

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



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

17–22 апреля 2023 г.

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

В 4-х частях

Часть 1

Минск 2023

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

**74-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов:** тезисы докладов : в 4-х ч. – Минск, 17–22 апреля 2023 г. [Электронный ресурс] – Минск : БГТУ, 2023. – Ч. 1. – 154 с.

Сборник составлен по итогам 74-й студенческой научно-технической конференции Белорусского государственного технологического университета, проведенной с 17 по 22 апреля 2023 г. Тезисы докладов содержат результаты научных исследований студентов, посвященные актуальным вопросам лесоводства, лесоустройства, лесозащиты, технологии и техники лесной промышленности, химической технологии и техники, неорганических веществ, вяжущих материалов, технологии стекла и керамики, технологии электрохимических производств, экологии, синтеза новых органических и неорганических материалов, экономики, издательского дела и полиграфии, информационных технологий. Также представлены доклады, посвященные энергосбережению, безопасности технологических процессов и производств, контролю качества и безопасности веществ, материалов и изделий.

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

**Рецензенты:**

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

Н.Т. Юшкевич  
В.Н. Лой

**Редакционная коллегия:**

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

С.В. Ребко  
Г.А. Волченкова  
И.К. Божелко  
С.Е. Арико  
Д.В. Шиман

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2023

**Секция  
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ**

## ОСИНОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ КРАСНОСЕЛЬСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Лесные земли Красносельского лесничества ГЛХУ «Красносельское» занимают 10 043,3 га, что составляет 97,3% от общей площади [1]. Доля нелесных земель невысока – 2,7%, большая часть которых представлена землями под водными объектами (0,9%) и землями под дорогами, просеками, другими транспортными путями (1,1%).

Хвойные насаждения в лесничестве занимают наибольшую часть лесного фонда – 62,1%. Сосна и ель имеют практически равную долю – 29,7% и 32,4% соответственно. Доля твердолиственных насаждений незначительна, она составляет всего 0,4%. Дуб и клен имеют практически равную долю – 0,2%. Мягколиственные насаждения представлены такими древесными видами как береза повислая и пушистая, осина, ольха серая, ольха черная и др. Вместе они занимают 3 628,1 га (37,5%). Доля осинников составляет 3% покрытых лесом земель лесничества (292,7 га).

Распределение площадей осиновых насаждений Красносельского лесничества по группам возраста приведено в таблице 1.

**Таблица 1 – Распределение площадей осиновых насаждений по группам возраста**

Группа возраста	Площадь, га	Доля, %
Молодняки	51,0	17,4
Средневозрастные	14,0	4,8
Приспевающие	32,3	11,0
Спелые и перестойные	195,4	66,8
Итого	292,7	100,0

Проанализировав таблицу 1 можно сделать вывод, что в Красносельском лесничестве большую долю (66,8%) занимают спелые и перестойные осиновые насаждения, что составляет 195,4 га.

В Красносельском лесничестве преобладают среднеполнотные осиновые насаждения с полнотой 0,6–0,7, на их долю приходится 67,2% покрытой лесом площади.

Высокополнотные насаждения с полнотой 0,8–1,0 составляют 16,9%. Насаждения с низкой полнотой (0,3–0,4), требующие реконструктивных мероприятий, занимают 1,3% покрытых лесом земель.

Распределение осиновых насаждений Красносельского лесничества по типам леса представлено в таблице 2.

**Таблица 2 – Распределение осиновых насаждений по типам леса**

Тип леса	Площадь, га	Доля, %
Осинник орляковый	13,6	4,6
Осинник кисличный	214,3	73,2
Осинник черничный	11,4	3,9
Осинник снытевый	45,3	15,8
Осинник папоротниковый	8,1	2,5
Итого	292,7	100,0

Анализируя таблицу 2 можно сделать вывод, что преобладающими типами осиновых насаждений Красносельского лесничества являются осинники кисличные и снытевые, занимающие соответственно 73,2% и 15,8% покрытой лесом площади осиновых насаждений.

Распределение осиновых насаждений Красносельского лесничества по классам бонитета представлено в таблице 3.

**Таблица 3 – Распределение осиновых насаждений по классам бонитета**

Класс бонитета	Площадь, га	Доля, %
I <sup>a</sup>	71,4	24,4
I	207,6	70,9
II	13,7	4,7
Итого	292,7	100,0

Из таблицы 3 видно, что осиновые насаждения Красносельского лесничества отличаются высокой продуктивностью. Преобладают осинники I класса бонитета, занимающие 70,9% покрытой лесом площади осинников лесничества, а наименьшую площадь занимают осиновые насаждения со II классом бонитета.

Таким образом, наибольшую долю осиновых насаждений Красносельского лесничества занимают спелые и перестойные осинники (66,8%), по полноте преобладают среднеполнотные насаждения – 67,2% покрытой лесом площади. Преобладающими типами леса Красносельского лесничества являются осинники кисличные и снытевые, занимающие соответственно 73,2% и 15,8% покрытой лесом площади данной формации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лесостроительный проект ГЛХУ «Красносельское» Управления делами Президента Республики Беларусь на 2020–2029 гг. – Т. 1: Пояснительная записка. – Минск, 2019. – 157 с.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ РУБКАМИ УХОДА В ВОРОБЬЕВСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ СЛУЦКОГО ЛЕСХОЗА**

Государственное лесохозяйственное учреждение «Слуцкий лесхоз» Минского государственного производственного лесохозяйственного объединения расположено в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов и относится к Березинско-Предполесскому геоботаническому району. Климат территории лесхоза относительно теплый, характеризуется умеренно холодной зимой и сравнительно теплым летом с умеренным количеством осадков, вполне благоприятен для успешного произрастания основных лесообразующих пород.

В качестве объекта исследования были выбраны произрастающие на территории Воробьевского лесничества еловые насаждения, нуждающиеся в проведении рубок ухода на площади 440,0 га. В большей степени нуждаются в проведении прореживаний – 328,2 га. Среди нуждающихся участков преобладают еловые насаждения с полнотой 0,9–1,0, доля которых 33,9 и 39,9% соответственно. В лесничестве преобладают ельники черничные (41,9%), мшистые (20,6%), брусничные (17,0%) и орляковые (16,2%), в которых было заложено 6 пробных площадей.

Пробная площадь 1 была заложена под осветление. Насаждение составом 6Е4Б, возраст 7 лет, I класс бонитета, ельник черничный (С<sub>3</sub>).

Пробная площадь 2. Вид рубки – прочистка. Насаждение с составом 4ЕЗБЗОс, возраст 11 лет, II класса бонитета, ельник крапивный (Д<sub>4</sub>).

Пробная площадь 3. Вид рубки – прореживание. Насаждение с составом 7Е2С1Б, возраст 35 лет, III класс бонитета, ельник брусничный (В<sub>2</sub>).

Пробная площадь 4. Вид рубки – прореживание. Насаждение составом 10Е, возраст 35 лет, II класс бонитета, ельник черничный (С<sub>3</sub>).

Пробная площадь 5. Вид рубки – проходная рубка. Насаждение с составом 9Е1Б, возраст 45 лет, II класс бонитета, ельник мшистый (В<sub>2</sub>).

Пробная площадь 6. Вид рубки – проходная рубка. Насаждение с составом 7ЕЗБ, возраст 50 лет, I бонитета, ельник орляковый (С<sub>2</sub>).

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

На пробной площади 1 проводилось осветление, при этом было вырублено от общего количества 20% стволов, вырубались деревья березы. Применялся верховой метод рубки ухода, т.е. были удалены породы, заглушающие целевую – ель. Состав древостоя изменился до 7ЕЗБ. На пробной площади 2 была проведена прочистка. При этом на участке удалялись из насаждения мешающие росту главной породы деревья осины и крупные по диаметру и высоте деревья березы, которые, главным образом, составляют верхнюю часть полога древостоя и мешают росту главной породы. Таким образом, получаем комбинированный метод рубки ухода. Полнота древостоя снизилась до 0,72 (на 20,0%). Состав на пробной площади изменился до 6ЕЗБ1Ос.

На пробной площади 3 проводилось прореживание. Из насаждения убирались крупные экземпляры березы, худшие и отстающие в росте ель, и сосна. В целом на пробной площади был выбран запас 31 м<sup>3</sup>/га. Количество деревьев на 1 га уменьшился на 27,2%, что в свою очередь привело к увеличению площади питания одного дерева. Интенсивность составила 25%, полнота снизилась до 0,72. Состав на пробной площади изменился до 8Е2С.

На пробной площади 4 проводилось прореживание. Из насаждения убирались худшие и отстающие в росте экземпляры ели. Количество деревьев на 1 га уменьшился на 14,6%, что в свою очередь привело к увеличению площади питания одного дерева. Полнота снизилась до 0,73. Состав на пробной площади остался неизменным – 10Е.

На пробных площадях 5 и 6 была проведена проходная рубка. Проходная рубка проводится в насаждениях с целью выборки деревьев, отставших в росте или мешающих лучшим, в целях увеличения прироста древесины. Метод ухода на этих пробных площадях комбинированный, т.к. в рубку отбирались худшие деревья главной и второстепенной пород с меньшими диаметрами, которые составляют нижнюю часть полога, а также сухостойные, отмирающие и другие нежелательные деревья, достигшие верхней части полога. На пробной площади 5 вырубаемый запас составил 35 м<sup>3</sup>/га, на пробной площади 6 – 80 м<sup>3</sup>/га. Количество деревьев снизилось на 17,6% и 29,0% соответственно, в результате чего площади питания одного дерева увеличились. Полнота на 5 пробной площади снизилась на 0,18 или 20,0%; на 6 пробной площади – на 0,24 или 25,0%. Состав на 5 пробной площади не изменился, а на 6 пробной площади стал 8Е2Б.

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

## РУБКИ УХОДА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ КАЛИНИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ТЕЛЕХАНСКОГО ЛЕСХОЗА

В процессе формирования леса с момента его образования до возраста главной рубки из насаждения периодически вырубает 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. Телеханский лесхоз Брестского ГПЛХО расположен в северо-восточной части Брестской области на территории Ивацевичского и Пинского районов. Общая площадь лесхоза составляет 104,9 тыс. га, из нее покрытые лесом земли – 93,0 тыс. га или 88,7% [1]. Распределение лесов лесхоза по категориям следующее: природоохранные леса (2,0%), рекреационно-оздоровительные леса (2,9%), защитные леса (0,7%), эксплуатационные леса (87,6%). Формационная структура лесов характеризуется преобладанием мягколиственных (37,0%) и хвойных (58,5%) насаждений. Твердолиственные насаждения занимают 3,9%. Из хвойных пород доминирует сосна обыкновенная – 49,0% 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 28,0 га при выбираемом запасе 870,0 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	17,1	18	3,8	4,5	4,7
Прочистка	30,9	406	6,2	5,0	65,5
Прореживание	53,0	2157	7,3	7,3	295,5
Проходная рубка	141,6	6405	12,7	11,2	504,3
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. Для этого были составлены нормативно-технологические карты, выполнены расчёты технико-экономических показателей (таблица 2).

**Таблица 2 – Экономическая эффективность рубок ухода**

Показатель	Вид рубок				
	осветление	прочистка	прореживание	проходная рубка (СТНЛ)	проходная рубка (Vimek 404 T5)
Площадь, га	4,5	5	7,3	11,2	
Объем ликвида, м <sup>3</sup> /га	–	6,55	35,7	39,6	
Себестоимость проведения рубок ухода, руб.					
– на 1 га	75,12	834,99	2 283,64	2 125,71	3 071,26
– на 1 м <sup>3</sup> ликвида	–	127,48	63,97	53,68	77,56
– на всей площади	338,04	4 174,95	16 670,57	23 807,95	34 398,11
Трудозатраты, чел.-дней					
– на 1 га	0,7	7,23	16,08	10,25	3,52
– на 1 м <sup>3</sup> ликвида	–	0,55	0,40	0,23	0,08
– на всей площади	3,15	36,15	117,38	114,80	39,42
Доход от реализации древесины, руб.					
– на 1 га	–	110,96	1 583,21	2 425,95	
– на 1 м <sup>3</sup> ликвида	–	16,94	44,35	61,26	
– на всей площади	–	554,8	11 557,43	27 170,64	
Окупаемость	–	0,13	0,69	1,14	0,79

Таким образом, выполненные экономические расчеты эффективности рубок ухода за лесом показали, что коэффициент окупаемости на прочистку составит 0,13, прореживании на базе однооперационных лесных машин – 0,69, для проходной рубки на базе однооперационных лесных машин – 1,14, многооперационных – 0,79. 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 Телеханского лесхоза на 2019–2029 гг. – Т1.– Пояснительная записка. –Витебск: Витебсклеспроект, 2018. – 285 с.

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

## **ОСОБЕННОСТИ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИШКОЛЬНЫХ УЧЕБНО-ОПЫТНЫХ УЧАСТКОВ**

Школьный учебно-опытный участок организуется в целях воспитания у учащихся интереса и любви к природе и сельскому хозяйству; успешного освоения знаний по биологии, химии, географии и другим предметам, приобретения учащимися элементарных практических умений и навыков по выращиванию растений; проведения опытнической работы. Решению этой задачи способствует грамотная организация работы на пришкольном учебно-опытном участке.

При выборе местоположения пришкольного участка предпочтение следует отдавать территории, приближенной к зданию школы, вблизи источника водоснабжения с благоприятными почвенными условиями и инсоляционным режимом.

На пришкольном учебно-опытном участке можно выделить следующие зоны (отделы): начальных классов, овощных, полевых культур, плодово-ягодный сад, плодовый питомник, защищенный грунт, коллекционный отдел, биологический отдел, цветочно-декоративный отдел, дендрологический отдел.

Отделы учебно-опытнического участка необходимо размещать с учетом архитектуры школьного здания, озеленения прилегающей к школе территории. Площадь учебно-опытнического участка, организация отделов на нем определяются количеством учащихся школы, местными условиями, интересами и потребностями школьного коллектива и должна составлять не более 25% от общей площади участка [1].

В каждом из указанных отделов организуются работы по выращиванию соответствующей группы растений.

Так, в отделе овощных культур могут выращиваться томаты, огурцы, лук, чеснок, капуста, свекла, морковь, репа, другие культуры и их сорта; в отделе полевых культур – основные сельскохозяйственные растения: зерновые хлебные, зерновые бобовые, кормовые корнеплоды, картофель, технические культуры, кормовые травы; в плодово-ягодном – основные плодовые и ягодные растения и т. п.

Указанные отделы должны иметь хорошую взаимосвязь друг с другом, со зданием школы и хозяйственной зоной пришкольного участка.

Объемно-планировочная организация территории может иметь как регулярный, так и свободный (пейзажный) характер. В первом случае опытные гряды имеют геометрические очертания, композиция плана простая, может быть симметричной. Возможно использование модульных композиций. Такой вариант наиболее прост в реализации и эксплуатации.

При пейзажном типе планировки растения группируются свободными пятнами, лентами и другими формами свободных очертаний, которые могут располагаться как на газоне, так и в модулях, ограниченных мощением или другим покрытием дорожно-тропиночной сети. Возможно сочетания двух вариантов планировочного решения: регулярное – в отделе полевых культур, овощном, плодово-ягодном, пейзажное – в коллекционном, дендрологическом, цветочно-декоративном отделах.

Сами гряды могут иметь разнообразные варианты устройства: традиционные грунтовые, приподнятые (возвышающиеся над поверхностью на 10–20 см) и высокие (в контейнерах). В качестве контейнеров могут быть использованы разнообразные емкости: ведра, бочки, тачки, тележки и т. п.

На территории учебно-опытного участка следует также организовывать «зеленые» классы для проведения занятий по естественно-научным дисциплинам на открытом воздухе. Такая зона может быть решена в виде беседки или площадки с навесами, оборудованные местами для сидения.

Территорию учебно-опытного участка следует ограждать от прилегающей спортивной зоны при помощи зеленых насаждений. Подобные защитные насаждения могут быть представлены рядовыми посадками деревьями, живыми изгородями, массивами кустарников. Посадки плодовых и ягодных растений могут размещаться не только рядами (по сетке), но и быть куртинного типа. Ягодные кустарники можно применять для создания живых изгородей.

Таким образом, при ландшафтной организации пришкольного учебно-опытного участка необходимо последовательно решить ряд задач: определить местоположение, провести функциональное зонирование территории, определить вариант объемно-планировочной организации, подобрать материалы для конструкций и покрытий дорожно-тропиночной сети, ассортимент растений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Теодоронский, В. С. Объекты ландшафтной архитектуры: учеб. пособие / В. С. Теодоронский, И. О. Боговая. – М.: МГУЛ, 2003. – 300 с.

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

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРИЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ДЛЯ СЛОЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗА РУБЕЖОМ**

В современном обществе процесс индустриализации промышленного производства воспринимается как комплексная проблема восстановления производительности и реконструкции пострадавших от промышленного прогресса ландшафтов.

Германия, город Ботроп. Террикон «Ганиль» (нем. Halde Haniel) на границе с районом Штеркраде города Оберхаузен (федеральная земля Северный Рейн – Вестфалия), высотой 159 м. Террикон образовался вследствие отвала породы в процессе добычи каменного угля на шахте Проспер-Ганиль. Отвал породы осуществляется по двум спиральям – южная спираль используется как ландшафтный парк, северная продолжает использоваться в промышленных целях.

На склонах и плато южной спирали террикона был разбит ландшафтный парк. Благоустроенное пространство сформировано на терриконе, гребень которого уположен. Здесь представлен такой пример геопластики как – амфитеатр «Горная арена». Его функциональная задача проведение выступлений. Эстетически амфитеатр обрамлен композицией из вертикальных шпал и деревянных опор штреков – «Тотемы». К акцентному решению можно отнести крест, установленный к визиту Римского папы. Растительный мир на гребне представлен небольшими участками газона, специального повсеместного засева растениями там не проводилось. На протяжении всего откоса возвышенности идут грунтовые пешеходные дороги с «крестными» остановками на всем протяжении. На откосах зеленые насаждения представлены газоном и кустарниковыми группами [1].

