равнинный. Естественное возобновление на участках не отмечается. В виду того, что участки представлены свежими рубками, и некоторые не сильно разбросаны территориально относительно друг друга мы проектируем механизированную и ручную посадку. В качестве посадочного материала предлагается использовать 4-летние саженцы ели и 1-летние сеянцы лиственницы. Густота проектируемых культур колеблется от 3 330 шт./га до 4 670 шт./га.

Анализ почвенно-грунтовых условий суглинистых почв показал, что они характеризуются по увлажнению полугидроморфными условиями, иногда отмечено подстиление. На бывших рубках в Колодищанском лесничестве, произраставших на суглинистых почвах, было предложено создать чистые и смешанные лесные культуры ели европейской с применением различных механизмов.

Студ. Т.Ф. Кемеж  
Науч. рук. доц. И. В. Соколовский  
(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## **РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА В БАЗИСНОМ ПИТОМНИКЕ МИНСКОГО ЛЕСХОЗА**

Для современного проведения работ по искусственному лесовосстановлению и лесоразведению, созданию полезащитных полос, озеленению требуется большое количество посадочного материала сеянцев, саженцев различных видов деревьев и кустарников. При оценке пригодности участка под питомник необходимо, прежде всего, исходить из того, что на протяжении всего периода выращивания посадочного материала должны быть созданы оптимальные экологические условия.

По строению почвенного профиля и морфологическим признакам почвы питомников весьма разнообразны. Территория питомника представлена дерново-подзолистыми слабоподзоленными суглинистыми на суглинке легком лессовидном сменяемом рыхлым песком почвами – на повышенных элементах рельефа. На небольших западинах почвы дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные на суглинке легком лессовидном, сменяемом песками рыхлыми водноледникового и моренного происхождения.

Высокое содержание в почве крупной пыли и физической глины (60–70%) определяет не только высокую поглотительную и водоудерживающую способность, но и низкий коэффициент фильтрации, придающий почве плотное сложение, препятствующее фильтрации влаги. В результате чего из-за избыточного увлажнения продолжительностью до одного месяца по западинам формируются застойная влага, а в последствии почвенная корка. Формирование поверхностных вод оказывает отрицательное влияние в посевном и школьном отделениях питомника в период снеготаяния и при выпадении обильных осадков в вегетационный период.

Отмечается вынос мелких частиц почвы (лессиважа) из верхних горизонтов и их аккумуляция в иллювиальных горизонтах, что способствует их плотному сложению. В почвах, представленных суглинком легким, ниже по профилю выделяются иллювиальные горизонты плотного сложения, что затрудняет дренаж при избыточном увлажнении. Почвы питомника – суглинистые с высоким содержанием крупной пыли. Повысить эффективность выращивания посадочного материала можно путем проведения комплекса мероприятий по восстановлению

почвенного плодородия. Накопление поверхностных вод в свою очередь приводит к вымоканию семян и саженцев в посевном и школьном отделениях.

Для решения данной проблемы предлагается мероприятие по организации стока поверхностных вод. Накопление поверхностных вод резко ухудшает физические свойства почв питомника, их агрономические характеристики, создавая неблагоприятные условия для нормального роста посадочного материала.

В питомнике экономически целесообразно осуществить перевод поверхностных вод во внутрпочвенный сток путем создания дренажных колодцев. Дренажные колодцы могут быть нескольких видов, но так как в питомнике сложно вывести влагу с территории в более низкую местность, следовательно, рекомендуется проектировать водопоглощающие колодцы. Избыточная вода будет поглощаться песчаными отложениями, и перенаправляться в глубокие слои почвы. Учитывая строение грунта питомника, а именно наличие водопоглощающего слоя на глубине 70–80 см представленного рыхлым песком целесообразно в микрозападинах устраивать вертикальные поглощающие колодцы. Для этого с помощью мотобура с рабочим органом диаметром не менее 20 см устраивается колодец на глубину до 1 м. Который заполняется крупнообломочными материалами (щебень, гравий). Для снижения вероятности заиливания колодца необходимо добиваться снижения скорости поступающей воды в колодец. Так как почвообразующая порода представлена в основном частицами меньше 0,05 мм, она быстро размельчается и водным потоком частицы быстро заполняют колодец, что затрудняет его функционирование. Поэтому верхняя часть колодца должна быть расширена до 0,5–0,7 м и заполнена крупнозернистым песком. Так же по площади необходимо устраивать препятствия для снижения скорости движения воды к колодцу-поглотителю. К преимуществам проектируемого вида дренажа относится невысокая стоимость создания и простая эксплуатация, а также то, что предлагаемые колодцы можно обновить через 2–3 года.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Якимов, Н. И. Лесные культуры и защитное лесоразведение: учеб. пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство», «Садово-парковое строительство» / Н. И. Якимов, В. К. Гвоздев, А. Н. Праходский. – Минск: БГТУ, 2007. – 312 с.
2. Новосельцева А. И. Справочник по лесным питомникам / А. И. Новосельцева, Н. А. Смирнов. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 243 с.

Студ. Д.В. Лубенков  
Науч. рук. ст. преп. О.А. Селищева  
(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## **ПРОЕКТ ЛЕСОКУЛЬТУРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ГОРОДЕЦКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ГЛХУ «БЫХОВСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Для изучения опыта создания лесных культур в лесничестве было проанализировано лесокультурное производство. Посадка леса за анализируемый период твердолиственных пород (дуба и ясеня) произведена в объеме 4,3 га, хвойные породы (в частности сосна) занимают площадь 190,2 га, мягколиственные (береза и ольха) – 12,9 га. В 2020 году культуры сосны были созданы на площади 52,1 га, березы – 1,5 га, ольхи – 1,2 га. Все культуры были созданы на землях МЛХ.

Объемы лесокультурных работ за последние пять лет в Городецком лесничестве изменяются в пределах от 31,0 (2017 год) до 54,8 га (2020 год). За последние пять лет создано 207,4 га лесных культур. Наибольший объем лесокультурных работ приходится на 2020 год – 54,8 га. Основной культивируемой породой при создании лесных культур является сосна обыкновенная – 190,2 га.

Приживаемость лесных культур изменяется в пределах: по первому году от 80,4% (2019 год) до 92,0% (2018 год), по третьему году от 77,3% (2019 год) до 86,7% (2016 год), что свидетельствует о качественном проведении лесокультурных работ на протяжении всего анализируемого периода.

Подготовка почвы велась исключительно механизированным способом, посадка производилась вручную.

Общая площадь участков Городецкого лесничества для лесовыращивания за прошедшие пять лет составляет 213,1 га. За период с 2016 по 2020 гг. на территории лесничества преобладает искусственное лесовосстановление и составляет 207,4 га (97,3%), естественное возобновление без мер содействия составляет 2,1 га (1,0%), содействие естественному возобновлению – 3,6 га (1,7%).

Лесокультурный фонд лесничества представлен участками общей площадью 40,4 га, относящимся к лесокультурной категории «б» с наличием пней до 500 шт./га. На основании учета конкретных лесорастительных условий на каждом участке, лесные культуры целесообразно создавать на 29 участках общей площадью 37,4 га. На небольших по площади участках, которые примыкают к стенам леса сосновых

насаждений планируется проводить содействие естественному возобновлению путем минерализации почвы, общая площадь участков составила 0,6 га, все участки произрастают по типу лесорастительных условий А<sub>2</sub>. Участки, которые расположены в местах с избыточным увлажнением, оставляются под естественное возобновление без мер содействия. Эти участки занимают общую площадь 2,4 га.

Выбранные участки, на которых проектируется создание лесных культур, имеют следующие условия местопроизрастания А<sub>2</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>. Исходя из этого, культуры будут создаваться смешанные.

Первый вариант создания предусматривает создание лесных культур сосны обыкновенной с березой повислой на участках с типом лесорастительных условий А<sub>2</sub> и В<sub>2</sub> и категорией лесокультурной площади «б». Обработку почвы будем производить фрезой FC Miniforest 045 (производство Италия), которая обеспечивает взрыхление почвы на глубину до 20 см в агрегате с энергонасыщенным трактором МТЗ-1221. В качестве посадочного материала используем двухлетние сеянцы сосны и однолетние сеянцы березы. Подвозку посадочного материала, будем осуществлять с помощью автомобиля УАЗ-33093. Посадка механизированная лесопосадочной машиной SZ в агрегате с трактором МТЗ-1221. Схема смешения пород – 4р.С 1р.Б. Схема размещения посадочных мест применяем 2,0×0,7 м, густота посадки составляет 7,14 тыс. шт./га. Агротехнические уходы в междурядьях будем проводить ЗКТ 2500К в агрегате с МТЗ-1221 по схеме 0–1–1–0. Лесоводственные уходы проектируем проводить мотокусторезом «Stihl» на 4–7 годы ежегодно.

Второй вариант предусматривает создание сосново-липовых культур на участках с типом лесорастительных условий В<sub>3</sub> и относящиеся к лесокультурной площади категории «б». Обработку почвы будем проводить путем образования микроповышений, используя фрезу АП-1 в агрегате с трактором МТЗ-1221. В качестве посадочного материала используем двухлетние сеянцы сосны и однолетние сеянцы липы мелколистной. Подвозку посадочного материала будем осуществлять с помощью автомобиля УАЗ-33093. Посадка механизированная лесопосадочной машиной SZ в агрегате с трактором МТЗ-1221. Схема смешения пород будет следующая: 8р.С 2р.Лп. Схема размещения посадочных мест применяем 2,0×0,7 м, тогда густота посадки составит 7,14 тыс. шт./га. Агротехнические уходы в междурядьях будем проводить ЗКТ 2500К в агрегате с МТЗ-1221 по схеме 1–1–1–2. Лесоводственные уходы проектируем проводить мотокусторезом «Stihl» на 5–7 годы ежегодно.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА МЯГКОЛИСТВЕННЫХ ПОРОД В БОРИСОВСКОМ ОПЫТНОМ ЛЕСХОЗЕ**

Необходимость создания смешанных лесных культур хвойных пород в ответ на процессы изменения климата делает актуальным вопрос получения качественного посадочного материала мягколиственных пород и дальнейшего его использования в лесокультурном производстве. Среди мягколиственных пород особое место занимают береза повислая и ольха черная.

По данным Лесного кадастра Республики Беларусь на 01.01.2022 г. на долю березы приходилось 1947153,3 га или 23,36% от покрытой лесом площади, на долю ольхи черной – 748570,6 га или 8,98% от покрытой лесом площади.

Изучение технологии выращивания и исследование посадочного материала ольхи чёрной и берёзы повислой проводилось на базе лесного питомника Борисовского опытного лесхоза, расположенного в Пригородном лесничестве.

В посевном отделении березы повислой были заложены три пробные площади 100×100 см. Характеристика участка: почвы сильно-кислые, с низким содержанием гумуса, высоким содержанием подвижного фосфора, повышенным содержанием обменного калия.

Посев был произведён в июле, сплошной разброс. После высева семена были присыпаны опилками и накрыты «спанбондом». Регулярно проводились поливы для поддержания почвы во влажном состоянии. Норма высева 15 г/м<sup>2</sup>. Прополки проводились вручную по мере необходимости. Недостатком посева в разброс является сложность в проведении мероприятий по борьбе с нежелательной растительностью и рыхлению почвы.

На каждой пробной площади было посчитано количество растений и измерены высота каждого из них. Так же с каждой пробной площади были взяты по пять образцов посадочного материала для дальнейшего изучения. В возрасте двух лет средняя высота посадочного материала березы повислой составляет 29,5 см, средний диаметр 4,84 см. Количество растений на первой пробной площади составляет 137 шт., на второй – 162 шт., на третьей – 48 шт., что говорит о неравномерности появления всходов березы.

В посевном отделении березы, заложенном в 2019 году, ежегодно проводится изъятие посадочного материала на протяжении уже трех лет. Характеристика участка: среднекислые почвы, средняя обеспеченность гумусом, высокое содержание подвижного фосфора и калия в почве. По окончании первого года выращивания (весной 2020 года) была проведена подрезка корневых систем и выборка стандартного посадочного материала березы. Оставшиеся растения были оставлены на доращивание. В 2020 и в 2021 году операция была повторена. Осенью 2021 года было проведено обследование данного участка с делением сеянцев на три категории крупности. Средняя высота самых мелких растений березы повислой составляет 9,3 см, средний диаметр 1,35 см; средняя высота посадочного материала второй категории крупности составляет 16,0 см, средний диаметр 2,57 см; средняя высота растений третьей категории 28,5 см, средний диаметр 3,27 см.

В посевном отделении ольхи чёрной также были заложены три пробные площади размером 100×100 см. Характеристика участка: почвы сильнокислые, с низким содержанием гумуса, высоким содержанием подвижного фосфора, низким содержанием обменного калия.

Посев был произведён весной, пятистрочный. Норма высева 0,2 г/м. Прополка проводилась механизированная. Применялись регулярные поливы. Средняя высота однолетнего посадочного материала составляет 5,0 см, средний диаметр 1,83 см.

Такие размеры посадочного материала говорят о том, что при выращивании посадочного материала ольхи черной недостаточно эффективно используются агротехнические приемы, такие как орошение и подкормка минеральными удобрениями. Количество растений на первой пробной площади составляет 87 шт., на второй – 76 шт., на третьей – 234 шт. Такие данные показывают неравномерность появления всходов ольхи черной, что говорит о необходимости пересматривать применяемую технологию.

Для сравнения был взят однолетний посадочный материал, выращенный на базе комплекса по производству посадочного материала с закрытой корневой системой Могилевского лесхоза.

Был осуществлен механизированный посев семян ольхи черной линией Urbinati (Италия) в кассеты Plantek 35F. Выращивание осуществлялось на улице с периодическими подкормками водорастворимым удобрением Кристалон (Норвегия). Обмер биометрических показателей показал, что средняя высота сеянцев составляет 72,8 см, средний диаметр 8,03 см.

## **ВЛИЯНИЕ МИКОРИЗЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ**

Микориза – это симбиоз между грибом и растением, который позволяет двум организмам обмениваться питательными веществами. Это важнейший из симбиозов, в который вовлечены растения и грибы [1].

Ассоциации микоризообразующих грибов с высшими растениями широко распространены в природе. Более 80% наземных растений образует микоризы различных типов. Они встречаются практически во всех растительных ассоциациях и оказывают значительное влияние не только на отдельные растения, так и на весь биогеоценоз в целом. Особое значение микотрофия (питание растений с помощью гриба) имеет для древесных видов, так как большая их часть для своего нормального роста и развития требует появления на корнях симбиоза с грибами (микоризы). Грибы без углеводов не способны образовывать плодовые тела, а значит производить споры, т. е. продолжать свой род, и растения в этой симбиотической связи обеспечивают их углеводами. Растения очень щедро делятся со своими симбионтами, отдавая почти половину продуктов своего синтеза (40% и выше). Но взамен они много и получают. Прежде всего, воду. При наличии микоризы, растения никогда не испытывают водного голодания. Вода влияет на все жизненные процессы, происходящие в растениях: с водой. Кроме воды, грибы, посредством микоризы снабжают растения всем необходимым в питании: минеральными солями, витаминами, ферментами, биостимуляторами, гормонами и другими активными веществами [2].

В образовании микоризы на корнях одного растения может участвовать не один, а несколько видов грибов. Однако, как правило, в растительных сообществах встречаются лишь определённые грибы-микоризообразователи – симбионты данных видов растений. Микоризация имеет ряд полезных свойств: экономит влагу (до 50%), накапливает полезные макро и микроэлементы, благодаря чему улучшается рост и развитие растений, повышает устойчивость растений к неблагоприятным климатическим и погодным условиям, а также оказывает противостояние солям и тяжелым металлам, нивелируя сильную зараженность почвы токсинами, помогает противостоять различным патогенам и вредоносным организмам. Некоторые разновидности грибов могут подавлять до 60 разновидностей патогенов, вызывающих гниль,

паршу, фитофтороз, фузариоз и прочие болезни, повышает иммунитет растений, ускоряет процесс приживаемости культур и положительно влияет на рост зеленой массы, улучшаются вкусовые и эстетические характеристики ягод и плодов.

В странах Западной Европы лабораторные и полевые опыты по микоризации посадочного материала проводятся уже давно, во многих странах даже созданы крупные центры по выпуску препаратов для микоризации сеянцев и саженцев. К примеру, в Республике Польша, в последнее время большое внимание уделяется разработке препаратов для лесного хозяйства на основе микоризных грибов [3].

В Республике Беларусь исследованиям микоризы на лесных древесных растениях посвящены немногочисленные работы. Нами были проведенные предварительные исследования влияния микоризации на морфометрические показатели древесных растений. Был собран самосев сосны обыкновенной однолетнего возраста в нескольких прогалинах соснового насаждения. Все растения были аккуратно извлечены из почвы, корни очищены от земли и промыты под водой. Наличие микоризы на корнях оценивалось по визуальным признакам под бинокулярным микроскопом. Далее у самосева сосны были измерены такие параметры как: высота наземной части, диаметр корневой шейки, длина корневой системы, ширина корневой системы, масса хвои и масса стволика в абсолютно сухом состоянии. Корни не высушивались, т. к. планировалось их использовать в дальнейших исследованиях. По предварительным подсчетам было выяснено, что у саженцев, на которых образовалась микориза, наблюдается более мощная корневая система. Охвоенность саженцев с микоризой больше, чем у саженцев, на которых микориза не обнаружена. Диаметр корневой шейки незначительно, но тоже больше, по сравнению с саженцами без микоризы. В естественных условиях (в лесу) большинство молодых растений сосны уже имеют выраженную микоризу, что благоприятно сказывается на их росте и развитии. Микориза положительно влияет на накопление биомассы и другие показатели сеянцев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Микоризы и их роль в формировании сообществ // Вестник Московского университета/ Воронина Е. Ю. Серия 16: Биология. – 2006.
2. Микориза растений / Н. В. Лабанов. – Москва, 1963.
3. Ektomikoryzy // Nove biotechnologie w polskim szkókarstwie leśnym /под ред. Stefana Kowalskiego. – 2007.

## **ИНВАЗИВНЫЕ ВИДЫ ГРИБОВ В КОНСОРЦИИ ПАТОГЕНОВ ХВОЙНЫХ ПОРОД**

В конце 1990-х – начале 2000-х гг. человечество столкнулось с обострением экологической проблемы биологических инвазий – интенсификацией процессов вторжения чужеродных таксонов. Этот процесс несёт тяжёлые последствия, усиливая межвидовую конкуренцию, что опасно для аборигенных и прежде всего эндемичных видов, поскольку зачастую ставит их на грань угрозы исчезновения.

Многие чужеродные виды, которые в настоящее время не отнесены к инвазивным, могут стать таковыми в будущем, заняв новые местообитания. Можно выделить несколько аспектов, связанных с проникновением несвойственных организмов в сложившиеся фитоценозы. Прежде всего, фитопатогенные микромицеты ассоциированы с питающимися растениями-хозяевами и могут распространяться вместе с ними. Перенос может осуществляться с помощью инфицированных семян и нередко – с заражёнными растениями или их частями с помощью человека. Одним из важных путей миграции новых патогенов является также перенос спор по воздуху [1].

В последние два десятилетия возникла острая проблема в связи с распространением инвазивных патогенных заболеваний хвойных пород, вызываемых высокоспециализированными видами грибов. Данные фитопатогены наносят вред всем возрастам и типам насаждений, как естественным, так и искусственным. Искусственные насаждения и молодняки более подвержены инфекциям из-за гомогенности.

За прошедшие 15 лет в Беларуси было отмечено более 10 видов фитопатогенных организмов, ранее не выявленных на территории республики, в то время как на протяжении XX в. – не более 5. Очевидно, что расширение торговых связей между странами, изменение климатических условий приводят к появлению всё большего числа новых вредоносных организмов, которые, приспосабливаясь к местным условиям, массово поражают представителей аборигенной флоры [2].

Анализ литературных источников позволил составить список инвазивных фитопатогенов хвойных растений, выявленных в Беларуси за 3 последних десятилетия (табл.). Как можно заметить из этого материала частота проникновения чужеродных патогенов возрастает.

**Таблица – Список инвазивных фитопатогенных организмов в составе микобиоты хвойных пород**

№	Вид	Год первого упоминания на территории Беларуси
1	<i>Sphaeropsissapinea</i> (Fr.) Dyko & B. Sutton	1990
2	<i>Gymnosporangium tremelloides</i> Hartig	2002
3	<i>Passalora juniperina</i> H. Solheim	2002
4	<i>Stigmina deflectens</i> (P.Karst.) M.B. Ellis.	2002
5	<i>Phoma</i> spp. Sacc.	2002
6	<i>Pestalotiopsis funereal</i> J. Sichuan	2008
7	<i>Rhizosphaera kalkhoffii</i> Bubak	2008
8	<i>Coleosporium</i> spp. Leveille	2008
9	<i>Mycosphaerella gibsonii</i> H.C. Evans	2009
10	<i>Dothistroma septosporum</i> (Dorogin) M. Morelet	2013
11	<i>Gymnosporangium sabiniae</i> (Dicks.) G. Winter	2013
12	<i>Ophiostomapolonicum</i> Siemaszko	2013
13	<i>Atropellispinicola</i> Zeller & Goodding	2014
14	<i>Cyclaneusma minus</i> DiCosmo Peredo & Minter Butin.	2016
15	<i>Atropellis piniphila</i> (Weir.) Lohman & Cash	2019
16	<i>Cronartium fusiforme</i> Hed. & Hunt ex Cum	2019
17	<i>Mycosphaerella dearnessii</i> M.E. Barr.	2019

Некоторые инвазии в лесных насаждениях являются не только причиной огромных экономических ущербов, но и приводит к негативным социальным и экологическим последствиям.

Наиболее вероятными инвазиями в ближайшие годы опасных грибов возбудителей болезней сосны являются *Ophiostoma penicillatum* (Grosmann) Siemaszko, *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnel и *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schrot [2].

Основные площади лесопокрываемых земель в Беларуси заняты насаждениями хвойных пород, среди которых доминирует сосна обыкновенная и ель европейская, составляющие почти 60% лесного фонда. Поэтому проблема инвазий фитопатогенных организмов является очень актуальной на сегодняшнее время, и без должного к ней внимания будущее наших хвойных лесов может быть под угрозой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Левитин М.М., Новожилов К.В., Афанасенко О.С. и др. Миграции фитопатогенных грибов и ареалы популяций. Микология сегодня. 2011. 2: 261-274.
2. Васильевич В. В. Методы исследования инвазивных патогенов хвойных, обнаруженных на территории Республики Беларусь/ Молодость. Интеллект. Инициатива, 40-41, 2019.

## ИНВАЗИВНЫЕ ВИДЫ ПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ НА ЛИСТВЕННЫХ ДЕРЕВЬЯХ В БЕЛАРУСИ

В связи с наблюдаемыми в последние десятилетия климатическими изменениями создались неблагоприятные условия для произрастания ряда древесных пород, в результате чего возросла степень их поражения различными заболеваниями. На этом фоне повысилась активность распространения инвазивных фитопатогенов, которые получили возможность быстро проходить натурализацию на новых территориях благодаря ослабленным популяциям растений-хозяев. Большинство адвентивных видов поражают деревья как в насаждениях, так сеянцы и саженцы в питомниках. Наибольшее число потенциально опасных видов грибов имеет североамериканское происхождение (около 50%), и могут попасть на территорию республики из вторичных центров распространения в странах ЕС и России.

Наиболее часто встречающимся на нашей территории инвазивным видом оказался дальневосточный аскомицет *Hymenoscyphus fraxineus* Baral et al. синоним – *Chalara fraxinea*, поражающий ясеня обыкновенный. Этот инвазивный патогенный гриб паразитирует на листьях и побегах растений рода *Fraxinus*, особенно вредоносен для молодых экземпляров, вызывая их усыхание и гибель в течение вегетационного периода. Крупные деревья более устойчивы к болезни, однако хроническое поражение делает их уязвимыми перед другими заболеваниями, например, корневыми гнилями, вызываемыми грибами рода *Armillaria* [1]. По результатам обследований, проведенных специалистами БГТУ, Института леса НАН Беларуси и РУП «Белгослес» суховершинность ясеня отмечена в лесных насаждениях всех регионов Беларуси, а также в лесных питомниках на саженцах ясеня обыкновенного и в зеленых насаждениях. Вредоносность новой болезни, вызываемой инвазивным грибом, огромна – площадь ясеневых лесов страны за годы инвазии (начиная с 2003) сократилась более чем на 2/3.

Другим часто встречающимся чужеродным видом оказался возбудитель ржавчины ольхи гриб *Melampsorium hiratsukanum* S. Ito ex Hirals. Это также дальневосточный вид дендропатогена, был отмечен в Европе с середины 90-х годов прошлого века. Вторичный ареал возбудителя ржавчины ольхи первоначально распространилась в странах Балтийского региона (Финляндия, Эстония, Литва) и далее по ЕС. В

настоящее время данный вид входит в европейский список важнейших инвайдеров, а ареал его распространения в Европе охватывает также Австрию, Венгрию, Германию, Италию, Норвегию, Польшу, Румынию, Украину, Чехию. В 2017 г. гриб впервые выявлен в лесах Беларуси на двух видах ольхи *Alnus glutinosa* и *A. incana* [2]. Патоген обнаружен в северной и южной геоботанических подзонах страны на территории Брестской, Витебской, Гродненской и Минской областей. Вредоносность *M. hiratsukanum* в условиях Беларуси пока остается не выясненной.

*Phytophthora alni* Brasier & S.A.Kirk – новый для насаждений Европы вид фитопатогена, вызывающий ослабление и усыхание деревьев ольхи. Болезнь активно распространяется вдоль пойм рек, пораженные деревья быстро погибают. Пока фитопатоген представлен единственной генетически подтвержденной находкой в Беларуси на территории Гомельского лесхоза [3]. Учитывая характер развития болезни в соседних странах, в ближайшее время, после этапа акклиматизации возбудителя, вполне вероятно широкое распространение болезни в республике с возрастанием вредоносности.

В результате анализа литературных источников установлено, что на территории Беларуси имеются очаги развития 15 видов инвазивных фитопатогенных грибов и бактерии. Наибольшее распространение имеет опасный патоген *Hymenoscyphus fraxineus*, вероятно, занесенный к нам с территории Польши. В Беларуси его вредоносность не ниже, чем отмечается в сопредельных странах Европы. Анализ карантинных списков различных стран показал наличие еще 23 видов патогенов, представляющих потенциальную угрозу для фитосанитарного состояния лесных насаждений, питомников и дендропарков нашей страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ярук А.В., Звягинцев В.Б. Распространенность халарового некроза в насаждениях и посадках ясеня обыкновенного // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2015. – № 1 (174). – С. 207–210.
2. Звягинцев В.Б., Беломесяцева Д.Б., Шабашова Т.Г., Марковская С.И. *Melampsorium hiratsukanum* – новый инвазивный возбудитель ржавчины ольхи и лиственницы в Беларуси. // Ботаника (исследования). – Минск : Колорград, 2017. – Вып. 46. – С. 169–173.
3. Беломесяцева Д.Б., Шабашова Т.Г., Звягинцев В.Б. Актуальные для лесного хозяйства карантинные виды возбудителей болезней древесных растений // Ботаника (исследования). – 2019. – С. 189–205.

Студ. О.В. Карпович  
Науч. рук. ст. преп. Н.В. Серко  
(кафедра ландшафтного проектирования  
и садово-паркового строительства, БГТУ)

## **АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ ПО БЛАГОУСТРОЙСТВУ И ОЗЕЛЕНЕНИЮ ТЕРРИТОРИЙ ЖИЛЫХ МИКРОРАЙОНОВ**

Благоустройство и озеленение всей территории жилых микрорайонов предполагает создание благоприятной жизненной среды, отвечающей санитарно-гигиеническим, функциональным и архитектурно-художественным требованиям.

Композиционная идея жилого района predetermined двумя главными факторами: градостроительной ситуацией и местными природными условиями. Градостроительная ситуация определяет планировочную структуру района, а местные природные условия оказывают непосредственное влияние на системы рекреационных территорий и их ландшафтную организацию.

Например, двор жилого комплекса Wellton Gold, расположенного в СЗАО Москвы, в Хорошево-Мневниках, для максимального комфорта и экологичности полностью изолирован от автомобилей, а въезд в паркинг осуществляется со стороны улицы, что обеспечивает полную безопасность передвижения детей и взрослых [1]. В квартале высажено почти 45 000 многолетних цветов, свыше 10 000 кустарников, 648 крупномерных деревьев из лучших европейских питомников. Холодная сине-зелёная цветовая гамма – удачное решение для лета, меняются с наступлением зимы на золотистую. Дизайн построен на нюансах и визуально расширяет пространство. Рельеф, повторяющий строение дюн, указывает на историческую близость к морю. В озеленении использованы луговые растения-аборигены: овсяница сизая, сеслерия, малина голубая. Извилистые плавные контуры дорожек и площадок смотрятся живописно и продуманно, создаётся как бы увеличение площади – за счёт прогибов дорожки, где расположили различные – по наполнению – наборы садовой мебели. Разросшиеся злаки, высаженные в ряд вдоль дорожки, смотрятся как сформированная живая изгородь. Большая площадь, засаженная однородными злаками, даёт ощущение природной естественности и спокойствия.

Жилой комплекс «Макаровский» находится в историческом центре города Екатеринбург, на Олимпийской набережной. На территории квартала располагаются детские игровые комплексы общей площадью

470 м<sup>2</sup> с безопасным экологическим покрытием для детей разных возрастных групп: песочница, качели, балансиры и даже батут. Детская зона во дворе покрыта настоящей природной морской галькой. Это экологичное природное покрытие развивает моторику и благоприятно действует на организм, если бегать по ней босиком. На территории комплекса расположены современная и удобная площадка для тренировки на свежем воздухе. При проектировании архитекторы руководствовались концепцией «всегда цветущий двор». Специально подобранные растения позволяют внутреннему пространству круглый год цвести [2].

ЖК «Мармелад» – новый жилой комплекс за Минской кольцевой автодорогой. Озеленение территории представляет собой размещение отдельно стоящих или сгруппированных хвойных и лиственных видов деревьев и кустарников, с помощью которых визуально акцентируется место главных входов в здание. Активно используются красивоцветущие виды растений, высаженные как непосредственно в грунт, так и размещенные в отдельных резервуарах [3].

ЖК «Левада» – новый уникальный многофункциональный жилой комплекс в г. Минске на берегу реки Свислочь. Внутренняя территория жилого квартала представлена равнинным рельефом с искусственно созданными холмами. Основной ассортимент древесной растительности представлен такими видами как береза повислая, ель европейская 'Сизая', можжевельник обыкновенный, сосна горная, туя западная 'Смарагд', клен остролистный и серебристый, липа мелколистная, конский каштан обыкновенный и ясень обыкновенный. Цветочное оформление представлено кадками со злаковыми растениями (овсяница сизая и вейник остроцветковый) [4].

Благоустройство и озеленение территорий жилых микрорайонов имеет ряд особенностей, связанных с их функциональным назначением. При ландшафтной организации таких территорий следует учитывать видовой состав растительности, приемы посадок, характер и плотность озеленения, виды композиций и цветосочетания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ЖК Wellton Gold [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.krost.ru/projects/wellton-gold>. – Дата доступа: 29.05.2022.
2. ЖК «Макаровский» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://makarovsky.pro/>– Дата доступа: 29.05.2022.
3. ЖК «Мармелад» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://myfin.by/novostroyki/marmelad>. – Дата доступа: 29.05.2022.
4. ЖК «Левада» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://levada.by>. – Дата доступа: 29.05.2025.

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

## **ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОМПОЗИЦИЙ ЦВЕТОЧНО-ДЕКОРАТИВНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ГУО «СРЕДНЯЯ ШКОЛА №1 Г. ЧАУСЫ»**

Особенности подбора ассортимента зеленых насаждений на участках школ во многом определяются функциональным назначением отдельных участков и площадок, а также характером использования участка в педагогических целях. Планировочное решение композиций цветочно-декоративного оформления пришкольной территории может быть как регулярным, так и пейзажным. Цветники должны акцентировать наиболее значимые участки школьной территории (зону парадного входа, внутренний двор и др.), основные дорожки, площадки отдыха, дополняться посадками лиственных кустарников, при выборе которых предпочтение обычно отдают красивоцветущим видам (спиреи аргута, Бумальда, Вангутта и серая, сирени венгерская и обыкновенная, др.). С учетом графика обучения эффект максимальной декоративности цветочно-декоративных композиций должен приходиться на весенний и осенний периоды.

Перспективным вариантом проектного решения композиций цветочно-декоративного оформления территории ГУО «Средняя школа №1 г. Чаусы» представляются смешанные приемы ландшафтного дизайна, которые гармонично совмещают строгость регулярного и плавные изогнутые линии пейзажных стиливых направлений. Предлагаемый ассортимент цветочных растений включает преимущественно малоуходные многолетние растения, способные произрастать на одном месте в течение нескольких лет (очитки анакамперос, васильковый, видный, расходящийся, хосты белоокаймленная, ланцетолистная и др.). Линейные цветники можно рекомендовать формировать посадками красивоцветущих многолетников летнего цветения – астильбы Арендса, ириса сибирского, котовника Фассена, лилейника гибридного. Также широко применяются мелколуковичные красивоцветущие многолетники весенних сроков цветения (белоцветник весенний, мускари армянский и гроздевидный, пушкиния пролесковидная, сцилла сибирская). Привлекательным акцентом в ландшафтном решении территории станет группа гортензии метельчатой в совместной посадке с хризантемой корейской и лилейником гибридным.

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

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРИЕМЫ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ САДА АРОМАТОВ**

Грамотно спроектированное садовое пространство способно активизировать жизненно важные органы чувств. Обоняние – один из важнейших каналов, с помощью которого мы получаем информацию об окружающем мире [1]. Ароматический сад – оригинальная идея ландшафтного дизайна. Он может принимать форму масштабной композиции или же нескольких цветников, источающих сладкие или освежающие запахи. Сад ароматов обладает рядом преимуществ:

– объект озеленения приобретает особую оригинальность, становится уникальным, непохожим на другие;

– поскольку в качестве носителей ароматов обычно выбирают красивоцветущие растения, можно испытать не только ольфакторное, но и визуальное наслаждение;

– многие запахи не только формируют настроение, но и обладают лечебным действием, обеспечивая необходимый терапевтический эффект: взбадривать или расслаблять, снимать напряжение;

– создание такого сада обычно не занимает много места.