Великобритания, графство Корнуолл. Рекультивация заброшенных шахт, площадью 22 000 м<sup>2</sup>, по добыче глины – проект «Эдем», является одним из крупнейших крытых тропических лесов в мире. Особенностью оранжерейного комплекса, в форме куполов, является расположение на дне карьера, а также искусственно воссоздается климатическая зона тропиков и средиземноморья. Ботанический сад использует альтернативные источники энергии: электричество от ветрогенераторов; для полива и поддержания условий внутри «биома» используется очищенная дождевая вода. На территории комплекса применяются террасное озеленение и архитектурные акценты – купо-

ла оранжерей, которые расположены ступенчато относительно сложившегося рельефа. Территория изрезана пешеходными дорожками с открывающимися на них видовыми точками на комплекс. Покрытие дорожек песчано-гравийное и асфальт. Сам некогда заброшенный карьер в растительном мире представлен травянистыми и древесно-кустарниковыми растениями, сохраняющий биоразнообразие местной флоры, а в оранжереях – экзотические растения присущие влажному тропическому и теплому средиземноморскому климатам [2].

США, Нью-Йорк. Свалка Fresh Kills была открыта в 1947 году вдоль западного побережья Статен-Айленда на когда-то заболоченной территории площадью 2200 акров. За время своей эксплуатации свалка превратилась в холмы из мусора высотой до 200 футов и была самой крупной свалкой в мире. В 2001 г. было принято решение о ее закрытии и создании на ее месте парка. Строительство парка Fresh Kills осуществляется поэтапно, и большая часть территории остается закрытой для посещения.

В процессе рекультивации холмы мусора преобразованы в равнинно-холмистую местность террасированием, путем срезки и перемещения мусорных залежей. Часть территории расчищена под уклоном к прилегающей прибрежной зоне. Склоны скрыты под травяным покровом. Создана сеть велодорожек, пеших троп, есть прогулочные моллы вдоль водных артерий. Парк оборудован площадками отдыха, обзорными площадками и детскими площадками и состоит из нескольких тематических зон: парк Шмуль (Schmul Park) – преимущественно детские игровые площадки и площадки отдыха; футбольные поля Оул-Холлоу (Owl Hollow Soccer Fields); водно-болотные угодья Мейн-Крик (Main Creek Wetland Restoration); прогулочная зона Нью-Спрингвилл Гринвэй (New Springville Greenway). На захороненных отходах были высажены местные травы – теперь это крупнейшее открытое местообитание с большим разнообразием различных видов луговых растений в регионе [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Террикон Ганиль // Pizzatravel.com.ua. URL: [https://www.pizzatravel.com.ua/rus/germaniya/9/slag\\_heap\\_haniel](https://www.pizzatravel.com.ua/rus/germaniya/9/slag_heap_haniel) (дата обращения: 08.11.2022г.)

2. Ботанический сад Эдем (Англия,2001) // Biotop space for life. URL: <https://biotop.life/world/eden-project/> (дата обращения: 08.11.2022 г.).

3. Freshkills Park. Design + Construction Updates // Freshkills Park. The Freshkills park alliance. URL: <https://freshkillspark.org/> (дата обращения: 09.10.2022г.).

## **FLOWER PARK – ОПЫТ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН**

В практике стран Дальнего Востока существуют парки любования сезонными цветениями, в которых травянистые растения являются доминирующими. Традиция зародилась в Японии, со временем распространилась и в других страны.

Япония. Парк Хицудзияма (Hitsujiyama park) – одно из лучших мест в мире для любования сказочными пейзажами. Весной парк невероятно красив – цветут флоксы различных оттенков, от нежно-розового до темно-фиолетового. Высаживают растения так, что во время цветения они образуют гармоничные узоры. Здесь есть удобные прогулочные дорожки и специальные площадки со скамейками, где можно отдохнуть в тени деревьев. Гости парка могут насладиться не только пышными цветниками, но и скульптурами из живых растений. В это время года парк украшает около 400 000 цветущих растений. Еще в парке выращивают вишню Ёсино. Парк – историческое место. Возраст сохранившихся на его территории вишневых деревьев составляет более 600 лет.

Парк расположен в холмистой местности и для удобства озеленения и передвижения его территория спланирована террасами, создавая облик обрамленной древесно-кустарниковыми растениями чаши цветников. Смотровые площадки с обширным углом обзора, по аллеям спуска высажены вишни Ёсино.

Приморский парк Хитачи (Hitachi Seaside Park) это просторный парк недалеко от Мито в префектуре Ибараки с множеством зеленых насаждений и сезонных цветов. Знаковым цветком парка является голубая немофила, которая весной покрывает холм Михараши и имитирует цвет неба. Растения обычно находятся на пике цветения с конца апреля до середины мая.

Дорожки пересекают холм, откуда открывается вид на Тихий океан и остальную часть парка. Осенью холм покрывается зелеными кустами кохии, которые постепенно краснеют по мере того, как погода становится прохладнее. Рядом с главным входом в парк находится большой лесной массив с садом Суйсен, где нарциссы цветут с середины марта, а на другом берегу озера тюльпаны цветут обычно в конце апреля. На рассматриваемой территории использованы приемы геопластики – террасирование и создание зеленых холмов. На вырав-

ненной территории созданы гольфполя. Для удобства передвижения предусмотрена дорожно-тропиночная сеть.

Южная Корея. Парк Ханган – парк в Сеуле, был построен с 1982 по 1986 год, когда правительство запустило проект развития реки Ханган. Он состоит из 12 парков: парк Кваннару, парк Джамсил, парк Ттуксом, парк Джамвон, парк Ичон, парк Банпо, парк Мангвон, парк Ёйдо, парк Нанджи, парк Кансо, парк Янхва и парк Сонюдо. Главной целью проекта было создание экологически чистого пространства. При строительстве парка участок реки Ханган длиной 41,5 км и площадью 39,9 км<sup>2</sup> превратился в реку со средней глубиной 2,5 м и средней шириной 1 км. Рассмотрим некоторые из них.

Парк реки Ёйдо Хан (Yeouido Han River) – один из самых популярных парков. Большое открытое пространство засеяно травянистыми растениями. Весной, когда цветет вишня – Йоидо, проходит фестиваль цветения сакуры в Ёйдо.

Речной парк Джамвон Хан (Jamwon Han River Park) расположен между мостами Ёндон и Банпо. Это необычный сад, засеянный травами разных цветов, предлагает разнообразные ландшафты в зависимости от сезона с его многолетними растениями, которые меняют цвет и текстуру. На большом травянистом поле осенью растут красивые розовые злаки – мюленбёргии (лат. *Muhlenbergia spp.*) а весной и летом – другие травянистые растения, например, маки. Остров Сонюдо (Seonyudo Island), который находится посреди реки, с ранее располагавшейся водоочистой станцией, теперь возвращен природе и представляет собой большой парк. Акведуки являются водными объектами, в которых растут кувшинки и другие водолюбивые растения.

Парк Банпо Ханган (Banpo Hangang Park) расположен на южном берегу реки с центром на мосту Банпо (мост Джамсу) между мостом Хамнам (вверх по течению) и мостом Тонджак (вниз по течению). По обе стороны моста Банпо построен радужный фонтан с подсветкой. Есть спортивные сооружения – дорожка для катания на роликовых коньках, футбольное поле и баскетбольная площадка. Искусственно созданный остров Seoraeseom, который соединяется с речным парком Banpo Hangang, предоставляет горожанам Сеула место для отдыха. Каждую весну это место наполняется волнами цветов рапса, и люди устраивают пикники и весенние мероприятия, например, фестиваль цветов «Бабочка Seoraeseom». Сеть парков реки Ханган представляет собой ровный рельеф. С учетом условий участок был разделен на зоны пристани, кемпинга, центральной площади, спортивных сооружений и прибрежной экологической парковой зоны с местами любования сезонными цветениями.

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

## РАЗНООБРАЗИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ФОРМ БАРБАРИСА ТУНБЕРГА

В городском озеленении большую роль играют лиственные кустарники, в особенности их сорта, отличающиеся как по внешним признакам, так и по особенностям условий произрастания и форме роста. Факторов для дифференциации декоративных форм существует достаточно много, поэтому необходимо выделить основных представителей для более широкого применения в озеленении.

Целью работы было изучение представленного в питомнике «Красный клен» ассортимента декоративных форм барбариса Тунберга (*Berberis thunbergii*) для систематизации информации и выделения наиболее декоративных и устойчивых представителей, рекомендуемых к использованию в озеленении.

Барбарис – один из декоративных кустарников, который представлен в питомнике «Красный клен» в довольно широком ассортименте. Это растение часто используют в ландшафтном дизайне: барбарис неприхотлив, всегда нарядно выглядит и может украсить собой альпинарий или послужить в качестве живой изгороди.

В данной работе был рассмотрен ассортимент декоративного питомника «Красный клен» и составлена ассортиментная таблица. Вследствие высокой декоративности кустарников барбариса был проведен анализ ассортимента для определения наиболее декоративных и подходящих для городского озеленения форм кустарника. Было рассмотрено более 70 декоративных форм.

В результате анализа ассортимента питомника было установлено, что самыми распространенными признаками среди представителей вида являются окрашенные листья, плотная, шаровидная крона высотой до 1,5 м и относительно низкой требовательностью к условиям выращивания. Листья рассмотренных декоративных форм имеют довольно большое разнообразие окрасок: от светло-желтых ('*Tiny Gold*') до темных, пурпурно-коричневых ('*Atropurpurea Nana*', '*Red Chief*'). В окраске барбарисов можно выделить и наличие каймы

Представленные формы барбариса Тунберга могут использоваться в качестве живых изгородей и групп в ландшафтном озеленении как в условиях города, так и за его пределами.

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

## **ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ БЛАГОУСТРОЙСТВА И ОЗЕЛЕНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ГУО «СРЕДНЯЯ ШКОЛА № 1 Г. ДАВИД-ГОРОДКА»**

Основной целью данного проекта является формирование эстетичной и комфортной среды для учащихся, улучшение экологической обстановки в школе и на прилегающей к ней территории. От качества организации и благоустройства школьной территории во многом зависит возможность реализации и совершенствования способностей, физического и умственного развития, а также оздоровления. Обилие зеленых насаждений способствует укреплению здоровья детей и развивает у них любовь к красоте, бережное отношение к природе, развивает творческие способности учащихся.

Идея-концепция территории совершенствования элементов озеленения Государственного учреждения образования «Средняя школа № 1 г. Давид-Городка» выбиралась на основе анализа существующей практики озеленения, отечественного и зарубежного опыта решения задач подобного рода, особенностей района проектирования. В итоге мы пришли к выводу, что на территории школы присутствует недостаток количества элементов цветочно-декоративного оформления, есть пустующие участки, нет общего стиля оформления территории, а также, для дополнительной организации учебного процесса на территории школы практически не выделено никакого участка.

Перечисленные критерии и послужили для выбора направления идеи-концепции проекта – «Познание природы».

Так как школа является источником получения знаний, так и территория около школы должна давать возможность расширения знаний учащимися о природе, об экологии растений, о свойствах почвы, об основах растениеводства.

Исходя из задумки идеи-концепции возможно использование в оформлении пришкольной территории полезных овощей, ягод и фруктов, которые учащиеся смогут самостоятельно посадить и вырастить, тем самым изучив основы огородничества. Это помогает ученикам налаживать связь с природой и учит их заботиться об окружающей среде, относиться к ней с уважением. Для создания плодового сада нам понадобилось 29 деревьев и 22 кустарника.

Основным архитектурным элементом воплощения данного за-

мысла является учебная площадка на крыше, на которой будут проводиться уроки на открытом воздухе по астрономии и географии. На географической площадке проводятся наблюдения погоды, ориентирования, опыты. На астрономической изучается Солнце и другие звёзды, планеты Солнечной системы и их спутники, астероиды, кометы, метеороиды, межпланетное вещество, межзвёздное вещество, чёрные дыры, туманности и многое другое. Работа на площадках под открытым небом развивает умение наблюдать происходящее явление или процесс.

Создание астрономической и географической площадки на крыше школы позволило школе максимально увеличить пространство и предоставить учащимся возможность учиться на свежем воздухе. Забор сделан из решетчатой конструкции, с вертикальным озеленением из девичьего винограда пятилисточкового, создавая по периметру зеленую стену, которая соединяет учащихся с природой.

Такое ограждение создает тень, для благоприятных условий проведения уроков под открытым небом. Так же там присутствуют парты и оборудование, которое необходимо для занятий по астрономии и географии

В зоне тихого отдыха будет устроен «живой» лабиринт из туи западной '*Smaragd*', который обрамляет центральную площадку отдыха. Такой лабиринт будет развивать у детей инициативное мышление и фантазию. В центре площадки для отдыха предлагаем разместить фонтан «Земной шар» с подсветкой, который вписывается в идею-концепцию.

Подбор ассортимента древесных, кустарниковых и цветочных культур основывается в основном на более широком участии многолетних культур. Но все же целесообразно использовать в небольшом количестве двулетние и однолетние растения, так как они способны длительное время обеспечивать декоративный эффект в летнее время.

При подборе состава культур учитывается также устойчивость пород, прежде всего их зимостойкость, а также требовательность в культуре. Обязательным является использование хвойных деревьев и кустарников, так как они декоративны весь год.

Целесообразным является использование на территории школы малых архитектурных форм, они украшают и организуют территорию участка, способны определять и подчеркивать определенный характер территории.

Таким образом, для реализации проекта по озеленению территории школы нами запланирована посадка 17 деревьев, 105 кустарников и 44 лиан.

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

## **РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЛИВА НА ТЕРРИТОРИЯХ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

С растущим вниманием к устойчивому проектированию и сохранению окружающей среды в ландшафтной архитектуре растет интерес к изучению ирригационных систем, которые являются эффективными, рациональными и экологически чистыми [1].

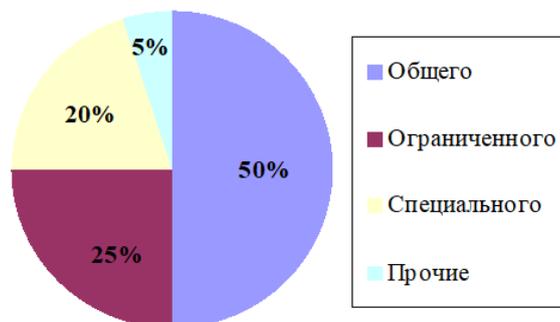
На рынке Беларуси активно действуют многие зарубежные фирмы. Одним из главных тенденций, которая прослеживается практически на всех объектах американских и европейских компаний стал экологизм и устойчивое использование водных ресурсов, их экономное расходование и профессиональный подход к проектированию и монтажу инженерных систем [2].

В настоящее время производить отечественные аналоги систем автоматического полива, при наличии на рынке зарубежных фирм – не рентабельно. На разработку новых технологий потребуется много времени, к тому же система на данный момент разработана довольно эффективно, и она максимально усовершенствована. Повысить конкурентоспособность на мировом рынке, Республике Беларусь поможет направление ресурсов на устойчивые инновации.

С учетом особенностей рынка Республики Беларусь, представляется более выгодным использование Hunter в сочетании с Rain-bird и K-rain. Эти производители предоставляют материалы взаимозаменяемые между собой. Gardena имеет некоторые ограничения в использовании запчастей: при отсутствии насадок, детали других брендов ему не подойдут [3].

В рамках исследования была рассмотрена организация систем автоматического полива на территориях различного функционального назначения, таких как общего – парки и скверы, ограниченного – дачные и приусадебные участки, специального – питомники, теплицы и спортивные площадки, а также прочие – фитостены, интерьерное озеленение, вертикальное озеленение. Так же был проведен детальный анализ 12 существующих объектов на территории Республики Беларусь. Участки для обследования были выбраны как в городе Минске (6 шт.), так и за его пределами (6 шт.). Результаты анализа использования систем автоматического полива на территориях различного

функционального назначения показали, что 50% исследуемых территорий, имеющих систему автоматического полива, принадлежат к категории ограниченного пользования. Это свидетельствует о высоком спросе на автоматические системы полива в жилых, дачных и приусадебных территориях в Республике Беларусь (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Распределение территорий по функциональному назначению**

Выявлено что во многих городских парках, скверах и бульварах Беларуси отсутствует автоматизация полива. Многие городские парки и скверы в Беларуси поливаются сотрудниками городской службы («Зеленстрой»). Активно применяются системы автоматического полива в сельских и питомнических хозяйствах. Меньше всего выявлены системы автоматического полива в интерьерах, данное направление только начинает набирать популярность в Беларуси.

Регулярное орошение насаждений улучшает водный, воздушный, тепловой и питательный режимы почвы [4].

Устойчивость водных ресурсов влияет на весь регион, но эффективный полив так же помогает экономическим инвестициям, способствуя улучшению здоровья растений и долговечности ландшафта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по проектированию систем автоматического полива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hunterindustries.com>. – Дата доступа: 05.06.2023.
2. Проектирование систем автополива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vastland.ru>. – Дата доступа: 05.06.2023.
3. Watering – Irrigation supplies – GARDENA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.gardena.com](http://www.gardena.com). – Дата доступа: 05.06.2023.
4. Особенности полива в садово-парковых зонах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.shop-dvor.ru](http://www.shop-dvor.ru). – Дата доступа: 05.06.2023.

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

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРИЕМЫ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ**

Ландшафтная организация жилой образований городской среды включает комплекс мероприятий по благоустройству и озеленению территорий и участков жилой застройки с целью создания благоприятных условий для жизнедеятельности проживающего населения.

Ландшафтная организация жилых районов и микрорайонов, кварталов основывается на функционально-планировочной организации их территорий. Современные приемы ландшафтной организации придомовой территории включают в себя множество компонентов, от управления освещением до создания декоративных элементов. Ниже приведены несколько из них.

1. Эффективное зонирование пространства по категориям целевой аудитории: возрастному критерию и типам отдыха, а также многофункциональное использование территории двора. Примером является ЖК «Новая Боровая». На территории комплекса располагаются детские площадки, спортивные площадки, зона барбекю, зона отдыха с лежаками и шезлонгами, а также зеленые насаждения и садовые площадки [1]. Функциональные зоны расположены в разных частях придомовой территории, что позволяет жильцам иметь доступ к разным видам досуга.

2. Индивидуальный облик благоустройства. Широкое применение МАФ (беседок, пергол). Использование декоративных деревьев и кустарников с яркой кроной, хвойных – для формирования привлекательного всесезонного озеленения. Пример – ЖК «Левада» – новый уникальный многофункциональный жилой комплекс в г. Минске на берегу реки Свислочь. Сама придомовая территория оформлена в индивидуальном стиле: на всей территории расположено много мест для тихого отдыха – приватные беседки, скамейки разных форм, шезлонги [2].