Сад ароматов может не только иметь свободные хаотичные посадки красивоцветущих или пряно-ароматических растений, но также быть выполнен в определенном стиле:

1. Сад ароматов в стиле кантри: легкая иллюзия небрежности. В ландшафт такой стилистики впишутся любые пряные и лечебные травы, скамьи, садовая скульптура, пни, старые ведра и иные забытые и брошенные вещи, на которых тоже можно разместить ландшафтные мини-композиции. Такой сад – сад легкости, благоухания и очень простых композиционных решений.

2. Английский сад в миниатюре: основные особенности английского стиля – асимметричность, плавность линий, живописный рельеф, – все, что напоминает живую природу, но уже без «запущенности» сада ароматов в стиле кантри.

3. Сад ароматов во французском стиле – это панорамный сад, который воспринимается весь сразу в виде картины. Этот садовый стиль требует прямых линий и обязательной симметрии; в композицию отлично впишутся и водные элементы, например, фонтаны [2].

Еще один интересный дизайнерский ход – создание ароматического моносада, когда в саду используются пряные растения только одного определенного вида или рода. При этом можно рекомендовать использовать разные сорта растений, отличающиеся по декоративным признакам (параметры растений, окраска и форма листьев и цветков, др.), например, различные виды и сорта мяты, чабреца или шалфея [3].

В ландшафтном решении любого сада ароматов важна гармония форм, окрасок и высоты растений. Хорошо, если композиция устроена в несколько уровней, это помогает оптимизировать условия ее визуального восприятия [4]. При формировании ароматического миксбордера важно подбирать ассортимент растений с учетом обеспечения непрерывности цветения. Основу ароматического сада желательно формировать из многолетних растений, что позволяет уменьшить ежегодные объемы работ по уходу за ним. Значимую роль в композиции сада ароматов играют также создающие выраженные объемные акценты древесные растения – кустарники (буддлея, сирень, различные виды спиреи, чубушник) и лианы (жимолость, хмель).

Подбор ассортимента растений должен быть ориентирован на определенную ольфакторную группу, учитывая, что каждая цветочная культура создает свой собственный неповторимый аромат – нежный (мята, розмарин, шалфей), пряный (гвоздика, настурция, фенхель), сладкий (бузина, гелиотроп, маттиола), медовый (лобулярия, мирабилис, флоксы), фруктовый (гиацинт, Melissa, роза, энотера) и др. Можно также рекомендовать дифференцировать ассортимент растений с учетом возрастания интенсивности запахов в определенное время суток, создавая сады вечерних (маттиола, табак крылатый) и утренних (мята, полынь) ароматов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сенсорный сад: терапия для ощущений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.greenmarket.com.ua/blog/nazdorovie/sensornyiy-sad/>. – Дата доступа: 29.05.2022 г.

2. Сад ароматов. Душистые травы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://diz-cafe.com/ideas/sad-aromatov.html?>. – Дата доступа: 29.05.2022 г.

3. Сад ароматов. Ароматные цветы для сада [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rozarii.ru/cvetnik/sad-aromatov.html?>. – Дата доступа: 29.05.2022 г.

4. Душистые цветники: подбор растений, места, составление композиции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7dach.ru/Uleyskaya/dushistyie-cvetniki-88554.html>. – Дата доступа: 29.05.2022 г.

## СОСТАВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОПОЛНЕНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ОСЕННЕЦВЕТУЩИХ ТРАВЯНИСТЫХ МНОГОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ ГНУ «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД НАН БЕЛАРУСИ»

Среди цветочных культур открытого грунта особый интерес представляют осеннецветущие растения, отличающиеся устойчивостью к заморозкам, неприхотливостью и долговечностью в культуре.

В ходе проведенных исследований был изучен состав осеннецветущих растений коллекции цветочных многолетников ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» с целью оценки перспектив их использования в садово-парковых композициях на территории республики (таблица).

**Таблица – Состав коллекции осеннецветущих многолетних растений  
 ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»**

Цветочная культура	Количество сортов, шт.	Сроки цветения, месяц	Высота растения, м	Приемы использования в озеленении
Астра кустарниковая – <i>Aster dumosus</i> (L.)	3	VIII–X	0,2–0,4	контейнерное озеленение, группы, массивы
Астра новоанглийская – <i>Aster novae-angliae</i> (L.)	1	IX–X	1,5–1,8	солитеры, группы, массивы
Астра новобельгийская – <i>Aster novae-belgii</i> (L.)	6	VIII–X	0,7–0,8	солитеры, группы, массивы
Хризантема корейская – <i>Chrysanthemum coreanum</i> (Nakai)	200	IX–X	0,5–0,6	контейнерное озеленение, клумбы, солитеры, группы, массивы
Эхинацея пурпурная – <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench.	5	VII–IX	0,7–0,8	группы, массивы

Очень декоративны и долговечны в культуре имеющиеся в коллекции ботанического сада многолетние астры: астра кустарниковая 'Kristina', 'Jenny', 'Rosenwichtel'; астра новоанглийская 'Alma Potschke'; астра новобельгийская 'Ballard', 'Crimson Brocade', 'Gnom', 'Karminkuppel', 'Marie Ballard', 'White Ladies'. Наиболее высокорослыми являются растения сорта астры новоанглийской 'Alma Potschke' (высота – 0,9–1,2 м, диаметр корзинок – 3–4 см, окраска цветков пурпурная).

Самыми низкорослыми являются растения сортов астры кустарниково-вой '*Kristina*' (высота – 0,2–0,3 м, диаметр корзинок – 2–3 см, окраска цветков белая) и '*Rosenwichtel*' (высота – 0,2–0,3 м, диаметр корзинок – 2–3 см, окраска цветков темно-фиолетовая).

В коллекции хризантемы преобладают среднерослые (65%), также представлены низкорослые (20%) и высокорослые (15%) сорта. Распределение сортов по форме соцветий следующее: махровые плоские – 26%, полумахровые – 23%, помпонные – 15%, простые немахровые – 12%, полушаровидные – 9%, лучевидные – 8%, анемовидные – 7%. Ведущей группой в коллекции хризантем являются сорта средних сроков цветения (37%), имеются ранние (27%), средне-поздние (19%), поздние (13%) и очень ранние (4%) сорта. Цветовая гамма растений сортов хризантем разнообразная: оранжевая (22% сортов), розовая (15%), сиреневая (14%), желтая (13%), красная (10%), малиновая (9%), сиренево-розовая (8%), белая (6%), смешанная (2%), лососевая (1%).

Имеющиеся в коллекции сорта эхинацеи пурпурной '*Butterfly Kiss*', '*Julia*', '*Quilles Trilles*', '*Raspberry*', '*Truffle Sunrise*' разнообразны по декоративным признакам, что предопределяет широкие возможности их использования в цветочном оформлении. Все представленные в коллекционных посадках виды растений и их сорта предпочтительно высаживать на открытых, хорошо освещенных и не переувлажненных участках. На отечественном рынке, в питомниках Минска и Минского района («Красный клен», «7 соток», «Цветочная улица») представлен достаточно широкий ассортимент осеннецветущих травянистых многолетних растений, которых нет в составе изученной коллекции (астра кустарниковая '*Blaue Lagune*', '*Island Bahamas*', '*Island Samoa*', '*Island Tonga*', '*Kassel*', '*Lady in Blue*', '*Prof. Anton Kippenberg*'; астра итальянская '*Rudolf Goethe*'; астра новоанглийская '*Marina Wolkonsky*', '*September Rubin*', '*Violetta*'; астра новобельгийская '*Fellowship*', '*Patricia Ballard*', '*Royal Ruby*', '*Winston Churchill*'; астра растопыренная '*Beth Chatto*', '*Eastern Star*'; эхинацея бледная; эхинацея пурпурная '*Double Decker*', '*Leilani*', '*Magnus*', '*Meringue*', '*Pink Bonbon*', '*Sensation Pink*', '*White Swan*'), что свидетельствует о потенциальных возможностях пополнения состава коллекции ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» и испытания новых видов и сортов растений. Осеннецветущие травянистые многолетние растения перспективны для использования в различных вариантах цветочного оформления, в настоящее время мало представлены на объектах озеленения, что предопределяет актуальность их изучения и широкого внедрения в цветочное оформление на территории Беларуси.

## БАЗА ДАННЫХ ПРАВОВОГО ПОРТАЛА ПО НОВЫМ УЧАСТКАМ РЕДКИХ И ТИПИЧНЫХ БИОТОПОВ ЛЕСОВ

В работе представлены краткие результаты проводимой нами работы по анализу содержания базы данных (БД) национального правового интернет-портала (pravo.by), данных нового технического нормативно-правового акта (ТНПА) – ТКП 17.12-06-2021 (33140) Правила выявления типичных и (или) редких биотопов, типичных и (или) редких природных ландшафтов, оформления их паспортов и охранных обязательств. На основе БД портала выполнен анализ официальных опубликований и отбор решений о передаваемых под охрану участков (таксационных выделов) редких и типичных биотопов (в основном, биотопов лесов (группа б)). Представлены промежуточные итоги анализа данных по всем решениям за период 01.01.-31.05.2022 (о передаче под охрану редких и типичных биотопов).

На основе изучения правовых документов заключили, что механизм передачи участков под охрану включает: а) обследовательские работы (выполняемые профильными специалистами (работниками научных, образовательных учреждений, проектных институтов; экспертами и пр.)); б) этап подготовки проектов охранных документов; в) этап передачи документов в районную инспекцию Минприроды (районная инспекция). В таблице 1 приводится фрагмент структуры таблицы, разработанной нами для анализа содержания материалов решений районных исполнительных комитетов по передаче под охрану ответственным землепользователям редких и типичных биотопов.

**Таблица 1 – Анализ решений государственных органов о передаче под охрану участков редких и типичных биотопов (фрагмент)**

Наименование госоргана, принявшего решение	Дата, номер решения	Объект, передав. под охрану	Ответствен. землепользователь
Брагинский районный исполнительный комитет	13.01.2022, № 32	Пойменные дубравы (редкий)	Комаринский лесхоз
Стародорожский районный исполнительный комитет	15.02.2022, №182	Западная тайга	Слуцкий лесхоз
Костюковичский районный исполнительный комитет	18.05.2022, №625	Еловые леса с богатой травянистой растительностью	Костюковичский лесхоз

Таким образом, на основе результатов рассмотрения документов специалистами районной инспекции и согласования материалов с профильными специалистами Национальной академии наук Беларуси, государственной инспекции охраны животного и растительного мира при Президенте Республики Беларусь готовится решение районного исполнительного комитета. Решение содержит несколько положений, в том числе план управления (в части ограничения лесопользования, рекомендуемые меры и пр.). Меры охраны и рекомендуемые мероприятия указываются, как правило, на основе действующего ТНПА: ТКП 17.12-06-2021 (33140) (или иные, по мнению эксперта(ов)).

В таблице 2 приводится количественная информация по результатам решений районных комитетов (на основе БД портала [pravo.by](http://pravo.by)) (01.01.-31.05.2022) – общие данные по редким и типичным биотопам, переданным под охрану разным землепользователям (организациям).

**Таблица 2 – Анализ данных по количеству участков, переданных под охрану разным землепользователям (в т. ч. лесхозам) за период 01.01.-31.05.2022**

Количество организаций	Количество лесхозов	Количество лесничеств	Количество биотопов	Общая площадь
12	12	31	30	10381,44

Таким образом, общее количество землепользователей, кому были переданы участки биотопов, составило 12. Из них лесхозы – 12, в том числе 31 лесничество, количество биотопов – 30 общей площадью 10381,44 га. Анализ данных показал, что большинство передаваемых под охрану участков представлены типичными биотопами. В таблице 3 приводятся краткие результаты (фрагмент) анализа количественных данных по биотопам лесов (группа б) (с учетом категории биотопов), переданных под охрану землепользователям (лесхозам).

**Таблица 3 – Анализ данных по количеству переданных под охрану участков редких биотопов лесов (группы б) (фрагмент данных) (01.01.-31.05.2022)**

Название биотопа лесов	Количество организаций	Общая площадь	
		га	%
Пойменные дубравы (редкий)	1	7,6	3,7
Неморальные широколист. леса с грабом	1	41,5	20,2
Западная тайга	4	133,7	65,1
Еловые леса с богат. травян. растительностью	2	18,1	8,8
Леса в оврагах и на крутых склонах (редкий)	1	4,2	2,0
Итого	9	205,1	100,0

Таким образом, под охрану передавались редкие биотопы: 6.9. «Пойменные дубравы» и 6.14. «Леса в оврагах и на крутых склонах». Общая площадь составляет 7,6 га (3,7%) и 4,2 га (2,0%). Другие категории редких биотопов лесов не передавались под охрану.

## БАЗА ДАННЫХ ПРАВОВОГО ПОРТАЛА ПО ПРИНЯТЫМ РЕШЕНИЯМ О ПЕРЕДАЧЕ ПОД ОХРАНУ МЕСТ ПРОИЗРАСТАНИЙ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ

В работе использованы материалы базы данных (БД) национального правового интернет-портала (pravo.by), данные Постановления Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь № 26 от 9 июня 2014 г. (далее, Минприроды). На основе БД портала выполнен анализ официальных опубликований (pravo.by) и отбор решений о передаваемых под охрану мест произрастания редких и находящихся под угрозой исчезновения (исчезающих) видов растений. В работе представлены промежуточные итоги анализа данных по всем решениям за период 01.01.-31.05.2022 (о передаче под охрану мест произрастания дикорастущих растений).

Механизм передачи участков под охрану следующий. На основе данных обследовательских работ, выполненных профильными специалистами (работниками научных, образовательных учреждений, проектных институтов; экспертами и пр.) подготавливаются проекты охранных документов. Подготовленные документы передаются для рассмотрения в районную инспекцию Минприроды (районная инспекция). В таблице 1 приводится фрагмент структуры таблицы, разработанной для анализа содержания материалов решений районных исполнительных комитетов по передаче под охрану ответственным землепользователям мест произрастания дикорастущих растений.

**Таблица 1 – Анализ решений государственных органов о передаче под охрану мест произрастания редких и исчезающих видов дикорастущих растений**

Наименование госоргана, принявшего решение	Дата, номер решения	Объект, передаваемый под охрану	Ответствен. землепользователь
Ивьевский районный исполнительный комитет	21.01.2022, № 33	Берула прямая	Бакштовский сельск. исполнительный комитет
Малоритский районный исполнительный комитет	14.12.2021, № 1566	Лилия кудреватая	Малоритский лесхоз
Костюковичский районный исполнительный комитет	31.12. 2021 № 25-7	Колокольчик ши-роколистный	Костюковичский лесхоз

Таким образом, на основе результатов рассмотрения документов специалистами районной инспекции и согласования материалов с про-

фильными специалистами Национальной академии наук Беларуси, государственной инспекции охраны животного и растительного мира при Президенте Республики Беларусь готовится решение районного исполнительного комитета. Решение содержит несколько положений, в том числе план управления (ограничения по лесопользованию, рекомендуемые меры и пр.). Меры охраны и рекомендуемые мероприятия указываются, как правило, на основе действующего ТНПА: ТКП 17.05-01-2021 (33140) (или иные, по мнению эксперта(ов)).

В таблице 2 приводится количественная информация по результатам решений районных комитетов (на основе БД портала [pravo.by](http://pravo.by)) (01.01.-31.05.2022) – общие данные по переданным под охрану видам растений разным землепользователям (организациям).

**Таблица 2 – Анализ данных по количеству участков, переданных под охрану разным землепользователям (в т. ч. лесхозам) за период 01.01.-31.05.2022**

Количество организаций	Количество лесхозов	Количество лесничеств	Количество видов	Общая площадь, га
37	27	39	198	1819,8

Таким образом, общее количество землепользователей, кому были переданы участки мест обитаний редких и исчезающих видов, составило 37. Из них лесхозы – 27, в том числе 39 лесничеств.

В таблице 3 приводятся краткие результаты анализа количественных данных по участкам, переданных под охрану, по видам (с учетом категории национальной природоохранной значимости).

**Таблица 3 – Анализ данных по количеству переданных участков мест произрастания растений разных категорий значимости (01.01.-31.05.2022)**

Категория значимости	Количество участков	Количество организаций	Количество лесхозов	Общая площадь	
				га	%
I	1	1	-	0,0008	0,0004
II	16	3	4	131,5	7,2
III	72	3	11	630,2	34,6
IV	109	3	12	1058,1	58,2
Итого	198	10	27	1819,8	100,0

Таким образом, с 01.01.2022 по 31.05.2022, было передано под охрану 198 участков произрастания разных видов растений.

Количество лесхозов и других организаций, кому переданы под охрану места произрастаний растений - 27 и 10 соответственно. Общая площадь участков мест произрастания редких растений составляет 1819,8 га.

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ ВАСИЛЕВИЧСКОГО ЛЕСХОЗА

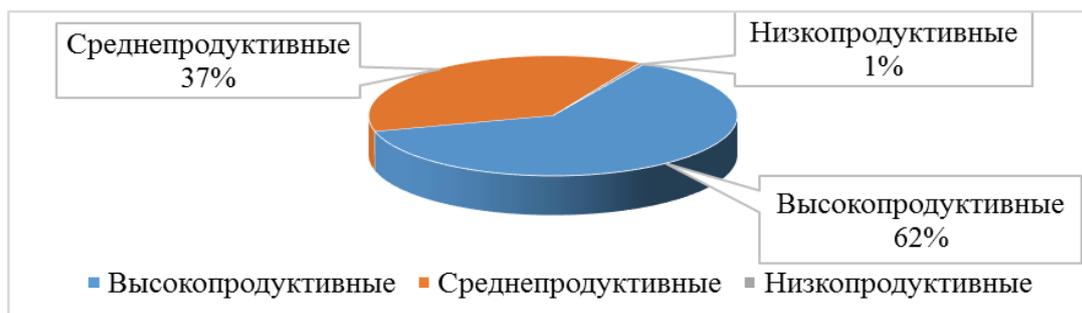
Государственное лесохозяйственное учреждение «Василевичский лесхоз» было образовано 1 января 1940 года в центральной части Гомельской области на территории Речицкого, Калинковичского и Светлогорского районов. На севере лесхоз граничит с Светлогорским лесхозом, на северо-западе с Калинковичским лесхозом, на юго-западе с ЭЛОХ «Лясковичи», на юге с Хойникским лесхозом и на востоке с Речицким опытным лесхозом. Производственную структуру данного лесохозяйственного учреждения составляют 10 лесничеств, деревообрабатывающий цех и лесопункт. Основная деятельность лесхоза представлена заготовкой древесины, ее переработкой, производством древесного топлива, изготовлением различных изделий из древесины, побочным использованием лесом.

Основные показатели лесного фонда Василевичского лесхоза представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Показатели лесного фонда Василевичского лесхоза**

Наименование показателя	Единица измерения	Данные (факт)
1. Общая площадь земель лесного фонда	тыс. га	90,6
1.1 Лесные земли	тыс. га	85,5
1.2 Покрытые лесом земли всего	тыс. га	75,3
1.3 Спелые и перестойные	тыс. га	18,1
2. Лесистость	%	45,5
3. Природоохранные, рекреационно-оздоровительные, защитные леса	тыс. га	19,7
4. Общий запас насаждений всего	тыс. м <sup>3</sup>	16811
5. Общее среднее изменение запаса	тыс. м <sup>3</sup>	319,5
6. Средний запас насаждений	м <sup>3</sup> /га	219
6.1 Спелых и перестойных	м <sup>3</sup> /га	274
7. Средний возраст	лет	54
8. Доля особо охраняемых природных территорий	%	0,9

Преобладающими являются средневозрастные мягколиственные и хвойные породы. Объем расчетной лесосеки на 2020 год составляет 194,6 тыс. м<sup>3</sup>. На рисунке представлена диаграмма продуктивности лесных насаждений Василевичского лесхоза.



**Рисунок – Структура лесов Василевичского лесхоза (по продуктивности)**

По состоянию на начало июня 2022 у лесхоза числится 79,2 га плюсовых дубовых насаждений, 41 плюсовое дерево дуба черешчатого, 304 га генетических резерватов по Короватичскому лесничеству и 424 га по Узножскому лесничеству. Каждый год лесхозом заготавливается в среднем около 190 тыс. м<sup>3</sup>. Краткие результаты анализа данных (объемы заготовленной древесины при рубках), см. таблица 2.

**Таблица 2 – Показатели лесохозяйственной деятельности лесхоза**

Вид рубки	Единица измерения	2019 год	2020 год
Рубки главного пользования	тыс. м <sup>3</sup>	129,5	162,7
Рубки промежуточного пользования		25,8	34,5
Прочие рубки		171,6	214,9

Переработка древесины происходит в производственном деревообрабатывающем цеху. Ежегодно в ходе переработки выход готовой лесопроductии составляет 163 тыс. м<sup>3</sup>, из него 111,7 м<sup>3</sup> деловой. Также в лесхозе имеется сушильный комплекс, который осуществляет сушку 2,7 тыс. м<sup>3</sup> лесных материалов. Основными покупателями лесопроductии на внешнем рынке являются организации Польши, стран Балтии, на внутреннем рынке – ОАО «Кроноспан ОСБ», предприятия концерна Беллесбумпром и др. Василевичский лесхоз имеет сертификат соответствия по системе лесоуправления и лесопользования. Лесхоз занимает лидирующие позиции в заготовке второстепенных лесных ресурсов и побочном пользовании (заготовка березового сока, меда, размещение ульев и пасек, заготовка новогодних деревьев и др.). На территории лесного фонда Василевичского лесхоза имеется четыре особо охраняемые природные территории: участок уникальной дубравы Речицкий, участки широколиственно-сосновых лесов, два дуба и место поселения древнего человека (бронзовый век).

Таким образом, структура лесхоза позволяет реализовывать древесину в заготовленном виде, также имеется возможность реализации широкого спектра продукции лесопиления и деревообработки. Объекты ООПТ, участки старовозрастного леса, редких и типичных биотопов, взятых под охрану, позволяют развивать экологический туризм.

**АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЛЕСОУПРАВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ  
СТАРОДОРОЖСКОГО ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА**

Общая площадь государственного опытного учреждения «Стародорожского опытного лесхоза» по состоянию на 1 января 2022 г. составляет 70,5 тыс. га. В нее входит покрытая лесом площадь, которая составляет 64,9 тыс. га. Лесистость района составила – 50,5%. В состав лесхоза входят 7 лесничеств: Горковское, Залужское, Новодорожское, Пасекское, Положевичское, Стародорожское, Фаличское. В том числе: 27 мастерских участков и 70 лесных обходов [1]. Средний запас спелых насаждений – 281 м<sup>3</sup> (таблица 1) [1].

**Таблица 1 – Средний возраст и запас древесины, а также распределение лесов по породам**

Порода	Средний возраст, лет	Средний запас древесины, м <sup>3</sup>	Распределение лесов по породам, %
Хвойные	61	224,2	77
Твердолиственные	71	167,9	2
Мягколиственные	41	255,0	21

Анализ распределения площадей лесных насаждений по группам возраста свидетельствует, что в лесном фонде преобладают средневозрастные насаждения; недостаток молодняков (таблица 2).

**Таблица 2 – Возрастная структура лесов**

Группы возраста насаждений	Возрастная структура лесов, %
Молодняки	24
Средневозрастные	37
Приспевающие	27
Спелые и перестойные	12

Стародорожский опытный лесхоз имеет в своем составе 2 деревообрабатывающих цеха, которые оснащены современным оборудованием. Цех деревообработки производит: пиломатериалы обрезные и необрезные, заготовки для тары, топливную щепу. Цех оцилиндровки производит: оцилиндрованные изделия для экспорта, а также внутреннего рынка. Продукция лесохозяйственного учреждения производится из чистого сырья (нет загрязнения), также реализуется предприятиям и населению республики, поставляется на экспорт.

Стародорожский опытный лесхоз имеет лесной питомник, который находится на территории Горковского лесничества (д. Пасекова Горка. Площадь питомника составляет 20,1 га. Лесной питомник выращивает саженцы декоративных хвойных и лиственных пород. Стародорожский опытный лесхоз имеет охотничий комплекс, который находится в деревне Новые Фаличи Новодорожского лесничества в 23 квартале. Площадь охотничьих угодий составляет 16271,9 га, полевых – 13278,6 га, водно-болотных – 520,0 га.

На территории Стародорожского опытного лесхоза имеется 4 особо охраняемые природные территории (ООПТ) (таблица 3).

**Таблица 3 – Особо охраняемые природные территории Стародорожского опытного лесхоза**

Наименование ООПТ	Назначение	Ограничения лесопользования
Памятник природы местного назначения «Камень-валун»	Сохранение историко-культурного наследия края	Запрет сплошно-лесосечных рубок главного пользования. Другие ограничения лесопользования (в том числе рубки леса) в соответствии с Положением о заказнике
Гидрологический заказник местного значения «Солон-Солянка»	Стабилизация водного режима на участках пойм рек Солон и Солянка, находящихся в естественном состоянии, для сохранения растительного и животного мира	
Биологический заказник местного значения «Черемша»	Сохранение популяции редких и охраняемых растений и особо ценных растительных сообществ	
Республиканский биологический заказник «Фаличский Мох»	Сохранение и рациональное использование ценных лесоболотных экологических систем, мест произрастания клюквы болотной, а также диких животных и дикорастущих растений, относящихся к видам, занесенным в Красную книгу Республики Беларусь	

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт ГОЛХУ «Стародорожский опытный лесхоз»/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stdorles.by/rus/test/> . – Дата доступа: 30.05.2022 г.
2. ООПТ Минлесхоза / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://park.belgosles.by> . – Дата доступа: 31.05.2022.

**АСАБЛІВА АХОЎВАЕМЫЯ ПРЫРОДНЫЯ ТЭРЫТОРЫІ  
ЛЕПЕЛЬСКАГА ЛЯСГАСА**

У рабоце прыводзяцца кароткія звесткі пра Лепельскі лясгас; аналізуюцца структура і адметнасці асабліва ахоўваемых прыродных тэрыторый (ААПТ), што размешчаны на тэрыторыі дзяржаўнага ляснога фонду ўстанова і знаходзяцца пад аховай лясгаса. Даследаванні прыродных каштоўнасцяў ААПТ, рэжымаў лесакарыстання маюць значнае тэарэтычнае і практычнае значэнне ў сувязі з ростам цікавасці грамадскасці да такіх каштоўных аб'ектаў, неабходнасці захавання ўнікальных прыродных аб'ектаў і відавочнай разнастайнасці, новых тэндэнцый развіцця сеткі каштоўных прыродных аб'ектаў ў нацыянальным і агульнаеўрапейскім кантэксце.

Лясны фонд Лепельскага лясгаса размешчаны ў паўднёвай частцы Віцебскай вобласці на тэрыторыі Лепельскага, Чашніцкага і Сенненскага адміністрацыйных раёнаў [1]. Глебы лясгаса ў асноўным дзярнова-падзолістыя і тарфяна-балотныя – найбольш прыдатныя для росту асноўных лесаўтваральных парод: сасны, елкі, бярозы, вольхі чорнай, асіны. Агульная плошча лясгаса - 95,9 тыс. га, з іх пакрытая лесам плошча - 85,9 тыс. га. У склад лясгаса ўваходзяць 8 лясніцтваў, лесапункт, лясны гадавальнік, лесапаляўнічая гаспадарка [1].

На тэрыторыі дзяржаўнага ляснога фонду Лепельскага лясгаса знаходзіцца 2 помніка прыроды і 6 заказнікаў (табліца) [1, 2].

**Табліца – Структура ААПТ Лепельскага лясгаса**

Аб'ект ААПТ	Плошча, га	Доля плошчы ААПТ, %
Помнік прыроды «Цар-дуб»	меней 0,01	-
Помнік прыроды «Змеяў камень»	0,02	0,001
Заказнік «Какісіна»	132,2	7,1
Заказнік «Клецішча»	746,6	39,9
Заказнік «Пышнагоры»	778,7	41,6
Заказнік «Хвашчовае»	124,2	6,7
Заказнік «Зялёное лядо»	86,1	4,6
Заказнік «Ліпнікі»	1,3	0,1
Разам	1869,3	100,0

Статус помніка прыроды «Цар-дуб» (у вёсцы Тадуліна Лепельскага раёна) быў нададзены ў 1963 годзе. На сёняшні дзень аб'ект аховы ўяўляе сабой дрэва ўзростам 450 гадоў, вышыняй 27 м., дыяметрам 170 см. Знаходзіцца пад аховай Валасовіцкага лясніцтва.

Геалагічны помнік прыроды кангламерат «Змеяў камень» (статус нададзены ў 1992 г.) знаходзіцца ў Кашынскім лясніцтве. Валун мае незвычайную форму і значныя памеры: даўжыня часткі, якая выступае на паверхню зямлі, складае 10,7 м., шырыня – 3,4 і вышыня – 3,98 м. Унікальна, што большая частка кангламерату пакрыта імхам і лішайнікамі, а зверху расце сасна. Ахоўваемая плошча - 0,02 га.

Заказнік «Какісіна» заснаваны ў 2020 годзе, знаходзіцца на тэрыторыі Каменскага лясніцтва каля вёскі Загорцы вакол возера Какісіна. Агульная плошча заказніка «Какісіна» складае 132,2 га.

На падставе звестак навуковых супрацоўнікаў Бярэзінскага біясфернага запаведніка, для захавання экасістэмы верхавога балота, у 1990 годзе было прынята рашэнне аб стварэнні гідралагічна-журавінавага заказніка, які з'яўляецца каштоўным фаўністычным комплексам, мае вялікае навуковае і культурнае значэнне, з'яўляецца месцам пражывання многіх рэдкіх і знікаючых відаў жывёл і птушак, занесеных у Чырвоную Кнігу; заказнік «Клецішча» знаходзіцца на тэрыторыі Слабадскога лясніцтва, займае плошчу 746,6 га.

Ландшафтны заказнік «Пышнагоры» знаходзіцца ў Стайскім лясніцтве. Створаны ў 2004 годзе з мэтай захавання ў натуральным стане каштоўных прыродна-ландшафтных комплексаў з папуляцыямі рэдкіх і знікаючых відаў раслін і жывёл. Агульная плошча - 778,7 га.

Геалагічны (тарфяны) заказнік «Хвашчовае» займае плошчу 124,2 га. Створаны ў 1993 годзе для захавання водарэгуляцыйнай здольнасці тэрыторыі; знаходзіцца пад аховай Старасельскага лясніцтва. У 1992 годзе на тэрыторыі Старасельскага лясніцтва было арганізавана адразу два біялагічных заказніка: «Зялёное лядо» (захаванне натуральнага масіва дуба звычайнага і ахоўных відаў раслін) і «Ліпнікі» (захаванне ў натуральным стане прыроднага фларыстычнага біяцэнозу) з плошчамі 86,1 га і 1,3 га адпаведна.

Такім чынам, ААПТ Лепельскага лягаса займаюць 1869,3 га ці 1,95% ад яго агульнай плошчы (гл. табліцу). Гэтая лічба меншая за агульнарэспубліканскі паказчык па лягасам (каля 6,9%).

## ЛІТАРАТУРА

1. Лепельскі лягас Міністэрства лясной гаспадаркі Рэспублікі Беларусь. Рэжым доступу: <https://www.lepelles.by>. – Дата доступу: 26.05.2022.

2. Карта-схема асабліва ахоўваемых прыродн. тэрыторый. Рэжым доступу: <https://park.belgosles.by/map.html>. – Дата доступу: 26.05.2022.

УДК 630\*9; 630\*12; 630\*57; 630\*63

Студ. Д.П. Усов, А.Н. Голянтич, Ю.С. Барлюгова  
Науч. рук. доц. С.И. Минкевич (кафедра лесоустройства БГТУ)

## **БАЗА ДАННЫХ РЕШЕНИЙ О ПЕРЕДАЧЕ ПОД ОХРАНУ МЕСТ ОБИТАНИЙ РЕДКИХ ВИДОВ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ**

Нами выполнен анализ базы данных (БД) национального правового интернет-портала (pravo.by) – в части поиска решений о передаваемых под охрану мест обитаний редких и находящихся под угрозой исчезновения (исчезающих) видов животных. В работе представлены промежуточные итоги анализа данных по всем решениям (в официальных опубликованиях (pravo.by)) за период 01.01.-31.05.2022 (о передаче под охрану мест обитаний редких и исчезающих животных).

Механизм передачи участков под охрану следующий. На основе данных обследовательских работ, выполненных профильными специалистами (работниками научных, образовательных учреждений, проектных институтов и пр.) подготавливаются проекты охранных документов. План лесопользования (меры охраны, рекомендуемые мероприятия) указываются на основе действующего ТНПА: ТКП 17.07-01-2021 (33140) (однако авторы охранных документов могут указать иные меры охраны (в том числе и в части ограничения сроков и видов лесопользования)). Подготовленные документы передаются для рассмотрения в районную инспекцию Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды (районная инспекция).

В таблице 1 приводится фрагмент структуры таблицы, разработанной для анализа содержания материалов решений районных исполнительных комитетов по передаче под охрану ответственным землепользователям мест обитаний редких видов животных.

**Таблица 1 – Анализ решений государственных органов о передаче под охрану мест обитаний редких и исчезающих видов диких животных**

Наименование госоргана, принявшего решение	Дата, номер решения	Объект, передаваемый под охрану	Ответствен. землепользователь
Ивьевский районный исполнительный комитет	28.12.2021, № 793	Большая выпь	Ивьевский лесхоз
Хотимский районный исполнительный комитет	22.12. 2021, № 11-34	Барсук	Костюковичский лесхоз
Лельчицкий районный исполнительный комитет	27.12. 2021, № 1369	Паук большой сплавной	Милошевичский лесхоз

Таким образом, на основе результатов рассмотрения документов специалистами районной инспекции и согласования материалов с профильными специалистами Национальной академии наук Беларуси, государственной инспекции охраны животного и растительного мира при Президенте Республики Беларусь готовится решение районного исполнительного комитета. Решение содержит несколько положений, в том числе план управления (ограничения по лесопользованию, рекомендуемые меры и пр.). В таблице 2 приводится количественная информация по результатам решений районных комитетов (на основе БД портала pravo.by) (01.01.-31.05.2022) – общие данные по переданным под охрану видам разным землепользователям (организациям).

**Таблица 2 – Анализ данных по количеству участков, переданных под охрану разным землепользователям (в том числе лесхозам) (01.01.-31.05.2022)**

Количество организаций	Количество лесхозов	Количество лесничеств	Количество видов	Общая площадь, га
14	9	19	35	3511,2

Таким образом, общее количество землепользователей, кому были переданы участки под охрану- 14, из них лесхозы – 9, в том числе 19 лесничеств. Общая площадь составила 3511,2 га.

Нами выполнен анализ БД национального правового интернет-портала и общих списков редких и находящихся под угрозой исчезновения на территории Республики Беларусь видов диких животных, включаемых в Красную Книгу (Постановление № 26 от 09.06.2014). В таблице 3 приводятся краткие результаты анализа количественных данных участков, переданных под охрану землепользователям, по видам с учетом категории национальной природоохранной значимости.

**Таблица 3 – Анализ данных по количеству участков мест обитаний животных разных категорий природоохранной значимости (01.01.-31.05.2022)**

Категория значимости	Количество видов	Количество организаций	Количество лесхозов	Общая площадь	
				га	%
I	1	1	1	137,3	3,9
II	7	8	6	760,4	21,7
III	16	11	5	2072,6	59,0
IV	11	3	1	540,9	15,4
Итого	-	-	-	3511,2	100

Таким образом, площадь участков, переданных под охрану, по видам животных: I категории природоохранной значимости составила 137,3 га (3,9%), II категории - 760,4 га (21,7%), III категории - 2072,6 га (59,0%), IV категории значимости - 540,9 га (15,4%).

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОВЕДЕНИЯ РУБОК УХОДА НА ПРИМЕРЕ БЕЛЫНИЧСКОГО ЛЕСХОЗА**

В Республике Беларусь рубки ухода за лесом являются важнейшим лесохозяйственным мероприятием, направленным на выращивание хозяйственно ценных, высокопродуктивных, устойчивых насаждений и улучшение других полезных свойств леса.

В настоящее время наметилась новая тенденция в технологии рубок ухода, которая вызвана необходимостью получать коммерческую древесину уже на раннем этапе жизни древостоя. Например, доля древесины от рубок ухода по отношению к общему объему заготавливаемой древесины составляет в Дании 50 %, в Финляндии 40, в Швеции 25 и в Норвегии 5 % [1]. При этом при проектировании рубок ухода многие страны с передовым опытом ведения лесного хозяйства используют не относительно полноту, а сумму площадей сечения, средний диаметр оставляемой части древостоя и верхнюю высоту.

Для целей исследования в Белыничском лесничестве Белыничского лесхоза в сосняках мшистых в возрасте 55 лет были заложены пробные площади [2]. В ходе сбора полевого материала брались керны для определения радиального прироста ствола. Проанализировав зависимость радиального прироста за последние 10 лет от среднего расстояния между деревьями до проведения рубки ухода и после нее, получили следующий результат (рисунок): значение радиального прироста у обеих групп деревьев до рубки практически не отличается и в среднем имеет значение 1,38 мм в год; обе группы после рубки имеют спад в радиальном приросте, однако группа деревьев, у которых появилось больше свободного пространства, стала прирастать уже через год; радиальный прирост за год у первой группы деревьев составляет 1,18 мм, а у второй 1,57. мм.

На основании анализа всех полученных данных была построена модель зависимости радиального прироста. В модели использовалось отношение диаметра ствола к среднему диаметру древостоя и отношение разницы среднего расстояния до соседних деревьев к расстоянию между ними до рубки. С помощью модели определялся радиальный прирост, который дал возможность вычислить диаметр каждого дерева

на пробе на момент проведения рубки. На основании полученных диаметров определяли высоту каждого дерева по графику зависимости высот деревьев от их диаметра ствола.



**Рисунок – Динамика прироста за 10 лет**

Далее определили объём ствола каждого дерева и его площадь сечения. На основании полученных результатов было смоделировано 3 варианта проведения проходных рубок. При первом варианте в рубку отбирались деревья с минимальным диаметром. После проведенной рубки средняя высота – 22 м, средний диаметр – 22,7 см, запас – 260 м<sup>3</sup>/га. Во втором варианте в рубку отбирались деревья с максимальным диаметром (средняя высота – 21,5 м, средний диаметр – 19,9 см, запас – 255 м<sup>3</sup>/га). В третьем варианте в рубку отбирались деревья, с минимальным средним расстоянием до соседних деревьев (средняя высота – 21,8 м, средний диаметр – 21,5 см, запас – 255 м<sup>3</sup>/га).

На основании приведенного моделирования можно сделать вывод о том, что при способе отбора деревьев в рубку, основанном на принципе увеличения свободного пространства между оставшимися деревьями, имеется больший прирост по запасу, чем в остальных смоделированных вариантах рубки. При различных подходах к отбору деревьев в рубку наблюдаются различные изменения таксационных показателей со временем. Также можно сказать, что при проведении рубок ухода необходимо учитывать не только процент выборки по запасу, а также диаметр вырубаемой части, количество вырубаемых стволов и пространственную структуру древостоя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Атрохин В.Г., Иевинь И.К. Рубки ухода и промежуточное пользование. М.: Агропромиздат, 1985. – 225 с.
2. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки: ОСТ 56-69-83. – введено 01.01.84. – М., Издательство стандартов, 1983 г. – 23 с.

**ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА  
ПРОВЕДЕНИЯ РУБОК УХОДА НА ПРИМЕРЕ  
ЧЕРВЕНСКОГО ЛЕСХОЗА**

В настоящее время при регламентировании проведения рубок ухода в Республике Беларусь используется относительная полнота. Слабой стороной этого показателя является точность ее определения. Это приводит к тому, что в лесном фонде Республики Беларусь встречаются насаждения, полнота которых после проведения прореживания и проходных рубок ниже допустимого уровня. Данный факт приводит к потерям прироста средневозрастных насаждений и уменьшению использования плодородия почв [1]. Анализ международного опыта показывает, что в настоящее время интенсивность рубок ухода определяется на основании суммы площадей сечений и верхней высоты древостоя. От использования показателя относительной полноты отказались около 40 лет назад. Выборка в зависимости от древесной породы и периода рубки составляет 40-50 %. Главная идея данного подхода заключается в использовании таксационных показателей древостоев, которые можно измерить в древостое инструментально до и после проведения рубки, а самое главное контролировать эти показатели непосредственно при проведении рубок промежуточного пользования (сумма площадей сечений, верхняя высота и количество деревьев).

Для выполнения данной работы в Хуторском лесничестве Червенского лесхоза были заложены пробные площади [2] в сосняках орляковых в возрасте 50-55 лет с картированием метоположения деревьев и пней. На основании полевых данных была разработана модель зависимости радиального прироста от диаметра и среднего расстояния между деревьями. В модели использовалась отношение диаметра ствола ( $d_i$ ) к среднему диаметру древостоя ( $d_{cp}$ ) и отношение разницы среднего расстояния до соседних деревьев ( $l_{откл.}$ ) к расстоянию до рубки ( $l_{до.}$ ).

$$Z_r^n = a + b \left( \frac{d_i}{d_{cp}} \cdot \frac{l_{откл.}}{l_{до.}} \right).$$

На основании этой модели было проведено моделирование роста древостоя с фактическими результатами рубки и еще 3 вариантами отбора деревьев: удаление деревьев с минимальным диаметром, удаление

деревьев с максимальным диаметром и удаление деревьев с минимальным средним расстоянием. Все варианты имеют одинаковый процент выборки и одинаковую полноту. Результаты моделирование занесены в таблицу 1.

**Таблица 1 – Результаты различных вариантов проведение рубки**

Способ отбора деревьев в рубку	Прирост запаса в период с 2017 по 2021 год, м <sup>3</sup>	Сумма прироста по запасу и вырубленного запаса, м. куб	Отклонение запаса от фактического, %
Фактический	30,3	85,8	
Минимальный диаметр	33,3	87,6	+2,1
Максимальный диаметр	29,1	83,9	-2,2
Минимальное среднее расстояние	30,0	86,7	+1,1

В результате проведения моделирования различных вариантов рубки, получили фактическое и возможные изменения запаса. При выборке деревьев с максимальным диаметром наблюдается наименьший прирост по запасу и среднему диаметру. При выборке деревьев с минимальным диаметром наблюдается наибольший прирост по запасу и среднему диаметру.

В настоящее время при назначении деревьев в рубку ухода учитывается полнота и процент выборки. Настоящая работа показывает, что при одном и том же объеме выборки, при различных диаметрах, высотах и количестве деревьев в вырубленной части, изменяется таксационная характеристика оставляемой части древостоя и общая продуктивность древостоя. Это свидетельствует о необходимости включения этих показателей в нормативы проведения рубок ухода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коцан, В. В. Международный опыт проведения рубок ухода / В. В. Коцан, О. А. Севко, О. С. Ожич // Лесное хозяйство: материалы докладов 84-й научно-технической конференции, посвященной 90-летию юбилею, Минск, 03-14 февраля 2020 г. - Минск: БГТУ, 2020. – С. 23.
2. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки: ОСТ 56–69–83. – введено 01.01.84. – М., Издательство стандартов, 1983 г. – 23 с.

## **ОТВОД ЛЕСОСЕК ПО ДАННЫМ GPS СЪЕМКИ НА ПРИМЕРЕ ЛОГОЙСКОГО ЛЕСХОЗА**

Сегодня в лесном хозяйстве при выделении участков для рубок используются сложнейшие измерительные приборы – гониометры и буссоли, что требует наличия у специалистов лесного хозяйства специальных знаний и навыков. Так же при отводах разрешено использовать спутниковые навигационные системы GPS и ГЛОНАСС, которые в настоящее время проходят этап повсеместного внедрения в различные отрасли хозяйства [1].

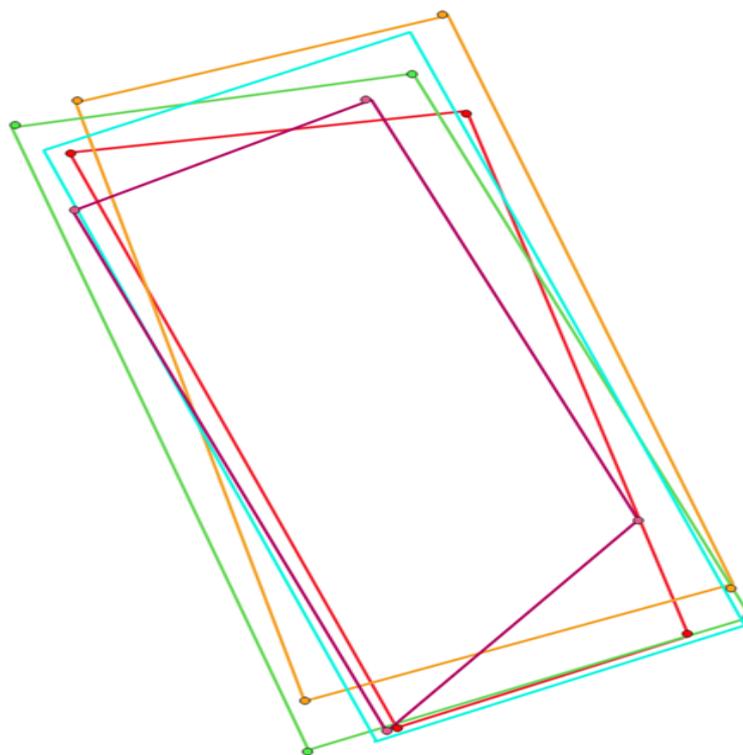
Использование спутниковых навигационных систем (GPS) позволяет успешно решать не только фундаментальные проблемы в геодезии и топографии, но и конкретные задачи в различных отраслях экономики, в том числе в лесном хозяйстве. Эти системы универсальны, так как имеют непрерывную доступность, высокие показатели точности и широкий набор определяемых параметров.

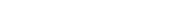
Внедрение передовых технологий в практику хозяйственной деятельности, компьютеризация, создание систем на основе геоинформационных технологий (ГИС), использование спутникового геопозиционирования создают принципиально новые условия для принятия решений на всех уровнях управления лесным хозяйством.

Для целей исследования измерения проводились на 6 пробных площадях, заложенных в Логойском лесничестве Логойского лесхоза. При закладке пробных площадей использовались следующие приборы Garmin 60С, TRIUMPH-2, Trimble R3, Oukitel WP8. Результаты измерений обрабатывались с помощью ГИС [2].

Наибольшие отклонения получились по данным Garmin 60С – 0,276 га (45,32%). Наименьшие отклонения по данным TRIUMPH-2 – 0,002 га (0,47%). Среднее отклонение по данным Garmin 60С составляет 0,108 га (21,54%). Среднее отклонение по данным TRIUMPH-2 составляет 0,009 га (1,83%). Среднее отклонение по данным Oukitel WP8 составляет 0,036 га (8,39%).

Стоимость планшета CHCNAV LT700H и GNSS базы, который схож по своим характеристикам с используемым в данной работе TRIUMPH-2, составляет 10200 рублей, стоимость буссоли – примерно 182 рубля.



	– Бусольная съемка
	– Съемка Garmin 60С
	– Съемка Trimble R3
	– Съемка TRIUMPH-2
	– Съемка Oukitel WP8

**Рисунок – Отвод пробной площади различными методами**

Для качественного использования приемников, целесообразно создать бригаду по отводам, которая будет выполнять данные операции по всему лесхозу. А для повышения точности приемников использовать GNSS станцию.

Окупаемость данных приборов составляет менее года активного использования в лесном хозяйстве, из-за сокращения времени в несколько раз, и использования меньшего количества человек при проведении отводов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Технический кодекс установившейся практики. Технические требования при лесоустройстве. Отвод и таксация лесосек в лесах Республики Беларусь: ТКП 622–2018 (33090). – Минск: Минлесхоз, 2018. – 100 с.

2. Геоинформационные системы в лесном хозяйстве. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» / Н.Я. Сидельник, И.В. Толкач, М.В. Балакир. – Минск: БГТУ, 2017. – 80 с.

## РАСЧЕТ И ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕРА ГЛАВНОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ ЛЯХОВИЧСКОГО ЛЕСХОЗА

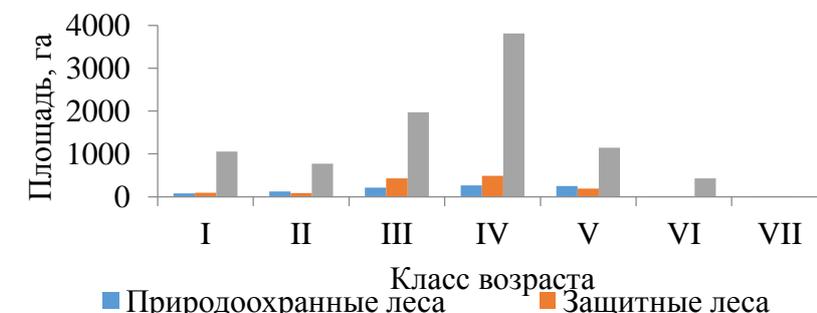
Современная концепция развития лесного хозяйства направлена на внедрение систем интенсивного ведения лесного хозяйства, а с другой стороны на развитие ресурсосберегающих технологий, повышение эколого-экономических функций леса. Главное лесопользование должно обеспечивать стабильность динамического состояния лесного фонда и выравнивать оптимальную возрастную структуру в хозяйственной единице при данных лесорастительных и экономических условиях.

Основной целью работы являлся расчет и обоснование размера главного лесопользования в сосновых лесах Ляховичского лесхоза.

Принятый размер главного пользования (расчетная лесосека) должен обеспечивать непрерывность и неистощительность лесопользования, относительную стабильность размера заготовки древесины, ее своевременное и рациональное использование, улучшение возрастной структуры лесов, сохранение и усиление полезных природных свойств леса.

Для обоснованного определения оптимального размера главного лесопользования в соответствии с действующими правилами исчисляются несколько лесосек, и принимается одна, которая наиболее полно удовлетворяет приведенным выше требованиям.

В качестве исходных данных использовалось распределение площадей и запасов сосновых древостоев, возможных для эксплуатации, по классам возраста на основе данных учета лесного фонда Ляховичского лесхоза (рисунок).



**Рисунок – Распределение площадей сосновых древостоев, возможных для эксплуатации, по классам возраста**

Из рисунка можно сделать вывод, что наибольшую долю занимают эксплуатационные леса. Возрастное распределение во всех категориях лесов характеризуется неравномерностью.

В процессе расчетов был использован подход, предложенный доц. В.П. Машковским, который заключается в принятии лесосеки равномерного пользования во всех категориях лесов за счет компенсации объема в эксплуатационных лесах. Результаты приведены в таблице 1.

**Таблица – Расчет размера рубок главного пользования в сосновых лесах (га/тыс. м<sup>3</sup>)**

Категория леса	Период прогноза					
	2022– 2029	2030– 2039	2040– 2049	2050– 2059	2060– 2069	2070– 2079
Природоохранные леса	<u>1,9</u> 0,42	<u>7,9</u> 1,73	<u>7,9</u> 1,74	<u>10,5</u> 2,34	<u>11,3</u> 2,52	<u>11,8</u> 2,60
Защитные леса	<u>0,4</u> 0,11	<u>2,1</u> 0,61	<u>10,8</u> 3,14	<u>10,8</u> 3,16	<u>15,9</u> 4,67	<u>19,1</u> 5,62
Эксплуатационные леса	<u>157,3</u> 50,46	<u>110,7</u> 35,26	<u>102,0</u> 32,72	<u>99,4</u> 32,10	<u>93,5</u> 30,41	<u>89,9</u> 29,38
Итого	<u>159,6</u> 50,99	<u>120,7</u> 37,60	<u>120,7</u> 37,60	<u>120,7</u> 37,60	<u>120,7</u> 37,60	<u>120,7</u> 37,60

**Продолжение таблицы**

Категория леса	Период прогноза				
	2080– 2089	2090– 2099	2100– 2109	2110– 2019	2120– 2129
Природоохранные леса	<u>11,0</u> 2,43	<u>7,9</u> 1,74	<u>7,9</u> 1,74	<u>7,9</u> 1,74	<u>7,9</u> 1,74
Защитные леса	<u>25,5</u> 7,58	<u>10,8</u> 3,14	<u>10,8</u> 3,14	<u>10,8</u> 3,14	<u>10,8</u> 3,14
Эксплуатационные леса	<u>83,9</u> 27,59	<u>102,0</u> 32,72	<u>102,0</u> 32,72	<u>102,0</u> 32,72	<u>102,0</u> 32,72
Итого	<u>120,7</u> 37,60	<u>120,7</u> 37,60	<u>120,7</u> 37,60	<u>120,7</u> 37,60	<u>120,7</u> 37,60

Индекс возрастного распределения во всех категориях лесов имеет положительную динамику: в природоохранных лесах возрастает с 0,75 до 0,86 к концу прогноза, в защитных лесах – с 0,69 до 0,77, в эксплуатационных лесах – с 0,78 до 0,97.

Данный факт свидетельствует о правильном выборе проектируемой стратегии лесопользования.

В результате можно сделать вывод, что для Ляховичского лесхоза, обоснован размер главного лесопользования до 2129 г., который ведет к улучшению возрастной структуры сосновых древостоев и нормализации лесопользования.

**РАЗМЕР РУБОК УХОДА В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ ИВЬЕВСКОГО ЛЕСХОЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

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, водоохранных, 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.

В практику ведения лесного хозяйства во всех лесохозяйственных учреждениях Республики Беларусь внедрена географическая информационная система (ГИС) «Лесные ресурсы», которая предназначена для внесения текущих изменений в лесном фонде, учета и актуализации лесного фонда, получения любых отчетов по базам данных, разработки ежегодных рабочих планов рубок леса, лесовосстановления, охраны и защиты лесов, печати планово-картографических материалов и т.д.

Расчет размера рубок ухода в сосновых лесах Ивьевского лесхоза выполнялся на основе актуализированной повыведельной базы данных ГИС, которая содержит информацию о запасах и состоянии лесов, полученную при базовом и непрерывном лесоустройстве. Отбор сосновых лесов Ивьевского лесхоза для рубок ухода осуществлялся с помощью стандартных средств ГИС «Лесные ресурсы» «Фильтр» и «Генератор отчетов». 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 (осветление, прочистка, прореживание, проходные рубки), процент выборки и период повторяемости [1]. В результате в сосновых лесах Ивьевского лесхоза в рубках ухода нуждается 14604,7 га (таблица

1), из них: осветления необходимо проводить на площади 447,0 га с запасом 3480 м<sup>3</sup>, прочистку на 1338,4 га (86340 м<sup>3</sup>), прореживания на 1414,5 га (210340 м<sup>3</sup>) и проходные рубки на 11404,8 га (3577390 м<sup>3</sup>), т. е. всего на площади 14604,7 га (3877550 м<sup>3</sup>), что составляет 35,6% от всей площади сосновых древостоев Ивьевского лесхоза. Наибольшая доля запроектированных видов ухода приходится на чистые насаждения – 71,5%. На сложные по составу насаждения приходится 20,1% от запроектированных мероприятий, а на смешанные насаждения – 8,4%. Наибольшая площадь сосновых насаждений, нуждающихся в уходе, сосредоточены в эксплуатационных лесах – 8402,5 га (57,5%), в природоохранных лесах в уходе нуждаются древостои, занимающие 1899,4 га (13,0%), в рекреационно-оздоровительных лесах – 499,3 га (3,4%), в защитных лесах – 3803,5 га (26,1%). Для каждого вида ухода был определен годичный размер пользования (лесосека) по площади и по запасу [1] в разрезе категорий лесов таблице.

**Таблица – Размер рубок ухода в сосновых лесах Ивьевского лесхоза**

Вид рубки ухода	Площадь насаждений, га		Выбираемый запас, м <sup>3</sup>	Срок повторности, лет	Годичный размер		Охват насаждений в возрасте рубок ухода за лесом, %
	в возрасте рубок ухода	запроектировано к уходу			по площади, га	по запасу, м <sup>3</sup>	
Осветление	1 086,1	447,0	2,8	3	149,0	423	41,2
Прочистка	2 060,7	1 338,4	18,5	4	334,7	6 188	64,9
Прореживание	2 239,9	1 414,5	34,4	6	246,3	8 481	63,2
Проходная рубка	20 940,8	11 404,8	53,7	10	1 140,4	61 228	54,4
Итого	26 327,5	14 604,7	109,4	–	1 870,4	76 320	55,5

В сосновых лесах Ивьевского лесхоза размер рубок ухода на ревизионный 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.

#### ЛИТЕРАТУРА

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

**КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СУХОДОЛЬНЫХ СОСНЯКОВ  
НА ОСНОВЕ ПОВЫДЕЛЬНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ  
ГИС «ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ»**

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 оценкой [1], которая может проводиться по материалам лесоустройства, государственного учета лесов с использованием ГИС-технологий.

Анализ литературы по оценке лесных земель показывает, что эта проблема в лесном хозяйстве является более сложной, чем оценка земель сельскохозяйственного назначения. Здесь налицо различные объекты оценки, поэтому столь же разнообразны и виды оценок: качественная, сравнительная, экономическая, стоимостная, денежная, таксовая, кадастровая, относительная и т. п. При оценке земель и лесных ресурсов важен правильный выбор критерия оценки в зависимости от задач, решаемых при этом [1, 2]. В Республике Беларусь 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) почв, экономическую оценку лесных земель и запасов древесины на корню [1, 2]. Для исчисления стоимости древесной продукции используются таксовые цены. Показатели оценки исчисляются для сопоставления лесных почв по их производительной способности в абсолютных ( $\text{м}^3/\text{га}$ , руб./га) и относительных (балл) величинах. В качестве критерия качественной оценки лесных земель принята экономическая продуктивность гектара лесной площади, которая определяется как отношение суммарной оценки пользования древесиной, недревесной и другой продукцией к обороту рубки [1, 2]. Качественная оценка проводится по закрытой 100-балльной шкале, которая отражает продуктивность эталонных древостоев, способных в конкретных почвенных условиях наиболее полно использовать потенциальное плодородие лесных почв [1, 2].

В практику ведения лесного хозяйства во всех лесохозяйственных учреждениях Республики Беларусь внедрена ГИС «Лесные ресурсы», предназначенная для внесения текущих изменений в лесном фонде, учета и актуализации лесного фонда, получения любых отчетов по

своей повидельной базе данных, ведения лесного кадастра и т. д. [2]. Исследования проводились в 2020–2021 гг. для суходольных сосняков (верескового, мшистого, орлякового, кисличного и черничного типов леса) в эксплуатационной категории лесов Шумилинского, Слонимского, Бельничского и Дрогичинского лесхозов. Была выполнена качественная оценка естественного плодородия лесных почв спелых сосновых древостоев на основе фактической и потенциальной продуктивности, независимо от экономических условий [1, 2]. Так по данным расчетов в спелых суходольных сосновых древостоях наибольшую фактическую экономическую продуктивность во всех исследуемых лесхозах имеют сосняки кисличные, а наименьшую – сосняки вересковые.

Величина наибольшей фактической экономической продуктивности принимает разное значение и варьирует от 61,8 руб./га (Шумилинский лесхоз) до 92,4 руб./га (Дрогичинский лесхоз). Расчеты максимальной продуктивности древостоев показали, что в лесах исследуемых лесхозов максимальная экономическая продуктивность приходится на сосняки кисличные и имеет практически одинаковое значение, которое составляет 110–118 руб./га [2]. Наименьшую потенциальную продуктивность в суходольных лесах всех исследуемых лесхозов показывают сосняки вересковые. Величина наименьшей потенциальной продуктивности варьирует от 41,5 руб./га в Дрогичинском лесхозе до 55,1 руб./га в Слонимском [2].

Бонитировка почв устанавливает их относительную пригодность для выращивания основных лесообразующих пород в республике (сосна, ель, дуб, береза, ольха черная, осина). Экономическая оценка лесных земель характеризует их производительную способность как средства производства с помощью системы стоимостных показателей [1]. Проведенные исследования показывают, что потенциальные возможности лесных земель суходольных сосняков в Слонимском и Дрогичинском лесхозах используются на достаточно высоком уровне, о чем свидетельствуют итоговое значение коэффициента использования почвенного плодородия 0,78 и 0,86, соответственно [2]. В Шумилинском и Бельничском лесхозах данный показатель находится на уровне 0,63. Это означает, что у данных предприятий имеются резервы для повышения эффективности использования исследуемых сосняков [2].

#### 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.
2. Сидельник Н.Я., Ковалевский С.В. Качественная оценка лесных земель суходольных сосняков с использованием повидельной базы данных ГИС // Труды БГТУ. 2022 № 1 (252): Лесн. хоз-во. С. 5–12.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСНЫ В ПЕРВОМ ЯРУСЕ НА ЕЛЬ ВО ВТОРОМ В СМЕШАННОМ ЛЕСУ**

Исследование конкурентного взаимодействия между деревьями в смешанном лесу позволит найти такие таксационные показатели, которые в наибольшей степени отражают это взаимодействие. В дальнейшем это поможет отследить степень влияния деревьев друг на друга, пути его уменьшения для достижения более высоких показателей прироста, диаметра и высоты.

Данные для анализа были получены в 27 выделе 50 квартала Негорельского учебно-опытного лесхоза путём сплошной таксации заложённого там стационара №24 площадью 0,4 га. Измерялись следующие значения: порода, координаты X Y, возраст, диаметр и высота ствола, диаметр кроны. Также с помощью приростного бура были получены керны для последующего исследования прироста.

Далее значения координат деревьев вносились в программу *Q-Gis* для их последующей пространственной обработки. Была получена следующая электронная карта стационара.

После получения схемы стационара, для деревьев, у которых проводилось исследование прироста с помощью бура, находим ближайших «соседей».

Дерево может оказывать влияние на другое путём его затемнения кроной, а также корневой системой, которая, как считается, распространяется не дальше диаметра кроны. Поэтому полученные показатели диаметров крон использовались для поиска «кругов влияния дерева», т.е. всех деревьев, с которыми исследуемое дерево пересекается кроной. Далее до всех деревьев, которые влияют на исследуемое, измеряются расстояния, которые в последствии в месте с остальными значениями заносятся в сводную таблицу для анализа с помощью программы *Statistika 13*.

С помощью *Statistika* оценивались зависимости таксационных показателей сосны и ели (диаметр (D), высота, радиус кроны) от аналогичных таксационных показателей соседних деревьев различных пород и их расстояний между ними (таблица).

Для оценки зависимостей использовались полученные коэффициенты дисперсии и корреляции, их стандартные ошибки, критерии Стьюдента, а также нижний и верхний доверительные пределы.

**Таблица – Уравнения зависимости показателей сосны и ели от параметров соседних деревьев**

Порода	Показатель	Влияющая порода	Лучшее уравнение	Коэффициент корреляции
Сосна	Z	Сосна	$Z=b_0+b_1/L^3+b_2/D1^3+b_3*H1^3$	0,508202
		Ель	$Z=b_0+b_1/L+b_2*D1+b_3/H1+b_4/R$	0,652368
		Берёза	$Z=b_0+b_1*L+b_2/D1^2+b_3/H1^3+b_4/R^4$	0,460213
	D	Сосна	$D=b_0+b_1/L+b_2*D1+b_3*H1$	0,541529
		Ель	$D=b_0+b_1*L^2+b_2/D1+b_3/H1+b_4/R$	0,907017
		Берёза	$D=b_0+b_1*L^2+b_2/D1^3+b_3/H1^4+b_4*R^5$	0,506817
	H	Сосна	$H=b_0+b_1*L+b_2*D1+b_3*H1+b_4/R$	0,267635
		Ель	$H=b_0+b_1*L^2+b_2/D1^3+b_3/H1^4+b_4/R^5$	0,567274
		Берёза	$H=b_0+b_1*L+b_2*D1^3+b_3/H1^4+b_4/R^5$	0,800275
	R	Сосна	$R=b_0+b_1*L^2+b_2*D1+b_3*H1+b_4/R$	0,677523
		Ель	$R=b_0+b_1*L^2+b_2*D1^{1,9}+b_3*H1+b_4*R$	0,935696
		Берёза	$R=b_0+b_1*L^2+b_2/D1^{1,9}+b_3/H1^3+b_4*R$	0,651345
Ель	Z	Сосна	$Z=b_0+b_1*L^2+b_2*D1^3+b_3*H1^4+b_4*R^5$	0,637219
		Ель	$Z=b_0+b_1*L^2+b_2/D1^3+b_3*H1^4+b_4*R^5$	0,6855
		Берёза	$Z=b_0+b_1*L^2+b_2/D1^3+b_3*H1+b_4*R^5$	0,93335
	D	Сосна	$D=b_0+b_1*L^2+b_2/D1^3+b_3/H1+b_4/R$	0,941402
		Ель	$D=b_0+b_1*L^2+b_2/D1^3+b_3/H1^4+b_4/R^5$	0,341847
		Берёза	$D=b_0+b_1*L^2+b_2*D1^3+b_3*H1^4+b_4*R^5$	0,459284
	H	Сосна	$H=b_0+b_1*L+b_2*D1^3+b_3*H1^4+b_4/R^5$	0,369165
		Ель	$H=b_0+b_1*L+b_2*D1^3+b_3*H1^4+b_4*R^5$	0,436357
		Берёза	$H=b_0+b_1*L+b_2*D1^3+b_3*H1^4+b_4*R^5$	0,578597
	R	Сосна	$R=b_0+b_1*L^2+b_2/D1^{1,9}+b_3/H1^4+b_4/R^5$	0,920609
		Ель	$R=b_0+b_1*L^2+b_2/D1^{1,9}+b_3/H1^4+b_4*R^4$	0,501799
		Берёза	$R=b_0+b_1*L^2+b_2*D1^3+b_3*H1^4+b_4*R^5$	0,466189

Данных расчетов показали четкую закономерность зависимости таких показателей как диаметр (D) и радиуса кроны (R) для сосны от параметров влияющей на нее ели (коэффициент корреляции 0,907 и 0,936 соответственно). В меньшей степени у сосны наблюдается взаимодействие с такими породами, как берёза и с другими соснами.

У ели наблюдается обратная связь таких показателей как диаметр и радиус кроны с характеристиками, влияющими на нее деревьями сосны (коэффициенты корреляции 0,941 и 0,920 соответственно). Также наблюдается значительная корреляция (0,933) прироста ели от параметров находящихся рядом деревьев березы.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что наибольшая и стабильная корреляция таких показателей как диаметр и радиус кроны в смешанном лесу наблюдается между такими породами как сосна (находящаяся в 1 ярусе) и ель (2 ярус). Также наблюдается влияние березы на высоты сосны и прирост ели.

**ОСНОВНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕГАИС**

Во исполнение Указа Президента Республики Беларусь №50 от 18 февраля 2021 года «О совершенствовании деятельности по учету древесины» осуществляется внедрение и функционирование единой государственной автоматизированной информационной системы учета древесины и сделок с ней (ЕГАИС) [1, 2]. Постановлением Совета Министров №368 от 30 июня 2021 года определен порядок использования ЕГАИС всеми субъектами хозяйственной деятельности, задачи и функции оператора ЕГАИС и сведения, подлежащие внесению в ЕГАИС. В данной работе представлены краткие результаты анализа используемого программного обеспечения ЕГАИС. Нами выполнен анализ руководства пользования мобильным приложением ЕГАИС. Схема взаимодействия модулей представлена ниже на рисунке.



**Рисунок – Схема взаимодействия модулей учета и компонентов ЕГАИС**

Как видно из рисунка 1 все модули мобильного приложения имеют связи и взаимодействуют друг с другом напрямую, либо через компоненты системы. Для успешной работы в единой государственной автоматизированной информационной системе необходим определенный софт и оборудование. Так в состав системы входят два пользовательских приложения: а) стационарное приложение BelGosLes.exe – для работы на стационарных компьютерах (установка с файла .exe.); б) мобильное приложение ЕГАИС учета древесины (размещается на сервисе Google Play). Мобильные рабочие места используют операционную систему (ОС) Android не ниже версии 7. Стационарные рабочие места используют ОС семейства Windows (не старше ОС Windows 7). Связь стационарных и мобильных рабочих мест с сервером ЕГАИС осуществляется посредством глобальной сети Интернет [2].

Для работы сотрудникам лесхоза необходимо следующее оборудование:

- 1) комплект для биркования;
- 2) мобильные термопринтеры (рисунок 2);
- 3) мобильные устройства.

Комплект для биркования состоит из трех элементов:

а) молоток, с помощью его происходит аппликация бирок при маркировке древесины;

б) автоматический выталкиватель для бирок (упрощает процесс закрепления бирки на молотке);

в) контейнер для бирок.

Основные моменты при бирковании лесоматериалов:

1) не нужно бирковать древесину в случае, если осуществляется реализация учтенной в ЕГАИС древесины со склада покупателя (потребителя) третьим лицам, так как покупатель (потребитель) не является участником ЕГАИС (древесина в этом случае уже учтена в ЕГАИС, повторно вносить данные не требуется);

2) нужно бирковать древесину в случае, если осуществляется реализация с промсклада или лесосеки участника ЕГАИС покупателю (потребителю), юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю, гражданам [2].