3. Индивидуальная многоуровневая концепция освещения дворовой территории. Пример – ЖК «Декабристов» в г. Новосибирск. Кроме стандартных светильников для освещения пешеходных дорожек, был использован фасадный свет, светодиодные лампы, подсвечивающие элементы МАФ и встроенные в тротуарную плитку светильники. В светодизайне использован интересный диапазон эффектов.

Эффект освещения территории ЖК «Декабристов» является визуальным примером того, как использование нескольких типов светильников и дизайнерской концепции могут привести к созданию очень интересного и неповторимого визуального образа [3].

4. Двор без машин – это значит, что автомобили не должны заезжать, а тем более парковаться, на дворовую территорию, то есть туда, где находятся места отдыха детей и взрослого населения. Дорожное движение, парковки, вся транспортная инфраструктура располагается за наружным периметром жилой застройки. Примером является «Олимпик Парк», который стал одним из первых жилых комплексов Минска с двором без машин. Особенность проекта в том, что места для автомобилей здесь предусмотрены не только по периметру квартала, но и на открытых парковках, занимающих первый этаж многоквартирных домов [4].

5. Размещение элементов ландшафтного дизайна в соответствии с архитектурным стилем зданий – создание гармоничной связи между придомовым ландшафтом и архитектурой зданий. Пример – ЖК «Зеленая гавань» расположен всего в 3,5 км от Минска, рядом с природным заказником. В этом месте соединяется природный уют и городской комфорт, экология и технологии, престиж и возможность оставаться собой. Скандинавский стиль оформления домов прекрасно вписан в природный ландшафт, а развитая инфраструктура и полная самодостаточность комплекса вдохновляют на активную жизнь [5].

Современные приемы ландшафтной организации придомовых территорий позволяют создать уникальный и привлекательный облик, учитывая индивидуальные потребности и возможности владельцев участков. Они позволяют создать гармоничное сочетание природы и архитектуры, функционально использовать пространство и учитывать экологические и энергосберегающие аспекты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ЖК «Новая Боровая» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://newbor.by>. – Дата доступа: 02.06.2023.

2. ЖК «Левада» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://levada.by>. – Дата доступа: 02.06.2023.

3. ЖК «Декабристов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsk-sosed.ru>. – Дата доступа: 02.06.2023.

4. ЖК «Олимпик Парк» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://olympicpark2.by>. – Дата доступа: 02.06.2023.

5. ЖК «Зеленая гавань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zelgavan.by>. – Дата доступа: 02.06.2023.

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

## **ЛАНДШАФТНЫЕ ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ БУЛЬВАРОВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ**

Бульвары – озелененные территории линейной формы, создаваемые вдоль магистралей, жилых улиц и набережных, пешеходных трасс в жилых районах и предназначенные для пешеходного движения, прогулок и кратковременного отдыха населения [1]. В жизни современного города они играют важную роль, являясь одними из наиболее активно используемых транзитных пространств с достаточно высокой плотностью озеленения. Они выполняют ряд функций: служат композиционно-планировочной взаимосвязи отдельных крупных элементов архитектурной среды города; объединяют отдельные элементы системы озелененных территорий города в единую целостную структуру, зеленый ансамбль; их зеленые насаждения выполняют важную санитарно-гигиеническую (шумозащита и др.) и архитектурно-планировочную роль.

Основные ландшафтные приемы формирования бульваров направлены в первую очередь на обеспечение безопасности пешеходов, для чего используется изоляция друг от друга потоков пешеходного и транспортного движения. Это может быть достигнуто преобразованием рельефа и многоярусным озеленением боковой разделительной полосы, что создает комфортные условия для посетителей. Также при проектировании бульваров активно используют элементы навигации, которые помогают ориентироваться в пространстве (например, ось бульвара по ул. Комсомольской в г. Минске направлена с одной стороны на башню административного здания, а с другой – на входную аркаду стадиона «Динамо»). Элементами интуитивной навигации могут выступать и детали освещения, покрытий, озеленения, малые архитектурные формы. В целях организации кратковременного отдыха пешеходов часто устраивают площадки для отдыха со скамьями и цветочными композициями. Такие площадки были отмечены в ландшафтном оформлении 14 из 19 изученных бульваров г. Минска (74%), а встречаемость элементов цветочного оформления составила 58%.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. А.П. Вергунов Ландшафтное проектирование / А.П. Вергунов, М.Ф. Денисов, С.С. Ожегов. – М. : Высшая школа, 1991. – 237 с.

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

## **ВЕРЕВОЧНЫЕ ПАРКИ КАК СОВРЕМЕННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ АКТИВНОГО ОТДЫХА**

Веревочные парки представляют собой специфические архитектурно-ландшафтные объекты, включающие серию искусственных препятствий, объединенных общей идеей и правилами прохождения. Такие парки бывают как включенными в состав развлекательных рекреационных комплексов, так и автономными, могут строиться как на деревьях, так и на искусственных опорах, в том числе и в защищенных пространствах, внутри помещений.

Веревочные парки предлагают достаточно безопасный доступный экстрим для любого возраста. В составе трасс такого парка можно выделить следующие этапы: подвесные мосты различных конструкций, висячие бревна, качели, бочки, тарзанки, сетки, паутины, веревочные лестницы, параллельные переправы и прочие высотные этапы. Строительство дифференцированных трасс различной сложности позволяет проходить веревочный парк посетителям разных возрастных групп и степени подготовленности.

Веревочные парки подразделяют на следующие категории:

- веревочные парки в помещениях;
- канатные парки на искусственных опорах под открытым небом;
- тайпарки на деревьях.

Опорами веревочного парка в помещениях являются как элементы конструкции здания (колонны, стены др.), так и специально установленные дополнительные опоры. Канатные парки на искусственных опорах под открытым небом представляют собой свайное поле из погруженных в грунт столбчатых опор с натянутой между ними канатной системой. В тайпарках основным типом опор являются стволы произрастающих деревьев, среди которых растягивается канатная система.

Анализ деятельности как зарубежных, так и отечественных веревочных парков показывает очевидный интерес к их включению в систему рекреации и познавательного туризма. Отдых на таких ландшафтных объектах помогает развитию координации движений, позволяет при использовании сравнительно скромных средств разнообразить досуг, получить положительные эмоции и впечатления, испытать острые ощущения относительно безопасным способом.

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

## **ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОМПОЗИЦИЙ ЦВЕТОЧНО-ДЕКОРАТИВНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ГУО «ПЕРКОВИЧСКАЯ СРЕДНЯЯ ШКОЛА»**

Для создания цветников в деревенской школе обычно рекомендуют использовать многолетники (астильба, астры, гелениум, флоксы, др.), реже однолетние культуры. В сочетании с красивоцветущими часто применяют декоративно-лиственные виды (хосты, резуха, бадан и др.). Однако в дизайне цветочного оформления участка школы не следует использовать слишком разнообразный ассортимент растений; необходимо также исключить использование ядовитых видов (аконит клобучковый, наперстянка пурпурная, безвременник осенний, ландыш майский, лютики, молочай, борщевики). График обучения в учреждениях образования во многом определяет специфику подбора ассортимента декоративных растений, эффект максимальной декоративности которых должен приходиться на весенний и осенний периоды. Ранней весной цветут в основном мелколуковичные культуры (крокусы, мускари), с мая по июнь – примулы, бадан, нарциссы, тюльпаны, виолы и др. Для летне-осеннего цветения выбирают летники (агератум, петуния, пеларгония, бархатцы), розы, астры, хризантемы и др. Цветники могут дополняться посадками лиственных кустарников, преимущественно красивоцветущих. Проектное решение цветочно-декоративных композиций на территории ГУО «Перковичская средняя школа» основано на плавных изогнутых линиях пейзажной стилистики. Предлагаемый ассортимент растений включает малоуходные многолетники (хоста Зибольда, барвинок малый, хризантема корейская и др.). Цветники во входной зоне у здания школы можно рекомендовать формировать посадками красивоцветущих культур весенних и летних сроков цветения – тюльпана гибридного, ириса гибридного, фиалки душистой, лилейника гибридного, табака душистого. По краям входной аллеи будут высажены линейные ритмические композиции из хризантемы корейской, хосты Зибольда и барвинка малого. Также на территории школы планируется использовать композиции в декоративных контейнерах с посадками самшита вечнозеленого, петунии гибридной, пеннисетума лисохвостого. Дополнить цветочное оформление предполагается посадкой лиан (клематис горный) по шпалерам ограждения учебного класса под открытым небом.

Студ. Н.А. Макаревич  
 Науч. рук. зав. лабораторией Т.В. Шпитальная  
 (лаборатория интродукции древесных растений, ЦБС НАН Беларуси);  
 доц. Т.М. Бурганская  
 (кафедра ландшафтного проектирования  
 и садово-паркового строительства, БГТУ)

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ ЛИАН В ДЕКОРАТИВНОМ САДОВОДСТВЕ И ОЗЕЛЕНЕНИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Нетрадиционные плодово-ягодные лианы – растения, плоды которых недавно начали использоваться в пищевой промышленности, либо эти культуры еще не получили широкого распространения. Наиболее перспективными из них являются актинидия и лимонник.

Перспективные сорта актинидии и лимонника отбирались нами с учетом вкусовых качеств плодов, декоративных признаков, устойчивости растений к вредителям и болезням в условиях Республики Беларусь (таблица).

**Таблица – Перспективные сорта актинидии и лимонника для декоративного садоводства и озеленения в условиях Беларуси**

Сорт	Основные признаки растений
1	2
<b>Актинидия аргута</b>	
Фигурная	Ствол диаметром до 15 см, покрыт сизовой корой. Листья плотные, голые, темно-зеленые, блестящие, до 16 см длиной. Цветки распускаются в начале лета. Они двудомные, зеленовато-белого цвета, душистые. Масса плода – 7–10 г. Мякоть с кисло-сладким вкусом и выраженным ароматом. Плоды созревают в конце августа – начале сентября. Зимостойкий и устойчивый к болезням сорт.
Киевская крупноплодная	Лиана с большой силой роста, в высоту достигает 6 м с ежегодным приростом до 2 м. Цветение позднее, очень обильное с первой декады июня. Урожайность с одного куста до 30 кг. Плоды крупные – 15–20 г, широко-овальной формы, слегка приплюснутые. Мякоть светло-зеленая, со слабым пурпурным оттенком, сочная. Лиана практически не болеет. Морозостойкость высокая.
Киевская гибридная	Лиана до 8 м, растение двудомное. Листья крупные, овально-эллиптические, побеги серые, с многочисленными белыми точками. Срок созревания: ранний, в начале сентября. Начало плодоношения на 3 год. Урожайность 5–10 кг/куст. Масса плода – до 18 г, по вкусу напоминает киви, цвет – от светло-зеленого до темно-зеленого. Мякоть нежна, сладкая, красноватая вокруг семян и у основания плодоножки.

1	2
Пурпурная садовая	Бывает двух полов. На женских особях цветы двух полов с большим пестиком посередине, который окружают маленькие тычинки. Достигает высоты 8 м, ежегодный прирост 2–3 м. Плоды одномерные, цилиндрической формы, длиной до 4 см и массой 5–6 г. Мякоть того же оттенка, что и тонкая кожица. Созревание плодов происходит в сентябре или в самом начале октября. Плодоносит на 3–4 год. Выдерживает до –28°С.
<b>Актинидия коломикта</b>	
Сентябрьская	Сорт среднего срока созревания (середина августа). Масса плода – 3,2 г, максимально – до 4,2 г. Форма плодов цилиндрическая, с неглубокой воронкой у основания. Окраска оливково-зеленая, с продольными светлыми полосами. Вкус сладкий, с актинидийным ароматом.
Сорока	Среднего срока созревания. Зимостойкость высокая. Урожайность стабильная. Масса плода – до 2,5 г, максимальная – до 2,7 г. Окраска оливково-зеленая, равномерная, поверхность гладкая. Сердцевина занимает треть диаметра плода, уплощена. Вкус сладкий, с актинидийным ароматом.
Лакомка	Среднерослая лиана, побеги красно-коричневые. Листья темно-оливково-зеленые, основание листа сердцевидное, без опушения. Среднего срока созревания. Плоды цилиндрической формы, сжатые, кожица оливково-зеленая, тонкая. Средняя масса плодов – 4,4 г. Вкус сладкий, с ананасным ароматом, очень хороший. Относительно устойчив к болезням.
Командор	Мужское растение-опылитель. Среднерослая лиана. Листья средней величины, зеленые, пестрые с бело-малиновыми пятнами у коника, что придает растениям декоративность. Основание листьев сердцевидное, без опушения. Соцветия 1–3-цветковые. Цветки без завязей. Морозостойкость высокая (до –34,5°С).
<b>Лимонник китайский</b>	
Садовый 1	Самоплодный гибрид, не нуждающийся в опылителях. Плоды очень сочные, кислые. Средняя длина кисти – 9–10 см, в каждой 22–25 плодов. Средняя урожайность – 4–6 кг со взрослого растения. Зимостойкость высокая.
Горный	Тонкая лиана, высотой до 4 м. Средняя масса одного плода – 0,7 г. Вкус кислый, приятный. Относится к сортам среднего срока созревания.
Волгарь	Сорт позднего срока созревания. Растение имеет мужские и женские цветки на одном растении и крупные красные плоды. Аромат ягод смолистый. Отличается высокой зимой и засухоустойчивостью.

Перспективные виды и сорта этих нетрадиционных плодово-ягодных культур могут успешно произрастать на территории нашей страны, обеспечивая стабильный урожай и создавая высокий декоративный эффект в течение многих лет.

Студ. С.Э. Бенц  
Науч. рук. доц. Т.М. Бурганская  
(кафедра ландшафтного проектирования  
и садово-паркового строительства, БГТУ)

## **ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ВЕДЕНИЯ ПИТОМНИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПО ВЫРАЩИВАНИЮ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЕКОРАТИВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ**

Потребность в посадочном материале декоративных древесных растений во многом определяет их ассортимент и ежегодные объемы работ. Основное количество саженцев выращивается в декоративных и постоянных лесных питомниках.

Цель проведенных исследований – выявить особенности выращивания посадочного материала декоративных древесных растений в отечественных и зарубежных питомниках.

Проведенные исследования показали, что в отечественной практике питомниководства в последние годы наблюдается тенденция выращивания посадочного материала декоративных древесных растений на территориях лесных питомников лесохозяйственных предприятий, специализирующихся преимущественно на лесовосстановлении и лесоразведении. В этих питомниках имеется достаточно хорошая материальная база, построены современные тепличные комплексы, оборудованные туманообразующими установками, есть специализированные контейнерные площадки.

Вместе с тем, объемы выращивания посадочного материала для целей озеленения небольшие, выпускной возраст растений соответствует возможностям их использования для массовых посадок. В реализации преобладают саженцы с открытой корневой системой. Частные отечественные питомники реализуют посадочный материал широко ассортимента, как собственного производства, так и импортный. В продаже имеются саженцы как для массовых, так и специальных (крупномерные растения) посадок, включая привитые.

Отличительными особенностями зарубежных питомников являются широкий ассортимент декоративных растений, включающий новинки селекции, большие объемы выращивания саженцев, в т. ч. в контейнерах, развитая система маркетинга, а также специализация некоторых питомников на выращивании определенного вида посадочного материала (например, привитых саженцев).

Основные принципы организации питомников и используемые технологические приемы практически не отличаются.

Студ. А.С. Жигар  
Науч. рук. доц. Т.М. Бурганская  
(кафедра ландшафтного проектирования  
и садово-паркового строительства, БГТУ)

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ДЕТСКИХ ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ**

Целью работы являлось выявление современных требований и подходов к формированию элементов озеленения территорий детских дошкольных учреждений.

При выборе состава древесно-кустарниковых растений необходимо подбирать типичные для данных природно-климатических условий растения и также наиболее устойчивые экзоты, их современные декоративные формы и сорта. Растения должны быть разнообразны по высоте, окраске листьев, срокам цветения, созреванию плодов и семян, другим признакам.

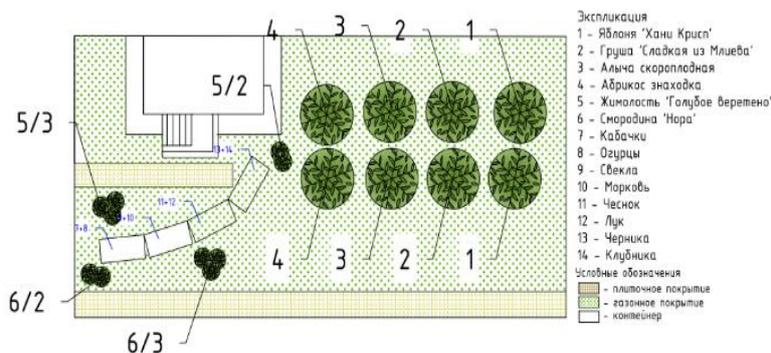
Цветники не только украшают территорию детского сада, но их устройство и содержание способствует развитию у детей интереса к объектам растительного мира, формированию навыков ухода за растениями.

Целесообразным является преимущественное использование в цветниках многолетних цветочных культур весенних и осенних сроков цветения, включение в композиции малых архитектурных форм, формирование яркой колористической гаммы, широкое использование разнообразных приемов цветочно-декоративного оформления (включая контейнерное озеленение), создание тематических композиций, основанных на учете особенностей и интересов детей разного возраста.

С учетом необходимости знакомства детей с основными плодово-ягодными и овощными культурами, а также принимая во внимание их пищевую ценность и полезные свойства, перспективными являются посадки на территории детских дошкольных учреждений плодово-ягодных культур и создание декоративного огорода. При этом ассортимент выращиваемых культур и их сортов должен подбираться с учетом сроков созревания плодов – предпочтение отдается ранним (весна – начало лета) сортам и сортам осенних сроков созревания (рисунки).

В оформлении территории детского сада большое значение имеет формирование элементов вертикального озеленения. Для этого можно использовать вьющиеся травянистые растения (чина душистая,

ипомея пурпурная, фасоль огненно-красная и др.) и лианы (виноград культурный, актинидия коломикта и др.), размещая их у зданий и оград либо на специальных опорах – решетках, перголах и др. Вертикальное озеленение не только способствует созданию высокого декоративного эффекта, но одновременно обеспечивает затенение участков для игр и занятий детей, защиту от ветра.



**Рисунок – Проектное предложение по созданию плодового сада и декоративного огорода на территории ГУО «Детский сад № 4 Пинского района»**

При планировании и озеленении территорий детских дошкольных учреждений важно соблюдать основное правило: вся растения должны отвечает требованиям безопасности для здоровья и жизни детей, а также служить их экологическому воспитанию.