В модуле «Остатки по складу» отображается информация по остаткам лесопродукции учтенных отдельно поштучным методом и отдельно групповым с разбивкой по видам лесоматериалов, по породам и диаметрам, что в свою очередь значительно упрощает контроль (рисунок 1). Во вкладке «Общая информация» пользователь может узнать номер разрешительного документа, к которому привязан склад, сведения и спецификации лесосеки, а также процент вырубленного. При необходимости остатки можно распечатать на термопринтере. Модуль «Контроль транспорта» предназначен для осуществления деятельности контролирующих органов (в том числе сотрудников лесной охраны) по контролю перемещения древесины в пределах страны. Позволяет выполнять поиск информации, используя: а) провозной документ (ТД-лес); б) сканирование QR-кода; в) сканирование номера бирки; г) ввод номера транспортного средства; д) ввод номера складского документа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Как подключиться к ЕГАИС [Электронный ресурс]: Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. Режим доступа: <https://mlh.by/press-service/news/6639/>. – Дата доступа: 03.01.2022.

2. О ЕГАИС [Электронный ресурс] / РУП «Белгослес». – Режим доступа: [https://belgosles.by/?page\\_id=529](https://belgosles.by/?page_id=529). – Дата доступа: 14.04.2022.

УДК 630\*521.2, 521.3; 630\*522.2, 522.3; 630\*53

Студ. В.А. Концевич, М.Д. Русакович  
Науч. рук. доц. С.И. Минкевич (кафедра лесоустройства БГТУ)

## СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕТА ЕГАИС

С 20 августа 2021 года в Республике Беларусь стало обязательным использование единой государственной автоматизированной системы учета древесины и сделок (ЕГАИС) [1].

ЕГАИС используют для формирования, обработки, анализа, контроля и хранения информации о подлежащей заготовке, заготовленной, вывезенной, транспортируемой и реализуемой древесине. Информация вносится в систему с использованием мобильных и стационарных клиентских рабочих мест посредством интернета. Система используется на основании гражданско-правового договора, заключенного оператором ЕГАИС с ее участником на возмездной основе. Размер и порядок оплаты определяет оператор [2].

В Беларуси единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней внедрена впервые. Программный продукт был разработан белорусскими специалистами, что сделало его в 15-20 раз дешевле стоимости аналогичных зарубежных систем.

В ЕГАИС используются современные информационные технологии с учетом передового отечественного и зарубежного опыта, в том числе технологий единой базы данных для доступа к ней как с мобильных устройств, так и стационарных рабочих мест, технологий современных сетей передачи данных, технологий генерации отчетных документов по учету древесины. Посредством системы выполняется информационная поддержка и комплексная автоматизация процессов, связанных с выполнением первичных регистрационно-учетных операций, и предоставление данных об объемах заготовки древесины, перемещении лесоматериалов.

Как видно из рисунка 1 электронная система ЕГАИС функционирует на основе нескольких взаимосвязанных элементов (этапов).



Рисунок 1 – Порядок функционирования электронной системы ЕГАИС

Данные, вносимые в систему из компьютера или мобильного телефона, синхронизируются, далее, перед отправкой древесины потребителю, с помощью мобильного устройства и терминала необходимо распечатать транспортный документ (рисунок 2), следом необходимо произвести биркование и только после этого можно отправлять древесину потребителю. Данная процедура является обязательной.

Для успешной работы, а именно внесения данных по заготовке на лесосеке (оперативного учета), а также по складскому учету (приходных и расходных операций) используется мобильное приложение ЕГАИС, которое необходимо скачать с Google Play. Затем необходимо чтобы ответственный работник, в Ивацевичском лесхозе это инженер по АСУП, добавил пользователя в базу ЕГАИС.

Работа с мобильным приложением возможна как в online, так и в offline режимах. После авторизации пользователя и синхронизации документов и справочников внесение данных может осуществляться при отсутствии сигнала Интернет-соединения или слабом его сигнале. Отчеты сохраняются в локальной базе данных мобильного устройства, что позволяет работать в приложении непрерывно.

Операции «Расход для собственного потребления», «Расход для переработки», «Расход при внутреннем перемещении», «Расход при реализации потребителю» производятся по аналогии с операцией прихода за исключением внесения дополнительных параметров по документу, а именно: «основание для проведения (дата, номер)», «место разгрузки», «грузоотправитель», «грузоперевозчик», «грузополучатель», «договор комиссии/поручения (дата, номер)», «Тип транспорта», «Гос. номер (для транспорта и прицепа)», «Номер бирки (для транспорта и прицепа)», «Водитель». Система ЕГАИС постоянно совершенствуется, учитываются пожелания и замечания пользователей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Как подключиться к ЕГАИС [Электронный ресурс]: Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. Режим доступа: <https://mlh.by/press-service/news/6639/>. – Дата доступа: 03.01.2022.

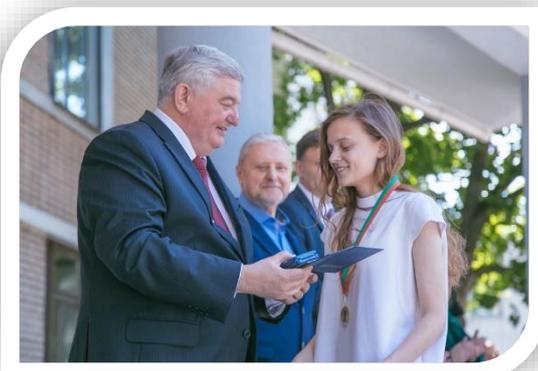
2. О ЕГАИС [Электронный ресурс] / РУП «Белгослес». – Режим доступа: [https://belgosles.by/?page\\_id=529](https://belgosles.by/?page_id=529). – Дата доступа: 14.04.2022.



**Рисунок 2 – Пример транспортного документа**



**Белорусский государственный технологический университет** на протяжении всей своей более чем 90-летней истории занимает ведущие позиции в образовательной и научной сферах. Сегодня он является уникальным, динамично развивающимся инновационным и научным центром. Университет успешно развивает различные научные направления в областях лесного хозяйства, деревообработки, производства строительных материалов, химии и химической технологий, экономики, полиграфии, а также является крупным многопрофильным учебно-научным центром Республики Беларусь, готовит специалистов для производственной и социальной сфер экономики по 31 специальности и 62 специализациям высшего образования, 37 специальностям магистратуры, 27 специальностям среднего специального и профессионально-технического образования и 9 специальностям переподготовки кадров.



**Лесохозяйственный факультет**

<https://lh.belstu.by/>

**Факультет лесной инженерии,  
материаловедения и дизайна**

<https://tflp.belstu.by>



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

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОРОДЫ ДРЕВЕСИНЫ НА РЕЖИМЫ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Целью исследования является изучение влияния породы древесины на рациональные режимы фрезерования.

Для достижения данной цели поставлены следующие задачи:

– Выполнить расчеты скоростей подачи для различных пород древесины;

– Построить графические зависимости скорости подачи от толщины снимаемого слоя материала для различных пород древесины (сосны, березы, дуба).

Методика проведения исследований основана на теории А.Л. Бершадского, согласно теории скорость резания  $V_{рез}$ , м/с фрезерного станка определяется по формуле [1]

$$V_{рез} = \frac{\pi D n}{60000},$$

Силу резания  $F_{рез}$ , Н найдем по формуле [1]

$$F_{рез} = \frac{1000 \cdot P_{рез}}{V_{рез}},$$

Рассчитаем допустимую подачу на зуб при полном использовании мощности  $S_{зп}$ , мм [1]

$$S_{зп} = \frac{F_{зуб} - (a_p - 0.8) \cdot p \cdot b}{\sin \theta \cdot k \cdot b},$$

Рассчитаем допустимую подачу на зуб при полном использовании мощности  $S_{зп}$ , мм [1]

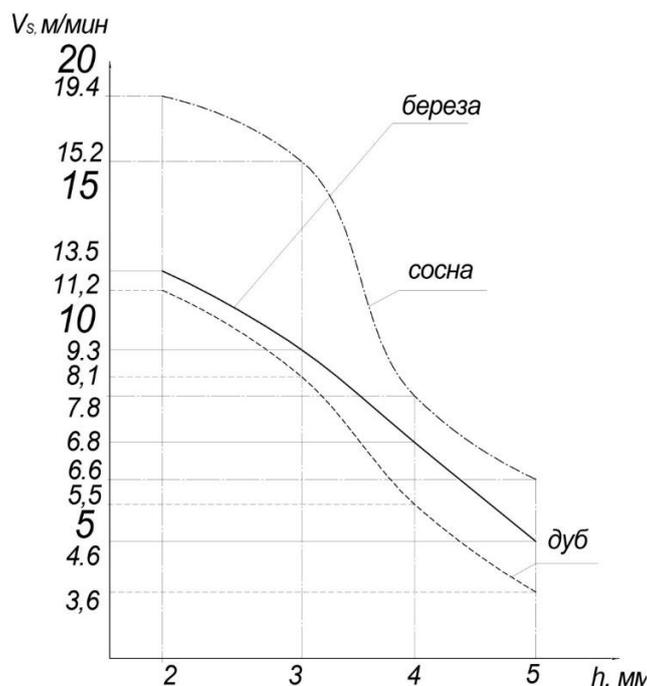
$$S_{зп} = \frac{F_{зуб} - (a_p - 0.8) \cdot p \cdot b}{\sin \theta \cdot k \cdot b},$$

Подставив значения в формулы определим скорости подачи для различных пород древесины в зависимости от толщины снимаемого слоя.

Результаты расчетов представим в виде графика зависимости скорости подачи от толщины снимаемого слоя для пород древесины: сосна, береза, дуб [2], [3].

График скоростей подачи представлен на рисунке.

В результате исследований были изучены рациональные режимы резания при фрезеровании лиственных и хвойной породы древесины на рейсмусовом станке. Были рассчитаны рациональные скорости подачи для различных пород древесины в зависимости от толщины снимаемого слоя.



**Рисунок 1 – График скоростей подачи**

По полученным результатам можно сделать вывод, что при пилении твердой породы древесины (дуб) скорость подачи ниже порядка 39% чем при пилении мягкой породы (сосна). При пилении твердой породы (береза) скорость подачи выше на 22 % чем при пилении породы дуб.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бершадский, А.Л. Резание древесины: учеб. / А.Л. Бершадский, Н.И. Цветкова. – Минск: «Вышэйшая школа», 1975. – 304 с.
2. Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия: СТБ 1713-2007.– Введ. 30.01.2007. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2007. – 19 с.
3. Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия: СТБ 1714-2007. – Введ. 30.01.2007. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2007. – 19 с.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ФОТОПЕЧАТИ НА ДРЕВЕСИНЕ**

Целью данной работы является изучение особенностей нанесения печати на древесину с выработкой рекомендаций по использованию технологии печати на древесных материалах.

Нанесение изображений на древесную основу происходит с помощью ультрафиолета. УФ-печать на дереве отличается насыщенностью красок, объемной картинкой, естественной цветопередачей. Природная фактура натурального материала излучает тепло и уют. Неслучайно подарки с рисунками на доске, а также изделия для ресторанов, кафе, магазинов, отелей пользуются большим спросом. Печать фото на дереве может осуществляться двумя способами:

1. Рисунок без подложки – предполагает нанесение красочного слоя непосредственно на деревянную основу. Заметная древесная текстура придает вещи колоритный шарм.

2. Печать непосредственно на древесине.

Фотографии и рисунки могут наноситься на любой натуральной основе практикуется печать на древесине, ДСП, МДФ, фанере [1]. В последнем случае чаще всего используется подложка толщиной 12 мм, торцы обрабатываются обжигом, что придает изделию благородный вид и предохраняет от повреждений. Добавление глянцевого или матового лака предотвратит разрушение. Достоинств прямой ультрафиолетовой печати на древесине немало.

### **Выводы**

Таким образом, особенность нанесения рисунков на древесные материалы характеризуется использованием ультрафиолетового излучения, что отражается на изменении структуры и, как следствие, долговечность картин из древесины. Особых исследований на эту тему не проводилось. По этой причине необходимо предусматривать дополнительную подготовку древесного материала перед нанесением красок.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. <https://pechatnik.by/uslugi-pechat/pechat-na-dereve>

Студ. А.Н. Маковик  
Науч. рук. доц. В.Т. Лукаш  
(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

## **СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Участки и цеха деревообрабатывающих производств можно отнести к категории опасных, т. к. в большинстве случаев на рабочих местах у этого оборудования наблюдаются повышенные уровни шума, превышающие предельно допустимые значения, согласно нормативно-техническим документам [1].

По санитарным нормам шум от деревообрабатывающих станков должен быть не более 80 дБа. Но на практике фиксируется превышение нормативных значений: например, для круглопильных и продольно-фрезерных станков до 41 дБа, ленточно-шлифовальных до 17 дБа и т. д.

Способы уменьшения звукового давления можно условно разделить по направлениям [2, 3]:

- устранение причин шума или ослабление его в источнике возникновения;
- снижение шума на пути его распространения;
- применение средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Уменьшение шума путем устранения причин или ослабления его в источнике возникновения может быть реализовано следующими способами: применение в конструкциях станков еще на этапе проектирования станин повышенной жесткости, звукоизолирующих кожухов, виброизоляция отдельных узлов, упрощение (по возможности) кинематических цепей, использование закрытых зубчатых передач (коробок скоростей), масляных ванн, конструкций малошумного режущего инструмента, тщательная балансировка быстровращающихся деталей, изготовление деталей из материалов хорошо поглощающих звук, обеспечение плавности включения и регулировки режимов резания.

Так, например, уменьшение количества ножей с 4-х до 2-х шт. позволяет уменьшить уровень шума продольно-фрезерных станков на 1-5 дБа, выставка ножей на 3 мм над корпусом вала – на 7 дБа, а замена обычных ножевых валов на валы со спиральными ножами снижает уровень шума строгальных станков на 7-15 дБа [4-6].

Существенного снижения звукового давления (на 6-8 дБа) круглопильных станков можно добиться применением специальных кон-

струкций дисковых пил с вибродемпфирующими фрикционными прокладками, расположенными между пильным диском и зажимным фланцем, с переменной величиной шага зубьев или уменьшенной межзубой впадиной, использованием оригинальной формы лазерных орнаментов, заполненных специальным демпфирующим веществом и др. [7].

Для снижения шума на пути его распространения также есть различные способы. К ним можно отнести: архитектурно-строительную акустику, установку оборудования и машин в отдельные помещения с повышенной звукоизоляцией строительных конструкций и минимальными размерами необходимых технологических отверстий, акустическая звукопоглощающую облицовку стен, потолков и полов помещений, использование вибропоглощающих покрытий, различного рода акустических экранов, ограждений узлов с шумопоглощающими покрытиями их внутренней поверхности.

Самыми распространенным и экономичным способом защиты от шума является использование рабочими на производстве различных СИЗ (пробки, наушники, беруши, шлемы и др.), служащих для защиты непосредственно органов слуха человека. Однако не стоит полностью полагаться на эффективность этих аксессуаров. Экспериментально доказано, что на практике ослабление шума применением СИЗ в среднем на половину меньше от того, что заявлено и ожидалось получить в теории.

Можно сделать вывод шум неестественного (неприродного) происхождения - продукт нашей цивилизации. Он создается людьми. Страдают же от него не только сами люди, но и вся окружающая среда.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что существуют различные способы уменьшения звукового давления начиная от конструкционного изменения станка до применения СИЗ, но только их комплексное использование может решить проблему уменьшения уровня звукового давления на деревообрабатывающих предприятиях и для создания для обслуживающего персонала безопасных и менее вредных условий на рабочих местах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
2. Борьба с шумом на производстве. Справочник под ред. Е. Я. Юдина. – М.: БЖД № 3,4,6, – 2001.
3. Соколов, Г.А. Борьба с шумом в деревообрабатывающей промышленности. – Лесная промышленность, – 1974 г. –144 с.
4. Черепанов, С.А. Анализ уровня шума при высокоскоростном фрезеровании древесины / С.А. Черепанов, Д.А. Лужанский. – Лесной журнал, – 2015, № 5.

5. Тракало, С.Ю. Проблема шума станков строгальной группы. Материалы III Международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века», 30 сентября – 3 октября 2008 г., г. Екатеринбург, РФ. – 2008. – С. 235–237.

6. Голоеной, С.В. Экспериментальные исследования спектров шума и вибрации копировально-фрезерных станков / С.В. Голоеной, А.Н. Чукарин. – Вестник Донского государственного технического университета. – 2016, № 4(87), С. 79–85.

7. Виноградов, И.С. Выявления закономерностей шумообразования пыльных деревообрабатывающих станков. – Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2008, № 6.

УДК 630\*

Студ. А.В. Иванчиков

Науч. рук. доц. С.Е. Арико (кафедра лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

### **КЛАССИФИКАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА $\lambda$ -ЗОНДОВ**

Кислородный датчик – устройство, предназначенное для фиксирования количества оставшегося кислорода в отработавших газах двигателя автомобиля. Он расположен в выпускной системе вблизи катализатора. На основе данных, полученных кислородником, электронный блок управления двигателем (ЭБУ) корректирует расчет оптимальной пропорции топливовоздушной смеси. Коэффициент избытка воздуха в ее составе обозначается в автомобилестроении греческой буквой лямбда ( $\lambda$ ), благодаря чему датчик получил второе название — лямбда-зонд.

Датчики кислорода бывают: узкополосные (циркониевые, титановый); широкополосные.

Неисправный датчик кислорода ремонту не подлежит и требует замены, но перед заменой целесообразно внимательно посмотреть снятый датчик. Это поможет выяснить причину, из-за которой датчик вышел из строя. В противном случае новый датчик прослужит недолго.

Черная сажа на датчике обычно образуется при работе на богатой топливо-воздушной смеси. Отложение на датчике белого (как мел) порошка бывает при «отравлении» датчика кремнием, например, если при ремонте двигателя был неправильно применен силиконовый герметик. Наличие белого песка на датчике означает его отравление антифризом из системы охлаждения. Датчик в этом случае может быть и зеленого

цвета, при этом, скорее всего, дефектны головка цилиндров или прокладка головки. Темно-коричневые отложения на датчике свидетельствуют, что в выхлопных газах слишком много масла (неисправна система вентиляции картерных газов, изношены уплотнительные кольца поршней и т. д.).

Методы диагностики лямбда зондов: с помощью сканера, мультиметра, осциллографа. Специалисты советуют проверять корректность работы лямбда-зонда каждые 10000 км пробега, даже если проблем в работе устройства не наблюдается.

Диагностику начинают с проверки надёжности соединения клеммы с датчиком и на наличие механических повреждений. Далее выкручивают лямбда-зонд из коллектора и осматривают защитный кожух. Небольшие отложения очищают. Если в ходе визуального осмотра на защитной трубке датчика кислорода были выявлены следы сажи, сильные белые, серые или блестящие отложения, то лямбда-зонд следует заменить. Проверка датчика на работоспособность проводится мультиметром по следующим параметрам: напряжение в нагревательной цепи; «опорное» напряжение; состояние нагревателя; сигнал датчика.

Наличие напряжения в цепи подогрева определяют мультиметром или вольтметром в следующей последовательности: не снимая разъём с датчика, включают зажигание; щупы присоединяют к цепи подогрева (показания на приборе должны совпадать с напряжением на аккумуляторе – 12В, «+» идёт на датчик от аккумулятора через предохранитель, при его отсутствии прозванивают эту цепь. «-» поступает от блока управления, если он не обнаружен, проверяют клеммы цепи «лямбда-зонд – ЭБУ»). Замеры опорного напряжения проводятся следующим образом: включают зажигание, измеряют напряжение между сигнальным проводом и массой (прибор должен показать 0,45 В).

Для проверки нагревателя мультиметр выставляют в режим омметра при этом снимают разъём с устройства, измеряют сопротивление между контактами нагревателя (показания на разных кислородниках различные, но не должны выходить за пределы 2–10 Ом. Отсутствие сопротивления говорит о разрыве в цепи нагревателя). Также при проверке вольтметром или мультиметром заводят двигатель и прогревают его до рабочей температуры. Щупы прибора соединяют с сигнальным проводом и проводом массы (обороты мотора увеличивают до 3000 об/мин). Напряжения должны иметь скачки в диапазоне от 0,1 В до 0,9 В. Если хотя бы при одной из проверок показатели разнятся от нормы, датчик неисправен и нуждается в замене.

Главным преимуществом проверки осциллографом лямбда-зонда перед проверкой вольтметром и мультиметром является фиксация времени между однотипными изменениями выходного напряжения. Оно не должно превышать 120 мс. При этом щуп прибора подключают к сигнальному проводу, мотор прогревают до рабочей температуры и обороты двигателя повышают до 2000–2600 об/мин. По показаниям осциллографа определяют работоспособность кислородного датчика.

Диагностика осциллографом даёт наиболее полную картину работы лямбда-зонда. Превышение временного показателя или пересечение пределов напряжения нижнего 0,1 В и верхнего 0,9 В говорит о неисправном кислородном датчике.

Если в автомобиле есть бортовая система, то по сигналу «CHECK ENGINE», выдающему определённую ошибку, можно диагностировать состояние лямбда-зонда. Чтобы лямбда-зонд работал долго и эффективно, необходимо заправлять автомобиль только качественным топливом. Плановая и своевременная диагностика датчика кислорода поможет вовремя обнаружить его неисправность. Эта мера способна продлить срок эксплуатации не только самого датчика, но и катализатора.

УДК 630.3:519.6

Студ. К.С. Кмита, А.Д. Третьяк  
Науч. рук.: доц. Р.О. Короленя; доц. А.П. Лащенко  
(кафедра информатики и веб-дизайна, БГТУ)

## **МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ**

Транспортная задача в классической трактовке – это задача на определение оптимального плана перевозок продукта из пункта наличия (производства) в пункт потребления (переработки) по критерию минимальных совокупных транспортных затрат [1].

Существующие методы решения транспортной задачи можно условно разделить на две группы – ручной расчет и с использованием программных средств.

К методам ручного расчета относят нижеследующие [1].

- Метод потенциалов.
- Венгерский метод.
- Дельта-метод.
- Распределительный метод.
- Симплекс метод.
- Метод Фогеля.
- Метод минимальной стоимости.
- Метод дифференциальных рент.

Решение транспортной задачи с использованием наиболее известных программных средств – MS Excel и MathCad – сводится к выполнению ряда обязательных этапов.

**1. Ввод исходных данных.** По своей сути, данный этап является подготовительным и включает операции по формированию целевой функции задачи и системы ограничений к ней, используя инструментальных соответствующих программ.

В *MS Excel* на данном этапе на рабочем листе задаются ячейки для тарифов на перевозки, ячейки для указания потребностей и запасов, ячейки с целевой функцией и вспомогательные ячейки для системы ограничений [2].

В системе *MathCad* – указывается целевая функция в виде функции пользователя, задается первоначальный план, определяются система ограничений в блоке логических вычислений «*Given*» с использованием оператора «Булево равенство» [3, 4].

**2. Получение решения.** В табличном процессоре *MS Excel*, как правило, для решения транспортной задачи используется инструмент для поиска решений уравнений и решения задач оптимизации – надстройка «Поиск решения» [2]. Инструмент находится на вкладке «Данные» (если его там нет, то надстройку необходимо активировать через «Параметры»). Надстройка «Поиск решения» потребует ввода следующих данных: ссылка на целевую ячейку, указания минимума целевой функции, задание изменяемых ячеек (ячейки для искомых значений объемов перевозок), задание ограничений с указанием адресов соответствующих ячеек.

Для получения оптимального плана перевозок в *MathCad* в блоке логических вычислений задается новая переменная, которая определяется с использованием встроенной функции *Minimize*. Решение вычисляется с помощью функции *Find* в виде матрицы [3, 4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Короленя, Р. О. Сравнительный анализ методов решения задач оптимизации лесных грузопотоков / Р. О. Короленя, А. Д. Третьяк, К. С. Кмита // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн : материалы 86-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 12 февраля 2022 г. [Электронный ресурс] / БГТУ. – отв. за издание И. В. Войтов; УО «БГТУ». – Минск : 2022. – С.136–138.

2. Костевич, Л. С. Математическое программирование: Информационные технологии оптимальных решений: учеб. пособие / Л. С. Костевич; Новое знание. – Минск, 2003. – 424 с.

3. Лащенко, А. П. Кейс по оптимальному распределению песчано-гравийной смеси из карьеров к строящимся лесным автомобильным дорогам / А. П. Лащенко, Р. О. Короленя // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн : материалы 86-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 12 февраля 2022 г. [Электронный ресурс] / БГТУ. – отв. за издание И. В. Войтов; УО «БГТУ». – Минск : 2022. – С.145–148.

4. Лащенко, А. П. Методика изучения транспортной задачи математического программирования при подготовке студентов экономических специальностей / А. П. Лащенко, Р. О. Короленя // Проблемы преподавания высшей математики и информатики в условиях новой образовательной парадигмы : материалы Междунар. науч.-практ. конференции, Минск, 14–15 апреля 2022 г. / БГУ, Механико-математ. фак. ; [редкол. С. А. Самаль (отв. ред.) и др.]. – Минск : БГУ, 2022. – С.61–64.

УДК 630.3:004.93

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

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Компьютерное зрение – совокупность технологий, методов и алгоритмов, с помощью которых компьютер может обрабатывать изображения и видеопоток [1, 2]. Использование компьютерного зрения позволяет определять, что изображено, а также классифицировать и анализировать эти изображения.

Основная цель компьютерного зрения – получение необходимой полезной информации из изображения или группы изображений.

На физическом уровне системы компьютерного зрения состоят из средств захвата изображения (камера или несколько камер) и компьютера, используемого для обработки изображений [1]. При этом применяются специальные программные средства, наиболее популярными из которых являются: OpenCV, PCL, ROS, MATLAB, CUDA и другие. Технологии компьютерного зрения можно разделить на две группы [1]:

1. «Классическое» компьютерное зрение, используется в случаях необходимости получения некоторой количественной информации об изображении (связанной с цветом, формой, количеством объектов и т.д.). Хорошо зарекомендовало для решения задач, поддающихся формализации и разбиению на подзадачи. Большинство методов из этой

группы сначала извлекают полезные характеристики из изображения, а затем работают с ними для решения задачи [1].

2. Системы машинного обучения (нейронные сети). Это сложные системы, требовательные к вычислительным ресурсам и объемам данных, частично имитируют человеческие способности к восприятию изображения [1, 2].

В настоящее время системы компьютерного зрения помогают контролировать технологические процессы различного рода производств, повышать производительность, автоматизировать процессы производства и достигать запланированных результатов без каких-либо ошибок.

Анализ источников информации по теме показывает, что возможности такого рода систем для нужд лесной промышленности обширны [3]. Это и исследование состояния древостоев (визуальный мониторинг с помощью беспилотных летательных аппаратов), автоматизация анализа и учета эксплуатационных показателей лесных автомобильных дорог, автоматизация учета и контроля лесо/пиломатериалов на различных этапах цепи поставок, контроль лесозаготовительного производства и т.д.

Перспективность доказывает опыт *Segezha Group* (Российская Федерация) [4]. Для оценки возможностей применения технологий компьютерного зрения и машинного обучения был запущен пилотный проект для определения объема круглого леса и коэффициента полндревесности *Smart Timber* (<https://smart-timber.com>). Площадкой для проведения эксперимента выступил Сегежский ЦБК.

В 2017 году американская компания *Lucidyne Technologies* (<https://www.lucidyne.com>) запустила систему сканирования изображений деревянных досок *GradeScan* на основе машинного зрения и нейросетей [4]. Эта технология была внедрена на производство российской компанией «Свеза» и позволяет отсортировать листы фанеры, не допуская в дальнейшее производство изделия с отклонениями от нормы.

Таким образом, компьютерное зрение имеет большой потенциал в области лесной промышленности. Точность анализа и распознавания образов неуклонно растет, позволяя создавать все более сложные и точные технологии, которые помогут повысить эффективность производств лесной промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Горячкин Б.С., Китов М.А. Компьютерное зрение // E-Scio. 2020. №9 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternoe-zrenie-1> (дата обращения: 06.04.2022).

2. Шапиро Л. Компьютерное зрение [Электронный ресурс] / Л. Шапиро, Дж. Стокман ; пер. с англ. – 3-е изд. (эл.). – Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 763 с.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.

3. Пашкевич, К. С. Анализ возможностей систем распознавания образов для лесной промышленности / К. С. Пашкевич, А. В. Домбовский, науч. рук. Р. О. Короленя // 72-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов: тезисы докладов : в 4-х ч. – Минск, 12–23 апреля 2021 г. [Электронный ресурс] – Минск : БГТУ, 2021. – Ч. 1. – С. 93-94.

4. Кармакова, М. Смартфон вместо линейки, или зачем в лесу компьютерное око / М. Кармакова // «Лесной комплекс» № 6 (46). – 2020. – ноябрь-декабрь. С. 100–108.

УДК 630.31:004.94(07)

Студ. К.А. Гриневич

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

## **СОЗДАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ОДНОМАШИННОЙ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОЙ СИСТЕМЫ**

«Имитационное моделирование есть процесс конструирования модели системы и постановки экспериментов на этой модели с целью либо понять поведение системы, либо построить теории и гипотезы, которые бы объясняли поведение системы как в настоящем времени, так и в будущем» [1].

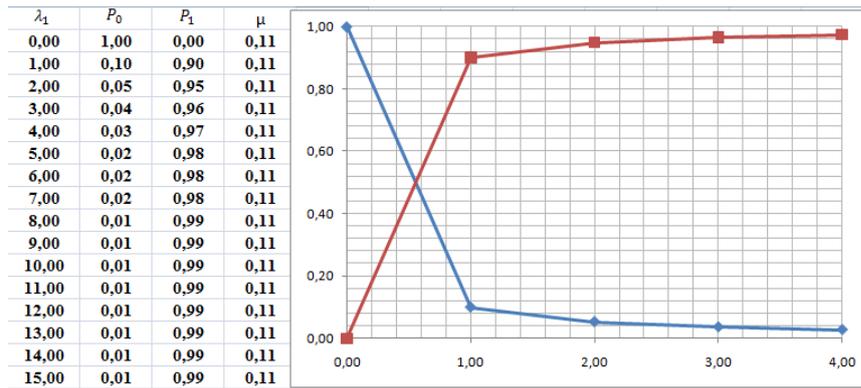
В настоящее время для создания адекватных имитационных моделей используется ряд прикладных программ [2]. Помимо специализированных программных средств, для создания простых имитационных моделей можно использовать табличный процессор MS Excel.

С целью качественного сравнения моделирования работы одномашинных лесопромышленных систем, по математической модели соответствующей системы [3, 4], были созданы имитационные модели в *Anylogic* [5, 6] и *MS Excel*. Фрагменты результатов моделирования представлены на рисунок 1.

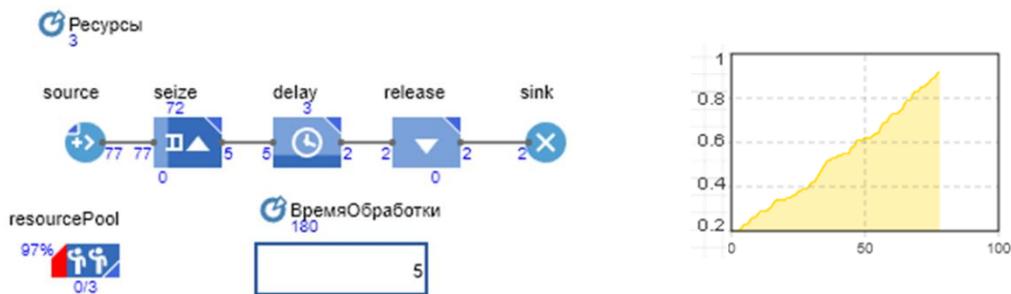
С помощью построенных моделей были проведены компьютерные эксперименты, которые позволили оценить эффективность работы изучаемой системы массового обслуживания.

Результаты исследований показали, что при создании модели в *MS Excel* не возникло сложностей с формализацией простой математической модели одномашинной системы [3, 4].

а



б



а – в *MS Excel*; б – в *AnyLogic*

**Рисунок 1 – Визуализации работы созданных моделей системы**

Проведение экспериментов с моделью осуществлялось помощью анализа «Что-Если». Необходимо отметить, что при увеличении сложности математической модели, будут возникать сложности в описании ее для *Excel* и использовании инструмента «Что-Если».

Создание полноценной модели в *Anylogic*, по сравнению с *MS Excel*, требует более высокой «точки входа» при работе с программой. Другими словами, возникает необходимость изучения интерфейса программы, инструментов и методик моделирования, применяемых при работе с *Anylogic*. Но несомненным достоинством полученной модели является широта и глубина возможностей экспериментов над полученной моделью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. М.: Мир, 1978. 418 с.
2. Короленя, Р. О. Имитационное моделирование одномашинных лесопромышленных систем / Р. О. Короленя, К. А. Гриневич // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн : материалы 86-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 12 февраля 2022 г. [Электронный ресурс] / БГТУ. – отв. за издание И. В. Войтов; УО «БГТУ». – Минск : 2022. – С.138–141.

3. Климушев Н. К., Прудникова О. М. Моделирование технологических процессов лесопромышленного производства. Ухта: УГТУ, 2003. 76 с.

4. Хотянович А. И., Турлай И. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок и транспорта леса. Лабораторный практикум. Минск: БГТУ, 2015. 72 с.

5. Борщев А. Как строить красивые и полезные модели сложных систем: материалы конф. «Имитационное Моделирование. Теория и Практика» ИММОД- 2013. Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2013.

6. Маликов Р. Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6. Уфа: Изд-во БГПУ, 2013. 296 с.

УДК 630.3:519.6

Студ. Е.И. Барташевич, Ю.А. Бедная

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

## **ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТОВАРОВ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПОТОКАХ**

Под автоматической идентификацией товаров следует понимать группу методов, позволяющих автоматически идентифицировать объекты и фиксировать данные об этих объектах в специализированных системах.

Системы автоматической идентификации, в общем случае, можно разделить на два направления – *контактные* и *бесконтактные*. В настоящее время наибольшее распространение получили следующие технологии бесконтактной идентификации [1, 2]: на основе штрихового кодирования; на основе радиочастотных меток.

В соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 30721-2000 «Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Термины и определения», *штриховое кодирование (Bar Code Technologies)* – технология автоматической идентификации и сбора данных, основанная на представлении информации по определенным правилам в виде напечатанных формализованных комбинаций элементов установленной формы, размера, цвета, отражающей способности и ориентации для последующего оптического считывания и преобразования в форму, необходимую для ее автоматического ввода в вычислительную машину.

Существует множество способов изображения товарного номера и различной другой информации в виде штрихового кода, большинство из которых имеют узкую сферу применения. В качестве наиболее известных можно назвать *EAN/UPC*, Код 39, *ITF*, *ITF-14*, Код 128, *EAN/UCC-128*, Код 93, *RSS*, Код 49, *PDF-417*, *QR*-код, Микро-*PDF*, *Data Matrix*, Кодабар и т. д. [3].

В логистике для идентификации единиц поставки на всех этапах транспортировки разработан и применяется уникальный стандартный 18-разрядный номер транспортной упаковки (*SSCC – Serial Shipping Container Code*). Код *SSCC* включает в себя индикатор упаковки, регистрационный номер предприятия (в Республике Беларусь его присваивает Ассоциация ГС1 Бел.), индивидуальный номер логистической единицы (присваивается предприятием), контрольную цифру [4].

Помимо линейных штриховых кодов, в настоящее время разработаны решения в виде двумерных штриховых кодов, наиболее распространенными из которых являются *Aztec code*, *MaxiCode*, *QR code*, *Data Matrix*.

*RFID* (англ. *Radio Frequency Identification* – радиочастотная идентификация) – метод автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или *RFID*-метках [2, 5]. Идентификация объектов (субъектов) производится по уникальному цифровому коду, считываемому из памяти специализированной микросхемы-транспондера (**transmitter / responder** – передатчик-приемник) – электронной метки, прикрепляемой к объекту идентификации.

В логистике области применения технологии обширны [2]:

- складское материально-техническое обеспечение;
- логистика и управление цепями поставок в режиме реального времени;
- идентификация движущихся объектов в реальном времени;
- системы контроля доступа;
- подделки различных категорий товаров;

Проведенные исследования показывают, что и технологии штрихового кодирования и *RFID* имеют свои достоинства и недостатки [2, 5]. Выбор же оптимальной технологии для автоматической идентификации товаров в логистических потоках во многом зависит от концептуального подхода в дальнейшем развитии компании.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иконников, В. Ф. Информационные технологии и системы в логистике : учеб.-метод, пособие / В. Ф. Иконников, А. М. Седун, Н. Г. Токаревская. – Минск : БГЭУ, 2012. – 87 с.

2. Информационные системы и технологии в логистике и управлении цепями поставок: учебное пособие / В. А. Медведев, А. С. Присяжнюк, – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 183 с.

3. Ассоциация ГС1 Бел. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gs1by.by/Информационные-материалы/> – Дата доступа: 04.02.2022.

4. Штриховое кодирование в логистике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://logists.by/logistics/logistics-tools/shtrihovoe-kodirovanie-v-logistike> – Дата доступа: 08.02.2022.

5. Взгляд изнутри: RFID и другие метки. Хабрахабр. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/post/161401/> – Дата доступа: 08.02.2022.

УДК 630.3:528.8

Студ. Е.И. Барташевич

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

## **РОЛЬ СИСТЕМ ГЛОБАЛЬНОГО СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОЙ ЛОГИСТИКЕ**

Эффективное развитие лесного бизнеса, рациональное использование лесных ресурсов, мониторинг, инвентаризация и учет лесного фонда – все это требует точной и достоверной информации для поддержки принятия качественных управленческих решений.

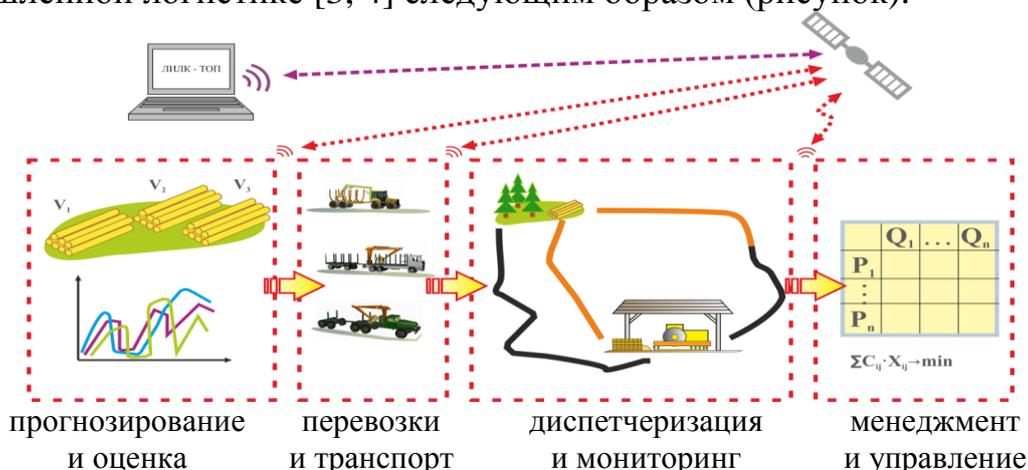
Системы глобального позиционирования (*GNSS*) – комплексные электронно-технические системы, состоящие из совокупности наземного и космического оборудования, предназначенные для определения местоположения (географических координат и высоты), а также параметров движения (скорости и направления движения) наземных, водных и воздушных объектов [1, 2]. В настоящее время такие системы широко применяются в различных областях (таблица).

**Таблица – Области применения *GNSS***

<b>Геодезия и картография</b>	<b>Местоопределение</b>
- геодезическая съемка; - кадастровые работы; - поддержка проведения инженерных работ и строительства; - актуализация карт и планов; и т.д.	- пространственно - ориентированный доступ к информационным ресурсам; - комплексная информация об окружающем пространстве; и т.д.
<b>Навигация</b>	<b>Мониторинг</b>
- автоматизация управления техникой; - строительные работы; - дорожные работы; - транспорт; - научные исследования; - досуг и отдых; и т.д.	- мониторинг местоположения; - координация работы служб; - мониторинг перемещения; - оперативный мониторинг состояния инженерных сооружений и конструкций; и т. д.

В настоящее время можно выделить следующие глобальные спутниковые системы [2]: NAVSTAR GPS – американская система навигации; GALILEO – европейская система навигации; ГЛОНАСС – российская система навигации; BEIDOU китайская система навигации.

Проведенные исследования позволяют отобразить использование систем глобального спутникового позиционирования в лесопромышленной логистике [3, 4] следующим образом (рисунок).



**Рисунок 1 – Схема использования систем глобального спутникового позиционирования в лесопромышленной логистике**

Таким образом, системы глобального позиционирования позволяют осуществлять мониторинг всех этапов функционирования лесного бизнеса, обеспечивать обмен актуальной информацией и оперативное формирование отчетов, контролировать и логировать события, формировать различные базы данных и справочники.

На наш взгляд, перспективы дальнейшего использования систем в лесопромышленной логистике следующие: удаленная таксация лесных массивов; цифровизация карт и составление цифровых моделей местности; предиктивная аналитика по ресурсам техники, эффективности лесозаготовок и транспортировки древесины; удаленная оцифровка и оценка качества лесосек при помощи компьютерного зрения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко, О. В. Системы глобального позиционирования в лесном хозяйстве : курс лекций для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» / О. В. Кравченко. – Минск : БГТУ, 2018. – 60 с.
2. Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения ФГУП ЦНИЭмаш. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.glonass-iac.ru> – Дата доступа: 01.02.2022.
3. Салминен, Э. О. Лесопромышленная логистика : учебное пособие / Э. О. Салминен, А. А. Борозна, Н. А. Тюрин. – Санкт-Петербург : ПРОФИ-ИНФОРМ, 2005. – 264 с.
4. Еремеева, Л. Э. Основы лесопромышленной логистики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. Э. Еремеева ; Сыкт. лесн. ин-т. – Электрон. дан. – Сыктывкар : СЛИ, 2014. – 208 с.

## **АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ СОРТИМЕНТОВОЗОВ В ГЛХУ «СУРАЖСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

ГЛХУ «Суражский лесхоз» расположен на северо-востоке Витебской области, включает в себя 7 лесничеств [1]. Общая площадь лесхоза составляет 84919,6 га, в том числе лесопокрытая площадь – 78800,2 га [1].

По территории района проходит обширная сеть автомобильных и железных дорог общего пользования. Общая протяженность автомобильных дорог составляет 1025,4 км [1], из них: Республиканского значения – 10,5 км, местного значения – 126,9 км, лесохозяйственных – 888 км.

Лесохозяйственная деятельность осуществляется в следующих направлениях: лесопользование; лесовосстановление и лесоразведение; охрана леса от пожаров, незаконных порубок и других лесонарушений; защита лесов от болезней и вредителей, ведение охотничьего хозяйства [1].

В основе любого лесопромышленного бизнеса лежит, наряду с заготовкой и переработкой, транспортировка заготовленной древесины. От качества организации транспортного процесса во много зависит эффективность лесозаготовительного производства, поэтому анализ показателей работы сортиментовозов на вывозке древесины является актуальным для поиска точек роста эффективности работы.

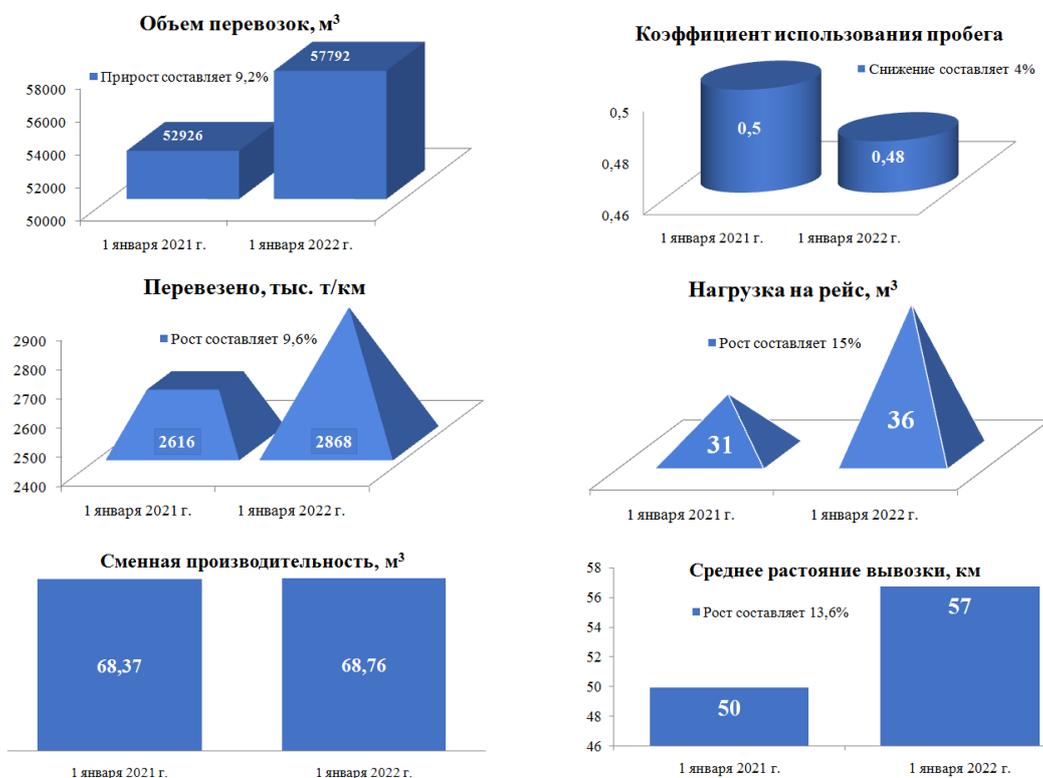
В общем случае, для планирования, учета и анализа работы транспортных средств на вывозке древесины применяется система показателей, позволяющая оценивать степень эффективности использования подвижного состава и результаты его работы [2].

К основным технико-эксплуатационным показателям работы грузовых автомобильных транспортных средств относят: коэффициент использования парка сортиментовозов, скорость движения, коэффициент использования пробега, коэффициент использования вместимости подвижного состава, скорость доставки грузов, производительный пробег и ряд других [3–5].

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

Таким образом, проведенный анализ работы показывает, что транспортный процесс на предприятии организован рационально. При этом необходимо учитывать следующую особенность, влияющую на

анализируемые показатели. Река Западная Двина разделяет лесные массивы лесхоза на две части. В Сураже отсутствует мост через реку, что затрудняет доставку лесопроductии в деревообрабатывающий цех.



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

В летнее время через реку работает паром. В зимний же период маршруты транспортировки древесины вынужденно проходят через г. Руба, что значительно увеличивает расстояние перевозки (до 80 км).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Суржский лесхоз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://leshoz.surazh.by/> – Дата доступа: 01.02.2022.
2. Сухопутный транспорт леса / В. И. Алябьев [и др.]. М.: Лесная пром-сть. 1990. 413 с.
3. Ванчукевич В. Ф., Седюкевич В. Н., Холупов В. С. Грузовые автомобильные перевозки: учебное пособие. Минск: Выш. шк., 1989. 272 с.
4. Ванчукевич В.Ф., Седюкевич В. Н., Холупов В. С. Автомобильные перевозки. Минск: ДизайнПро, 1999. 224 с.
5. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки. Киев: Вища школа. 1986. 447 с.

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПРИВодОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН**

На форвардерах отечественных и зарубежных производителей используются шарнирно-рычажные манипуляторы с телескопическим звеном, а на харвестерах – манипуляторы параллельного, параллельно-телескопического и телескопического принципа действия. Последние, ввиду значительной массы и ограниченной области использования, на современных харвестерах применяются редко. Максимальный вылет манипуляторов харвестеров, во многом определяет ширину разрабатываемой пасеки и изменяется от 6,7 м до 11,7 м. Грузовые моменты манипуляторов на максимальном вылете изменяются преимущественно в пределах от 80 кН·м до 210 кН·м. При сокращении вылета манипулятора с максимального до минимального наблюдается увеличение его грузового момента нетто в 1,17–1,32 раза. При этом манипуляторы харвестеров для рубок ухода могут обладать меньшим грузовым моментом. К примеру, на харвестере Sampo Rosenlew 1046 используется манипулятор с грузовым моментом 52 кН·м.

Современные манипуляторы харвестеров обладают значительным поворотным моментом, обеспечивающим возможность перемещения деревьев от места валки к месту раскряжевки. Его величина изменяется в пределах от 36 кН·м до 55 кН·м. Для подтягивания дерева, сваленного на максимальном вылете, часто используется телескопическое звено рукояти, по причине того, что особенности компоновки соединения и управления стрелой и рукоятью не обеспечивают требуемого тягового усилия на максимальном вылете.

При выполнении этой операции следует отметить значительное преимущество параллельно-телескопических конструкций манипуляторов перед параллельными. Длина их телескопического звена достигает 4,7 м. При этом для параллельных конструкций она не превышает 2,5 м. Обеспечивая тяговое усилие телескопического звена до 41 кН, манипулятор параллельно-телескопической компоновочной схемы позволяет производить подтягивание дерева на более близкое расстояние.

Привод технологического оборудования многооперационных лесозаготовительных машин – гидравлический. Рабочее давление гидросистем находится в диапазоне 19 – 30 МПа, а номинальный расход гид-

равлической жидкости аксиально-поршневыми насосами лежит в широком диапазоне 145–346 дм<sup>3</sup>/мин. Харвестеры часто оснащаются двухконтурными гидравлическими системами. При этом один гидронасос находится в гидравлическом контуре привода движителя и манипулятора, а второй – харвестерной головки. Использование такой гидравлической системы исключает кратковременное падение мощности на рабочем органе харвестера при совместном использовании манипулятора и харвестерной головки, возникающее вследствие запаздывания регулирования насоса.

Важной особенностью манипуляторов харвестеров является наличие опорно-поворотных платформ. Их применение позволяет расширить рабочую зону манипулятора и обеспечить параллельное следование харвестерной головки не только вдоль горизонтальной поверхности, но и вниз или вверх по склону на углы до 28° и 15° соответственно. Управление платформой и удержание манипулятора в заданном положении осуществляется посредством пары гидроцилиндров расположенных спереди или сзади платформы. Переднее расположение гидроцилиндров предпочтительнее, так как при этом большую часть времени они испытывают нагрузки сжатия, а для реализации требуемой удерживающей силы необходимы гидроцилиндры меньшего типоразмера. Компанией Komatsu Forest (Valmet) изготавливаются харвестеры, в которых манипулятор и кабина оператора располагаются на единой наклонно-поворотной платформе. Такое компоновочное решение обеспечивает хорошую обзорность оператору и снижает его утомляемость. При этом опорная конструкция кабины аналогична рассмотренным опорным конструкциям манипуляторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голякевич С. А., Пищов С. Н. Информационные технологии в лесном комплексе. Минск: БГТУ, 2018. 123 с.
2. Голякевич С. А., Гороновский А. Р., Мохов С. П. Методика оценки технических характеристик форвардеров на стадии проектирования // Труды БГТУ. 2016. № 2 (184). С. 15–19.
3. Голякевич С. А. Результаты имитационного моделирования работы гидравлической системы форвардера в MatLab / Simulink / Simscape / С. А. Голякевич, А. Р. Гороновский, С. П. Мохов // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2019. № 1 (216). С. 126–131.

Маг. Р.А. Карсюк; студ. А.В. Яворский  
Науч. рук., доц. С.А. Голякевич (кафедра лесных машин, дорог  
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПРИВОДОВ ДВИЖИТЕЛЕЙ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН**

Движитель – устройство, преобразующее энергию двигателя либо внешнего источника, через взаимодействие со средой, в полезную работу по перемещению транспортного средства. Погрузочно-транспортная машина МЛ-131 с комбинированным типом движителя на грунтах 1-го и 2-го типов местности может работать на передачах 1-го и 2-го диапазонов, т.к. движение на более высоких передачах невозможно из-за значительного усилия сопротивления движению и ограниченного крутящего момента двигателя. Аналогичная ситуация наблюдается при движении форвардера с гидромеханической трансмиссией, движение которого возможно на 1 и 2 передачах, что в сравнении с колесным вариантом снижает производительность и повышает расход топлива.

При освоении лесосечного фонда, расположенного на грунтах 3-го типа местности колесная машина независимо от типа установленной трансмиссии вынуждена работать в узком диапазоне касательных сил тяги по причине повышения сил сопротивления движению и снижения сил сцепления (для колесных машин данный диапазон составляет 5–7 кН). Транспортировка сортиментов по волокам 4-го типа местности невозможна из-за равенства между силами сцепления и сопротивления движению. Применение легкосъёмных гусениц позволяет расширить зону возможного движения машины на грунтах 3-го типа местности 1,2–1,5 раза. В сравнении с 1-м и 2-м типами местности область возможного движения для машины с комбинированным типом движителя меньше на 30–40%.

Применение легкосъёмных гусениц на колесах балансирной тележки при эксплуатации погрузочно-транспортной машины с механической трансмиссией и мощностью двигателя 85–95 кВт на почвогрунтах 1-го типа местности позволяет повысить тяговые свойства, но вследствие ограниченного крутящего момента, который обеспечивает данный двигатель, машина может развить максимальную касательную силу тяги при передаточных отношениях 300–350 установлено, что на грунтах 1-го и 2-го типов местности сила сопротивления движению колесной машины составила 23,7–24,2 кН, а колесно-гусеничной

49–51 кН. Для преодоления данных сил сопротивления движению колесная машина движется с буксованием 3%, форвардер с комбинированным типом движителя – 4,5–5%.

При преодолении сил сопротивления движению буксование движителя колесного форвардера составляет 2–3%, погрузочно-транспортной машины с гусеницами 3–5%, скорости движения при этом составляют 1,84 км/ч. С помощью тяговых номограмм определены диапазоны рабочих скоростей движения погрузочно-транспортной машины МЛ-131 с колесным и комбинированным типами движителя по волокам с различной несущей способностью. На почвогрунтах 1-го типа местности колесная машина развивает скорости движения до 10–11 км/ч, машина с комбинированным типом движителя – до 5–7 км/ч. Повышение мощности устанавливаемого двигателя до 100–120 кВт позволит повысить рабочие скорости движения на 10–15%. С ухудшением почвенно-грунтовых условий эксплуатации наблюдается снижение тяговой мощности для машин с колесным и комбинированным типами движителя, которое обусловлено падением рабочих скоростей движения по причине повышения буксования. При движении по волоку 3-го типа местности колесная погрузочно-транспортная машина развивает касательную силу тяги 64–67 кН. Буксование в данном случае находится в пределах 24–26%, максимальная скорость движения колесной машины достигает 4–4,5 км/ч.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агейкин, Я.С. Моделирование движения автомобиля по мягким грунтам: проблемы и решения / Я.С. Агейкин, Н.С. Вольская // Автомобильная пром-сть. – 2004. – № 10. – С. 24–25.
2. Александров, В.А. Динамические нагрузки в лесосечных машинах / В.А. Александров. – Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 152 с.
3. Аникин, А.А. Повышение проходимости гусеничных машин по снегу за счет применения эластичных уширителей гусениц: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / А.А. Аникин; Нижегородский гос. техн. ун-т. – Н. Новгород, 2000. – 20 с.
4. Баймлер, А.Н. Моделирование деформации почвогрунтов движителями лесотранспортных машин / А.Н. Баймлер, А.Г. Грабовский // Проектирование, эксплуатация и ремонт лесных машин и оборудования: межвуз. сб. науч. тр. – СПб., 1993. – С. 44–46.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ И ВИДОВ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Рубки главного пользования (РГП) проводятся в спелых и перестойных древостоях с целью своевременного и рационального использования запасов спелой древесины и восстановления леса. При этом должно быть обеспечено непрерывное, неистощительное и относительно равномерное пользование древесиной на основе баланса эколого-природоохранных и хозяйственно-экономических функций леса. Виды и способы РГП, применяемые в Беларуси приведены в таблице [1].

**Таблица – Виды и способы рубок главного пользования в РБ**

Способы	Виды
Сплошные	Сплошнолесосечные
Постепенные	Равномерно-постепенные Группово-постепенные Полосно-постепенные Длительно-постепенные
Выборочные	Добровольно-выборочные

Наиболее сильное воздействие на лесную экосистему оказывают преобладающие в лесохозяйственной практике сплошные рубки главного пользования, результатом которых является удаление из экосистемы ее лесобразующего компонента – древостоя. После такой рубки чаще всего временно прерывается средозащитная функция леса. Однако сплошная рубка менее сложна в организационном и технологическом планах, достигается большая производительность машин.

Учитывая все большее влияние лесных экосистем на сохранение климата, перспективными являются несплошные РГП. При этом наиболее широко применяемыми из них являются полосно-постепенные рубки.

Полосно-постепенные рубки назначаются в насаждениях с наличием под пологом не менее 6,0 тыс. шт./га условно крупного подроста хозяйственно ценных пород. Древостой на лесосеке вырубается в два-три приема в зависимости от относительной полноты древостоя до рубки. Трехприемные полосно-постепенные рубки, как правило, проводят в насаждениях с полнотой 0,8–1,0.

Ширина вырубаемых полос составляет не более 25 м, а ширина оставляемых полос равна вырубаемым (при двухприемных полосно-постепенных рубках) или может быть увеличена с оставлением кулисы до 30–35 м (при трехприемных полосно-постепенных рубках).

Наиболее применяемый в настоящее время вариант – осуществление постепенных рубок и последующего лесовосстановления силами лесхозов. Также в соответствующих условиях могут более широко внедряться и равномерно-постепенные рубки, а также добровольно-выборочные. Группово-постепенные рубки ввиду их сложности в организационно-техническом плане, а также низкой эффективности применения технологий заготовки сортиментов в Беларуси не являются перспективными.

Разработка лесосек на несплошных РГП может осуществляться как с применением однооперационных лесных машин, так и систем машин на базе харвестеров.

Выполненный в БГТУ анализ прямых затрат на проведение равномерно-постепенной рубки показал, что на базе однооперационных машин затраты составляют (условно) 100%, на базе многооперационных машин составят 114%, при полумеханизированном комплексе машин – 121% [2].

В настоящее время в Беларуси доля несплошных РГП составляет около 20% от всего объема. В соответствии с Государственной программой «Белорусский лес» на 2021–2025 годы одним из мероприятий по устойчивому ведению лесного хозяйства является проведение постепенных и выборочных РГП с применением соответствующих систем и видов рубок, предусматривающих возможность естественного воспроизводства древесных пород [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Правила рубок леса в Республике Беларусь. Утв. Постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь № 68 от 19.12.2016 г. – 18 с.

2. Отчет о научно-исследовательской работе по заданию 3.5 «Установить повыдельный фонд несплошных рубок и разработать для его освоения эффективные технологии в пакете «несплошная рубка – возобновление», обеспечивающие непрерывность средозащитной функции леса и формирование устойчивых насаждений естественного происхождения, адаптированных к изменениям погодно-климатических факторов, при сокращении до 40% затрат на лесовосстановление». БГТУ. – 2017. – 64 с.

3. Государственная программа «Белорусский лес» на 2021–2025 гг. Утв. Постановлением СМ РБ № 52 от 28.01.2021 г. – 89 с.

## **ЭФФЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ**

Сырье, которое получает лесозаготовительная промышленность в составе отводимого лесного фонда, можно подразделить на основное и дополнительное. Основное древесное сырье служит для выработки круглых и колотых лесоматериалов различного назначения, сырья для химико-технологической переработки и древесного топлива. На отдельных стадиях производства лесопроductии часть древесного сырья из-за низкой товарной ценности не используется или теряется в виде отходов. Это сырье может быть дополнительным источником древесины для переработки в топливную, технологическую щепу и другую ценную продукцию.

В общей биомассе отводимого в рубку лесфонда древесина ориентировочно составляет 82%, кора 15, древесная зелень 3%. Биомасса в растущем дереве распределена неравномерно. Наибольшая доля (до 65% и более) приходится на ствол, который является основным объектом лесозаготовительного производства. Вершинную тонкую часть ствола, крону, пни и корни, как отходы лесозаготовок в основном оставляют на лесосеке. Количество таких отходов лесозаготовок колеблется от 30 до 50 % в общей биомассе.

Выполненный анализ отечественного и зарубежного перерабатывающих производств, рынка лесоматериалов показал, что эффективными направлениями комплексного использования древесного сырья для Республики Беларусь могут быть следующие:

- переработка лесосечных отходов в топливную щепу (ввиду вовлечения низкокачественной древесины и отходов лесопиления в производство топливных гранул);
- использование лесосечных отходов в направлении биокомпостирования;
- заготовка пневого осмола с получением древесины и смолистых веществ;
- получение древесного угля из кусковых отходов, вершин и низкокачественной древесины.

Данные направления уже достаточно изучены, имеются разработанные технологии и оборудование, что позволит упростить их реализацию с получением дополнительной прибыли.

## ПРИМЕНЕНИЕ ХАРВЕСТЕРОВ НА РУБКАХ УХОДА ЗА ЛЕСОМ

Рубки ухода за лесом – это уход за лесом, осуществляемый путем удаления из насаждения нежелательных деревьев и создания благоприятных условий для роста лучших деревьев главных пород, направленный на формирование высокопродуктивных качественных насаждений и своевременное использование древесины.

На сегодняшний день в Беларуси выделяют четыре вида рубок ухода: осветление; прочистка; прореживание; проходная рубка [1].

Рассматривая возможность применения харвестеров на рубках ухода, следует учитывать эксплуатационные условия. Из этого следует, что в той или иной степени эффективно применять харвестеры с их разделением – для проведения прочисток и прореживаний, для проведения проходных рубок.

Сегодня на территории РБ на рубках ухода находят применение харвестеры Vimek 404, Амкордор 2531, Амкодор 2541, Sampo R46, Valtra 120X, Rottne H8 и др. (таблица).

**Таблица – Технические характеристики харвестеров на рубках ухода**

Марка харвестера	Характеристики				
	Мощность двигателя, кВт	Максимальный вылет манипулятора, м	Максимальный диаметр распила, см	Максимальная скорость подачи, м/с	Вес, т
<b>Прочистки и прореживания</b>					
Valtra 120X	88	7,5	45	5	5,3
Vimek 404	50	4,6	30	4	4,7
Sampo R46	73,5	7,1	32	5	10,0
<b>Проходные рубки</b>					
Rottne H8	125	7,0	43	4	10,0
Амкордор 2531	90	7,1	45	6	10,75
Амкодор 2541	132	9,5	54	4	13,0

При этом следует учитывать, что применение того или иного харвестера и его эффективность будет зависеть в большей степени от среднего объема хлыста, необходимости прорубки волока, полноты насаждения и других факторов [2].

Например, харвестеры Vimek 404 эффективны в насаждениях хлыста  $V_{\text{хл}} = 0,1-0,18 \text{ м}^3$ , а Samro R46 – с  $V_{\text{хл}} = 0,16-0,24 \text{ м}^3$  [3]

Поэтому выбор харвестера для рубок ухода следует производить по комплексу критериев с учетом лесоводственных требований.

Следует отметить также, что сегодня в республике оценка применения харвестеров на рубках ухода за лесом выполняется на основании объема заготовленной древесины. Однако такой подход является не целесообразным, так как в погоне за кубатурой, операторы харвестеров снижают качество рубки, что в целом сказывается на характеристики оставляемого насаждения и снижает его продуктивность и устойчивость.

В этой связи, с целью повышения эффективности рубок ухода за лесом с применением многооперационной техники необходимо при анализе ее эффективности учитывать не объем заготовленной древесины, а площадь пройденной рубки ухода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Правила рубок леса в Республике Беларусь. Утв. Постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь № 68 от 19.12.2016 г. – 18 с.

2. Матвейко, А.П. Технология и машины лесосечных работ. Лабораторный практикум /А.П. Матвейко, П.А. Протас. – Минск: БГТУ. – 2015.

3. Технология бережного ухода за лесом. Интернет источник <https://vimek.by/novosti/86-vimek-tehnologiya-berezhnogo-i-effektivnogo-ukhoda-za-lesom>

4. Borchers A.T. Mushrooms, tumors, and immunity / Borchers A.T., Stern J.S. [et al] // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. – 1999. – P. 281–293.

УДК\*674.048

Студ. В.В. Чернявский

Науч. рук. доц. А.О. Германович (кафедра лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

#### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЛЕСНОГО ШАССИ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ЛЕСНЫХ ДОРОГ**

Универсальное лесное шасси может агрегатироваться с различным дорожно-строительным оборудованием: отвалами различной конструкции и назначения, снегоочистителями, фрезами, косилками и т. д. В этой связи изготовление на отечественных предприятиях такого

шасси, которое обеспечит выполнение широкого спектра лесовосстановительных и дорожно-строительных работ с высокой эффективностью и качеством, является перспективным направлением в развитии лесного машиностроения.

Универсальное лесное шасси может оснащаться плужными снегоочистителями производства ОАО «Амкодор» – УКХ» с прямым отвалом 342С.52.00.000, 342С.52.00.000-01, а также V-образными отвалами для снега 332С.45.61.000 и 352С.45.65.000.

Кроме плужного снегоочистителя универсальное шасси может оснащаться шнекороторным снегоочистителем. Важнейшей составной частью рабочего органа шнекороторного снегоочистителя является ротор, с помощью которого снег отбрасывается в сторону от машины в заданном направлении. Весь рабочий процесс, происходящий в роторе снегоочистителя, может быть разделен на следующие операции, сопровождающиеся затратой энергии: захват снега лопастью; перемещение снега вдоль лопасти; соприкосновение снега с неподвижным кожухом ротора; движение снега по кожуху ротора к выбросному отверстию; движение снега по направляющему устройству.

Универсальное лесное шасси обладая достаточно высоким тяговыми свойствами и достаточно мощной гидравликой может эффективно эксплуатироваться со значительным перечнем отечественного и зарубежного навесного оборудования для ремонта и содержания дорог, в том числе лесных. К ним в первую очередь следует отнести плужный снегоочиститель, бульдозерный отвал и дорожную косилку, что обусловлено выпуском данного оборудования на ОАО «Амкодор» – УКХ». Это позволит максимально быстро осуществить их навеску и настройку, а также осуществлять уход за дорогами, в том числе лесными, и их элементами.

УДК 630\*

Студ. Д.В. Мелюх

Науч. рук. доц. М.Т. Насковец (кафедра лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## **ФОРМИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПАКЕТОВ. ОСНОВЫ КОНТЕЙНЕРНЫХ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК**

Транспортный пакет согласно ГОСТ 21391-84 - это укрупненная грузовая единица, сформированная из штучных грузов с применением различных способов и средств пакетирования, сохраняющая форму в процессе обращения и обеспечивающая возможность комплексной механизации погрузочно- разгрузочных операций.

В качестве средств пакетирования используют плоские поддоны по ГОСТ 9078-84, ГОСТ 26381-84, специализированные поддоны, подкладки, бруски и другие средства пакетирования по нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке.

Требования к способам пакетирования, параметрам и размерам транспортных пакетов должны устанавливаться в нормативно-технической документации на конкретный вид продукции и пакеты, сформированные из этой продукции.

**Технические требования к формированию пакетов.** Формирование пакетов тарно-штучных грузов осуществляют в соответствии с требованиями настоящего стандарта, нормативно-технической документации на пакеты конкретных видов продукции, утвержденной в установленном порядке. Параметры и размеры пакетов должны соответствовать требованиям ГОСТ 24597-81.

Допускается устанавливать другие размеры пакетов, предусмотренные нормативно-технической документацией на пакеты конкретных видов продукции, при максимальном использовании грузоподъемности или вместимости транспортных средств и складских площадей.

Грузы в таре размещают в соответствии с ГОСТ 21140-75. При укладывании в несколько рядов грузы должны быть установлены один на другой предпочтительно в перевязку с разворотом в плане на 90° или 180°.

В качестве средств скрепления используют проволоку, ленту (металлическую, синтетическую, склеивающую), пленку полимерную, клей, металлические пояса (стяжки) и кассеты, которые должны соответствовать требованиям ГОСТ 21650-76. Не допускается крепление груза к средствам пакетирования гвоздями, скобами или другими средствами, которые могут повредить средства пакетирования.

**Маркировка и хранение.** Транспортная маркировка сформированных пакетов должна соответствовать требованиям ГОСТ 14192-77.

Пакеты при хранении должны обеспечивать штабелирование не менее чем в четыре яруса.

**Пакетирование грузов. Типы поддонов и пакетов.** Пакетирование тарно-штучных грузов чаще всего производят на поддонах. (*пример* рисунок).

*Поддон* – плоская (или с верхней надстройкой) площадка, предназначенная для формирования из мелких грузов транспортного пакета, удобного для механизированной перегрузки и хранения в штабелях. Поддоны для пакетирования грузов принято делить на следующие четыре типа:

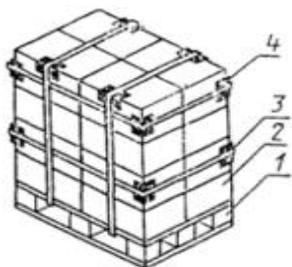
- 1) плоские, не имеющие выступающих над верхней плоскостью

настила надстроек;

2) стоечные – с постоянными или съемными стойками, расположенными над плоскостью верхнего настила;

3) ящичные со съемными или откидными стенками для удержания груза на поддоне;

4) специальные, предназначенные для формирования пакетов из таких грузов, как например, кирпич, листовое стекло и т. д.