Должна создаваться развивающая предметная среда, которая используется в познавательных и оздоровительных целях, способствует развитию у детей навыков труда и общения с природой, экологическому воспитанию дошкольников и пропаганде экологических знаний среди взрослых [1]. Ландшафтная организация территорий детских дошкольных учреждений должна осуществляться в соответствии с ТКП 45-3.02-249–2011 «Здания и помещения учреждений, обеспечивающих получение дошкольного образования. Правила проектирования» (раздел 5 «Генеральный план»), а также санитарными нормами и правилами «Требования для учреждений дошкольного образования», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 25 января 2013 г. № 8 [2].

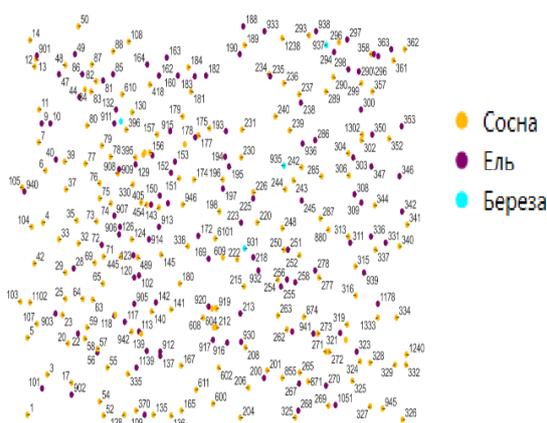
#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ведение работ по садово-парковому и ландшафтному строительству/ [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://nsportal.ru>– Дата доступа: 24.04.2023.
2. Системы озеленения населенных мест: тексты лекций для студ. спец. 1-75 02 01 «Садово-парковое строительство» / [сост. Г.А. Волченкова]. – Минск: БГТУ, 2022. – 342 с.

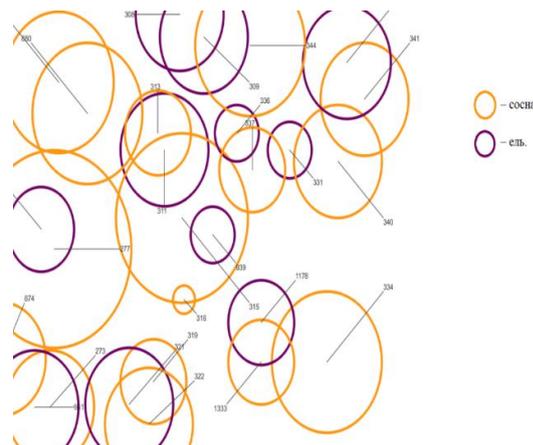
## ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ НА ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЛОЖНОГО ДРЕВОСТОЯ

Сосновые и еловые формации наиболее распространены на территории Республики Беларусь, что делает изучение влияния пространственного размещения в них на таксационные показатели перспективным направлением в исследованиях, способным помочь повысить товарные и экономические характеристики древостоев путем выбора более рациональных рубок.

Данная работа была проведена с целью подготовки материала для дальнейших исследований влияния пространственного размещения на отдельно взятые деревья. Анализ проводился на основе данных о 31 выделе 39 квартала Негорельского учебно-опытного лесхоза путем сплошной таксации в заложенном там стационаре № 7, имеющем площадь 0,25 га. Рассмотрению подлежали такие показатели древостоя как порода, пространственное положение дерева, диаметр и высота ствола, диаметр и протяжённость кроны. При помощи QGIS, с использованием координат X и Y, указанных в описании стационара для каждого дерева, была создана карта пространственного размещения деревьев с указанием породы и порядкового номера. (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Схема  
 пространственного размещения  
 деревьев в стационаре**



**Рисунок 2 – Схема  
 расположения крон деревьев**

Для отрисовки расположения крон был использован стиль «Символизация на основе правил», в котором кроны отрисовывались

разными цветами на основании породы дерева и разных диаметров, на основании показателя среднего диаметра кроны, вычисленного как среднее арифметическое между измерением кроны в двух направлениях (рисунок 2). Степень диаметров кроны была принята равной 1 метру, что позволяет получить довольно корректную картину. По созданной схеме можно провести анализ воздействия на дерево рядом растущих деревьев. Таксационные характеристики древостоя, такие как запас, сумма площадей сечений, средний диаметр и средняя высота со временем увеличиваются со временем (таблица).

Среди прочего, по данной таблице можно видеть отпад части деревьев сосны, а также переход нескольких деревьев подроста ели во второй ярус, что позволило включить их в таксационное описание.

Далее методом случайной выборки были выбраны по 25 деревьев сосны и ели, для которых был рассмотрен прирост за период с 2011 по 2021 годы (таблица).

**Таблица – Средние таксационные показатели древостоя**

Таксационные показатели древостоя на 2011 год								
Порода	D	H	На пробной площади			на 1 га		
			G	N	Запас	G	N	Запас
С	23,0	22,6	7,732	186	82,3	30,929	744	329,1
Е	13,9	14,6	1,629	108	14,4	6,516	432	57,7
Б	26,1	20,5	0,214	4	2,1	0,854	16	8,5
Всего			9,575	298	99	38,300	1192	395
Таксационные показатели древостоя на 2019 год								
С	25,6	25,0	8,815	171	104,6	35,261	684	418,2
Е	15,7	16,8	2,068	107	18,9	8,271	428	75,5
Б	25,3	23,5	0,150	4	2,2	0,602	16	8,8
Всего			11,122	282	126	44,487	1128	505
Таксационные показатели древостоя на 2021 год								
С	26,8	26,8	9,088	161	111,2	36,352	644	444,7
Е	15,7	16,9	2,160	111	19,5	8,641	444	78,1
Б	23,5	22,0	0,174	4	2,2	0,694	16	8,8
Всего			11,422	276	133	45,687	1104	531

Следующим действием стало вычисление абсолютного среднего годовичного прироста, который составил, в среднем, 0,48 сантиметра в год для деревьев сосны и 0,54 сантиметра в год для деревьев ели.

Результатом проведенной работы является получение данных для обеспечения проведения дальнейших исследований на данной площади.

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

## **РАЗМЕР РУБОК УХОДА В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ ЛУНИНЕЦКОГО 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 основном пользовании, параметрами, однако ее доля в общем размере пользования в странах и регионах, где ведется интенсивное лесное хозяйство, очень значительна. Основными задачами рубок ухода являются – формирование целевого породного состава, густоты и структуры насаждений, сохранение и усиление защитных, водоохраных, санитарно-гигиенических и других функций леса. Они заключаются в периодической вырубке из насаждения нежелательных деревьев и кустарников для создания благоприятных условий роста лучшим деревьям главных пород и служат источником получения древесины и другого сырья.

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

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

В результате в сосновых лесах Лунинецкого лесхоза в рубках ухода нуждается 15731,5 га (таблица 1), из них: осветления необходимо проводить на площади 390,1 га, прочистку на 3626,3, прореживания на 4376,6 га и проходные рубки на 7338,5 га, что составляет 55,6% от всей площади сосновых древостоев Лунинецкого лесхоза.

Наибольшая доля запроектированных видов ухода приходится на чистые насаждения – 66,5%. На сложные по составу насаждения приходится 18% от запроектированных мероприятий, а на смешанные насаждения – 15,5%. Наибольшая площадь сосновых насаждений, нуждающихся в уходе, сосредоточены в эксплуатационных лесах – 10560,0 га (67,1%), в природоохранных лесах в уходе нуждаются древостои, занимающие 1326,4 га (8,4%), в рекреационно-оздоровительных лесах – 1103,7 га (7,0%), в защитных лесах – 1872,8 га (11,9%). Для каждого вида ухода был определен годичный размер пользования (лесосека) по площади и по запасу [1] в разрезе категорий лесов таблице 1.

**Таблица 1 – 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	1 645	390,1	1,9	3	181,8	349	23,7
Прочистка	3 985	3626,3	21,3	4	465,2	9 931	91,0
Прореживание	6 460	4376,6	29,5	6	555,4	16 410	67,7
Проходная рубка	16 385	7338,5	38,7	10	733,9	28 410	44,8
Итого	28475	15731,5	91,4	–	1936,3	55 100	55,2

В сосновых лесах Лунинецкого лесхоза размер рубок ухода на ревизионный период запроектирован в следующем объеме: осветление – 181,8 га (349 м<sup>3</sup>), прочистка – 465,2 га (9931 м<sup>3</sup>), прореживание – 555,4 га (16410 м<sup>3</sup>), проходная рубка – 733,9 га (28410 м<sup>3</sup>). В целом, ежегодно, рубки ухода должны проводиться на площади 1936,3 га и объем выбираемой древесины составляет 55100 м<sup>3</sup>.

Основным видом рубок ухода на предстоящий ревизионный период запроектирована проходная рубка, которая будет проводиться на 44,8% площади сосновых насаждений нуждающихся в проведении рубок ухода.

#### ЛИТЕРАТУРА

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

**КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОСНОВЫХ ЛЕСОВ  
ЩУЧИНСКОГО ЛЕСХОЗА НА ОСНОВАНИИ ПОВЫДЕЛЬНОЙ  
БАЗЫ ДАННЫХ ЛЕСОУСТРОЙСТВА**

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. Бонитировка почв устанавливает их относительную пригодность для выращивания основных лесообразующих пород в республике. В качестве исходной информации используются материалы лесоустройства, почвенных и геоботанических обследований.

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].

Исследования проводились на основании актуализированной лесоустроительной базы данных, которая была трансформирована и экспортирована в MS Excel. В результате в Щучинском лесхозе наибольшую фактическую экономическую продуктивность, равную 121,80 руб./га, имеют сосняки кисличные, а наименьшую – сосняки осоковые-сфагновые (12,08 руб./га). Максимальная потенциальная экономическая продуктивность приходится на сосняки кисличные – 156,59 руб./га, а минимальная на сосняки осоково-сфагновые – 17,20 руб./га.

Качественная фактическая и потенциальная оценка земель (бонитировка) представляет собой оценку свойств почв, устойчиво коррелирующих с продуктивностью лесонасаждений (м<sup>3</sup>/га, руб./га), качественными показателями (баллами).

Используя шкалу бонитировки по потенциальной и фактической продуктивности, можно решать вопросы повышения общей продуктивности лесов на перспективу.

Бонитировка почв устанавливает их относительную пригодность для выращивания основных лесобразующих 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].

Результаты бонитировки сосновых лесов ГЛХУ «Лельчицкий лесхоз» показали, что фактическая продуктивность сосновых древостоев лесхоза оценивается в 685473 балла, а потенциальная продуктивность – 799472 балла. Проведенные исследования показывают, что потенциальные возможности лесных земель сосняков в Щучинском лесхозе используются на достаточно высоком уровне, о чем свидетельствуют итоговое значение коэффициента использования почвенного плодородия 0,70 [2]. 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 повыведельной базы данных ГИС // Труды БГТУ. 2022 № 1 (252): Лесное хоз-во. С. 5–12.

## **СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЛЕСНОГО ФОНДА ГЛХУ «КЛИМОВИЧСКИЙ ЛЕСХОЗ» ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ И БАЗОВОГО ЛЕСОУСТРОЙСТВА**

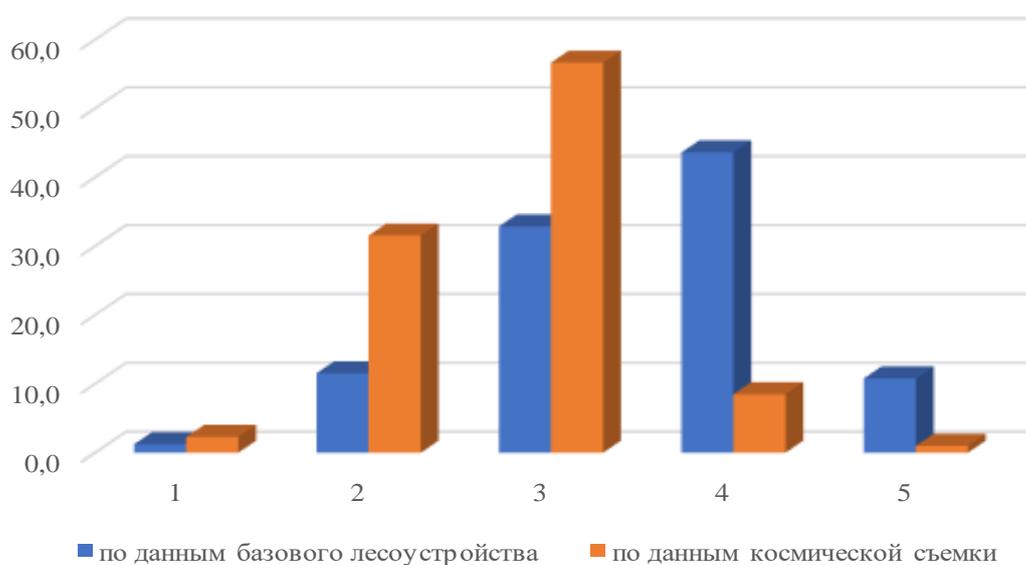
Проблема прогноза степени пожарной опасности лесов в Республике Беларусь в настоящее время приобретает особую актуальность в связи с постоянно увеличивающимся антропогенным воздействием на леса с одной стороны, и участившимися засухами – с другой. Распределение территории Гослесфонда по классам природной пожарной опасности выполняется в процессе базового лесоустройства на основании, главным образом, типов леса, возраста лесных насаждений и близости к объектам местной инфраструктуры: дорогам, населенным пунктам, предприятиям. Кроме того, в пожароопасные периоды устанавливается класс пожарной опасности по условиям погоды [1]. Лесные насаждения на территории Беларуси отличаются высокой пожароопасностью, более 70% из них отнесены к наиболее высокому (I–III) классам природной пожарной опасности. Высокая природная пожарная опасность лесов обусловлена преобладанием в их составе хвойных насаждений, среди которых около 21% составляют крайне пожароопасные хвойные молодняки [1].

В настоящее время мониторинг и прогнозирование лесных пожаров осуществляется в соответствии с СТБ 1408–2003 на основании шкалы оценки типов леса и лесных участков по степени природной пожарной опасности для условий Беларуси (И.С. Мелехова, модифицированная И.Э. Рихтером), на основе которой РУП «Белгослес» создается карта-схема распределения территории лесхоза по классам пожарной опасности по кварталам.

Природно-климатические условия являются наиболее изменчивым фактором, оказывающим большое влияние на пожарную опасность лесов [1, 2]. В связи с этим использование данных космической съемки для определения или уточнения вероятности возникновения лесных пожаров, особенно в засушливый период, очень актуально. Спутниковые снимки периодичны, что позволяет динамически определять класс пожарной опасности для каждого выдела.

В качестве исходных данных для отработки методики оценки пожарной опасности являлись данные космической съемки спутника

Landsat 8 (20.06.2022 г.) на территорию ГЛХУ «Климовичский лесхоз», обработка которых осуществлялась с использованием ГИС-технологий. Данная методика оценки пожарной опасности лесов основана на научных исследованиях кафедры лесоустройства [2], в процессе которой определяются ключевые вегетационные индексы, связанные с растительностью, влажностью и температурой. По результатам исследования было произведено сравнение распределения классов пожарной опасности по данным базового лесоустройства и по данным спутниковой съемки (рисунок).



**Рисунок – Распределение лесов по классам пожарной опасности (ГЛХУ «Климовичский лесхоз»)**

Результаты показывают, что I класс пожарной опасности по материалам дистанционного зондирования составляет 2,3%, что выше, чем по данным лесоустройства – 1,2%, II класс пожарной опасности соответственно составляет 31,5% и 11,5%. В сумме по двум высоким классам пожарной опасности, их площади по данным космической съемки в 2,6 раза выше, что говорит о том, что на 20.06.2022 пожароопасная ситуация в лесхозе усиливается – средний класс пожарной опасности по данным космической съемки – II,7, что выше чем по данным базового лесоустройства – III,5.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пушкин А.А., Сидельник Н.Я., Ковалевский С.В. Использование материалов космической съемки для оценки пожарной опасности в лесах // Труды БГТУ. 2015 № 1 (174): Лесное хоз-во. С. 36–40.

**ДИПЛОДИОЗ В СОСНОВЫХ КУЛЬТУРАХ  
БУДА-КОШЕЛЕВСКОГО ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА  
И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ ЕГО  
ВРЕДНОСТИ**

Диплодиоз, вызываемый грибом *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton, является довольно распространенной болезнью молодых растений сосны во многих странах мира, в том числе и в Беларуси.

Первые массовые случаи заражения растений были отмечены в республике в 2007 году, и до настоящего времени болезнь продолжает широко встречаться на деревьях в возрасте до 10 лет, где грибок обитает как первичный, так и вторичный патоген.

В насаждениях старше этого возраста диплодиоз обычно встречается единично – на нижних побегах, шишках, не причиняя значительного вреда растениям.

В результате лесопатологического обследования, проведенного нами в сосновых культурах Буда-Кошелевского опытного лесхоза на площади 301,6 га, установлено, что в 59,6% от этой площади встречается диплодиоз, при этом он поражает до 30% деревьев (2-й класс поражения) – таблица 1.

**Таблица 1 – Распределение обследованных площадей  
по классам поражения диплодиозом**

Класс поражения	Распространенность	
	га	%
1	121,8	40,4
2	179,8	59,6
3	–	–
Итого	301,6	100,0

Болезнь наиболее часто встречается в возрастной группе растений 4–9 лет (таблица 2). Как патоген сосны, на деревьях в возрасте старше 13 лет нами он не отмечен.

Диплодиоз встречается в различных типах леса (таблица 3). Наиболее часто болезнь встречается в типе леса сосняк мшистый (75,7%), который является наиболее распространенным в лесхозе, а также вересковом (100,0%). Из обследованных нами наиболее распространенных в лесхозе типов леса, наименьшая встречаемость болезни наблюдается в сосняке орляковом (39,2%).

**Таблица 2 – Распространенность диплоидиоза в насаждениях различных возрастных групп**

Возрастная группа, лет	Обследованная площадь, га	Поражено болезнью	
		га	%
0,5–3	89,7	18,3	20,4
4–6	85,4	85,4	100,0
7–9	71,1	63,4	89,2
10–12	12,7	12,7	100,0
13 и >	42,7	0	0
Итого	301,6	179,8	–

**Таблица 3 – Пораженность диплоидиозом сосняков различных типов леса**

Тип леса	Обследованная площадь, га	Поражено болезнью	
		га	%
Сосняк вересковый	0,7	0,7	100,0
Сосняк мшистый	149,5	113,2	75,7
Сосняк орляковый	64,7	25,4	39,2
Сосняк черничный	86,7	40,5	46,7
Итого	301,6	179,8	–

Данные о пораженности болезнью сосновых насаждений различного состава приведены в таблице 4.

**Таблица 4 – Площади очагов диплоидиоза в насаждениях с различной долей участия сосны в составе древостоя**

Доля участия сосны в насаждении	Обследованная площадь, га	Поражено болезнью	
		га	%
10–9	54,4	32,2	59,2
8–7	193,1	96,8	50,1
6–5	29,3	29,3	100,0
4 и <	24,8	21,5	86,7
Итого	301,6	179,8	–

Нами не обнаружена зависимость распространенности болезни от доли участия сосны в составе насаждения. Вместе с тем обнаружено, что наиболее подвержены болезни участки с долей участия сосны в составе насаждений 50–60%.

По результатам обследований, нами назначены мероприятия по оздоровлению пораженных насаждений, включающие санитарную обрезку ветвей, удаление сильно пораженных деревьев в процессе рубок ухода, профилактическую обработку растений разрешенными к применению фунгицидами и биологическими препаратами.

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

Одним из основных требований, предъявляемых к учету древесины, является высокая точность измерений при определении объема лесопродукции.

Она особо важна в разрешении конфликтных ситуаций при процессе приёма-передачи заготовленной древесины, учете отклонений в расходе древесного сырья на единицу готовой продукции, а также многоэтапном контроле движения лесопродукции в связи с применением внедренной в 2022 году в лесное хозяйство Беларуси ЕГАИС по учету древесины и сделок с ней.

Согласно действующего СТБ 1667–2012 «Лесоматериалы круглые. Методы измерения размеров» и определения объёма», деловая древесина измеряется в основном поштучно. При этом используются: метод верхнего диаметра; секционный метод (является основным при лесозаготовках многооперационными машинами); метод срединного сечения; метод двух сечений.

Имеются и альтернативные методы определения объёма:

– весовой, при котором объем лесоматериалов определяется путем их взвешивания с последующим пересчетом массы в объемные показатели. Вместо измерения каждого бревна весовой учёт предусматривает взвешивание каждой транспортной партии и выборочное измерение коэффициента «объём/масса». Метод оперативен, однако его можно выполнять только в условиях нижнего склада с наличием весов значительной грузоподъемности. Поэтому данный метод применяется редко и только для текущего внутреннего учета, а не при расчетах за лесопродукцию;

– гидростатического взвешивания (ксилOMETрический), при котором объем лесоматериалов определяется по объему вытесненной воды при погружении в нее лесоматериалов. Данный метод считается одним из самых точных, однако в этом случае сложно вычислить объем коры, приходится руководствоваться поправками. В производственной практике такой метод не используется, а в основном служит инструментом для исследователей;

– фотографический, при котором объем лесоматериалов определяют по габаритам и полнодревесности штабеля, которые устанавли-

ваются по его фотографиям. Отличается мобильностью и скоростью получения результатов. Компьютерная программа по фотографиям торцов бревен определяет среднюю площадь сечения каждого сортамента и суммирует их, с известной номинальной длиной сортиментов. Вместе с тем компьютер может проигнорировать торцы бревен, закрытые соседними торцами или на которые падает тень, также имеют место оптические искажения;

– электронно-оптический, при котором геометрическое определение объема лесоматериалов проводят по габаритам с применением электронно-оптических средств. С помощью цветных фотокамер оценивают бревно с разных ракурсов и получают его трехмерное реалистичное изображение. Недостатки оптико-электронных средств контроля оценки качества: необходимость использования операторов и малый объем выдаваемой информации.

– лазерного сканирования, при котором характеристики бревен оцениваются в зависимости от интенсивности отраженного лазерного сигнала. Недостаток этой технологии - вне зоны действия лазера могут остаться незамеченными червоточины, характерные для буреломной и ветровальной древесины;

– радиочастотный, при котором объект измерения помещается между антеннами и сканируется электромагнитным сигналом с определенным шагом по длине лесоматериала. В результате получается томографическое изображение лесоматериала. Метод является достаточно трудоемким и затратным.

На производстве, как наиболее простой, применяют метод верхнего диаметра с использованием таблиц объемов ГОСТ 2708–75. К сожалению, в указанных таблицах не учитываются погрешности в определении объема, обусловленные разной формой стволов в партии, породой и условиями произрастания, которые достигают 11%, хотя установленные стандартом нормы допускают отклонения в 3–5%.

Проблема качественного и быстрого измерения объема в сфере лесной промышленности очевидна, поэтому появление новых технологий и инструментальных средств требует пересмотра подходов к методам измерения объема круглого леса, с целью повышения качества измерения.

Таким образом, при использовании метода верхнего диаметра следует разработать и внести поправки в таблицы объемов ГОСТ 2708–75, учитывающие местные данные о форме (сбеге) стволов для среднего разряда высот по каждой породе и конкретные сочетания диаметров и длин сортиментов.

## **СЕЛЕКЦИОННАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ИВЬЕВСКОГО ЛЕСХОЗА**

Одной из важнейших задач, которая стоит перед работниками лесного хозяйства, является повышение продуктивности, качества и устойчивости леса. Значительная роль в решении этой задачи принадлежит лесной селекции и семеноводству.

Большое разнообразие почвенногрунтовых условий лесокультурного фонда Республики Беларусь требует для восстановления лесов широкого разнообразия древесных пород, среди которых значительную часть занимают лиственные.

На протяжении многих лет мягколиственные породы относились к малоценным и второстепенным. В настоящее время пересматривается отношение к этим породам и в первую очередь к березе повислой (*Betula pendula* Roth).

Целью данной работы является выделение ценного генофонда березы повислой (плюсовых насаждений и плюсовых деревьев) на территории Ивьевского лесхоза.

Березовые насаждения на территории Ивьевского лесхоза распространены на площади 15 817,6 га, что составляет 20% от общей покрытой лесом площади лесхоза. Наиболее распространенными являются березняки кисличные (3 280,1 га), черничные (3 258,3 га) папоротниковые (2 074,6 га) и орляковые (1 445,8 га). Спелые и приспевающие насаждения березы повислой произрастают на площади 4 151,97 га или 26,2% от всех березняков. Наибольшей продуктивностью характеризуются березняки кисличные, орляковые, снытьевые. Высокую продуктивность имеют также березняки черничные, крапивные и папоротниковые. Доля высокопродуктивных насаждений березы (I и I<sup>a</sup> классов бонитета) составляет 44,5% от всех березняков.

Селекционная инвентаризация была проведена в спелых и приспевающих березняках орляковых, кисличных, черничных и папоротниковых на общей площади 2915 га. При проведении селекционной инвентаризации наряду с лесоводственно-таксационными показателями учитывались доля участия деревьев высокого качества и низкокачественных деревьев в составе насаждений, а также очищаемость стволов от сучьев. По комплексу этих показателей и была проведена селекционная оценка насаждений. В результате которой насаждения

были распределены по селекционным категориям: плюсовые, нормальные и минусовые. В результате проведенной селекционной инвентаризации насаждений березы повислой в Ивьевском лесхозе 2 насаждения относятся к категории плюсовых, остальные к категории нормальных. Минусовых насаждений на территории лесхоза не выявлено. Насаждения, отнесенные к плюсовым, являются высокопродуктивными (I и II класс бонитета), имеют высокую очищаемость стволов от сучьев (не менее половины высоты ствола) и в их составе доля участия высокопродуктивных деревьев выше 40%, а доля участия низкокачественных насаждения составляет менее 14%.

В насаждениях, отнесенных к плюсовым, была проведена селекционная инвентаризация деревьев с целью выделения кандидатов в плюсовые деревья, которые могут служить источником для получения семян для закладки генеративных плантаций и черенков для создания клоновых плантаций, а также для создания испытательных культур с целью проверки их на элитность. Отбор плюсовых деревьев проводят по фенотипу. Признаки, по которым их отбирают, определяются целями селекции и определяются сортовым идеалом. Селекция березы направлена на повышение продуктивности, качество ствола и древесины, устойчивость к вредителям и болезням, способность к регулярному плодоношению.

В плюсовых насаждениях выделено 28 плюсовых деревьев. Плюсовые деревья по интенсивности роста превышают средние показатели насаждения по высоте на 10% и более, а по диаметру более чем на 30%. Очищаемость ствола от сучьев плюсовых деревьев составляет в среднем 53,5%.

Береза повислая, как пластичный вид, отличается большим внутривидовой изменчивостью по многим морфологическим признакам, фенологическим особенностям, физико-механическим свойствам древесины. Поэтому при проведении селекционной инвентаризации деревьев учитывалось формовое разнообразие березы повислой. У березы выделяют формы по строению коры, которые коррелируют с физико-механическими свойствами древесины и ее ростом. В исследуемых насаждениях по форме коры преобладают деревья с ромбовидно-трещиноватой корой, встречается также продольно-трещиноватая форма. Деревья этих форм характеризуются быстрым ростом прямыми полнодревесными стволами с прямослойной плотной древесиной.

В итоге можно сделать вывод, что эти деревья могут быть отнесены к категории плюсовых, и будут служить источником вегетативного материала для создания клоновой лесосеменной плантации.

## **ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ ВИРКОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА КЛИЧЕВСКОГО ЛЕСХОЗА**

**Введение.** Дерново-подзолистые супесчаные почвы в Республике Беларусь являются наиболее распространенными для лесных насаждений. Поэтому лесокультурное производство довольно важной 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 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 П.П. Роговой, Л.П. Смоляк, К.Л. Забелло, 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.

**Объекты и методы исследования.** Исследование имеющихся в Вирковском лесничестве ГЛХУ «Кличевский лесхоз» лесных культур производилось на дерново-подзолистых супесчаных почвах. Во время полевых исследований были обследованы чистые и смешанные культуры сосны и березы. 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.

**Результаты и их обсуждение.** В процессе выполнения научной работы проведен сплошной пересчет по 4-см ступеням толщины для каждого дерева. Кроме этого, у трёх деревьев каждой ступени толщины измерялись при помощи высотомера высоты. В камеральных усло-

виях 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 типах леса сосняк и березняк мшистый, орляковый и черничный. Возраст культур находится в пределах 42–70 лет. Древесные породы в насаждениях произрастают по I–II классам бонитета, тип условий местопроизрастания В<sub>2</sub>–С<sub>2-3</sub>. На площадях в состав культур входят береза, ель и осина.

Для более детального изучения почв исследуемых насаждений было заложено 6 почвенных разрезов глубиной до 2 м. Почвы на ПП 1, 2 и 5 характеризуются по увлажнению как автоморфные с глубоким залеганием уровня грунтовых вод. Остальные относятся к полугидроморфным почвам. В почвенном профиле ПП 5 и 6 отмечается плотный моренный подстилающий горизонт на глубине до 1 м, которые достигают в возрасте 47 лет запаса около 250 м<sup>3</sup>/га и произрастают по I классу бонитета. На остальных почвах насаждения не достигают такого запаса.

В Вирковском лесничестве за последние пять лет наблюдается динамическое изменение лесокультурных площадей. Основными породами при создании лесных культур являются сосна, береза и ель. Доля участия сосны около 40–80%. Такое распределение породного состава объясняется наличием в лесокультурном фонде большого количества участков с относительно бедными почвами. Лесокультурные площади представлены категорией площадей «б», и видом вырубка. Количество пней на всех площадях не превышает 500 шт./га. Тип условий местопроизрастания В<sub>2</sub>–С<sub>2-3</sub>. Почвы супесчаные, рельеф равнинный. Естественное возобновление на участках не отмечается. В виду того, что участки представлены рубками и прогалинами, и некоторые не сильно разбросаны территориально относительно друг друга мы проектируем механизированную и ручную посадку. В качестве посадочного материала предлагается использовать 2-летние сеянцы сосны и березы и 4-летние саженцы ели. Густота проектируемых культур колеблется от 4 000 шт./га до 6 670 шт./га.

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

## **СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Город в современном понимании – это центр цивилизации, место, где развиваются технологии, внедряются инновации, формируется человек новой информационной эпохи. И этот человек предъявляет к месту своей жизнедеятельности высокие требования, которые не всегда соответствуют условиям функционирования города, т. к. город – это сложная комплексная многофункциональная система.

Исследования конца XX в. добавили к представлению о функциональной структуре города еще один важный составляющий элемент – сеть зеленых насаждений. Развитие науки и практики позволило сформулировать экологические требования к городской среде, пронизать городскую застройку озеленёнными территориями, каждая самостоятельная часть которых, должна непосредственно контактировать с другими частями [1, с. 13; 2].

Так или иначе, городская среда – это совокупность и антропогенных объектов, и компонентов природной среды [3]. Вместе с тем город стал местом, где возникает много сложных проблем, которые могут представлять угрозу для городских жителей. Решение таких вопросов требуют соблюдение правил, норм и выработки алгоритма поведения, как со стороны жителей, так и управляющих структур.

При разработке планов градостроительства должны учитывать экологическую составляющую в виде зеленых насаждений, ценность которых значительно возрастает во всем мире. Их значение связано, прежде всего, с экологической стабилизацией территории городской среды. Вместе с тем, под влиянием антропогенных факторов, происходит их трансформация – и это приводит в свою очередь к постепенной утрате ими своих функций. Сохранение уже существующих парковых территорий, а также создание новых озелененных пространств, их грамотная организация планировки и внедрения являются перспективными направлениями в градостроительной практике Беларуси.

Роль парковых комплексов в настоящее время – это не только традиционный отдых населения, это и местообитание в условиях городской среды многих видов живых организмов, которые формируют флору и фауну парков. В их состав входят и редкие виды, поэтому современная концепция формирования городской среды рассматрива-

ется как место для жизни в урбанизированной среде, которую целесообразно использовать для экологического воспитания и просвещения населения [4].

Именно по этой причине озеленение территории стало одним из ключевых направлений градостроительства и фактором, который имеет большое значение в архитектурном-планировочном, социальном и эстетическом отношении.

Учитывая то, что в городах и населенных пунктах городского типа проживают около 72 % населения Беларуси, организация экологически обоснованной и социально-сбалансированной структуры комплекса, который эффективно выполняет санитарно-гигиенические, шумозащитные и природоохранные функции, является задачей устойчивого природопользования градостроительного управления [5].

В структуре озеленения городов значительную часть составляют насаждения ограниченного пользования: зеленые территории многоэтажной и усадебной застройки, площади которых сейчас снижаются. Поэтому важнейшей задачей в городах является сохранение таких территорий, контроль за состоянием зеленых насаждений в них.

Ботанический сад НАН Беларуси является одним из излюбленных мест отдыха горожан.

В городах страны в последнее время создается много новых ландшафтно-рекреационных объектов, проводится обновление ослабленных насаждений, посадка деревьев, кустарников и цветов, обустройство зон отдыха в городских и пригородных лесах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Линов В. К. Архитектура города. Очерки тенденций: учебное пособие / В. К. Линов. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 104 с.
2. Маршалкович А. С. Экология городской среды: курс лекций / А. С. Маршалкович, М. И. Афонина. – Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. – 319 с.
3. Хомич В. А. Экология городской среды. Учеб. пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2002. – 267 с.
4. Онищенко, Д. Обществу нужны различные форматы взаимодействия с природой / Д. Онищенко: ландшафт. – 2017. – №20. – С.18.
5. Бауэр Н. В. Культура формирования устойчивой городской среды: монография / Н. В. Бауэр, Л. Н. Шабатура. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2016. – 84 с.

## **ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ СТАРОБИНСКОГО ЛЕСХОЗА И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА**

Биоразнообразие описывает разнообразие жизни на Земле во всем проявлении ее видов и форм организации и является основой, которая поддерживает жизнь на нашей планете.

С биологическим разнообразием связана чистота воздуха и воды, обеспеченность человека продуктами питания, здоровье людей, знания и источники ресурсов для медицины, устойчивость к естественным болезням и смягчение последствий изменения климата. Изменение или удаление даже одного элемента биоразнообразия влияет на всю жизненную систему. В сохранении биологического разнообразия важную роль играют особо охраняемые природные территории (ООПТ). Данные объекты создаются на наиболее ценных и репрезентативных участках и охватывают значительный спектр экосистем региона.

На территории Старобинского лесхоза выделены ООПТ местного значения: четыре гидрологических заказника («Величковичи», «Гричино-старобинский», «Красное озеро», «Святое озеро»), четыре ботанических памятника природы («Дубрава-1», «Дубрава-2», «Дубрава-3» и «парк Листопадовичи»), заказник местного значения «Старобинский», редкий биотоп «Неморальные широколиственные леса с грабом» в Листопадовичском лесничестве на площади 4,3 га [1].

Гидрологический заказник местного значения «Величковичи», объявлен решением Солигорского районного исполнительного комитета №81 от 13.01.2009 г. в целях стабилизации водного режима на водосборе рек Лань, Морочь и прилегающих территориях, а также для сохранения биологического разнообразия на территории бывшего торфоучастка. Общая площадь заказника составляет 197,61 га [2].

Гидрологический заказник местного значения «Гричино-Старобинский», объявлен решением Солигорского районного исполнительного комитета №81 от 13.01.2009 г. в целях стабилизации водного режима на водосборе реки Морочь и прилегающих территориях, а также для сохранения биологического разнообразия на территории бывшего торфоучастка, имеет площадь 705,56 га.

Гидрологический заказник местного значения «Красное озеро» создан в целях стабилизации водного режима на водосборе озера

«Червоное» и прилегающих территориях, а также для сохранения биологического разнообразия на территории бывшего торфоучастка. Площадь заказника составляет 141,73 га. Гидрологический заказник местного значения «Святое озеро» объявлен решением Солигорского районного исполнительного комитета №81 от 13.01.2009 г. в целях сохранения в естественном состоянии уникального гидрологического объекта, для поддержания биологического разнообразия экосистем, а также генетического фонда растительного и животного мира [2].

Парк Листопадовичи расположен на территории административного здания Листопадовичского лесничества и представляет собой дендропарк бывшей усадьбы. На территории парка произрастают такие виды как клен остролистный, липа мелколистная, береза повислая, ясень обыкновенный и сосна черная [3].