1 – поддон; 2 – груз;  
3 – обвязка; 4 – шина

**Рисунок**

Тарно-штучные грузы в пакет следует укладывать, так чтобы, не разбирая его, можно было легко подсчитать количество мест в нем. Кроме того, должна быть видна маркировка, нанесенная на каждое место. Готовый пакет транспортируют, перегружают и хранят, не расформировав, на всем пути следования от отправителя к получателю. Пакеты тарно-штучных грузов укладывают в крытых вагонах в большинстве случаев в два яруса, допускается размещать пакеты тяжелых грузов в один,

а легких в три яруса. Высота пакетов зависит от числа ярусов укладки в крытом вагоне и вместимости его кузова.

УДК 630\*

Студ. Е.А. Булыга

Науч. рук. доц. М.Т. Насковец (кафедра лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## **АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ПОДЪЕЗДНЫХ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ ПУТЕЙ**

Для организации вывозки заготовленной древесины строятся временные, со сроком эксплуатации не более года, лесовозные пути, примыкающие к ветке или магистрали лесовозной дороги и предназначенные для освоения отдельных лесосек, так называемые лесовозные усы.

Выбор конструкции уса летнего действия зависит от почвенно-грунтовых условий, объема подлежащей вывозке древесины, наличия местных дорожно-строительных материалов и типа автопоезда.

Весьма перспективной альтернативой способам строительства лесовозных усов можно считать современные дорожные маты повышенной прочности. Укладка дорожных матов позволяет обеспечить безопасный временный доступ к рабочим зонам и устойчивое дорожное покрытие как при мягком грунте, так и на твердых поверхностях.

При правильном использовании и уходе маты обеспечивают высокие эксплуатационные показатели в течение многих лет. Все маты полностью подлежат вторичной переработке.

Технология создания временных транспортных путей из пластиковых матов весьма перспективна и найдет применение при освоении переувлажненных и заболоченных лесосек в теплое время года. По такому принципу можно собирать и разбирать временные покрытия на магистральном и пасечных трелевочных волоках. Это позволит в разы снизить негативные экологические последствия лесосечных работ, снизить трудоемкость лесовосстановительных мероприятий, значительно повысить эффективность работы трелевочной техники.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Леонович И. И. Определение ширины проезжей части автомобильных лесовозных дорог. – Мн.: Высшая школа // Вопросы механизации лесозаготовок и транспорта леса : сборник научных работ. - Минск : Высшая школа, 1964 – С. 43-52

УДК 621.185.532

Студ. М.Д. Бараблин

Науч. рук. доц. А.В. Блохин (кафедра лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ВАЛОВ СПЛОШНОГО СЕЧЕНИЯ**

К проектированию современных машин и механизмов сегодня предъявляются высокие требования. Разрабатываемая конструкция должна отвечать целому ряду требований: она должна быть надежной, долговечной, выполнять возлагаемые на нее функции и при этом затраты как при ее проектировании, так и при изготовлении должны быть минимальными.

Необходимо понимать, что многие детали узлов машин находятся в условиях сложного нагруженного состояния и подвергаются в процессе работы знакопеременным, вибрационным и динамическим нагрузкам. Типичными представителями деталей общего машиностроения, работающих в названных условиях, являются валы. Выход из строя подобных деталей приводит, как правило, к аварийным остановкам машин. Поэтому, теоретическое исследование усталостной прочности таких деталей является важным этапом проектирования, а точность расчетной модели оказывает непосредственное влияние на результаты таких работ.

В качестве объекта исследования был выбран входной вал-шестерня коническо-цилиндрического редуктора типа КЦ1-150.

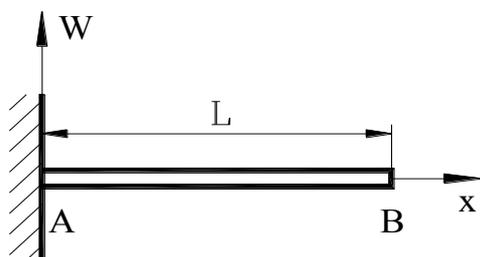


Рисунок – Расчетная схема входного вала-шестерни

В первом приближении такой вал можно представить как балку с заземленным концом (рисунок). На первом этапе исследований было предложено проанализировать напряжения, возникающие в различных сечениях вала с использованием уравнений технической теории стержней. Тогда соотношение между амплитудами напряжений и деформаций мож-

но записывать в соответствии с законом Гука.

Для упрощения дифференциального уравнение движения упругой балки рассмотрим без учета деформаций сдвига, вызванных действием поперечных сил и инерции вращения:

$$\frac{d^4 W}{dx^4} - k^4 W = 0,$$

где  $k^4 = \frac{\omega^2 \rho F}{EJ}$  – волновой коэффициент;  $W$  – прогиб;  $\omega = 2\pi f$  – круговая частота колебаний;  $\rho$  – плотность материала;  $E$  – модуль Юнга;  $J$  – момент инерции поперечного сечения относительно нейтральной оси;  $F$  – площадь поперечного сечения стержня.

Для консольной балки функция прогибов описывается зависимостью

$$W(x) = W_0 [S(kx) + \beta T(kx)],$$

где  $W_0$  – амплитуда колебаний свободного конца образца;  $\beta$  – коэффициент, зависящий от формы колебаний (-0.7341 – для первой, -1.0185 – для второй);  $S(x)$ ,  $T(x)$ ,  $U(x)$ ,  $V(x)$  – функции Крылова.

Тогда напряжения в балке можно определить по выражению:

$$\sigma(x) = W_0 \cdot \frac{6\rho}{h} \cdot \left( \frac{2\pi f}{k} \right)^2 (U(kx) + \beta V(kx)).$$

Полученное уравнение позволяет произвести расчет напряжений в различных поперечных сечениях систем, которые можно представить как балку с заземленным концом, однако, данное уравнение не учитывает конструктивных особенностей объектов замещения. Для решения этой проблемы предлагается использовать САД-системы, позволяющие методами конечно-элементного анализа рассчитать напряженно-деформированное состояние твердотельных моделей.

Студ. В.А. Кресов  
Науч. рук. доц. М.Н. Пищов  
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ ТРАНСМИССИИ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА**

Работа колесных агрегатных машин на трелевке и вывозке древесины должна производиться комплексно с учетом преобладающих факторов, оказывающих наибольшее влияние и встречающихся чаще в различных условиях их эксплуатации. Основное внимание при работе колесной лесной технике уделяется эксплуатационной надежности, которая моментально не может быть определена машинально в связи с большим количеством факторов объективного и субъективного характера происхождения.

Наука и исследования по эксплуатационной надежности, как прикладная отрасль знаний базируется на фундаментальные, математические и естественные науки. Особое значение для таких научных исследований имеет вопрос о применении математического аппарата, позволяющего осуществлять оценку и прогнозирование эксплуатационной надежности специальных лесных машин. Достоверные методы прогнозирования долговечности основных узлов и деталей лесных машин, необходимы для обоснования проекта на стадии проектирования транспортного средства с учетом специфики эксплуатационных условий, а также для решения таких конструкторско-технологических вопросов как:

- выбор оптимальной структуры энергетического агрегата;
- расчет потребности в запасных частях;
- периодичность плановых технических обслуживаний;
- обоснование требований по эксплуатационной надежности сопряженных деталей.

На наш взгляд главная задача прогнозирования состоит в сокращении сроков доводки проектируемых колесных лесных агрегатных транспортных средств за счет комплексного использования информации о результатах расчетов, испытаний, опытов эксплуатации аналогов в настоящем и прошлом. Процесс создания более современных с точки зрения конструкторов лесных машин на протяжении всего исторического пути сопровождается повышением мощности силовой установки,

что приводило к увеличению числа деталей отдельных систем к критическим по надежности. Все это определяет необходимость совершенствования методик расчетного прогнозирования за счет систематизации ранее выполненных работ и исследований, а также широкого использования статистических данных по результатам эксплуатации машин данной модели.

Существует несколько методов для выполнения исследований и расчетов, базирующихся на наличии статистического материала и аппаратно-вычислительного обеспечения самого исследования. В каждом методе есть свои преимущества и недостатки и чтобы избежать их количественного влияния необходимо пользоваться комбинированными методами, объединяющими достоинства основных. Методы расчета основных деталей и узлов специальных колесных лесных машин, заимствованы из автотракторостроения и позволяют с учетом специфики работы оценить динамическую нагруженность, которая и позволяет выйти на прогнозные показатели ресурса работы. В практике расчетных исследований по прогнозированию ресурса обычно преобладают следующие методы: прогнозирование по результатам завершенных эксплуатационных испытаний; прогнозирование по результатам незавершенных эксплуатационных испытаний; прогнозирование по результатам ускоренных испытаний на натуральных моделях; прогнозирование по результатам испытаний имитационными методами на расчетных моделях; прогнозирование ресурса экономико-вероятностными методами.

Источником внешних воздействий для колесных агрегатных машин является трелевочный волок, по которому они транспортируют заготовленную древесину. Основной статистической характеристикой случайного процесса является корреляционная функция, по которой могут быть определены дисперсия и спектральная плотность. Для практической оценки динамической нагруженности необходимо знание дисперсии и спектральной плотности процесса.

В последующем была разработана математическая модель колесный трелевочный трактор – пачка деревьев с учетом параметров базовой машины, позволяющая использовать результаты спектрального анализа внешнего воздействия при расчетах динамической нагруженности элементов трансмиссии. Представленная методика определения внешних возмущающих воздействий может быть применена при динамической нагруженности шестерен переднего и заднего мостов.

Студ. В.А. Кресов  
Науч. рук. доц. М.Н. Пищов  
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СТАЛИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Эксплуатация технологической оснастки часто характеризуется значительными циклическими нагрузками. Такие условия требуют обеспечения высоких усталостных характеристик материалов для их изготовления. Однако, имеющиеся в литературе сведения по влиянию амплитудно-частотных параметров нагружения на усталостные характеристики и физико-механические свойства инструментальных сталей недостаточно систематизированы. В этой связи повышение точности и достоверности определения усталостных характеристик сталей, а также разработка методики проведения испытаний является актуальной задачей. Для решения данной задачи необходимо определить влияние частоты испытаний как на усталостные характеристики исследуемых сталей, так и на их структурно-чувствительные свойства.

Исследования влияния амплитудно-частотных и временных параметров нагружения на протекание процессов усталостного повреждения инструментальной стали 5ХНМ осуществлялись путем анализа изменений таких структурно-чувствительных свойств материалов как микротвердость и плотность дислокаций. Использование изгибных колебаний не только имитирует режим эксплуатационных нагрузок, но значительно повышает точность исследований ФМХ благодаря наличию циклических напряжений различной величины, закономерно расположенных вдоль оси образца. Изучение влияния частоты на кинетику процессов упрочнения–разупрочнения металлов и сплавов осуществлялось путем определения изменений микротвердости исследуемых материалов в процессе циклического нагружения с различными амплитудами напряжений. Для этого предварительно определялась величина исходной микротвердости ( $H_{ц}$ ) перед испытанием, а затем проводились измерения  $H_{ц}$  в зоне действия циклических напряжений выбранной величины по истечении времени вылеживания.

Из полученных результатов по влиянию амплитудно-частотных и временных параметров нагружения на кинетику физико-механических свойств стали видно, что наиболее интенсивно изменения струк-

турно–чувствительных характеристик для выбранных уровней переменных напряжений происходят при циклическом нагружении до 10<sup>7</sup> циклов.

Увеличение микротвердости штамповой стали 5 ХНМ прошедшей упрочнение боросилицированием (температура процесса 920 °С, время 2, 5 часа) менялась уже после 10<sup>5</sup> циклов нагружения (рисунок 1). Однако, при испытании стали прошедшей поверхностное упрочнение уровень возрастания микротвердости ниже, а разброс экспериментальных значений значительно больше чем при использовании однородных образцов, что связано с особенностями структуры поверхностных слоев, прошедших диффузионное насыщение.

Для тонкой структуры исследованных материалов также характерно наиболее существенное изменение относительной плотности дислокаций в течение первых циклов нагружения. В дальнейшем, с наработкой циклов наступает насыщение, сменяющееся на стадии развития микротрещин постепенным переходом через экстремум. Следует отметить, что в связи с более высокой чувствительностью величины плотности дислокаций к действию циклических напряжений, процесс упрочнения отмечается несколько ранее, чем при анализе микротвердости (на базе до 10<sup>6</sup> циклов), и в последующем после 2·10<sup>6</sup> циклов преобладают процессы разупрочнения.

Наблюдаемые эффекты кинетики ряда структурно–чувствительных свойств исследуемых материалов в зависимости от амплитудно–частотных и временных факторов воздействия определяются, в основном, характером распределения и взаимодействия дефектов кристаллической решетки. Плотность дислокаций на первой стадии испытаний возрастает на всех исследованных частотах, что свидетельствует о начале протекания процесса упрочнения материала.

В начальной стадии нагружения имеет место лишь колебательное перемещение сегментов закрепленных дислокаций около положения равновесия. Последующее наложение знакопеременных напряжений с высокой частотой полупериода колебаний приводит к активации имеющихся в материале дислокаций, подъему их из энергетических ям, способствует преодолению ими потенциальных барьеров и передвижению через препятствия, вызывая тем самым пластическую деформацию.

Студ. Ю.В. Маслова  
Науч. рук. доц. А.В. Блохин  
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТОЧНОСТИ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ВАЛА СИЛОВОЙ ПЕРЕДАЧИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА**

Валы являются типичными представителями деталей общего назначения и встречаются практически во всех современных машинах самого различного назначения. Объясняется это более широким распространением вращательного движения в узлах и агрегатах большинства станков и производственных линий современных производств, в автотранспорте, как легковом, так и грузовом, в специальной строительной, дорожной и другой технике.

В процессе проектирования любой машины необходимо помнить, что разрабатываемая конструкция должна отвечать целому ряду требований: она должна быть надежной, долговечной, выполнять возлагаемые на нее функции и при этом затраты, связанные с ее проектированием, изготовлением, эксплуатацией и дальнейшей утилизацией должны быть минимальными.

При этом надо помнить, что многие детали узлов машин находятся в условиях сложного нагруженного состояния и подвергаются в процессе работы знакопеременным, вибрационным, динамическим и другим нагрузкам. Валы, в силу специфики своего назначения, изначально подвергаются знакопеременным циклическим нагрузкам в процессе своей работы. Выход из строя таких деталей однозначно приведет к аварийной остановке машины. Поэтому, теоретическое исследование усталостной прочности таких деталей и способов ее повышения является важным этапом проектирования, а точность расчетной модели будет оказывать непосредственное влияние на конечные результаты таких работ.

В качестве объекта исследования был выбран выходной вал (см. рисунок) коническо-цилиндрического редуктора типа КЦ1-150. Расчетные нагрузки на валы и опоры определялись исходя из предположения, что редуктор будет работать при номинальных нагрузках:  $U = 6,3$ ,  $n_{вх} = 460 \text{ мин}^{-1}$ , номинальный крутящий момент на тихоходном валу  $T_{вх} = 420 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , режим нагружения редуктора был принят как тяжелый.

Расчет производился на усталостную долговечность с определением коэффициента запаса прочности по изгибу и кручению двумя способами: в первом случае составлялась расчетная схема, в которой вал

представлялся как балка на двух опорах, а внешние нагрузки заменялись сосредоточенными силами, во втором случае – с использованием метода конечных элементов. Для этого с помощью САД-системы была создана трехмерная модель исследуемого вала (см. рисунок). Следующим этапом анализа является создание конечно-элементной модели (узлов и элементов), которая адекватно описывает геометрическую модель. Затем по созданной КЭ сетке проводится комплекс расчетов. В каждой серии расчетов в опасном сечении в качестве концентратора напряжений последовательно принимались шпоночный паз и канавка для выхода шлифовального круга.



**Рисунок – Вал редуктора выходной**

Сравнение результатов расчетов показало, что во всех случаях расчетный коэффициент запаса прочности определенный с использованием метода конечных элементов на 10-15% выше, чем полученный при решении задачи первым способом. Это создает предпосылки к снижению металлоемкости, как валов, исследованного редуктора, так и конструкции в целом и требует проведения дополнительных исследований, включающих усталостные испытания, как масштабных моделей, так и натуральных образцов.

УДК 621.8

Студ. И.С. Свидунович  
Науч. рук. ст. преп. А.М. Лось  
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОБЛОЧНЫХ КРЮКОВЫХ ПОДВЕСОК**

В грузоподъемных машинах для подвешивания грузов и получения подвижного соединения между грузозахватным крюком и гибким грузонесущим органом при использовании полиспастной системы применяется крюковая подвеска.

Диаметр блока и его профиль определяется в зависимости от типа машины, привода механизма, режима работы механизма и диаметр каната, используемого в механизме подъема крана.

Кованый крюк, применяемый в подвеске, выбирается по номинальной грузоподъемности и заданному режиму работы согласно ГОСТ 6627.

Основной особенностью проектирования многоблочных нормальных подвесок является сложность в определении длины оси блоков и его диаметра.

Ориентировочно, длину оси блоков можно определить по формуле

$$L = Z_{\text{бл}} L_{\text{ст}} + \delta + 2\delta_1 + (Z_{\text{бл}} - 1)c + 2c_1 \text{ мм}, \quad (1)$$

где  $Z_{\text{бл}}$  – количество блоков в крюковой подвеске;  $L_{\text{ст}}$  – длина ступицы блока;  $\delta$ ,  $\delta_1$  – соответственно толщина серьги и защитного листа, мм.  $\delta_1 \geq 3$  мм;  $c$  – зазор между установленными блоками; принимается  $c = 5$ – $10$  мм;  $c_1$  – зазор между торцевой поверхностью ступицы блока и защитным листом, принимается  $c_1 = 5$ – $10$  мм.

Длина ступицы блока определяется размерами радиального подшипника и определяется по формуле

$$L_{\text{ст}} = 2B + \Delta_1 + 2\Delta_2, \quad (2)$$

где  $B$  – ширина подшипника;  $\Delta_1$  – зазор между подшипниками, принимаемый  $\Delta_1 = 5$ – $10$  мм;  $\Delta_2$  – расстояние между подшипником и наружной торцевой поверхностью ступицы блока. Значение принимается  $\Delta_2 = 2$ – $5$  мм.

Подшипники необходимо подбирать согласно ГОСТ 8338 по динамической грузоподъемности, Диаметр оси блоков, принимается равным внутреннему диаметру  $d$  подшипника, выбранного по динамической грузоподъемности.

Диаметр оси блока проверяется на изгиб. При невыполнении условия прочности необходимо увеличить предварительно выбранное значение диаметра  $d$  и для него подобрать по динамической грузоподъемности другой, подходящий подшипник.

Расчетная длина траверсы принимается равной длине оси блоков. Траверса рассчитывается на изгибную прочность по среднему сечению, ослабленному отверстием для хвостовика крюка.

Наружный диаметр упорного подшипника под гайкой крюка, который подбирается согласно ГОСТ 7872 по диаметру ненарезной части хвостовика крюка  $d_1$  и статической грузоподъемности.

Ширина траверсы  $b$  определяется по значению наружного диаметра выбранного упорного подшипника по соотношению

$$b = D + (10 \dots 15)$$

Расчетная высота сечения траверсы находится из условия прочности на изгиб по формуле:

$$h = \sqrt{\frac{3FL}{2(b-d_0)[\sigma_{ит}]}} \quad (3)$$

где  $d_0$  – диаметр отверстия в траверсе для прохождения крюка, который принимается на 2...5 мм больше диаметра ненарезной части хвостовика крюка  $d_0$ ;  $[\sigma_{ит}]$  – допускаемое напряжение траверсы на изгиб, Н/мм<sup>2</sup>, определяемое по формуле

$$[\sigma_{ит}] = \frac{1,4\sigma_{-1}}{nk_{\sigma}}, \quad (4)$$

где  $\sigma_{-1}$  – предел текучести материала траверсы, МПа;  $n$  – коэффициент безопасности;  $k_{\sigma}$  – коэффициент концентрации напряжений.

Полная высота траверсы принимается  $h_0 = h + 5...10$  мм .

Диаметр цапфы траверсы определяется по допускаемому удельному давлению.

При получении размера  $d_{ц}$  больше, чем высота траверсы  $h_0$ , высоту траверсы следует конструктивно увеличить, так чтобы она была на 5–10 мм больше, чем диаметр цапфы.

Серьга подвески работает на растяжение. Во избежание сильной концентрации напряжений ширина серьги принимается равной величине  $B_c \approx 1,8d_{max}$ , где  $d_{max}$  – наибольший диаметр отверстия в серьге.

Проверочный расчет серьги выполняется на растяжение по условию прочности

$$\sigma_p = \frac{F}{2(B_c - d_{max})\delta} \leq [\sigma_p] \quad (5)$$

где  $[\sigma_p]$  – допускаемое напряжение растяжения материала изготовления серьги, Н/мм<sup>2</sup>.

УДК 621.8

Студ. У.В. Сомова

Науч. рук. ст. преп. А.М. Лось

(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ**

Долговечность машины зависит от совокупности влияния самых разнообразных факторов, которые проявляются на всех этапах ее создания и эксплуатации, при этом долговечность отдельных деталей может существенно отличаться от долговечности машины в целом.

При изготовлении машины большое влияние на качество и долговечность деталей оказывают различные технологические факторы.

От правильности выбора метода изготовления, назначения соответствующей упрочняющей обработки металла, качества сборки, во многом зависит надежность и долговечность наиболее нагруженных сопряженных деталей, рабочих органов машины. Таким образом, при создании машины и последующей эксплуатации используются различные приемы повышения срока службы ее деталей и узлов.

Конструктивные методы повышения долговечности деталей машин включают в себя комплекс мероприятий, связанных с созданием рациональной конструкции машины. Среди них наиболее важными являются: правильный выбор конструктивного решения, от которого зависит работоспособность сопряженных деталей в эксплуатации, экономичность и эффективность агрегата, а также правильный выбор конструктором материалов и обеспечение прочности деталей и узлов.

Практика показывает, что неудачную конструкцию можно значительно улучшить путем правильного подбора материалов для ее деталей; чтобы обеспечить длительную эксплуатацию узлов машины, конструктор обязан предусмотреть простоту их обслуживания и ремонта.

Особым, перспективным направлением в совершенствовании конструкции машины является создание саморегулирующихся и самовосстанавливающихся узлов и устройств (система или устройство автоматически регулируется, при этом соблюдается постоянство основных геометрических параметров сопряженного узла в процессе эксплуатации).

К технологическим методам повышения долговечности деталей машин относятся мероприятия по улучшению свойств материалов, применяемых в данной конструкции. Свойства детали начинают формироваться в процессе отливки, сварки, обработки давлением и механической обработки. При выполнении указанных операций закладываются прочностные характеристики и другие показатели долговечности будущих деталей машины. Все последующие операции изготовления детали сводятся к улучшению свойств материала заготовки. Поэтому, прежде чем назначать улучшающую обработку, необходимо убедиться в правильности выбора материала и метода получения заготовки детали.

Некоторые механические характеристики стального литья, проката и поковок после нормализации могут повышаться на 50–100%, в зависимости от условий выплавки или обработки стали давлением.

Особенно велико влияние способа получения заготовки на динамическую прочность материала. Еще более значительно можно изменить свойства деталей, применив новые методы получения заготовок и новые материалы типа металлокерамики, пластических масс или композиционных веществ.

Дальнейшее повышение долговечности деталей машин при их изготовлении осуществляется путем применения различных методов термической и химико-термической обработки. Эти виды обработки позволяют значительно повысить прочность и износостойкость деталей. Так, после обычной закалки и соответствующего отпуска прочность углеродистой стали можно повысить в 1,5–2 раза, легированной стали в 2–3 раза. В результате химико-термической обработки представляется возможным в гораздо больших масштабах, чем при термической обработке, увеличить твердость поверхностных слоев изделий до 1200–2200 кг/мм<sup>2</sup>. Поверхностное химико-термическое упрочнение деталей машин позволяет повысить их износостойкость во много раз. Например, износостойкое борирование и хромирование увеличивают срок службы деталей, работающих в контакте с абразивной средой, в 8–10 раз, цементация и нитроцементация шестерен из средне-углеродистой стали повышают их износостойкость в 1,5–2 раза по сравнению с объемной закалкой.

Большое распространение получили также методы нанесения износостойких материалов на поверхности трения путем наплавки, напыления плакирования. В качестве мероприятий, повышающих коррозионную стойкость деталей, широко используются методы нанесения гальванических, лакокрасочных, пластмассовых и эмалевых покрытий. Процесс нанесения защитных покрытий, как правило, является заключительным в технологическом комплексе операций по созданию деталей и узлов машины, и от качества его выполнения во многом зависит долговечность изделия.

УДК 621.8

Студ. Е.П. Добровольский, М.И. Пархимович  
Науч. рук. доц. А.И. Сурус

(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

## **АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТИ**

В связи с усложнением современных конструкций различных машин и механизмов, режимов их эксплуатации, интенсификацией рабочих процессов вопрос повышения их долговечности является актуальным. Особую роль в таких условиях играет способность деталей сопротивляться изнашиванию и усталостному разрушению. Кроме того, усталостные повреждения носят локальный характер, не сопровождаются какими-либо видимыми эффектами и поэтому особенно опасны.

Следовательно, решение вопроса возможности повышения усталостной прочности является важным.

На объёмные механические свойства изделий и, в первую очередь, на сопротивление усталостному разрушению существенно влияет состояние поверхности, поскольку зарождение усталостной трещины происходит на поверхности, или вблизи ее. В связи с этим структура поверхностного слоя и напряженное состояние оказывают решающее воздействие на долговечность и надежность работы изделий.

Основной показатель усталостной прочности – предел выносливости – сильно зависит от шероховатости поверхностного слоя, наличия в нём микротрещин, их размера. Так как при повторно-силовых напряжениях начало разрушения связано с образованием поверхностной трещины, совершенно очевидно, что с уменьшением шероховатости поверхности сопротивление усталости возрастает. Качество поверхности кроме микрогеометрии неровностей определяется, знаком напряжений, химическим составом, размером зерна, структурными изменениями, происходящими в процессе обработки деталей.

Для повышения усталостной прочности широкой номенклатуры деталей машин широко используется поверхностная пластическая деформация (ППД). Авторами [1] показано, что ППД при помощи бойкового инструмента деталей из нормализованной стали 40Х приводит к повышению уровня сжимающих макронапряжений более чем в 6 раз. При этом долговечность увеличивается в ~ 5 раз. К современным и эффективным методам обработки поверхностного слоя, относятся ультразвуковая ударная обработка (УЗУО) и ионно-плазменные технологии.

Улучшение усталостных характеристик материала согласно ряду исследований можно объяснить, увеличением в поверхностном слое плотности дефектов кристаллического строения и созданием сжимающих напряжений в работе [2] установлено, что после ультразвуковой ударной обработки (УЗУО) стали Ст3 образование в поверхностном слое субзеренной структуры, появление сжимающих макронапряжений привели к повышению предела выносливости на 50 %, а долговечность увеличилась на порядок

При таких видах упрочняющей поверхностной обработки как цементация и азотирование на поверхности возникают значительные сжимающие напряжения, препятствующие зарождению усталостных трещин.

В результате проведенных ранее ряда исследований по применению механических колебаний в процессе жидкостной карбонитрации путем введения их в расплав установлено, что колебания способствуют увеличению толщины упрочненного слоя и поверхностной твердости

износостойкости и долговечности.

Как показывают многочисленные исследования [3], комплексное упрочнение поверхности ХТО и ППД является весьма перспективным и заслуживающим дальнейшего исследования направлением на пути повышения выносливости деталей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вакуленко К.В. Влияние состояния поверхностного слоя на характеристики сопротивления усталости стали 40Х / К.В. Вакуленко, И.Б. Козак, В.М. Мацевитый // Восточноевропейский журнал передовых технологий. 2016. – № 3/5(81). – С. 53-61.

2. Волосевич П.Ю. Структурные изменения в зоне сварного шва стали Ст3 при ультразвуковой ударной обработке и их влияние на повышение сопротивления усталости / П.Ю. Волосевич, Г.И. Прокопенко, В.В. Кныш, О.В. Войтенко // Металлофизика и новейшие технологии. – 2008. – Т. 30, № 10. – С. 1429–1443.

3. Балтер М.А. Упрочнение деталей машин. – М.: Машиностроение, 1972. – 125 с.

УДК 684.4.05

Студ. М.А. Стельмах

Науч. рук. преп.-стажер Е.И. Гордиевич

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины)

### **ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРИМЕНЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕБЕЛИ**

Производство мебели всегда изменяется вместе со временем. Законодателями моды становятся различные новейшие взгляды и современные тенденции. Достаточно сильная конкуренция на мебельном рынке помогает появлению новых различных идей и направлений в мебельном мире.

Особое внимание следует уделить материалам для новой мебели. Тут технический прогресс шагнул довольно далеко. На сегодняшний день к основным требованиям, которые предъявляются к материалам относятся: небольшой вес, прочность и износостойчивость, большой перечень расцветок, доступная цена [1].

С учетом этих требований отмечаются изменения в использовании материалов для производства мебели, где на смену одних приходят другие. Например, сегодня происходит замена некогда исключительно деревянных частей на более выгодные ДСтП и МДФ. Кованные элементы заменили алюминиевые конструкции, которые сделали изделие

более легким и доступным. Небольшие и даже брендовые производители вместо дорогой и довольно капризной мебельной кожи все охотнее используют экокожу [2].

Мебельные ткани стали более совершенными в соотношении цены и качества. Остались в прошлом колючие и грубые поверхности. В тренде мягкие, шелковистые, плюшевые, теплые и нежные материалы для обивки мебели, популярны натуральные ткани такие как лен, велюр, шенилл, бархат, твид и пр. Абсолютный тренд «букле» – плотная шерстяная ткань, благодаря особенному переплетению, имеет характерную «шишковатую» структуру [3].

Одним из самых используемых наполнителей для матрасов и пуфов становится воздух. Конкурировать с ним в плане дешевизны и лёгкости не может ни один материал, что делает его фаворитом в данной сфере. Востребованным является также наполнитель в виде лёгкого силиконизованного волокна, изготовленный из искусственного сырья. На данный момент синтепух активно используется для наполнения декоративных подушек, спинок и подлокотников [3].

Дизайнеров захлестнула волна нового материала для мебели, кухни и прочих поверхностей. Этим материалом является терраццо. Терраццо – это отделочный материал из осколков стекла и камня, мраморной крошки, скрепленных известью или цементом. Активно применяется для изготовления столешниц, напольного покрытия и в изготовлении мебели.



**Рисунок 1 – Мебель из терраццо**

Теперь потребители хотят не только смотреть, но и ощущать. В тренде тактильно приятные материалы с природной текстурой: мрамор, сланец, необработанное дерево, травертин, джут, ротанг. Поверхности с прожилками, трещинами, выбоинами и сучками. Все то, что выдает натуральность материала, будет делать его дороже и актуальнее.

Важно отметить мебель в форме булыжников или речной гальки. Этот тренд набирает обороты, можно увидеть, например, опоры столов из булыжников, подушки в виде камней и т. д.



Рисунок 2 – Мебель в форме булыжников и речной гальки

В сущности, новые тенденции – это отражение окружающей нас реальности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Новые мебельные технологии [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://qwizz.ru/новые\\_мебельные-технологии/](https://qwizz.ru/новые_мебельные-технологии/) – Дата доступа: 06.01.2022.

2. Инновации в мебели: Инновации в сфере мебельной индустрии [Электронный ресурс] // URL: <https://dk-nn.ru/raznoe/innovaczii-v-mebeli-innovaczii-v-sfere-mebelnoj-industrii.html> – Дата доступа 06.01.2022

3. Тенденции в мебели 2021 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.ereмонт.ru/enc/design/artmebel/tendentsii-v-mebeli-2021.html>– Дата доступа: 06.01.2022.

УДК 645.4:7.036.1

Студ. Н.Ю. Евсейчик

Науч. рук. ассист. А.В. Полховский

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

### **МЕБЕЛЬ В СТИЛЕ ЛОФТ, СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ**

Лофт – это стиль, которому свойственна простота, функциональность и легкость. Для него характерны просторные большие диваны, красивые стулья необычной формы, множество различных пуфов и табуретов, причудливые и практичные комоды и столы, разнообразие которых превосходит даже самые смелые ожидания. Их модели бывают маленькими со строгими формами, средними с нетривиальным, но ненавязчивым дизайном, большие в весьма оригинальном исполнении.

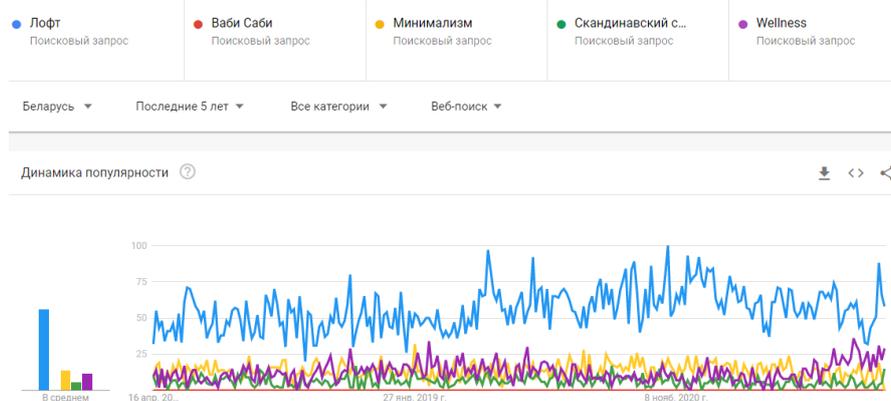
В Беларуси мебель из массива производят как крупные предприятия деревообрабатывающей отрасли, так и малый бизнес – от классики до популярных необычных стилей. Вот, например, Владимир Меленько одним из первых начал работать с мебелью в направлениях лофт

и индастриал – уже знакомых и успевших полюбить у нас благодаря заведениям на улице Октябрьской. Дизайнер считает, что активная мода на Лофт пришла в Беларусь в 2016–2017 годах [1].

Информационный портал о мебели MebelNewsPro в 2019 году предоставил читателям возможность ознакомиться с аналитическими данными в сфере производства мебели. Так, по результатам исследований, стиль лофт в интерьере квартиры набирает обороты – +81% запросов за 2018 год, в сравнении с 2017 [2].

На данный момент многие предприятия, в том числе ООО «Идея мебель», считают изготовление мебели в стиле Лофт своим приоритетным направлением [3].

Ознакомившись с аналитикой Google trends (рис 1.1) и сравнив популярность гугл-запросов «Лофт» по отношению к другим стилям, можно сделать вывод, что Лофт с 2017-ого переживает свой рассвет [4].