«Дубрава-1», «Дубрава-2», «Дубрава-3» расположена на территории Листопадовичского лесничества, представлены старовозрастными насаждениями, под пологом которых встречаются редкие виды растений [3]. Заказник местного значения «Старобинский» является очень молодым, объявлен решением Солигорского районного исполнительного комитета №1014 от 29.06.2022 г. [4]. По результатам исследований в границах заказника зарегистрированы 44 вида растений и животных, включенных в Красную книгу Беларуси, в том числе 3 вида сосудистых растений, 1 вид мхов, 1 вид грибов, 1 вид лишайников, 34 вида птиц, 2 вида млекопитающих, 2 вида амфибий и рептилий. Таким образом, можно сделать вывод, что взятые под охрану объекты на территории Старобинского лесхоза имеют высокий потенциал для включения их в сферу экологического туризма, представленный разнообразием животного и растительного мира.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Решение Солигорского районного исполнительного комитета от 26.03.2019 г. №364 «О передаче под охрану пользователю земельного участка редкого биотопа».

2. Решение Солигорского районного исполнительного комитета от 30.12.2015 г. №2786 «О преобразовании гидрологических заказников местного значения».

3. Решение Солигорского районного исполнительного комитета от 30.12.2015 г. №2785 «О преобразовании ботанических памятников природы местного значения».

4. Решение Солигорского районного исполнительного комитета от 29.06.202 г. №1014 «Об объявлении заказника местного значения «Старобинский».

Студ. В.Ю. Курилюк  
 Науч. рук. доц. Д.А. Подошвелев  
 (кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ СЕМЕЙСТВА ОЛЕНЬИХ В ОХОТНИЧЬЕМ ХОЗЯЙСТВЕ ПИНСКОГО ЛЕСХОЗА

Охотничье хозяйство Пинского лесхоза расположено в юго-восточной части Пинского района на площади 19,2 тыс. га. Всего лесных угодий в охотхозяйстве 13,7 тыс. га, что составляет 71,2% от всей площади охотхозяйства, полевых – 4,3 тыс. га (22,2% от общей площади), водно-болотные 1,2 тыс. га или 6,6%.

Среди лесных охотничьих угодий преобладают бор сложный – 25,4% от общей площади хозяйства. Среди полевых угодий преобладают пашни – 17,5% от общей площади. Водно-болотные угодья представлены водоемами, низовыми и верховыми болотами и занимают 1210 га или 6,6% территории хозяйства.

Численность охотничьих животных семейства оленьих в охотничьем хозяйстве Пинского лесхоза за 2018–2023 гг. отражена в таблице 1.

**Таблица 1 – Численность охотничьих животных за 2018–2023 г.**

Вид охотничьего животного	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Лось, особей	13	19	31	49	51	52
Косуля, особей	150	155	160	161	162	150

Из таблицы 1 видно, что в 2020 г. наблюдается значительное увеличение численности лоса, вызванное улучшением качества проведения биотехнических и охотохозяйственных мероприятий. Также усилился контроль за браконьерством со стороны егерской службы лесхоза.

В 2015 г. наблюдается снижение численности косули. Это связано с неблагоприятными погодными условиями в зимний период. Также оказали существенное влияние на численность косули пресс волка и браконьерство. В целом численность оленьевых после 2018 г. растет или стабильна.

По данным многолетних наблюдений специалистов охотничьего хозяйства и ученых, уточненным при проведении охотоустроительных работ, естественный среднегодовой хозяйственный прирост в республике в популяции лоса составляет 16%, косули – 20%. Фактический среднегодовой хозяйственный прирост в целом по республике

с учетом объемов добычи составляет в популяции лося – 5,1%, косули – 10,2%. По данным таблицы 1 нами был произведен расчет хозяйственного прироста для каждого вида оленевых по годам. Результаты приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Хозяйственный прирост оленьих по годам**

Вид копытного	Хозяйственный прирост по годам, %					Среднее значение
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	
Лось	44,4	46,2	63,2	58,1	4,1	43,2
Косуля	22,7	16,1	19,4	13,0	8,0	15,8

Как видно из таблицы 2, среднегодовой хозяйственный прирост по лосю составляет 43,2%, что выше, чем в среднем по Беларуси (5,1%). Средний процент прироста по косуле составляет 15,8 % – выше, чем в среднем по Беларуси (10,2%) и ниже естественного среднегодового хозяйственного прироста (20,0%).

В целом следует отметить, что охотничье хозяйство Пинском лесхозе ведется довольно обосновано с целью наращивания численности особо ценных копытных видов животных. Тем не менее большой хозяйственный прирост основных видов приводит и к негативным явлениям. Так, в частности, взрывной рост численности некоторых видов наблюдается не за счет интенсификации ведения охотничьего хозяйства, а благодаря временному снижению факторов беспокойства. В связи с этим несмотря на рост численности резко ухудшается половая структура популяции.

Это вызывает опасение, что при увеличении охотничьей нагрузки в хозяйстве будет наблюдаться если не обратная миграция, то, по крайней мере, резкое снижение прироста. Также рост численности по лосю и кабану по данным зимних учетов может быть связан с миграцией животных в зимние стаи с последующим покиданием данной территории на теплый период года. Данные факторы следует учитывать в дальнейшей работе при согласовании лимитов на отстрел тех или иных видов. Следует также помнить о улучшении трофейных качеств добываемых охотничьих животных с развитием иностранного охотничьего туризма.

В целом охотничье хозяйство Пинского лесхоза в настоящее время находится на этапе становления, что требует восстановления оптимальной численности охотничьих видов.

Студ. В.Ю. Курилюк, Д.А. Карповец  
Науч. рук. доц. Д.А. Подошвелев  
(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ СЕМЕЙСТВА ОЛЕНЬИХ В РАЗЛИЧНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ**

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

Идентифицировано что, 60 видов птиц, 24 вида млекопитающих и 26 видов беспозвоночных будут занимать и активно развиваться на заброшенных сельскохозяйственных землях в Европе. Дальнейшее восстановление будет способствовать увеличению содержания органического вещества и водного удерживающего потенциала почвы, что может приводить к увеличению биомассы и плотности земляных червей и других беспозвоночных [2].

Все эти факторы в совокупности будут положительно влиять на возвращение крупных млекопитающих. Европейские виды травоядных и плотоядных растут с 1960 г. в количестве и распределении как стабильная популяция Восточной Европы естественно колонизирующая заброшенные ландшафты Скандинавии и Средиземноморья [2].

Такой подход важен для рассмотрения трофических взаимодействий между видами и каскадным эффектом управления восстановлением. Для примера, взаимосвязь популяций амфибий и бобра выгодны для восстановления канав на заброшенных территориях Западной Европы. Присутствие рыси в некоторых частях Швейцарии сократило козулю и серну регулирующим воздействием на обе популяции [2].

Территории после восстановления путем внедрения комплекса крупных фитофагов и другой фауны могут, на региональном уровне, обеспечивать местообитания биоразнообразием с сохранением результатов функций управления территорией [3].

Этот подход может заложить основы для некоторых культурных услуг, поскольку многие виды связаны с рекреацией, охотой и туризмом. Например, в регионе Аббруз в Италии туризм развивается благодаря наличию на этой территории медведей и волков. В дополнение к этому также прямое или косвенное использование крупных видов

млекопитающих, возвращаемых путем ревайлдинга, в том числе видов с высокой ценностью для человека. Кроме того, целью воздействия этого комплекса животных является восстановление леса, что в дальнейшем способствует поглощению углерода.

Например, запасы углерода в европейских лесах выросли с 5,3 до 7,7 млн. тонн между 1950 и 1999 годами. Тем не менее, активное облесение путем посадки леса может потенциально обеспечить более интенсивность поглощения углерода, но естественная регенерация позволяет восстановить почву, хотя эрозия может увеличиться в первые годы после оставления территорий [3]. Для водорегулирующего режима будет наблюдаться, что качество воды улучшится на заброшенных месторождениях на местном уровне. Тем не менее переход от пастбищ к лесу, будет являться обращением к системе с более высоким уровнем водопользования, что может привести к уменьшению уровня воды в почве.

Сельскохозяйственные угодья и искусственные леса предназначены для специфического предоставления услуг. Экстенсивное сельское хозяйство – это компромисс между предоставлением продовольствия и средой обитания для биоразнообразия, тогда как применение комплекса животных обеспечивает широкий диапазон вспомогательных, регулирующих и культурных услуг [3].

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

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

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Rewilding Abandoned Landscapes in Europe (Laetitia M. Navarro and Henrique M. Pereira)
2. McNeely, J.A. (1994). Lessons from the past: Forests and biodiversity. Biodiversity and Conservation
3. Kamler, J. Homolka, M. Barancěková, M. & Krojerová-Prokesřová (2010). Reduction of herbivore density as a tool for reduction of herbivore browsing on palatable tree species. European Journal of Forest Research.

**Секция  
ЛЕСНОЙ ИНЖЕНЕРИИ,  
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И ДИЗАЙНА**

## **ОБЗОР ИНСТРУМЕНТА ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ**

Фрезерование – процесс лезвийной обработки материала с вращательным главным движением резания при постоянном радиусе его траектории и движением подачи.

Фреза – лезвийный инструмент для обработки с вращательным главным движением резания инструмента без изменения радиуса траектории этого движения и, хотя бы с одним движением подачи, направление которого не совпадает с осью вращения.

После изучения научно-технической литературы различных авторов в области фрезерования можно сделать следующие выводы:

Многочисленные конструкции фрезерного инструмента могут быть разбиты на следующие группы и типы:

- 1) насадные фрезы:
  - цельные фрезы;
  - составные цельные фрезы;
  - фрезы со сменными вставными резцами;
- 2) концевые фрезы:
  - цельные фрезы затылованные;
  - цельные фрезы незатылованные.

К первой группе фрез относятся фрезерные инструменты, имеющие отверстие для насадки на шпиндель станка.

Ко второй группе относятся фрезы, оканчивающиеся стержнем, посредством которого они и укрепляются в специальном патроне или гнезде шпинделя станка.

Каждая из указанных групп фрезерных инструментов в свою очередь разделяется на многочисленные типы, виды и разновидности. Разделение на типы фрез осуществляется по признакам формы зубьев (резцов), главным образом по виду затылочной кривой:

- с кривым затылком;
- с прямым затылком;
- с затылком резца в виде окружности и т. д.

Разделение фрез на виды осуществляется по конструктивным особенностям передней и боковых граней зубьев:

- фрезы с косой заточкой передней грани;
- с боковой обточкой или поднутрением боковых поверхностей и прочие.

Деление фрез на разновидности осуществляется по признакам:

- профиля режущей грани;
- либо числа резцов или форме корпуса фрезы и прочих отличительных особенностей [1].

В соответствии с приведенными выше признаками классификации фрез, цельные фрезы делятся в основном на две группы:

- фрезы с кривым затылком;
- фрезы с прямым затылком зубьев.

Наиболее сложной конструкцией цельных фрез являются фрезы с кривыми затылками зубьев, применяемые преимущественно для профильного фрезерования. В современной технологии деревообработки большое внимание уделяется тому, чтобы сделать инструмент более универсальным и менее энергозатратным. То есть, подбор таких линейных и угловых параметров инструмента при которых потребляемая мощность будет наименьшая, а качество получаемой продукции наивысшим с сохранением производительности [2]. Однако большое наименование пород древесины, используемых в деревообработке, ведёт к тому, что для каждой породы оптимальными являются свои угловые параметры и разные материалы, используемые для ножей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Глебов И.Т. Обработка древесины методом фрезерования: Учебное пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007. – 192 с.

2. Проектирование и производство деревообрабатывающего инструмента : учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых и дипломных проектов для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 03 «Машины и оборудование деревообрабатывающей промышленности» / сост. В. В. Раповец. – Минск: БГТУ, 2015. – 74 с.

УДК 674.05(048.8)

Студ. Е.Д. Болтушкина

Науч. рук. Г.В. Алифировец

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

### **ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ**

Основными факторами, определяющими качество технологической щепы, являются: массовая доля коры; массовая доля гнили; массовая доля остатков на ситах; обугленные частицы и металлические примеси; состав щепы по породам; массовая доля минеральных примесей; массовая доля щепы с мятыми кромками; угол среза.

Содержание в технологической щепе коры, гнили и минеральных включений зависит от природно-производственных условий ее заготовки. Размеры щепы (длина, ширина, толщина, угол среза), а также процентное содержание кондиционной и некондиционной (крупной и мелкой) фракций щепы во многом зависят от настроек и оптимальной работы рубительной машины [1].

Для рубки балансов в щепу используются рубительные машины различной конструкции. Рассмотрим разновидности рубительных машин для получения технологической щепы. Измельчитель древесины PL-160 [2] – это дробилка древесины дискового типа. Агрегат предназначен для измельчения отходов древесины и деревообработки, способен преобразовать в щепу ветки, кроны деревьев, лесосечные отходы, рейки и горбыль.

Также для получения технологической щепы используют фрезерно-брусующий станок «Авангард ФБМ-250» [3], предназначен для переработки тонкомерной древесины в обрезную доску за один проход. Шредеры работают по другому принципу. Мощный редуктор преобразует высокоскоростное вращение вала в низкоскоростное с огромным крутящим моментом и передает его рабочему органу, в качестве которого выступают 1–2 вала (зависит от типа устройства).

Садовые измельчители. Этот тип устройств предназначен для измельчения тонких веток (максимальный диаметр 40–50 мм). Чаще всего на садовые измельчители устанавливается дисковый механизм, такой же, как рубительных машинах, только меньшего размера [4].

В заключение хочу сказать, что на мой взгляд оптимальным оборудованием для получения технологической щепы является фрезерно брусующие линии, так как в результате мы можем получить два вида пиломатериала это пиломатериалы (обрезные доски) и технологическая стружка которая по размерам эквивалентна технологической щепе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Щепа технологическая. Технические условия: ГОСТ 15815–1983. – Введ. 01.01.1985. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 12 с.
2. Иностранное частное торговое предприятие «Техимпорт». – Минск, 2013. – Режим доступа: [www.techimport.by](http://www.techimport.by) – Дата доступа 01.04.2023.
3. «СтанкоМашИмпорт». – Киев, 2013. – Режим доступа: [www.stankomashimport.ru](http://www.stankomashimport.ru) – Дата доступа 01.04.2023.
4. Кряжев Н. А. Фрезерование древесины – Москва: Лесн. пром-сть, 1979. – 200 с.

Студ. Э.С. Козырев  
Науч. рук. Г.В. Алифировец  
(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

## **ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ КРУГЛЫХ ПИЛ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ ДСТП**

Круглые пилы используются на круглопильных станках, которые применяются во всех деревообрабатывающих производствах в качестве оборудования для:

– выработки из необрезных досок чистообрезных пиломатериалов прямоугольного сечения за счет двусторонней параллельной обрезки кромок

- для раскроя широких досок на узкие;
- для раскроя плитных материалов;
- для распиловки бревен и брусьев.

Они характеризуются большим числом типов и широким диапазоном технических показателей.

По технологическому назначению круглопильные станки можно разделить на три основные группы: для продольного, поперечного и форматного распиливания. По числу пил, установленных на валу, различают одно- и многопильные станки. У многопильных станков крайние пилы обрезают кромки, а центральные выполняют продольное распиливание широких досок, что позволяет получать одновременно несколько заготовок. Система регулировки пильных полотен даёт возможность получения заготовок различной толщины. В зависимости от устройства механизма подачи станки могут быть вальцовые и гусеничные [1].

Пилы дисковые с твердосплавными пластинами предназначены для обработки различных пород древесины и древесных материалов. Высокая износостойкость, обеспечивающая продолжительность их работы до переточки, превышающую значительно продолжительность работы пил из легированной стали, делает экономически выгодным применение их для всех видов работы. В зависимости от свойств распиливаемого материала применяются пилы с пластинами из твердого сплава трех типов: тип 1 для поперечной и смешанной распиловки древесных материалов; тип 2 для продольной распиловки древесины и древесных материалов; тип 3 для чистой распиловки древесных материалов и фанерованных щитов.

В настоящее время все ведущие производители режущего инструмента, используемого в деревообработке, производят широкую номенклатуру, и большое количество типоразмеров дисковых пил с

твердосплавными пластинами. Такие производители, как Freud, АКЕ, Guhdo, Leitz выпускают в среднем около 70-ти моделей дисковых пил с твердосплавными напайками и около 300 типоразмеров. Модели тех пил, которые находят самое широкое применение, выпускают с большим числом типоразмеров (от 5-и до 12-и) с диаметральными размерами от 150 до 500 мм.

Для правильного выбора необходимой пилы следует проанализировать следующие положения: тип обрабатываемого материала; тип обрабатывающего оборудования; режимы обработки; производительность. Только исходя из совокупности начальных данных можно правильно подобрать модель и типоразмер необходимой пилы. [2]

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бершадский, А.Л. Резание древесины: учеб. / А.Л. Бершадский, Н.И. Цветкова. – М.: Высшая школа, 1975. – 304 с.
2. Амалицкий, В.В. Оборудование отрасли: учеб. / В.В. Амалицкий, В.В. Амалицкий – М.: МГУЛ, 2006. – 579 с.

УДК 674.023

Студ. А.В. Макаревич

Науч. рук. канд. тех. наук С.А. Гриневич

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

#### АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА СИЛ РЕЗАНИЯ

Инженерные кадры в деревообрабатывающей отрасли сталкиваются с необходимостью решения производственных задач по процессам механической обработки древесины. Известно два основных подхода к их решению: расчеты по формулам аналитической теории резания и расчеты, базирующиеся на использовании результатов экспериментальных исследований. Последний метод в нескольких его разновидностях лежит в основе всех современных инженерных расчетов. Наибольшее распространение получили следующие разновидности метода: расчеты по методике проф. А.Л. Бершадского; расчеты по степенным формулам; расчеты по «табличной» силе; расчеты по «объемной» формуле и расчеты по уравнениям регрессии.

**Расчёты по методике профессора А.Л. Бершадского.** На основе опытных данных получена зависимость удельной силы резания  $F_{уд}$  (Н/мм) от толщины срезаемой стружки  $a$  (мм) [1].

$$F_{уд} = a_{\rho} \cdot p + k \cdot a, \quad (1)$$

где  $a_{\rho}$  – коэффициент, учитывающий затупление инструмента;  $p$  – фиктивная удельная сила по задней поверхности резца, Н/мм;  $k$  –

среднее давление стружки на переднюю поверхность резца, Н/мм<sup>2</sup>.

Обработка экспериментальных данных по отдельным процессам сложного резания, позволила вывести эмпирические зависимости для величин  $p$  и  $k$ .

**Расчеты по степенным формулам.** Формулы имеют вид произведения ряда сомножителей с дробными показателями степеней [4]. Основаниями этих степеней являются численные показатели исходных условий резания. Например, для цилиндрического фрезерования средняя касательная сила  $F_k$  (Н) находится как:

$$F_k = C \cdot a^{-0,51} \cdot \delta^{1,1} \cdot v^m \cdot W^{-0,23} \cdot \rho^{0,44} \cdot \varphi_B^{0,17} \cdot H^{0,80} \cdot \gamma_0^{1,43} \cdot b \cdot v_s, \quad (2)$$

где  $C$  – коэффициент, зависящий от условий фрезерования;  $m$  и  $k$  – показатели степени;  $\gamma_0$  – плотность древесины, г/см<sup>3</sup>;  $\delta$  – угол резания, град;  $W$  – влажность древесины, %;  $v$  – скорость резания, м/с;  $\rho$  – радиус округления режущей кромки, мкм;  $\varphi_B$  – угол перерезания волокон, град;  $H$  – припуск, мм;  $b$  – ширина обработки, мм;  $v_s$  – скорость подачи, м/мин.

**Расчеты по «табличной силе».** По результатам экспериментов, проведенных для определенных (табличных) условий резания, составлена таблица (график), в которой удельная касательная сила средняя  $F_{уд}$ , представлена как функция средней толщины срезаемой стружки  $a_{ср}$ . При определении удельной касательной силы  $F_{уд}$  для условий, показатели которых отличаются от показателей табличных условий резания, пользуются поправочными множителями к табличной силе  $F_T$  [1]:

$$F_{уд} = F_T \cdot a_{п} \cdot a_w \cdot a_{\delta} \cdot a_v \cdot a_{\rho} \cdot a_t \cdot \dots = F_T \cdot a_{попр}, \quad (4)$$

где  $F_T$  – табличное значение удельной силы, Н/мм;  $a_{п}$  – поправочный множитель на породу древесины;  $a_w$  – поправочный множитель на влажность древесины;  $a_{\delta}$  – поправочный множитель на угол резания;  $a_v$  – поправочный множитель на скорость резания;  $a_{\rho}$  – поправочный множитель на затупление;  $a_t$  – поправочный множитель на глубину обработки;  $a_{попр}$  – общий поправочный множитель.

**Расчеты по «объемной» формуле.** В общем виде объемная формула записывается как пропорциональность мощности резания  $P$  (Вт) объему материала, удаляемого с обрабатываемой заготовки за 1 с [1]:

$$P = K \cdot V_1, \quad (5)$$

где  $K$  – удельная работа резания в данном процессе резания и при заданных расчетных условиях обработки, Дж/см<sup>3</sup>;  $V_1$  – объем материала, снимаемый за 1 с., см<sup>3</sup>/с.

Удельная работа  $K$  для расчетных условий находится как:

$$K = K_T \cdot a_{\Pi} \cdot a_w \cdot a_T \cdot a_{\delta} \cdot a_v \cdot a_{\rho} \cdot a_{\varepsilon} = K_T \cdot a_{\text{попр}}, \quad (6)$$

где  $K_T$  – табличное значение удельной работы, Дж/см<sup>3</sup>;  $a_T$  – поправочный множитель на температуру древесины;  $a_{\varepsilon}$  – поправочный множитель на угол скоса лезвия.

**Расчеты по уравнениям регрессии.** Результаты экспериментальных исследований, специально планируемых для целей математического описания технологических процессов резания, представляют в виде уравнений регрессии (линейных, неполных квадратных или полиномов второй степени). Эти уравнения содержат все необходимые данные для инженерных расчетов, но действительны только для рассмотренного диапазона изменения условий резания.

Представленные методы расчетов позволяют определять касательную силу или мощность резания и имеют свои достоинства и недостатки. Наибольшая точность расчетов будет характерна для методов, использующих табличные величины – по «табличной силе» и по «объемной» формуле. Остальные методы основаны на аппроксимации результатов, что неизбежно связано с погрешностями. При этом очевидно, что оба эти метода суть одно и то же, так как табличная сила и табличное значение удельной работы резания могут быть выражены друг через друга.

Методы расчета по степенным формулам и по уравнениям регрессии, кроме вышеуказанных погрешностей, связанных с аппроксимацией, имеют ограничения и справедливы только для диапазона варьирования переменных факторов, для которых они были получены.

Из них наиболее эффективным и удобным в использовании представляется расчет по уравнениям регрессии.

Во-первых, благодаря методам планирования эксперимента может быть существенно снижен объем экспериментальных исследований.

Во-вторых, метод позволяет выявить взаимное влияние переменных факторов в виде парных взаимодействий. Однако, только методика профессора А.Л. Бершадского имеет полноценную теоретическую основу и достаточно широкий диапазон варьирования переменных факторов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Любченко, В.И. Резание древесины и древесных материалов: Учебное пособие для вузов. – М.: Лесн. Промышленность, 1986. – 296 с.

УДК 630

Студ. М.И. Пархимович, Е.П. Добровольский, М.А. Колос  
Науч. рук. доц. С.Е. Арико (кафедра лесных машин, дорог  
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## **ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ РОТОВАТОРОВ**

Ротаватор является мощной почвообрабатывающей фрезой, способной дробить камни, измельчать древесину, пни, корневую систему, непосредственно под уровнем земли. Он применяется в лесном, сельском, дорожном хозяйстве, а также строительстве.

Все работы с ротаватором проводятся в два прохода. При первом проходе разбивается целена, ломается и первично измельчается корневая система, также разбиваются камни. При этом трактор движется назад, поэтому для работы с ротаватором необходимо наличие у трактора реверсивного поста управления. Далее производится второй проход, путем движения трактора вперед. При втором проходе измельчаются корни и камни уже в более мелкую фракцию и перемешиваются с землей. Таким образом получается однородная профрезерованная почва.

Ротаваторы представляют собой рабочее оборудование, состоящее из стального барабана (ротора), на котором установлены неподвижные молотки, изготовленные из особых сплавов. Как правило эти сплавы запатентованы производителями данного технологического оборудования. Также ротаваторы имеют корпус, который состоит из высокопрочной стали и вместе с ротором образует измельчающую камеру. Ротаваторы бывают двух видов: либо механические, либо гидравлические.

Гидравлический тип исполнения работают от гидросистемы тракторов, экскаваторов, минипогрузчиков и т.д. Для такого оборудования необходим мощный гидромотор, призванный обеспечивать необходимую производительность. При использовании гидромотора существуют дополнительная потеря мощности. Так насос ГМШ-32-3 имеет КПД 0.78, что означает возможность установки на одну и ту же технику менее мощных ротаваторов гидравлического типа, относительно механических.

Механические ротаваторы работают от вала отбора мощности. В таком исполнении мощность от техники через ВОМ передается через карданный вал на редуктор, который обычно работает на 540, либо 1000 об/мин. Для избежания поломок, скорость движения техники с работающим ротором не должна превышать 0,3 км/ч. Для этого на технику устанавливается ходоуменьшитель.

Передача вращения на ротор производится чаще всего с помо-

щью ременной или цепной передачи. Преимуществом ременного привода является отсутствие необходимости смазки, а также пониженная шумность и простота обслуживания узла. Цепной привод может работать при более высоких нагрузках, имеет больший ресурс.

Наиболее популярными производителями роторов являются Prinoth (АНВИ), MeriCrusher, Seppi, ЗКТ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 28516-90. Фрезы почвообрабатывающие. Общие технические требования.
2. Фреза почвенная. Большая советская энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия. 1969–1978.
3. Мульчеры и измельчители пней : Журнал ЛесПромИнформ.

УДК 630

Студ. В.А. Дервояд

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

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ХАРВЕСТЕРОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ТРУДНОДОСТУПНОГО ЛЕСОСЕЧНОГО ФОНДА**

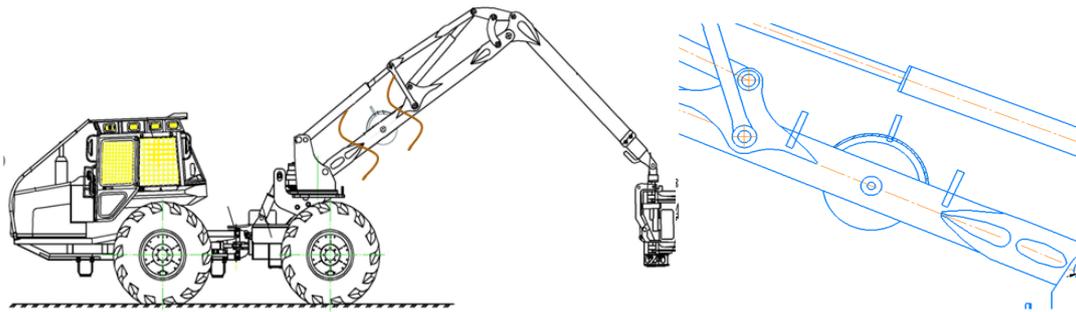
Машинизация лесосечных работ, основанная на использовании современных колесных машин для сортиментной технологии заготовки древесины, охватывает все больше лесозаготовительных предприятий Беларуси. Это связано в том числе и с все более ощущаемым дефицитом вальщиков леса. Поэтому труднодоступные лесосеки, традиционно разрабатываемые раньше с помощью вальщиков, теперь осваиваются при помощи лесных машин, в основном колесных. Как и в случаях работы на лесосеках со слабыми почвогрунтами, машины надо оснастить правильным типом гусениц, лебедкой. Машина без лебедки, оснащенная гусеницами, может работать и на уклонах до 30°.

Среди харвестеров на гусеничном ходу можно выделить харвестеры на гусеницах из синтетических материалов от фирмы ProSilva.

Харвестеры фирмы PONSSE могут эффективно использоваться на уклонах до 41°, при условии оснащения лебедкой Synchronwinch.

У компании Komatsu также разработана система вспомогательного лебедочного оборудования Traction Aid Winch, она работает синхронно с узлами трансмиссии и увеличивает тягу в сложных условиях.

На основе проведенных исследований предложено располагать лебедку непосредственно в стреле манипулятора (рисунок).



**Рисунок – Харвестер с лебедкой  
в стреле**

При этом валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина будет состоять из двух модулей, переднего энергетического и заднего технологического, соединенных между собой посредством горизонтально-вертикального шарнира. На переднем энергетическом модуле установлены дизельный двигатель, трансмиссия, кабина оператора, элементы привода гидравлической системы и ее управления, а на заднем технологическом модуле расположены поворотный гидроманипулятор, состоящий из колонны, стрелы, рукояти, валочно-сучкорезно-раскряжевочное устройство и лебедка с канатом. Лебедка при помощи гидромотора приводится в движение от гидравлической системы валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины и осуществляет перемещение деревьев.

Валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина работает следующим образом. Оператор, управляя валочно-сучкорезно-раскряжевочной машиной из кабины оператора, перемещается по лесосеке к месту валки деревьев, при этом поворот валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины осуществляется складыванием переднего энергетического модуля относительно заднего технологического модуля за счет горизонтально-вертикального шарнира. На технологической стоянке оператор, управляя гидравлической системой, изменяет пространственное положение гидроманипулятора и осуществляет захват дерева валочно-сучкорезно-раскряжевочным устройством. После этого производится валка дерева, его подтаскивание к месту обработки, обрезка от сучьев и раскряжевка.

В случае нахождения дерева в крутом уклоне или невозможности обеспечения подъезда валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины к месту обработки дерева, его валку осуществляет вальщик. В последующем оператор валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины поворачивает гидроманипулятор в направлении дерева, разматывает канат и чокерует сваленное дерево. Далее оператор, управляя гидравлической системой, включает гидромотор и осуществляет сма-

тывание каната на барабан лебедки, осуществляя подтаскивание дерева к месту обработки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лесозаготовительная машина : пат. 203 672 Рос. Федерация : В60G 17/0165 / Назаренко С.В., Харьков С.М., Насыбуллин Ф.Ф., Карташов А.Б., Зинатуллин Д.Р., Горбунов А.Ю.; патентообладатель: публичное акционерное общество "КАМАЗ" – № 2020143268; заявл. 28.12.2020; опубл. 5.04.2021, Бюл. № 11.

УДК 630\*383.6

Студ. И.С. Масловский

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

### **ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ**

Основная цель разработки дорожных конструкций из укрепленных грунтов лесных автомобильных дорог – армирование грунтов (дорожно-строительных материалов) с образованием слоя, обладающего улучшенными механическими свойствами (повышенной прочностью, распределяющей способностью) [1].

А также создание слоев на основе арматурного каркаса «георешетка-цементогрунт» позволяет повысить эксплуатационную надежность и сроки службы дорожных конструкций или их отдельных элементов, уменьшить расход традиционных дорожно-строительных материалов. Получаемый в результате эффект зависит от состава цементогрунта, марки георешетки (ее деформативных свойств), толщин слоев дорожной одежды, механических свойств материалов дорожных одежд и грунтов рабочего слоя земляного полотна. Численно эффект выражается в снижении толщин дорожной одежды или увеличении срока службы в соответствии с расчетами [2].

Каркаса «георешетка-цементогрунт» – создание усиленного слоя дорожной одежды, имеющего улучшенные характеристики по отношению к слою из заполнителя:

- повышенную прочность (повышенную сопротивляемость возникающим напряжениям сдвига);
- повышенную жесткость (модуль упругости слоя повышается по отношению к модулю упругости заполнителя);
- пониженные температурные деформации при заполнителе, содержащем композиционные вяжущие.

Решаемые с помощью данной методики задачи:

- снижение толщин слоев дорожной одежды или повышение

прочности дорожной конструкции при сохранении толщин слоев;

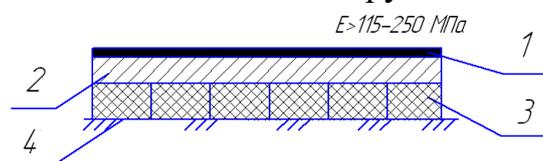
– улучшение динамических характеристик дорожной конструкции;

– снижение темпов накопления остаточных деформаций (колеобразования), возникающих за счет деформации самого несущего слоя и нижележащих слоев;

– создание возможности расширенного применения более жестких заполнителей на основе малоцементного композиционного вяжущего при создании несущего слоя основания.

Дорожная конструкция (рис. 1) – покрытие из цементогрунта со слоем поверхностной обработки; основание из арматурного каркаса «георешетка-цементогрунт». Данная конструкция рекомендована для строительства лесной автомобильной дорог Пл категории в ГОЛХУ «Осиповичский опытный лесхоз», в качестве цементогрунта использовался местный грунт, укрепленный композиционным малоцементным вяжущим марки 400 (состав №1: 70% ПЦ, 10% АЦИ, 20% ГО) [30]. Задача расчета конструкции дорожной одежды сводится к нахождению значений толщины конструктивных слоев, при которых конструкция будет удовлетворять всем необходимым параметрам. В программе реализованы оптимизационные расчеты по трем критериям:

- оптимизация по толщине конструкции,
- оптимизация с минимизацией запасов прочности
- оптимизация по стоимости конструкции.



- 1 – слой поверхностной обработки на основе щебня и битума;  
2 – покрытие из цементогрунта; 3 – арматурный каркас «георешетка-цементогрунт»; 4 – грунт земляного полотна

**Рисунок 1 – Дорожная конструкция**

При оптимизации по первому варианту программа находит самую тонкую конструкцию. Во втором варианте программа минимизирует конструкцию по трем основным критериям расчета на прочность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лыщик П. А., Науменко А. И., Синяк С. А. Конструкции лесных автомобильных дорог на основе арматурного каркаса «георешетка-цементогрунт» // Труды БГТУ. 2016. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 79–82.

2. Бавбель Е. И., Игнатенко В. В., Науменко А. И. Конструирование и методика расчета дорожных одежд из укрепленных грунтов // Труды БГТУ. 2016. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 58–60.

3. Лыщик П.А., Игнатенко В.В., Бавбель Е.И., Науменко А.И. Обоснование структуры и состава дорожной цементогрунтовой смеси на основе математической модели / П.А. Лыщик, В.В. Игнатенко, Е.И. Бавбель, А.И. Науменко // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2015. № 2 (175). С. 39–43.

УДК 630\*383.6

Студ. Р.П. Лобко

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

### **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛЕСНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ НА КРИВЫХ С МАЛЫМИ РАДИУСАМИ**

При проектировании кривых в плане должно быть обеспечено удобство и безопасность движения автомобиля с расчетной скоростью. Удобство обеспечивается плавностью движения, а безопасность – достаточной видимостью и исключением возможности заноса [1].

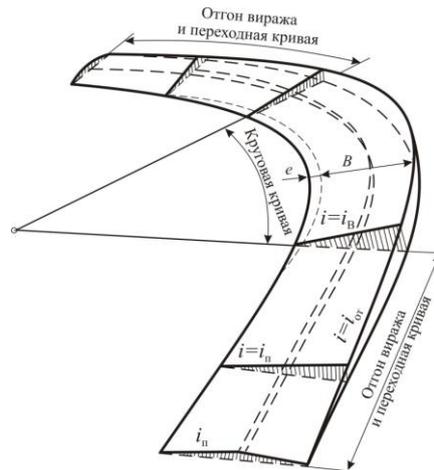
При движении автомобиля по кривым в плане малых радиусов на него действуют отрицательные факторы:

- увеличивается расход топлива;
- повышается износ шин;
- сокращается расстояние видимости;
- возникает опасность заноса.

Эти факторы проявляются тем сильнее, чем меньше радиус кривой в плане.

При движении автомобильного поезда по кривой имеют место следующие особенности: все его колеса движутся по дугам окружности разных радиусов; на него действует центробежная сила, стремящаяся сдвинуть автопоезд или опрокинуть его во внешнюю сторону кривой; процесс движения автомобиля по кривой складывается из въезда на кривую, движения по ней и съезда; ширина траектории движения габаритных точек на кривой больше, чем на прямом участке дороги. С учетом перечисленных особенностей возникает необходимость предусматривать при проектировании лесных автомобильных дорог [2] на кривых малых радиусов: а) устройство виражей; б) уширение проезжей части и земляного полотна; в) обеспечение видимости в плане.

*Вираж* – односкатный поперечный профиль дороги с уклоном внутрь кривой, обеспечивает устойчивость автопоезда на кривой и предотвращает поперечное скольжение или опрокидывание состава (рис. 1).