**Рисунок 1 – Диаграмма, отражающая степень популярности гугл-запроса «Лофт»**

Составим уравнение зависимости между  $y$  и  $t$ , где  $y$  – это количество гугл-запросов «Лофт» среди интернет-пользователей Беларуси (в % к самому большому значению за всё время), а  $t$  – время, за которое они возросли (в годах)[5]. Уравнение будет иметь следующий вид:

$$\Delta y = k \cdot y \cdot \Delta t,$$

где  $k$  – свободный коэффициент ( $k = \text{const}$ ).

Решение данного уравнения будет характеризовать эмпирическую зависимость между количеством пройденного времени с начала появления Лофта в Беларуси и степенью его популярности.

Проинтегрировав уравнение, получим:

$$y = e^{k \cdot t + c} = c_1 \cdot e^{k \cdot t}, \Rightarrow \ln y = \ln c_1 + k \cdot t.$$

Из данного уравнения нам необходимо вычислить коэффициенты  $c_1$  и  $k$ . Исходя из вышеприведенных данных, методом выравнивания получена эмпирическая зависимость:

$$y = 65,366 \cdot e^{-0,047 \cdot t}$$

Проведём проверку с помощью подстановки исходных данных. Так, например, при  $t = 3$  (соответствует данным за 2020 год)  $y = 56,8$ .

Исходные данные приблизительно равны данным, полученным с применением искомой формулы, но не точны из-за недостаточных десятичных округлений. Таким образом, расчёты можно считать верными.

Получение данной формулы поможет спрогнозировать последующие тенденции развития интереса к лофту в Беларуси. Так, популярность стиля заметно пойдёт на спад уже в ближайшие 10 лет и составит порядка 35–40% гугл-запросов интернет-пользователей Беларуси (в % к самому большому значению за всё время) уже к 2030 году, не смотря на явный рассвет в настоящий момент.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дизайн и производство мебели в стиле лофт и индастриал. URL: <https://www.sb.by/articles/khay-tek-o-chetyrekh-nogakh.html> (дата обращения: 11.04.2022).

2. Мебельная индустрия. URL: <https://mebel-news.pro/articles/furniture-business/yandex-furniture-industry-analysis-trends/> (дата обращения: 11.04.2022).

3. Узнайте, что ищут пользователи со всего света. URL: <https://trends.google.ru/trends/?Geo=BY> (дата обращения: 11.04.2022).

4. В. В. Игнатенко, О. Н. Пыжкова, Л. Д. Яроцкая «Высшая математика. Математические методы и модели в расчетах на ЭВМ», 2006 г.

УДК 747.012

Студ. Т.В. Третьяк

Науч. рук. зав. кафедрой А.С. Чуйков

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

### **СМЕШЕНИЕ СТИЛЕЙ В СОВРЕМЕННОМ ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА**

Сложно определить точную дату, когда впервые был применен метод смешения стилей в дизайне интерьера. Первым смешенным стилем является стиль «Эклектика». Его происхождение приходится на 19 век 1830-1890 года. Причиной тому послужил распад эстетической системы классицизма, а также стремление к творческой свободе.

Цель нашей работы: провести поиск и анализ литературы по вопросу смешения нескольких стилей дизайна интерьера, выделить основные принципы для создания гармоничной и целостной комбинации

стилей, с перспективой создания новых стилей современным дизайнерам, а также рассмотреть несколько актуальных на сегодняшний день комбинированных стилей.

Мир не стоит на месте, он постоянно развивается. В силу этого явления, дизайн совершенствуется каждый день. На сегодняшний день существует множество удивительных стилей дизайна интерьера. И современным дизайнерам не так-то просто создать что-то новое и необычное. Однако, ни один стиль не является совершенным. Это дает возможность модернизировать уже имеющиеся стили, а также создавать из них необычные комбинации. Тем самым предоставляя возможность неактуальным на сегодняшний день стилям придавать новый, современный вид.

В ходе работы над зарубежными и отечественными источниками информации, были выделены следующие принципы для создания органичной комбинации стилей дизайна интерьера.

– Ограничить цветовую палитру. Выделить два, три основных цвета. Объединить элементы различных интерьеров цветом.

– Комбинировать текстуру. Натуральные фактуры прекрасно сочетаются друг с другом. Между собой гармонируют: дерево и металл, камень и стекло, натуральное дерево различных тонов.

– Соблюдать размер и масштаб. Элементы интерьера большого и маленького размера будут хорошо сочетаться друг с другом, группа мелких элементов, и формы одинакового размера. Создавать интерьер по законам золотого сечения, ряда Фибоначчи, а также можно использовать различные модульные сетки.

– Повторять графические узоры, форму предмета. Повторение графического узора на нескольких элементах декора объединит интерьер. Также целостность может придать повторение формы предмета, например, прямоугольный стол будет гармонично выглядеть со стулом схожей формы, несмотря на то, что они будут выполнены в разных стилях [1].

– Выбрать произведение для вдохновения. Начинать создавать дизайн интерьера с одного фокусного объекта.

– Соблюдать отношение 80/20. При комбинировании стилей стремиться к балансу 80/20. Соотношение 80% одного стиля, а 20% - другого стиля [2].

Проанализировав актуальные на данный момент стили, из них было выделено несколько комбинированных.

Стиль «бохо». Особенности стиля: богемная цветовая гамма, драгоценные и землистые тона, следует избегать пастельных тонов, ярких цветов и ярко-белого цвета. Также используются тканевые гобелены,

украшения на окна, предметы искусства и зеркала. Могут присутствовать выцветшие персидские ковры, фарфоровые статуэтки, абажуры с бахромой, разноцветные бутылки. Мебель использовать рекомендуется из состаренного дерева, с мягкой обивкой.

Стиль «эklekтика». Данному стилю характерна яркая цветовая гамма, сочетание контрастных стилей разных эпох. В данном стиле выражаются самые смелые, неординарные идеи дизайнеров интерьера.

Стиль «ретро». Смешение трех десятилетий 1950-х, 60-х и 70-х годов. Стилю «ретро» свойственно легкость, необычная цветовая гамма теплых тонов, футуристические узоры, атомный декор, виниловые стулья, пластик, хром [3].

Вышеперечисленные современные стили являются примером грамотного и необычного смешения различных стилей дизайна интерьера. В каждом из данных стилей соблюдаются основные принципы создания гармоничной комбинации. В следствии этого, для современных дизайнеров интерьера открывается возможность создавать новые, эксклюзивные дизайны, а также стили дизайнов интерьера.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Foolproof Tips for Mixing Furniture Styles. URL: <https://www.mydomaine.com/mixing-furniture-styles> (дата обращения: 11.04.2022).

2. How to Mix Interior Design Styles in Your Home. URL: <https://designertrapped.com/HOW-TO-MIX-INTERIOR-DESIGN-STYLE-INS-YOUR-HOME/> (дата обращения: 11.04.2022).

3. Mixing Interior Design Styles. URL: <https://dengarden.com/interior-design/Popular-Mixed-Decorating-Styles> (дата обращения: 11.04.2022).

УДК 674.81.028.9

Студ. М.П. Антонюк  
Науч. рук. доц. О.К. Леонович  
(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

#### **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФАНЕРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Использование разных материалов в строительстве и дальнейшая эксплуатация жилых зданий актуальное направление в наших реалиях. Поэтому сейчас как никогда актуален вопрос о производстве дешевых и безопасных материалов. Таким материалом может являться огнестойкая фанера.

Цель данной работы заключается в поиске технологических решений для организации производства огнестойкой и большеформатной фанеры.

Одним из ведущих производителей фанеры стран Европы является Финляндия, которая производит фанеру форматом 2440×1220 мм. Поэтому очень часто такую фанеру называют финской, хотя производство такой фанеры было начато на Пермском фанерном комбинате с 70-х годов 20 века.

В республике Беларусь производство большеформатной фанеры повышенной водостойкости размерами 2440×1220 впервые освоено на фанерном заводе ОАО «Мостовдрев», Технология предусматривает сращивание листов шпона размером 1600х1600 на линии сращивания «PLUTEC» на ус, проклейки листов сращенного шпона на клеевальцах и прессование на прессе Китогава (Япония) с размером плит 2700х1390мм. Часть полученной фанеры ламинируется на линии ламинирования которая реализуется на предприятия автостроения.

Самой передовой технологией производства большеформатной фанеры из хвойных пород размерами от 2440×2120 до 2500×2500 мм на автоматической линии фирмы Рауте осуществлено на ООО «Ультра Плай» (Kronospan). Далее все производство автоматизировано на оборудовании фирмы «Raute».

В настоящее время существуют несколько способов производства большеформатной фанеры: сращивание листов фанеры; непрерывной лентой; сращивание листов шпона.

Сферы применения: строительство (изготовление опалубки и балок, устройство полов и перекрытий, фасадов зданий); транспортное машиностроение, автомобилестроение, вагоностроение, судостроение; упаковка; производство мебели и паркетной доски.

Технология производства фанеры включает следующие операции: окорка сырья, гидротермическая обработка кряжей, разделка кряжей на чураки, лущение чураков, рубка и укладка шпона, сушка шпона, сортирование сухого шпона, нормализация размеров и качества шпона, нанесение клея на шпон сборка пакетов фанеры, холодная подпрессовка, склеивание фанеры в прессах, послепрессовая обработка фанеры (обрезка и шлифование).

Получить огнестойкую фанеры можно разными способами: пропитка шпона раствором антипирена с последующей сушкой в сушильках СТ-Ш, далее нанесение клея на шпон, формирование и прессование пакетов; проклеивание сухого шпона на клеевальцах клеевой композицией, содержащей антипирен, формирование пакетов и склеивание их в прессу; нанесением сухой смеси антипирена на клеевую композицию при прохождении через клеевальцы.

Для большинства производств более актуален будет первый способ, состоящий из предварительной пропитки шпона антипиреном и последующей сушки в камерах СТШ-1.

Для сушки шпона до влажности  $(10 \pm 2) \%$  (влажность плюс летучие) применяют сушилки периодического и непрерывного действия. Наиболее распространенная из них – конвейерная сушилка СТ-Ш. Сращивание листов фанеры для производства большеформатной фанеры применяют склеивание листов фанеры друг с другом. Тонкую фанеру соединяют на «ус» (длина стыка 6-8 толщин фанеры). Склеивание выполняют в узкоплитном прессе УСПГ. Для склеивания более толстой фанеры ( $S > 12$  мм) можно применять соединение на зубчатый шип.

Шипы длиной 8-15 мм нарезают вертикально или горизонтально. Прочность соединения достаточно высока, а потери материала ниже, чем при усовании. Фирма «Raute» выпускает линию сращивания и облицовки фанерных плит, в составе которой имеется двухсторонний усочный станок и горячий пресс. Перед прессованием стык фиксируется нагелями. Вышедшая из пресса бесконечная лента разрезается полуавтоматом на длину 6 или 12 м. Продукция может использоваться в строительстве, например для опалубки.

#### **Выводы:**

1. Выпуск огнестойкой фанеры позволит значительно расширить области ее применения и повысить экономическую эффективность производства.

2. Технология сращивания листов шпона формата 1600x1600 мм, позволяет не выбрасывая линии лущения перейти к выпуску большеформатной фанеры.

3. Предложенные технологии могут быть реализованы при проектировании новых производств и реконструкции существующих по выпуску большеформатной фанеры в том числе огнестойкой.

УДК 674.093.26

Студ. Д.В. Божко

Науч. рук. доц. И.К. Божелко

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

### **РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СХЕМ УКЛАДКИ ПИЛОПРОДУКЦИИ КРУПНОГО СЕЧЕНИЯ**

Целью работы является: оптимизация создания схем укладки брусьев и шпал в вагоны и различные контейнеры.

Современный период развития производственных технологических процессов характеризуется оптимизацией этапов жизненного

цикла продукции, обусловленной динамически изменяющимся ассортиментом и номенклатурой изделий при ужесточении требований к себестоимости продукции. В этих условиях актуальным является решение оптимизационных задач упаковки и раскроя. Современное производство характеризуется необходимостью тщательного анализа и экономии требуемого расхода материала на этапе проектирования изделия, а также разнообразным ассортиментом деталей и изделий. Задачи упаковки и раскроя в условиях единичного производства возникают при индивидуальном производстве изделий, как правило, из дорогостоящих материалов, при планировании размещений различных предметов в контейнерах, при этом конструирование таких размещений и раскроев представляет далеко нетривиальную задачу.

Задачи раскроя и упаковки, ориентированные на единичное производство, относятся к классу NP-трудных задач комбинаторной оптимизации, т. е. для их решения нет методов и алгоритмов, находящих точное решение за полиномиальное время. Существующие точные методы решения задач упаковки и раскроя основаны на схеме полного перебора, поэтому они оказываются мало пригодными для решения задач, встречающихся на практике.

В ходе выполнения задания была проделана работа в нескольких последовательных этапах: выбор языка программирования; выбор методики решения задачи по раскрою-упаковке; выбор алгоритма для заполнения пространства; выбор и реализация библиотек Python для ввода и визуализации данных.

Результатом визуализации стал pdf файл, на который изображались схемы укладки бруса в вагоны, зависящие от параметров задаваемых в xlsx файле.

**Заключение:** Разработана программа оптимизации транспортных схем укладки пилопродукции крупного сечения на примере заданной БШПЗ.

УДК 674.093

Студ. М.И. Дребушевич  
Науч. рук. доц. И.Г. Федосенко  
(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА СМЕСИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОРЬЕВЫХ ПЛИТ НА МИНЕРАЛЬНОМ СВЯЗУЮЩЕМ**

Древесная кора считается небалансовым отходом обработки древесины.

Задачами исследования стали:

- измерение тепловых свойств плит, полученных из смеси хвойной коры деревьев с гипсом или цементом;
- влияние добавки пеногасителя Sofexil на влагопоглощение и водопоглощение готовых плит.

Для получения композитных плит была взята измельченная кора хвойных деревьев и выделена фракция с размером частиц от 2 до 5 мм и от 1 до 2 мм. В качестве вяжущего использовался гипс строительный Г-4 и Г-5, портландцемент ПЦ-500Д0. Кора с гипсом или с цементом смешивались в сухом соотношении 60/40%; 50/50%; 70/30%; 45/55% по объему соответственно.

В проведенном исследовании были получены результаты:

- при увеличении содержания коры уменьшается плотность и прочность плиты;
- наибольшее количество влаги и воды впитывает смесь с соотношением 60/40% коры и гипса с добавлением пеногасителя Sofexil;
- в результате сравнения, смесь с соотношением коры и вяжущего 60/40% оказалась более оптимальной.

**Таблица – Сравнение показателей плит с гипсовыми и цементным в вяжущим с соотношением 60/40% коры и вяжущего**

Показатель	60(2-5мм) / 40(Г4)	60(2-5мм) / 40(Г5)	60(2-5мм) / 40(Цем)
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	526,619	680,708	1134,243
Прочность на изгиб, Мпа	0,776	0,385	2,074
Влагопоглощение, %	7,373	-	5,448
Водопоглощение, %	78,411	-	33,725
Теплопроводность, Вт/м*К	0,109	0,172	0,283
Начальная влажность, %	4,81	4,12	5,37

Анализируя результаты, видно, что высокопрочный гипс марки Г-5 увеличивает плотность и теплопроводность плиты, но уменьшает ее прочность в сравнении со смесью содержащую гипс Г-4.

**ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС В ОГРАЖДАЮЩИХ  
КОНСТРУКЦИЯХ ДЕРЕВЯННЫХ ДОМОВ**

Тепломассоперенос в элементах деревянных конструкций обусловлен явлением теплопроводности. Теплопроводность – процесс переноса теплоты посредством обмена энергией при хаотическом тепловом движении микрочастиц (в частности, молекул вещества) в среде, обусловленный неоднородным распределением температуры в этой среде. Основной задачей исследования теплопроводности является определение и изучение пространственно-временного изменения температурного поля среды (тела). Температурное поле описывает совокупность значений температуры во всех точках пространства в данный момент времени.

Перенос теплоты посредством теплопроводности может происходить только при условии, что в различных точках тела температурное поле неоднородно, то есть существует определенный ненулевой градиент температуры. Согласно предположению Фурье, теплота движется в направлении противоположном градиенту температуры, а количество переносимой теплоты пропорционально этому градиенту [1].

При строительстве домов необходимо проектировать ограждающие конструкции у которых термическое сопротивление теплопередаче не ниже нормативного  $R_{т. норм.} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-43-2006 и изменениями к нему. Определение характеристик тепловой защиты при проектировании жилых и общественных зданий проводится в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-196-2010 «Тепловая защита зданий» [2].

Расчет данной ограждающей конструкции на сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции проводился по формуле:

$$R_k = \frac{1}{\alpha_B} + R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{\alpha_H}$$

где  $R_k$  – термическое сопротивление ограждающей конструкции  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;  $\alpha_B, \alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции,  $\frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot \text{°C})}$

$$R_k = \frac{\lambda}{\delta}$$

где  $\delta$  – толщина однослойной однородной конструкции или слоя многослойной конструкции;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала однослойной или теплоизоляционного слоя многослойной ограждающей конструкции в условиях эксплуатации [2-4].

Расчет конструкций с учетом нормативных требований к сопротивлению теплопередаче, расчетных значений температуры, максимального парциального давления водяного пара и относительной влажности для конструкции стеновой панели в различных сечениях, проводится в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-196-2010[5].

Необходимо учитывать, что применение каркасных стен в ограждающих конструкциях определяется исходя из степени огнестойкости по ТКП 45-2-315-2018 [6].

**Выводы:** расчет тепломассопереноса, согласно нормативной документации обеспечивает контроль возможного образования точки росы в слоях конструкций, и правомерное применение многослойных деревянных ограждающих конструкций в домостроении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. Г. Котлов. Процессы тепломассопереноса при напряженно-деформированном состоянии нагельных соединений // URL: <https://ds.ivgpu.com/storage/docs/theses/60/1608286948dissertatsiia-kotlov-vg.pdf> (дата обращения 15.04.2022).

2. Тепловая защита зданий. Строительные нормы проектирования.: ТКП 45-2.04-196-2010 Минск: Стройтехнорм, 2010. С. 48.

3. Леонович О. К., Судникович С. П. Исследование прочностных и теплофизических свойств деревянных строительных конструкций // Труды БГТУ. 2013. № 2: Лесная и деревообаб. пром-сть. С. 135-137.

4. Леонович О. К. Расчет дополнительных утеплений ограждающих конструкций зданий и сооружений // Мастерская. Современное строительство. 2010. № 12. С. 52–57.

5. Леонович О. К. Энергоэффективные экологически безопасное утепление ограждающих стеновых конструкций // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2020. № 1 С. 169-173.

6. Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования. : ТКП 45-2-315-2018 (33020) с Изменением № 1 введ. 15.01.2019 Минск: Минскстройархитектуры, 2019. С. 55.

Студ. К.В. Кугакова  
Науч. рук. доц. И.К. Божелко  
(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **КОРРЕКТИРОВКА ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПРОПИТОЧНЫХ СОСТАВОВ В ПРОЦЕССЕ ИМПРЕГНАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ**

Целью работы является: корректировка концентрации раствора.

Была проведена работа по корректировки концентрации раствора BioWood и Tanalith.

Для этого на БШПЗ было приготовлено два раствора BioWood и Tanalith концентрацией 100%.

К выполнению была принята задача измерять удельную проводимость каждого раствора различной концентрации.

Измерения проводились кондуктометром. Концентрации растворов:

- 0,5
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 5,5
- 6
- 8
- 10

Растворы смешивались с водой из БГТУ, объемом 500мл.

Для сравнения так же были измерены вода в БГТУ и вода, набранная на БШПЗ.

Измерения были проведены для растворов, которые были приготовлены путем смешения 250 мл Tanalith и BioWood одинаковых концентраций.

**Заключение:** была определена удельная проводимость, а также построены графики ее зависимости от концентрации для каждого раствора.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ОАО «МОГИЛЕВДРЕВ»**

На участке сушки пиломатериалов сушат до эксплуатационной влажности обрезные и необрезные доски из древесины хвойных и лиственных пород. Преимущественно используется сосна. Высушенные пиломатериалы применяют для производства мебели, а также могут реализовываться в виде товарных пиломатериалов.

Участок сушки оборудован конвективными сушильными камерами периодического действия двух производителей: BALTBRAND и CARMAC. Всего на участке сушке установлено 14 сушильных камер общей разовой загрузкой 1500 м<sup>3</sup> в том числе: 6 сушильных камер CARMAC ISD 150/SP (емкостью 150 м<sup>3</sup>), 4 сушильных камеры CARMAC ISD 50/SP (емкостью 50 м<sup>3</sup>), 4 сушильных камеры BALTBRAND ТТК/100-90.86.42-5 (емкостью 100 м<sup>3</sup>). Все сушильные камеры оборудованы системой автоматического управления. В качестве теплоносителя на участке сушке используется горячая вода, производимая в собственной котельной предприятия.

Сушильные камеры организованы в 4 блока. Рабочие проезды между блоками сушильных камер закрыты навесами. Склад сырых пиломатериалов располагается недалеко от блоков сушильных камер под навесом. В качестве склада сухих пиломатериалов используется здание, расположенное рядом с участком сортировки лесопильного цеха, а также навес, расположенный возле цеха по производству мебели. Пиломатериалы доставляют на склад сырых пиломатериалов уложенными в плотные пакеты. На складе производят формирование сушильных пакетов вручную. Сформированные пакеты укладывают в штабеля при помощи автопогрузчика. Пакеты пиломатериалов перевозят со склада сырых пиломатериалов в освободившуюся камеру, где производится их сушка. После окончания процесса сушки сухие пиломатериалы перевозят на склад сухих пиломатериалов.

Проанализируем состояние участка сушки пиломатериалов. У камер CARMAC в следствии большего срока эксплуатации наблюдается большой физический износ, что приводит к увеличению продолжительности сушки пиломатериалов и повышенному расходу тепловой энергии. Кроме того, сушильные камеры CARMAC ISD 150/SP мало используются из-за того, что не удаётся сформировать достаточную для загрузки в эту камеру партию пиломатериалов.

## ТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБОКОЙ ПРОПИТКИ ДЕРЕВЯННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Одним из основных средств борьбы с деревопоражающими грибами и насекомыми являются химические меры защиты древесины, включающие в себя такие процессы, как антисептирование и консервирование.

Целью исследований является поиск способа, оборудования и режима пропитки древесины для обеспечения глубокой пропитки труднопропитываемых пород древесины.

Пропитка древесины под давлением выше атмосферного обеспечивает наиболее глубокое проникновение защитного средства и применяется для пропитки древесины, эксплуатируемых в тяжелых условиях (шпал, опор ЛЭП связи, свай, мостов и др.). Древесина должна быть подсушенной непосредственно перед пропиткой до влажности  $20 \pm 2\%$ . Для пропитки труднопропитываемых пород древесины выбираем метод глубокого поглощения вакуум давлением вакуум (ВДВ).

При пропитке по способу ВДВ последовательно выполняются следующие операции: загрузка автоклава древесиной; создание воздушного вакуума; выдержка древесины в вакууме; заполнение автоклава пропитывающей жидкостью; создание жидкостного давления; выдержка под давлением; сброс давление до атмосферного; выдержка под атмосферным давлением; создание воздушного вакуума; выдержка в вакууме; снижение вакуума до атмосферного давления; разгрузка автоклава.

Ориентируясь на сортимент пропитываемых материалов, это колья из древесины сосны и ели диаметром 75; 100; 130 мм и длиной от 1,2 до 6,0 метров. Также пропитке подвергаются пиломатериалы хвойных пород из сосны и ели размерами  $17 \times 75 \times 1200$ ;  $47 \times 115 \times 3100$ ;  $50 \times 154 \times 6000$  мм, выбираем следующую технологию для глубокой пропитки древесины под давлением по способу ВДВ, включающую: пропиточный автоклав; мерник; конденсатор; вакуумный насос; жидкостный насос; маневровый резервуар; устройство для подогрева пропиточного состава; вентили.

Общее поглощение защитного средства круглыми лесоматериалами рассчитывают по формуле:

$$G = \frac{D_H^2(D-\delta)}{D^2(D_H-\delta)} \cdot G_H, \text{ кг/м}^3$$

где  $D$  – средний диаметр круглых лесоматериалов, подлежащих пропитке, м;  $D_H$  – диаметр круглых лесоматериалов, для которого стандарт устанавливает нормативную величину общего поглощения защитного средства, м;  $\delta$  – требуемая глубина пропитки, м;  $G_H$  – нормативная величина общего поглощения защитного средства, установленная стандартом, кг/м<sup>3</sup>.

Аналогичный расчет для пиломатериалов выполняют по формуле:

$$G = \frac{S_H b_H (S + b - 2\delta)}{S b (S_H + b_H - 2\delta)} \cdot G_H, \text{ кг/м}^3$$

где  $S$ ,  $b$  – толщина и ширина сортиментов, подлежащих пропитке, м;  $S_H$  и  $b_H$  – толщина и ширина сортиментов, для которых стандарт устанавливает нормативную величину общего поглощения защитного средства, м.

Еловая древесина относится к 3-й группе труднопропитываемых пород древесины. По ГОСТ 20022.0-93 для XII класс условий службы определяем, что при пропитке древесины препаратом ХМФ-БФ по способу ВДВ средний срок ее службы составляет  $\tau_{cc}=20-25$  лет. Здесь же находим, что нормативная величина общего поглощения составляет  $G_H = 3-4$  кг/м<sup>3</sup>, а требуемая глубина пропитки должна быть не менее 10 мм. Температура пропитки защитным средством находится в пределах от 10 до 40°C.

Определяем общее поглощение защитного средства:

Для диаметра 75:

$$G_{min} = \frac{D_H^2 (D - \delta)}{D^2 (D_H - \delta)} \cdot G_H = \frac{0,2^2 (0,075 - 0,01)}{0,075^2 (0,2 - 0,01)} \cdot 3 = 7,29 \text{ кг/м}^3$$

$$G_{max} = \frac{D_H^2 (D - \delta)}{D^2 (D_H - \delta)} \cdot G_H = \frac{0,2^2 (0,075 - 0,01)}{0,075^2 (0,2 - 0,01)} \cdot 4 = 9,73 \text{ кг/м}^3$$

Для диаметра 100:

$$G_{min} = \frac{D_H^2 (D - \delta)}{D^2 (D_H - \delta)} \cdot G_H = \frac{0,2^2 (0,1 - 0,01)}{0,1^2 (0,2 - 0,01)} \cdot 3 = 5,68 \text{ кг/м}^3$$

$$G_{max} = \frac{D_H^2 (D - \delta)}{D^2 (D_H - \delta)} \cdot G_H = \frac{0,2^2 (0,1 - 0,01)}{0,1^2 (0,2 - 0,01)} \cdot 4 = 7,57 \text{ кг/м}^3$$

Для диаметра 130:

$$G_{min} = \frac{D_H^2 (D - \delta)}{D^2 (D_H - \delta)} \cdot G_H = \frac{0,2^2 (0,13 - 0,01)}{0,13^2 (0,2 - 0,01)} \cdot 3 = 4,48 \text{ кг/м}^3$$

$$G_{max} = \frac{D_H^2 (D - \delta)}{D^2 (D_H - \delta)} \cdot G_H = \frac{0,2^2 (0,13 - 0,01)}{0,13^2 (0,2 - 0,01)} \cdot 4 = 5,97 \text{ кг/м}^3$$

## **ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ МЕТОДОМ МВИ 001-2003**

МВИ 001-2003 – методика определения ингибирующей способности защитных средств для древесины. Методика предназначена для определения степени защищенности древесины, пропитанной антисептиками.

Сущность метода состоит в измерении ширины зоны обрастания агарового блока мицелием гриба на образцах древесины, пропитанных защитным средством и установлении порового поглощения защитного средства.

Метод основан на способности защитных средств, введенных в состав образцов древесины, ингибировать рост тест-культур гриба, в результате чего ширина зоны обрастания агарового блока мицелием гриба на образце древесины(шпон) обратно пропорциональна эффективности защитного средства и концентрации в древесине.

Основным преимуществом является абсолютно одинаковое количество посевного материала (инокулята), наносимого на образцы древесины в виде равномерного «газона» мицелиальной тест-культуры на агаровом блоке.

Выполнение измерений. В стерильные чашки Петри заливают по 20 мл агаризованной минеральной среды. После того как среда застынет, на ее поверхность помещают образцы древесины. Образцы шпона переносят на среду маркировкой вверх при помощи стерильного пинцета.

Предварительно вырезанные с помощью пробочного сверла агаровые блоки переносят стерильным пинцетом в центр испытуемого образца древесины, при чем блок располагают ростом вниз.

Обязательным условием является одновременная инокуляция блоками образцов, как пропитанных защитным составом с различными концентрациями, так и непропитанных. Количество параллельных измерений для непропитанных образцов составляет 3, а пропитанных антисептиками – 5.

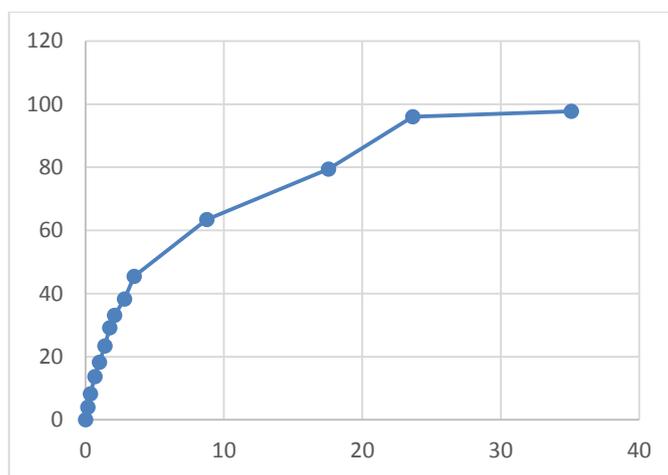
Все перечисленные манипуляции осуществляют с соблюдением правил антисептики, чтобы исключить попадание на образцы посторонней микрофлоры.

Полученные таким образом пробы инкубируют при температуре  $(23 \pm 0,7)^\circ\text{C}$  до тех пор, пока мицелий гриба на непропитанной древесине не достигнет границы шпона (приблизительно 4-5 суток). После этого испытание считается окончанным и производится обработка результатов эксперимента.

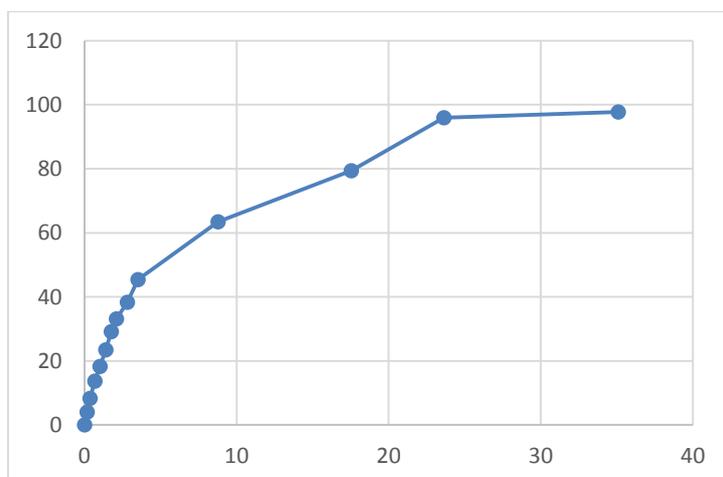
Для проведения испытаний использовали по 5 образцов на каждую концентрацию. Концентрации :0,5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 8%, 10%, 25%, 50%, 75%, концентрат.

Использовали защитное средство BIOWOOD BS – невымываемый усиленный биозащитный состав с огнезащитным эффектом. Защищает от поражения мхами, дереворазрушающими грибами, плесени, насекомыми-древоточцами, обеспечивая 2 группу огнезащитной эффективности.

По результатам испытаний были составлены два графика: график до вымывания (рисунок 1), график после вымывания (рисунок 2).



**Рисунок 1 – График ингибирующей способности защитного средства BIOWOOD BS до вымывания**



**Рисунок 2 – График ингибирующей способности защитного средства BIOWOOD BS после вымывания**

## **НОВЫЕ КЛЕЕВЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНЫХ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

В производстве древесных листовых материалов (древесных плит и фанеры) традиционно используется карбамидоформальдегидные смолы (КФС) в качестве основе клея. Они представляют собой смеси низкомолекулярных продуктов (олигомеров) поликонденсации форконцентрата (с содержанием формалина не более 0,2%) и карбамида  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  (с молекулярной массой не более 700).

Достоинства карбамидоформальдегидных клеев:

- высокая адгезионная способность;
- большая скорость перехода в отвержденное состояние при нагреве (от 20 до 80 с при температуре 100°C);
- низкая вязкость (от 40 до 140 с по ВЗ-246 с соплом 4 мм) при высокой концентрации (массовая доля сухого остатка варьировать от 65 до 70%);
- светлая окраска (от белого до светло-коричневого);
- хорошая смешиваемость с водой, а следовательно, возможность регулирования вязкости и концентрации (в основном 1 : 5);
- стабильность свойств при хранении смолы, обеспечивающей класс эмиссии формальдегида в готовой продукции не ниже Е2. Возможность транспортировки, хранения в течение 1,5–2,0 мес.;
- запасы сырья для их производства практически неограниченны

Недостатки клеев:

- входят в группу смол средней водостойкости, что ограничивает область применения продукции комнатными и защищенными от атмосферных воздействий условиями;
- значительная усадка клея, низкое зазорозаполнение и повышенная коррозионная опасность;
- наличие свободного формальдегида в количестве от 0,05 до 1,00%;
- образование жесткого клеевого соединения.

Для повышения эффективности клея была разработана новая клеевая композиция, содержащая алкоксисилан с аминофункциональными группами под торговым названием GENIOSIL GF 9. Благодаря особой реакционной способности структура с использованием

GENIOSIL GF 9 позволяет усилить адгезию клеевой композиции, уменьшить склонность к седиментации и улучшить диспергируемость и физико-механические свойства древесных листовых материалов.

Новая клеевая композиция была использована для получения такого древесного листового материала как древесностружечные плиты (ДСтП). Клеевая композиция подбиралась по времени желатинизации. Для контроля, включающая КФС и сульфат аммония с расходом 1 % к а.с. смоле, показатель составил 56 секунд; а для новой клеевой композиции – 60 секунд при расходе сульфата аммония 2 % к а.с. смоле

Изготавливали ДСтП общего назначения, трехслойные с размерами 210×213×16 мм плотностью 650 кг/м<sup>3</sup>. Соотношение слоев составило 30 % на наружный слой, 70 % – на внутренний слой. В качестве основы использовали карбамидоформальдегидные смолы (КФС) производства ОАО «Речицадрев». Расход КФС на наружный слой составлял 12 % к абсолютно сухой древесине, на внутренний слой – 10 % к абсолютно сухой древесине. В качестве отвердителя был использован сульфат аммония с расходом на наружный слой – 1 % к а.с. смоле и на внутренний слой – 2% к а.с. смоле. Расход G9, характеризуемый водородным показателем (Ph) более 12, составил 1 % к а.с. смоле. Прессовали плиты согласно классической диаграмме на протяжении 8 минут с удельным давлением 98,4 кН при температуре 195 °С.

Для установления показателей качества лабораторных образцов проводили их испытания с учетом требований к отбору и подготовки, установленных в ГОСТ 10633. Оценку лабораторных образцов проводили по показателям: предел прочности при изгибе (ГОСТ 10635) и предел прочности при растяжении перпендикулярно к пласти плиты (ГОСТ 10636). Для толщин от 13 до 20 мм для типов Р1 и Р2 предел прочности при изгибе составляет 10 и 11 МПа соответственно, а предел прочности при растяжении – 0,24 и 0,40 МПа. Предел прочности при изгибе для контрольных образцов составил 7,01 МПа, а для образцов с использованием новой клеевой композиции – 7.45 МПа. Предел прочности при растяжении для контрольных образцов составил 0,45 МПа, а образцов с использованием новой клеевой композиции 0,50 МПа. Показатель разбухание по толщине оценивался в соответствии с ГОСТ 10634 и он остался на уровне контрольного образца.

Таким образом, разработана новая клеевая композиция, включающая карбамидоформальдегидную смолу, алкоксисилан с аминофункциональными группами под торговым названием GENIOSIL GF 9 и отвердитель в виде сульфата аммония, которая может быть применена для получения древесностружечных плит с повышенными физико-механическими показателями.

Студ. Е.А. Готовчик  
Науч. рук. ассист. Г.С. Маршалова  
(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АППАРАТА ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА**

Химические, нефтехимические, нефтеперерабатывающие и другие смежные отрасли промышленности являются источниками значительных выделений тепла, которое утилизируют с помощью воды.

В то же время применение воды в технологических процессах приводит к образованию большого количества сточных вод, являющихся источником загрязнения гидросферы.

Огромного потребления воды, загрязнения водоемов, а также больших капитальных и эксплуатационных затрат на сооружения очистки, градирни, насосы и на электроэнергию, расходуемую на перекачку воды, можно избежать при использовании в качестве охлаждающего агента атмосферного воздуха.

Этот процесс называется воздушным охлаждением, а применяемые для этого устройства – аппаратами воздушного охлаждения [1].

В стандартном режиме аппарат работает в режиме вынужденной конвекцией, используя вентиляторы.

Одним из способов энергосбережения при эксплуатации является перевод их работы в течение некоторого периода года в безвентиляторный режим (отключение всех или части вентиляторов). Отвод теплоты от рабочего тела (продукта, энергоносителя, теплоносителя) осуществляется свободной конвекцией охлаждающего воздуха при понижении его температуры до некоторого значения, при сохранении тепловой мощности аппарата.

Также аппарат воздушного охлаждения можно перевести в режим смешанной конвекции благодаря установке воздушной шахты.

Целью расчёта является нахождение температуры атмосферного воздуха, при которой аппарат сможет работать в выбранных режимах без потерь тепловой мощности.

Результаты расчёта приведены в таблице.

Расчёты показали, что при работе аппарата воздушного охлаждения в режиме смешанной конвекции температура воздуха, при которой аппарат может работать с одним вентилятором, увеличилась на  $4,5^{\circ}\text{C}$ ,

коэффициент теплопередачи увеличился в 4,53 раза по сравнению с режимом естественной конвекции, что свидетельствует о существенной интенсификации теплопередачи.

**Таблица – Результаты расчёта**

Величина, размерность	Свободная конвекция	Смешанная конвекция
Число Нуссельта	0,539	2,777
Коэффициент теплопередачи, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	0,558	2,529
Температура атмосферного воздуха, °С	7,6	12,1
Температура на границе между горячей и холодной частями, °С	69,19	66,45
Кол-во дней работы в энергосберегающем режиме, дн.	166	216
Экономия энергии, кВт·ч	147408	191808
Денежная экономия, руб/год	5866,84	7633,96

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сидягин, А. А. Расчет и проектирование аппаратов воздушного охлаждения: учеб. пособие для студентов вузов / А. А. Сидягин, В. М. Косырев. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева, 2009. – 150 с.

УДК 621

Студ. И.Д. Даманцевич  
 Науч. рук. ассист. Е.С. Данильчик  
 (кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## **РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ТЕПЛОВЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ**

В настоящее время вопросы экономического развития государства и его энергетической безопасности очень тесно связаны с вопросами потребления энергии. Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на предприятии является одним из важных фактов повышения эффективности его работы. В целях достижения максимальной эффективности использования ТЭР и обеспечения их экономии проводится энергетическое обследование (энергоаудит) предприятий, учреждений и организаций, расположенных на территории Республики Беларусь.

В частности, было проведено энергообследование ОАО «Макродор», единственного производителя и поставщика горячих асфальтобетонных смесей в течение всего календарного года.

По основному виду продукции (асфальту и асфальтобетону) за последние семь лет в результате коренной модернизации (2015–2021 г.) произошло значительное снижение удельных расходов топлива и тепловой энергии: по топливу почти в два раза с 11,2 до 6,3 кг у.т./т (внедрение современных высокопроизводительных установок по производству асфальтобетона), по тепловой энергии практически отказ от использования пара на технологию (снижение более чем в двадцать раз с 24,0 до 1,1 Мкал/т за счет отказа от использования пара на слив битума, перевод подогрева битумохранилища и битумопроводов на природный газ). Общее снижение обобщенных энергетических затрат за период 2015–2021 г. при сопоставимых объемах производства составило 35% – с 7699 т у.т. в 2015 г. до 5004 т у. т. в 2021 г.

Также в мероприятия по снижению тепловых и электрических потерь вошли: замена светильников с лампами ДРЛ мощностью 125 Вт и 250 Вт на светодиодные светильники мощностью 95 Вт и замена внутриплощадочных трубопроводов на предизолированные трубы.

В ходе работы была определена суммарная годовая экономия электрической энергии при замене существующих светильников на светодиодные светильники, которая составила 4,3 т у.т. / год, срок окупаемости такого мероприятия составил 3,1 года. Также была определена экономия тепловой энергии, получаемая за счет внедрения нового теплопровода 33,9 т у.т. / год. Срок окупаемости мероприятия – 8,5 лет [1].

В заключении можно сделать вывод, что ОАО «Макродор» по праву считается современным автоматизированным предприятием, единственным среди аналогичных предприятий в Республики Беларусь, которые могут работать круглый год.

#### 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: 11.03.2022.

## **ГЛУБОКАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ КОТЛА**

В настоящее время одним из основных путей экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в энергетике является повышение эффективности их использования путем глубокой утилизации тепла уходящих газов. Одним из перспективных направлений в энергосбережении является утилизация теплоты продуктов сгорания котельных установок за счет их охлаждения ниже точки росы ( $50 - 55^{\circ}\text{C}$ ) и выделения теплоты конденсации водяных паров. Использование теплоты конденсации водяного пара позволяет повысить коэффициент использования топлива до 8%, что, по сути, является использованием высшей теплоты сгорания [1]. Одной из особенностей работы тепловой электростанции на природном газе, или другом углеводородном топливе является наличие водяных паров в продуктах сгорания. В условиях конкурентного рынка часть станций работает на пониженной мощности, следовательно, объем дымовых газов значительно меньше проектного и меньше скорость их течения в трубе. При низких массовых скоростях дымовых газов в газоходах и дымовой трубе возникает конденсация водяных паров, что приводит к увлажнению стенок, а в зимний период к промерзанию и образованию наледей. Такие явления резко снижают надежность и срок службы газоходов и дымовых труб. Из-за опасности конденсации водяных паров приходится увеличивать температуру уходящих газов, что приводит к росту тепловых потерь котла с уходящими газами [2].

При глубокой утилизации тепла, путем снижения температуры дымовых газов ниже точки росы водяных паров с их последующей конденсацией, полезно используется значительная часть скрытой теплоты конденсации, а конденсат после дополнительной обработки может быть использован для восполнения потерь воды в энергетическом цикле или теплосети. Осушение дымовых газов снижает точку росы остаточных водяных паров и предотвращает выпадение влаги в дымовой трубе, что приводит к снижению затрат на ее ремонт и продлению срока службы. Рассматриваемый подход можно применить практически на любом предприятии, где производится сжигание природного газа или другого углеводородного топлива.

Процесс утилизации тепла за счет охлаждения дымовых газов до температуры точки росы предшествует конденсации водяных паров. Количество утилизируемого тепла зависит от начальной температуры дымовых газов. Она как правило достаточно высока и составляет 130°С для ТЭЦ и крупных котельных, 150°С для средних локальных котельных и 170°С и выше для небольших газовых водогрейных котлов. Конечная температура дымовых газов равна температуре точки росы водяных паров. Наличие водяных паров в дымовых газах определяется составом сжигаемого топлива, его влажностью и коэффициентом избытка воздуха. Для целей повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, посредством глубокой утилизации тепла уходящих газов, применяются теплоутилизационные установки. Среди данных установок выделяют контактные и поверхностные теплообменные аппараты.

В контактных теплообменных аппаратах конденсация водяных паров, содержащихся в дымовых газах, происходит на орошаемой поверхности или на капельках распыляемой воды. Высвобожденное тепло нагревает эту воду, и нагретая вода далее используется в технологическом процессе. Корпус таких аппаратов вертикальный (обычно цилиндрический большого диаметра) содержит в верхней части форсунки для разбрызгивания холодной воды. Дымовые газы подаются снизу противотоком. Различают три типа контактных теплообменников: без насадки, когда конденсация происходит на капельках распыляемой воды; с пассивной насадкой, когда конденсация происходит на орошаемой поверхности насадки (чаще всего в качестве насадки используют засыпку керамическими кольцами); с активной насадкой, когда используют теплообменную насадку для отвода тепла водой дополнительного контура. Основным преимуществом контактных теплообменников является высокая тепловая эффективность и простота конструкции [2].

Общим недостатком контактных теплоутилизаторов является ограничение температуры нагрева воды температурой точки росы дымовых газов и низкий коэффициент осушения (не выше 0,7).

В поверхностных теплообменных аппаратах теплообмен и конденсация водяных паров происходит на поверхности двух разделенных сред. Нагреваемой средой обычно служит холодная вода, используемая для подпитки сетевого контура. Конструкции поверхностных теплоутилизаторов представляют собой вертикальный или горизонтальный газоход со встроенным пучком горизонтальных оребренных трубок. В качестве последних обычно используют промышленные калориферы КСк с биметаллическими (сталь – алюминий) оребренными

трубками [2]. Основную сложность при проектировании поверхностных теплоутилизаторов представляет определение коэффициента теплоотдачи от влажных дымовых газов к стенке поверхности теплообмена при конденсации находящихся в них водяных паров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кудинов А.А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. - Ульяновск: УлГТУ, 2000.-139 с.
2. Беляев Л.А. Повышение эффективности глубокой утилизации тепла дымовых газов ТЭС на природном газе: дис. канд. тех. наук: 05.14.14 / Л.А. Беляев. – Томск, 2017. – 119 с.

УДК 620.9

Студ. А.А. Жиканов  
Науч. рук. доц. Т.Б. Карлович  
(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

### **ВНЕДРЕНИЕ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ И КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Одним из приоритетных направлений развития энергетического хозяйства Республики Беларусь является постепенный выход на самофинансирование предприятий и снижение удельных затрат на производство, транспорт и потребление энергоресурсов [1]. Положительным примером являются достижения заводов Германии, особенность которых состоит в том, что они в большинстве случаев независимы от внешних источников энергоресурсов, обладают возможностью наращивания производственных мощностей в краткие сроки при необходимости, а также имеют непрерывный производственный цикл.

Целью теоретических исследований являлся сравнительный анализ среднегодовых затрат на энергию до и после внедрения газотурбинной установки и котла-утилизатора на предприятии Филиал № 3 «Минский Комбинат Силикатных Изделий» ОАО «Белорусский цементный завод». Оценка целесообразности данного мероприятия производилась на основании себестоимости выработки необходимого количества электроэнергии и производства пара с использованием ПГУ и без неё. Методика расчета включала в себя определение основных и дополнительных расходов на закупку необходимого оборудования, подходящего для сохранения и дальнейшего увеличения производственных мощностей, калькулирование затрат на строительные-монтажные работы, на содержание и эксплуатацию оборудования и сырье.

Исследования показали большую эффективность и экономичность предприятия при работе с ПГУ, чем закупка и использование энергоресурсов от внешних поставщиков. Удельная себестоимость выработки электроэнергии и пара снижается в среднем на 20-40%. Среднегодовые затраты без использования ПГУ составили 3534 тыс. руб., а с применением данной установки 3212 тыс. руб., что соответствует экономии денежных средств 322 тыс. руб. в год или 7-10%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Комитета по энергоэффективности при СМ РБ от 19 ноября 2002 г. № 9 «Об утверждении положения о нормировании расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве Республики Беларусь».

УДК 621.3

Студ. Г.А. Канавал  
Науч. рук. проф. В.И. Володин  
(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОТЛОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

С вводом Белорусской АЭС изменяется структура потребления энергии в стране. Доля электроэнергии в общем энергобалансе увеличивается. Ряд традиционных источников и потребителей энергии целесообразно перевести на использование электрической энергии. В частности наиболее удобным и простым с точки зрения технической реализации и эксплуатации, маневренности и прочего, но чрезмерным для страны в контексте финансовых затрат, является вариант использования электрокотлов и резервных электрогенерирующих источников [1].

В настоящее время в Республике Беларусь также планируется широкое применение электрокотлов совместно с баками-аккумуляторами сетевой воды. В первую очередь, это планируется реализовать на крупных ТЭЦ для повышения их регулировочного диапазона, а также крупных котельных для прямого использования электроэнергии в системах отопления и горячего водоснабжения. Общий объем электрокотлов, необходимых к установке на ТЭС и котельных ГПО «Белэнерго», оценивается величиной до 985 МВт, а на источниках иной ведомственной принадлежности – порядка 200 МВт [1].

Электрокотлы позволят обеспечить баланс электропотребления и генерации электроэнергии в нормальных режимах работы энергоси-

стемы, используя в часы ночных провалов электропотребления избытки производства электроэнергии в системе теплоснабжения. Кроме того, использование электрокотлов на ТЭЦ позволит уменьшить затраты на топливо.

По способу нагрева электрокотлы разделяют на индукционные, ТЭНовые и электродные.

В индукционных котлах реализован принцип электромагнитной индукции. Здесь электрический ток нагревает тщательно изолированный трубопровод, по которому движется теплоноситель.

Индукционные котлы обладают многими достоинствами: самый высокий КПД среди всех электрокотлов, неизменность энергетических характеристик, минимальные требования к теплоносителю, повышенная надежность, способность работать автономно, автоматическая система управления [2].

Однако имеются и недостатки: высокая цена, большой вес, шум.

В ТЭНовых электрокотлах теплоноситель нагревается трубчатыми электронагревателями. В прочной металлической оболочке находится нихромовая спираль. Между спиралью и оболочкой находится диэлектрический наполнитель. В теплообменнике может находиться как один, так и несколько ТЭНов.

Главные достоинства ТЭНовых котлов – высокий КПД, низкая стоимость, возможность плавного и ступенчатого изменения мощности оборудования.

Однако имеются некоторые недостатки:

– в баке если часть ТЭНа находится над поверхностью воды, он может быстро выйти из строя;

– на ТЭНе образуется накипь, которая ухудшает его теплопроводность, вследствие чего потребление мощности остаётся неизменным, а нагрев со временем всё хуже;

– необходимо предпринимать меры по снижению жесткости воды [2].

В электродных электрических котлах жидкость нагревается за счет пропускаемого через нее электрического тока. Помещенные в теплоноситель электроды ионизируют его, но электролиза нет, потому что происходит постоянная (с частотой 50 Гц) смена катода с анодом. Количество выделяющейся при этом теплоты пропорционально силе тока и сопротивлению котловой воды.

Электродные электрические котлы имеют малые размеры и высокий КПД (до 98%). Однако основным недостатком этого типа котлов является то, что им требуется специальная водоподготовка, за состоянием которой должен следить специалист [2].

На сегодняшний день ведутся работы по внедрению электрических котлов на Минской ТЭЦ-2. В процессе данных работ были установлены два водогрейных электродных электрических котла мощностью по 20 МВт каждый производства шведской фирмы Elpannetekhnik AB.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бобич А.А. Комплекс энергосберегающих мероприятий на ТЭЦ при адаптации к условиям работы энергосистемы с вводом белорусской АЭС: дис. канд. техн. наук: 05.14.14 /А.А. Бобич. – Минск: БНТУ, 2018. – 224 с.

2. Кудрявцев И.Ф., Карасенко В.А. Электрический нагрев и электротехнология. - М.: Колос, 1975. - 384 с.

УДК 620.9

Студ. Н.А. Кутко

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. Т.Б. Карлович  
(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

#### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОРЕНОВАЦИИ И ЗАМЕНЫ ОКОН В ЖИЛОМ ДОМЕ**

Повышение энергетической эффективности зданий старой постройки на фоне постоянного роста цен на энергоресурсы является актуальной проблемой. Так, в работе предложены пути снижения теплотребления эксплуатируемыми зданиями за счет внедрения энергосберегающих мероприятий, таких как проведение термореновации ограждающих конструкций и замена старых деревянных окон на окна типа ПВХ.

В работе в основу методики технико-экономической оценки эффективности повышения тепловой защиты эксплуатируемых зданий предложен метод расчета общей годовой стоимости. Метод позволяет приспособливаться к изменяющимся условиям в течение различных периодов срока службы жилого здания как в части затрат на его эксплуатацию, так и в части процентной ставки на капитал и единовременных капитальных затрат. Для проведения энергетических исследований было принято к рассмотрению здание типовой застройки: пятиэтажное панельное здание с количеством квартир 60 и 180 окнами.

В данной работе мы определили оценку общих теплотерь зданий при фактическом состоянии и после проведения работ по термореновации и замене окон.

Для расчета срока окупаемости данных мероприятий использовалась формула из методики [1]:

$$Cp_{ок} = K / (\Delta B \cdot C_{т.у.т.}),$$

где  $K$  – капиталовложения,  $\Delta B$  – экономия топлива,  $C_{т.у.т.}$  – стоимость 1 тонны условного топлива.

В результате срок окупаемости по термореновации здания оказался равным 11 годам, а для мероприятия по замене старых оконных блоков на оконные блоки ПВХ – 22 годам. Таким образом, мероприятия по проведению термореновации являются наиболее экономически выгодными.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий . – Минск, 2017. - 109 с.

УДК 620.9

Студ. Н.Е. Парцвания

Науч. рук. доц. А.Б. Сухоцкий

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

### МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КОТЕЛЬНОЙ

Одной из важнейших задач ускорения научно-технического прогресса является внедрение новых конструкторских и технологических разработок. Необходимо обновление производства, в первую очередь, за счёт замены малоэффективного оборудования высокопроизводительным, а также за счет усовершенствования тепловых схем котельных и повышения эффективности их работы.

Установленные на ОАО «Минский комбинат силикатных изделий» барабанные паровые котлы выработали свой ресурс и эксплуатируются в непроектных режимах. Это сопровождается перерасходом топлива, повышенными (>4-6 раз) выбросами CO и NOx, пониженной надежностью их работы. В связи с этим на предприятии предусмотрена модернизация котельной, которая включает в себя замену двух паровых котлов ДКВр-10/13(КПД = 86%) на два паровых котла ДЕ-16-14 ГМО (12 т/ч) (КПД = 94%) с горелками Weishaupt RGMS 70/2-A, замену горелок на двух котлах ДЕ-25-14 ГМО на горелки Weishaupt WKG 80/3-A, демонтаж одного парового котла ДКВ-4-13. При этом экономайзеры ЭБ1-303 демонтируемых котлов ДКВр-10/13 сохраняются, дымососы заменяются на новые.

Преимущества установки автоматизированных горелок Weishaupt на котлы ДЕ заключаются в экономии топлива за счет улучшения теплообмена в топке и снижении потерь тепла с уходящими газами, уменьшении вредных выбросов в атмосферу в 1,5–2 раза благодаря точному регулированию соотношения «газ-воздух» и оптимальной форме и температуре факела, применении современных систем автоматики.

После модернизации предполагается увеличение мощности котельной на 9,7 Гкал/час, увеличение выработки тепловой энергии на 31,5 тыс.Гкал/год, снижение расхода электроэнергии до 2,98 кВт/Гкал, экономия условного топлива 747,5 т у.т./год. Срок окупаемости составит 7 лет.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко Е.А., Деринг И.С., Охорзина Т.И. Котельные установки и парогенераторы. Тепловой расчет парового котла. – Учебное пособие / Красноярск: ИПЦ КГТУ. – 2005. – 96с.

УДК 621.181.234:621.11

Студ. Н.А. Шафранский  
Науч. рук. доц. В.В. Дударев  
(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

#### **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕНОВЫХ БЛОКОВ ИЗ ЯЧЕЙСТОГО БЕТОНА**

В нынешней современности рост цен на топливно-энергетические ресурсы является закономерностью. Из этого вытекает повышение себестоимости единицы продукции, производимой на предприятии. Здравым решением является оптимизация использования энергии на производстве. Таким образом можно повысить конкурентоспособность производимой продукции.

Так как целевой продукцией являются стеновые блоки из ячеистого бетона, то, исходя из технологии их производства, можно легко определить, что главными потребителями энергии на предприятии будут являться автоклавы.

Это исходит из того факта, что для затвердевания готовой смеси необходимо удерживать её в определенной форме с заданной температурой и временем. Поэтому именно автоклавы являются главным объектом данного исследования.

Целью работы является проведение энергосберегающих мероприятий на предприятии Филиал № 3 «Минский комбинат силикатных изделий» ОАО «Белорусский цементный завод». Исходя из энергетической и экономической эффективности, были выбраны следующие методы оптимизации.

1. Внедрение автоклавов с увеличенным коэффициентом заполнения и со съёмной бортоснасткой

2. Внедрение режима вакуумирования при производстве силикатного кирпича

3. Использование жидкого теплоизоляционного состава для теплоизоляции крышек автоклавов

4. Утилизация тепла конденсата автоклавов

Расчеты показали эффективность данных методов и их рентабельность. Так, например, себестоимость продукции снизилась на 10 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Положение по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве РБ. Минск, 1999 г.

2. Теплофизика и энергетический менеджмент в строительстве: учебное пособие / В.И. Володин. – Мн.: БГТУ, 2006.

## Секция ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ

<i>Тихонов Е.Ф.</i> Мероприятия по содействию естественному возобновлению леса в первомайском лесничестве Горецкого лесхоза.....	4
<i>Гордиевич Н.В.</i> Рубки ухода в сосновых насаждениях Дворецкого лесничества Лунинецкого лесхоза.....	6
<i>Данилкина А.С.</i> Естественное возобновление после проведения полосно-постепенных рубок в лесах Лименского лесничества Чериковского лесхоза.....	8
<i>Воронько К.С.</i> Формирование сосновых насаждений рубками ухода в рекреационной зоне ГПУ НП «Нарочанский».....	10
<i>Новаш Д.А.</i> Биологическое разнообразие растительности в сосновых насаждениях при проведении несплошных рубок главного пользования Куренецкого лесничества Вилейского опытного лесхоза.....	12
<i>Мамуль В.О.</i> Естественное возобновление на вырубках различной давности в сосновых насаждениях Желудокского лесничества Щучинского лесхоза.....	14
<i>Денищик Т.Д.</i> Рубки ухода в сосновых насаждениях Новотерушковского лесничества Старобинского лесхоза.....	16
<i>Писарчик А.С.</i> Рубки ухода в березовых насаждениях Дзержинского лесничества Минского лесхоза.....	18
<i>Мелешко Е.А.</i> Опыт проведения несплошных рубок главного пользования в сосновых насаждениях Росского лесничества Волковысского лесхоза.....	20
<i>Якута В.В.</i> Опыт проведения проходных рубок в сосновых насаждениях Свислочского лесничества Волковысского лесхоза.....	22
<i>Ханенко О.А., Вежнавец О.А.</i> Пригородные леса как объекты экологического туризма.....	24
<i>Вежнавец О.А., Ханенко О.А.</i> Леса высокой природоохранной ценности и возможности их использования в экологическом туризме.....	26
<i>Корнейчук Н.В.</i> Развитие туризма на территории заказника республиканского значения «Ольманские болота».....	28
<i>Тишалович А.В.</i> Экологические тропы парковых территорий города Минска.....	30
<i>Прокопчук Д.А., Чаботько В.В.</i> Распределение представителей семейства оленьих в различных лесных биотопах.....	32
<i>Карканица Д.А.</i> О жизни и научной деятельности Г.И. Горецкого.....	34
<i>Пинчук А.Г.</i> Особенности жизненного цикла рыжего соснового пилильщика <i>Neodiprion sertifer</i> Geoffr.....	36
<i>Невмержницкая Л.В.</i> Создание лесосеменной плантации ольхи черной с использованием перспективных биотипов.....	38
<i>Босовец М.М.</i> Искусственное восстановление сосновых насаждений с использованием современных средств механизации.....	39
<i>Махвеева А.С.</i> Создание лесных культур ели европейской на дерново-подзолистых суглинистых почвах Колодищанского лесничества Боровлянского спецлесхоза.....	41
<i>Кемеж Т.Ф.</i> Регулирование поверхностного стока в базисном питомнике минского лесхоза.....	43
<i>Лубенков Д.В.</i> Проект лесокультурных мероприятий в Городецком лесничестве ГЛХУ «Быховский лесхоз».....	45

<i>Петрович О.Д.</i> Технология выращивания посадочного материала мягколиственных пород в Борисовском опытном лесхозе.....	47
<i>Зенюк К.В.</i> Влияние микоризы на рост и развитие древесных растений.....	49
<i>Радионович А.А.</i> Инвазивные виды грибов в консорции патогенов хвойных пород.....	51
<i>Каранкевич Е.С.</i> Инвазивные виды патогенных грибов на лиственных деревьях в Беларуси.....	53
<i>Карпович О.В.</i> Анализ зарубежной и отечественной практики по благоустройству и озеленению территорий жилых микрорайонов.....	55
<i>Костенич А.А.</i> Возможности совершенствования композиций цветочно-декоративного оформления территории ГУО «Средняя школа №1 г. Чаусы».....	57
<i>Крикало О.В.</i> Перспективные приемы ландшафтной организации сада ароматов.....	58
<i>Николаева Е.С.</i> Состав и перспективы пополнения коллекций осеннецветущих травянистых многолетних растений ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси».....	60
<i>Барлюгова Ю.С., Усов Д.П., Голянтч А.Н.</i> База данных правового портала по новым участкам редких и типичных биотопов лесов.....	62
<i>Голянтч А.Н., Барлюгова Ю.С., Усов Д.П.</i> База данных правового портала по принятым решениям о передаче под охрану мест произрастаний редких видов растений.....	64
<i>Громыко А.Г., Русакович М.Д.</i> Анализ структуры лесопользования Василевичского лесхоза.....	66
<i>Русакович М.Д., Громыко А.Г.</i> Анализ системы лесоуправления на примере Стародорожского опытном лесхоза.....	68
<i>Тухта Я.В.</i> Асабліва ахоўваемыя прыродныя тэрыторыі Лепельскага лясяса.....	70
<i>Усов Д.П., Голянтч А.Н., Барлюгова Ю.С.</i> База данных решений о передаче под охрану мест обитаний редких видов диких животных.....	72
<i>Авлосович П.С.</i> Совершенствование методов оценки качества проведения рубок ухода на примере Бельничского лесхоза.....	74
<i>Дернович Н.С.</i> Показатели и критерии оценки качества проведения рубок ухода на примере Червенского лесхоза.....	76
<i>Тишкевич В.А.</i> Отвод лесосек по данным GPS съемки на примере Логойского лесхоза.....	78
<i>Бондарь В.А.</i> Расчет и обоснование размера главного лесопользования в основных древостоях Ляховичского лесхоза.....	80
<i>Шульга Е.А., Гладкевич Е.Е., Ковалевич Н.С.</i> Размер рубок ухода в сосновых лесах Ивьевского лесхоза с использованием ГИС-технологий.....	82
<i>Хорошун М.Н., Матейчик А.С., Макарчик Т.В.</i> Качественная оценка суходольных сосняков на основе повидельной базы данных ГИС «Лесные ресурсы».....	84
<i>Мусский А.А.</i> Исследование влияния сосны в первом ярусе на ель во втором в смешанном лесу.....	86
<i>Концевич В.А., Русакович М.Д.</i> Основное программное обеспечение ЕГАИС.....	88
<i>Концевич В.А., Русакович М.Д.</i> Система электронного учета ЕГАИС.....	90

**Секция  
ЛЕСНОЙ ИНЖЕНЕРИИ,  
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И ДИЗАЙНА**

<i>Владимиров В.В.</i> Изучение влияния породы древесины на режимы фрезерования.....	94
<i>Жаврид А.Б.</i> Технология фотопечати на древесине.....	96
<i>Маковик А.Н.</i> Способы уменьшения звукового давления при эксплуатации деревообрабатывающего оборудования.....	97
<i>Иванчиков А.В.</i> Классификация и диагностика $\lambda$ -зондов.....	99
<i>Кмита К.С., Третьяк А.Д.</i> Методы решения транспортной задачи.....	101
<i>Зубкова В.В.</i> Перспективы применения технологий компьютерного зрения в лесной промышленности.....	103
<i>Гриневич К.А.</i> Создание имитационной модели одномашинной лесопромышленной системы.....	105
<i>Барташевич Е.И., Бедная Ю.А.</i> Технологии автоматической идентификации товаров в логистических потоках .....	107
<i>Барташевич Е.И.</i> Роль систем глобального спутникового позиционирования в лесопромышленной логистике.....	109
<i>Бедная Ю.А.</i> Анализ технико-эксплуатационных показателей работы сортиментовозов в ГЛХУ «Суражский лесхоз».....	111
<i>Карсюк Р.А., Барисевич А.А.</i> Анализ конструкций приводов технологического оборудования многооперационных лесных машин.....	113
<i>Карсюк Р.А., Яворский А.В.</i> Анализ конструкций приводов движителей многооперационных лесных машин.....	115
<i>Витко А.Л.</i> Сравнительный анализ способов и видов рубок главного пользования в Республике Беларусь.....	117
<i>Дрейт П.А.</i> Эффективные направления комплексного использования древесного сырья.....	119
<i>Ильева Е.С.</i> Применение харвестеров на рубках ухода за лесом.....	120
<i>Чернявский В.В.</i> Технологическое оборудование универсального лесного шасси для содержания лесных дорог.....	121
<i>Мелюх Д.В.</i> Формирование транспортных пакетов. основы контейнерных грузоперевозок.....	122
<i>Булыга Е.А.</i> Анализ и разработка конструкции и технологии устройства подъездных лесотранспортных путей.....	124
<i>Бараблин М.Д.</i> Исследование влияния конструктивных элементов на напряженно-деформированное состояние валов сплошного сечения.....	125
<i>Кресов В.А.</i> Исследование напряженного состояния зубчатой передачи трансмиссии трелевочного трактора.....	127
<i>Кресов В.А.</i> Исследование механических характеристик инструментальной стали при проведении усталостных испытаний.....	129
<i>Маслова Ю.В.</i> Оценка влияния точности схемы замещения вала силовой передачи на результаты прочностного расчета.....	131
<i>Свидунович И.С.</i> Особенности проектирования многоблочных крюковых подвесок.....	132
<i>Сомова У.В.</i> Современные методы повышения долговечности деталей машин и механизмов.....	134

<i>Добровольский Е.П., Пархимович М.И.</i> Анализ различных способов поверхностного упрочнения деталей машин для повышения их долговечности.....	136
<i>Стельмах М.А.</i> Основные тенденции в применении современных материалов для производства мебели.....	138
<i>Евсейчик Н.Ю.</i> Мебель в стиле Лофт, современные тенденции.....	140
<i>Третьяк Т.В.</i> Смещение стилей в современном дизайне интерьера.....	142
<i>Антонюк М.П.</i> Инновационные технологии в фанерном производстве.....	144
<i>Божско Д.В.</i> Разработка оптимальных транспортных схем укладки пилопродукции крупного сечения.....	146
<i>Дребушевич М.И.</i> Оптимизация состава смеси для производства корьевых плит на минеральном связующем.....	147
<i>Короб А.Ю.</i> Тепломассоперенос в ограждающих конструкциях деревянных домов.....	149
<i>Кугакова К.В.</i> Корректировка водорастворимых пропиточных составов в процессе импрегнации древесины.....	151
<i>Кулеш К.Д.</i> Характеристика участка сушки пиломатериалов ОАО «Могилевдрев».....	152
<i>Стельмахов А.В.</i> Технология глубокой пропитки деревянных изделий.....	153
<i>Хвостова В.П.</i> Проведение испытаний защитных средств для древесины методом МВИ 001-2003.....	155
<i>Цуприк Н.В., Юрьев К.В.</i> Новые клеевые композиции для производства древесных листовых материалов.....	157
<i>Готовчик Е.А.</i> Повышение энергетической эффективности аппарата воздушного охлаждения природного газа.....	159
<i>Даманцевич И.Д.</i> Разработка энергосберегающих мероприятий по снижению тепловых и электрических потерь производственного здания.....	160
<i>Деревнюк И.Н.</i> Глубокая утилизация теплоты уходящих газов котла.....	162
<i>Жиканов А.А.</i> Внедрение газотурбинной установки и котла-утилизатора на предприятии.....	164
<i>Канавал Г.А.</i> Использование электрических котлов в системах теплоснабжения.....	165
<i>Кутко Н.А.</i> Сравнительный анализ применения термореновации и замены окон в жилом доме.....	167
<i>Парцвания Н.Е.</i> Модернизация технологической котельной.....	198
<i>Шафранский Н.А.</i> Повышение энергоэффективности технологического процесса изготовления стеновых блоков из ячеистого бетона.....	169

Научное издание

**Тезисы докладов  
73-й научно-технической конференции  
учащихся, студентов и магистрантов**

**Часть 1**

Электронный ресурс

В авторской редакции

Компьютерная верстка: *Д.В. Шиман, С.Е. Арико,  
С.В. Бушева, Е.О. Черник*

Усл. печ. л. 10,17. Уч.-изд. л. 10,50.

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