**Рисунок 1 – Схема виража**

Основные элементы виража определяются по формулам:

– уклон виража

$$i_{\text{в}} = \frac{V^2}{g \cdot R} - \mu; \quad (1)$$

– длина отгона виража

$$L_{\text{от.в}} = \frac{B_0 \cdot i_{\text{в}}}{i_{\text{от}}}, \quad (2)$$

где  $V$  – расчетная скорость движения автомобиля, м/с;  $R$  – радиус кривой, м;  $\mu$  – коэффициент поперечной силы ( $\mu = 0,10-0,12$ );  $B_0$  – ширина проезжей части дороги, м;  $i_{\text{от}}$  – уклон отгона виража ( $i_{\text{от}} = 10 \%$ ,  $i_{\text{от}} = 20 \%$  – для горной местности).

Предельная величина уклона виража составляет 60 ‰, а минимальная – равна уклону проезжей части дороги на прямом участке пути. Если по расчету уклон виража будет больше 60 ‰, то его уменьшают до предельной величины со снижением скорости движения автотранспорта на кривой, согласно формуле (2). Переход от двухскатного профиля к односкатному осуществляется на участке переходной кривой, а если ее нет, то на прилегающем участке пути длиной  $L_{\text{от.в}}$  отгона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Петько А.Р., Бавбель Е.И. Клотоидное трассирование лесной автомобильной дороги / А.Р. Петько, Е.И. Бавбель // Студенческий журнал, ООО «Сибирская академическая книга», Новосибирск. 2019. № 30–2 (74). С. 46–48.
2. Бавбель Е.И., Лыщик П.А. Обоснование размещения лесотранспортных сетей / П.А. Лыщик, Е.И. Бавбель / Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2009. № 4. С. 82–88.

## **ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПАРАМЕТРОВ ВОДОПРОПУСКНЫХ ДОРОЖНЫХ ТРУБ**

Основными водопропускными сооружениями на лесных автомобильных дорогах в местах пересечения ими малых водотоков являются *трубы* и *малые мосты* длиной до 25 м [1]. Кроме них, к малым искусственным сооружениям относят фильтрующие насыпи и лотки.

Малые искусственные сооружения выделяются в отдельную группу по следующим причинам:

*По стоимости.* Стоимость каждого малого искусственного сооружения относительно мала, и, хотя количество малых мостов и труб очень велико, суммарные затраты на их постройку незначительны (8-15%). Стоимость строительства больших мостов и подходов к ним высокая и в сильной степени зависит от положения места перехода через реку (до 50%).

*По способу трассирования дороги.* Размещение малых искусственных сооружений всегда подчиняется трассированию дороги. В местах недостаточно удобных по условиям пропуска воды, всегда имеется возможность значительного и относительно недорогого регулирования потока, вплоть до устройства искусственного русла необходимого направления. Трассирование дороги на значительном протяжении у места перехода реки подчиняется выбору оптимального места перехода.

*По гидравлическим условиям работы.* Малые искусственные сооружения работают на пропуск воды всего несколько часов в год; большие мосты работают в условиях длительных паводков, продолжающихся неделями, а иногда и месяцами.

*По гидравлическим и гидрологическим расчетам.* Малые искусственные сооружения проектируются по нормам стока, большие – по многолетним данным в створе будущего перехода. Трубы составляют большую часть малых водопропускных сооружений (более 95%).

Широкое использование труб вызвано следующими факторами:

*Трубы можно располагать при любых сочетаниях плана и продольного профиля дороги.* Устройство малых мостов предъявляет более высокие требования к продольному профилю дорог. Расположение мостов на вертикальных кривых, больших продольных уклонах вызывает усложнение их конструкции. Вызывает затруднение и косое пересечение водотоков мостами.

*Трубы не стесняют проезжую часть и обочины.*

– *Трубы не требуют изменения покрытия в дорожной одежде.*  
На мостах иногда приходится применять иной тип покрытия, чем на подходах.

*При пересечении глубоких оврагов часто приходится увеличивать длину моста, что значительно дороже, чем возведение высокой насыпи.* Трубы строят полностью сборными из железобетонных, бетонных или металлических элементов, что позволяет *пользоваться кранами малой грузоподъемности.*

Малые мосты применяют в тех случаях, когда использование труб невозможно:

– *Трубы не могут обеспечить пропуск всей воды, притекающей к дороге.* Для увеличения пропускной способности сооружения устраивают многоочковые трубы [2]. В этих случаях расход воды распределяется между трубами. Однако трубы с числом очков более 4 – не являются экономичными. В этих случаях следует переходить к мостам.

Применять трубы не допускается при наличии ледохода и карчехода, а также, как правило, в местах возможного возникновения селей и образования наледи. В местах возможного образования наледи в виде исключения может быть допущено применение прямоугольных железобетонных труб ( $b \times h$ , где  $b \geq 3$  м,  $h \geq 2$  м) в комплексе с постоянными противоналедными сооружениями. (Специальные валы и заборы, наледные и мерзлотные пояса водонепроницаемые экраны. Эти сооружения способствуют активизации процесса *неледеобразования* и удержанию наледи вдали от трубы).

– *Трубы нельзя устраивать на болотах.*

*Фильтрующие насыпи* выполняются в виде наброски крупных камней, через которую просачивается вода. Такие сооружения могут использоваться только как временные сооружения или на дорогах низких категорий в местах, где стекающая вода не содержит наносов, заиливающих промежутки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лыщик П.А., Бавбель Е.И., Науменко А.И. Основные принципы развития сети лесных автомобильных дорог / П.А. Лыщик, Е.И. Бавбель, А.И. Науменко // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2020. № 1 (228). С. 125–130.

2. Хвесько А.А., Науменко А.И. Особенности применения водопропускных труб на лесных автомобильных дорогах // Студенческий: электрон. научн. журн. 2019. № 30(74). С. 49-51.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Теория массового обслуживания (ТМО) – научная дисциплина, занимающаяся математическим моделированием постоянно повторяющихся однотипных задач в одних и тех же условиях их появления, анализом способов их решения в целях повышения эффективности этих решений [1–3]. ТМО занимается изучением процессов, связанных с массовым обслуживанием. Цель – разработка методов решения типовых задач, пригодных к использованию в различных областях человеческой деятельности.

В качестве систем массового обслуживания и состоящих из них сетей массового обслуживания рассматриваются разнообразные системы, предназначенные для обслуживания массового потока требований случайного характера.

Системы массового обслуживания можно условно классифицировать по нескольким критериям. Так, одним из критериев является *наличие очереди*. Существуют системы с очередью, которые предполагают нахождение какого-либо объекта в условной очереди, то есть у этого объекта есть расчетное время ожидания. В случае системы *без очереди*, то есть с отказами, такого времени ожидания у объекта нет – если он не поступает в обработку сразу, то покидает систему.

Классическими примерами таких систем являются:

- системы массового обслуживания с отказами;
- системы массового обслуживания с очередями.

Следующим критерием является количество каналов. По количеству каналов системы могут быть:

- одноканальными;
- многоканальными.

В одноканальной системе есть только один аппарат обслуживания объектов, многоканальной – соответственно, два или больше аппарата обслуживания, работающих параллельно.

Следующим критерием является емкость системы, а именно – сколько заявок она может вместить в себя за условное время работы.

Задачи теории массового обслуживания крайне разнообразны, но главной целью решения этих задач является оптимизация системы массового обслуживания так, чтобы она работала с наибольшей эффективностью.

Так, например, важной задачей является определение допустимой нагрузки системы. Это необходимо в первую очередь для того, чтобы можно было с наибольшей эффективностью использовать имеющееся количество аппаратов обслуживания. Решение этой задачи на базе какого-то предприятия, например, деревообрабатывающего цеха, позволит точно определить количество станков, чтобы не создавалось большой очереди если станков будет недостаточно, и чтобы станки не простаивали, если объем поступающей продукции будет слишком мал для того, чтобы в системе работал каждый станок с оптимальной для него интенсивностью.

Другим типом задач теории массового обслуживания является определение эффективности обслуживания. Здесь учитываются такие элементы как время обработки одной заявки, максимальное и минимальное время ожидания если рассматриваемая система является системой с очередью, процент отказа, коэффициент загрузки системы.

Следующий тип задач – расчет вероятности того, что заявка будет обработана в течение определенного времени. Это тоже необходимо для того, чтобы принять решение какой объем продукции должен поступать в систему, для ее оптимальной работы.

Анализ и оптимизация процессов обработки заявок в очереди. В этом случае речь идет о том, как минимизировать время, которое заявка проводит в очереди. Задача сводится к оптимизации графика обработки заявок и максимизации использования ресурсов системы, чтобы достичь максимальной производительности.

Таким образом, привлечение ТМО к исследованию и оптимизации функционирования разных уровней и составляющих лесопромышленных систем позволяют выработать оптимальные варианты организации работы изучаемых структур и/или объектов, повысить экономическую эффективность процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лабскер Л.Б., Бабешко Л.О. Теория массового обслуживания в экономической сфере: учеб. пособие для вузов. М: ЮНИТИ, 1998. 319 с.
2. Климушев Н. К., Прудникова О. М. Моделирование технологических процессов лесопромышленного производства. Ухта: УГТУ, 2003. 76 с.
3. Хотянович А. И., Турлай И. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок и транспорта леса. Лабораторный практикум. Минск: БГТУ, 2015. 72 с.

## КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ

Задача маршрутизации транспорта – это комбинаторная задача оптимизации и целочисленного программирования, которая задается вопросом: «Каков оптимальный набор маршрутов для прохождения парка транспортных средств для доставки к определенному набору клиентов?». Он обобщает известную задачу коммивояжера [1]. Задача маршрутизации транспорта является NP-трудной [2]. В настоящее время выделяют следующие виды способов решения данной задачи: точные, эвристические и метаэвристические алгоритмы.

**Точные алгоритмы.** Данные алгоритмы предлагают вычислить все возможные решения, пока не будет достигнут лучший из них. Из-за того, что данная задача относится к классу NP-трудной, точные алгоритмы могут быть применены только для задач с малым количеством входных данных, поэтому они не подходят для решения реальных задач. Сюда относят: метод ветвей и границ [3] и метод ветвей с отсечением [4].

**Эвристические алгоритмы.** Эвристические алгоритмы – это алгоритмы, которые будучи основанными на некоем правиле (эвристике), не всегда следующей из строгих математических принципов, в подавляющем большинстве случаев дают решение, близкое к точному. Эвристические алгоритмы делятся на: 1) двухфазные алгоритмы; 2) конструктивные алгоритмы; 3) улучшающие алгоритмы.

**Метаэвристические алгоритмы.** Метаэвристические алгоритмы, т.е. методы оптимизации, разработанные в соответствии с стратегиями, изложенными в метаэвристической структуре, – как следует из названия, всегда эвристичны по своей природе. Список из самых часто используемых метаэвристических алгоритмов: 1) муравьиный алгоритм (Ant Algorithm); 2) детерминированный отжиг (Deterministic Annealing); 3) генетические алгоритмы (Genetic Algorithms); 4) поиск с запретами (Tabu Search). Помимо указанной классификации, в источнике [5] представлена следующая.

*Методы, обеспечивающие получение оптимального решения*

I. Динамическое программирование (Р. Беллман, М. Хелд 1964 г.).

II. Целочисленное линейное программирование (С. Миллер, А. Таккер. Р. Землин, 1960 г.)

III. Метод «ветвей и границ» (Дж. Литгл, К. Мурти, Ф. Шапиро, 1965 г.).

*Методы, обеспечивающие получение приближенного решения*

I. Методы локальной оптимизации.

1. Алгоритм инверсий (G. Groes, 1958 г.).

II. Методы случайного поиска

1. Микрорайонирование клиентов (Б.В. Семенов, 1970 г.).

2. Ситуационное планирование (А. Чалый, Б. Рыбак, 1982 г.).

III. Эвристические методы

1. Экономизирующий метод (Г. Кларк, Дж. Райт, 1964 г.).

2. Метод суммирования по столбцам (А.И. Воркут, 1982 г.).

3. Выбор по кратчайшей связывающей сети (А.И. Воркут, 1982 г.).

4. Метод «метлы» (B. Gillet, I. Miller, 1974 г.).

5. Метод Рена – Холлидея (А. Рен, А. Холлидей, 1972 г.).

IV. Теория расписаний (Д.М. Орлов, 1968 г.).

V. Имитационное моделирование (Л.Б. Миротин, А.Г. Гольдин, Б.П. Безель, 1989 г.).

Таким образом, существует достаточное количество методов решения задачи маршрутизации. В настоящее время с учетом совершенствования нейросетей, вероятнее всего, существующие методы получают дальнейшее развитие.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Dantzig G. B., Ramser J. H., The Truck Dispatching Problem, [Электронный ресурс] / G. B. Dantzig, J. Ramser // Management Science, Vol. 6, No. 1, 1959. – 91.

2. Michael Garey, David S. Johnson, Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness [Text]/ Garey Michael, S. Johnson David // New York: W. H. Freeman & Co. – 1979

3. Fischetti Matteo, Toth Paolo, Vigo Daniele, A Branch-and-Bound Algorithm for the Capacitated Vehicle Routing Problem on Directed Graphs [Text] / Matteo Fischetti, Paolo Toth, Daniele Vigo // Operation Research. – 1994. – Vol. 42, № 5. – P. 846-859.

4. John E. Mitchell, Branch-and-Cut Algorithms for Combinatorial Optimization Problems [Text] / E. Mitchell John // Mathematical Sciences Rensselaer Polytechnic Institute Troy, NY, USA. – 1999. – P.19.

5. Никоноров В. М. Математические методы решения задачи маршрутизации мелкопартионных перевозок // *π-Economy*. 2011. №6 (137). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskie-metody-resheniya-zadachi-marshrutizatsii-melkopartiionnyh-perevozok> (дата обращения: 02.03.2023).

## ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ЧАСТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ОКАЗЫВАЮЩЕГО УСЛУГИ ПО ВЫВОЗКЕ ДРЕВЕСИНЫ

Перевозка древесины – один из самых древних видов грузовых перевозок. Этот вид продукции был востребован во все времена, не теряет он свою значимость и сегодня. В отличие от предыдущих эпох, современные транспортные средства позволяют перевозить лесоматериалы в короткие сроки и на большие расстояния.

В нашей стране в настоящее время основные объемы заготовки и перевозки древесины осуществляются организациями Министерства лесного хозяйства. В то же время, анализ отчетных данных показывает, что в последние годы наблюдается тенденция увеличения объемов перевозки древесины сторонними организациями, или «перевозки на услугах сторонних организаций».

Для изучения эффективности рабочих процессов одной из таких организаций нами были проведены производственные исследования.

Организация занимается перевозкой деловой и дровяной древесины. Перевозка осуществляется сортиментовозом VOLVO FH12 с прицепом и гидроманипулятором. За рабочий день осуществляется от двух до четырех рейсов. Объемы перевозки за одни сутки составляют от 56 м<sup>3</sup> до 112 м<sup>3</sup> древесины. Средняя нагрузка на рейс составляет 32 м<sup>3</sup>.

Погрузка древесины осуществляется на промежуточном складе (рис. 1). Выгрузка – преимущественно, на железнодорожной станции либо непосредственно в вагоны, либо в штабель на станции.



Рисунок 1 – Схема работы на маршруте

Для осуществления такого рода деятельности, сортиментовоз зарегистрирован в Единой государственной автоматизированной информационной системе учета древесины и сделок с ней [1].

Услуги по перевозке древесины и формирование договорных обязательств проходят на онлайн-площадке Белорусской универсальной товарной биржи [2]. Договора заключаются, как правило, от 6 месяцев.

Лесхоз выставляет на бирже лот на перевозку. Организация, которая хочет заниматься предоставлением своих услуг перевозки, должна зарегистрироваться на бирже и участвовать в торгах. Для того чтобы участвовать в торгах каждая организация осуществляет оплату. Торги идут на понижение цены, предоставляемой перевозчиком. Когда лот куплен, между лесхозом и перевозчиком заключается электронный договор на бирже с электронной подписью представителей двух сторон.

С целью определения эффективности работы сортиментовоза на вывозке древесины, нами были проведены исследования, которые включали изучение затрат времени на: холостой пробег; пробег с грузом; погрузку; разгрузку; потери времени по организационным причинам. Была проведена обработка данных мониторинга работы с помощью системы «Белтранспутник». В результате были получены следующие значения:

- 25% времени затрачено на холостой ход;
- 24% времени затрачено на езду с грузом;
- 22% времени затрачено на погрузку;
- 16% времени затрачено на разгрузку;
- до 13% занимают организационные потери.

В целом проанализированные показатели работы говорят о достаточно высоком уровне организации транспортного процесса на предприятии. Для повышения эффективности перевозки древесины, на наш взгляд, необходимо тесное взаимодействие с диспетчерской службой лесхозов в части планирования и выбора маршрутов работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ЕГАИС Беларусь. Электронный учёт древесины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://egais-info.by/> – Дата доступа: 01.03.2023.
2. Белорусская универсальная товарная биржа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.butb.by/> – Дата доступа: 01.03.2023.

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

## **ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТЕХНИКИ НА ВЫВОЗКЕ ДРЕВЕСИНЫ В БОБРУЙСКОМ ЛЕСХОЗЕ ЗА 2022 ГОД**

ГЛХУ «Бобруйский лесхоз» Могилевского ГПЛХО организован 2 июля 1936 года. Лесхоз расположен в юго-западной части Могилевской области. Общая площадь лесхоза – 124 949 га, в том числе лесопокрытая площадь – 114 776 га [1]. Лесхоз включает 12 лесничеств, лесной питомник и два цеха по деревообработке.

Деятельность лесхоза осуществляется по двум основным направлениям:

*лесохозяйственное*, которое включает:

– охрану леса от пожаров, незаконных рубок и других лесонарушений;

– защиту лесов от болезней и вредителей;

– ведение охотничьего хозяйства.

и *промышленное*, которое включает заготовку, перевозку древесины и первичную обработку древесины.

Анализ объемов заготовки древесины за 5 лет позволяет сделать вывод о том, что средний годовой объем заготовки составляет около 312 тыс. м<sup>3</sup> в год. Причем наблюдается тенденция снижения объемов заготовки собственными силами. Т.е. лесозаготовки планомерно передают на услуги сторонних организаций.

Вывозка древесины осуществляется сортиментовозами на базе МАЗ 630308. За 2022 г всего вывезено 214696,56 тыс. м<sup>3</sup> сортиментов.

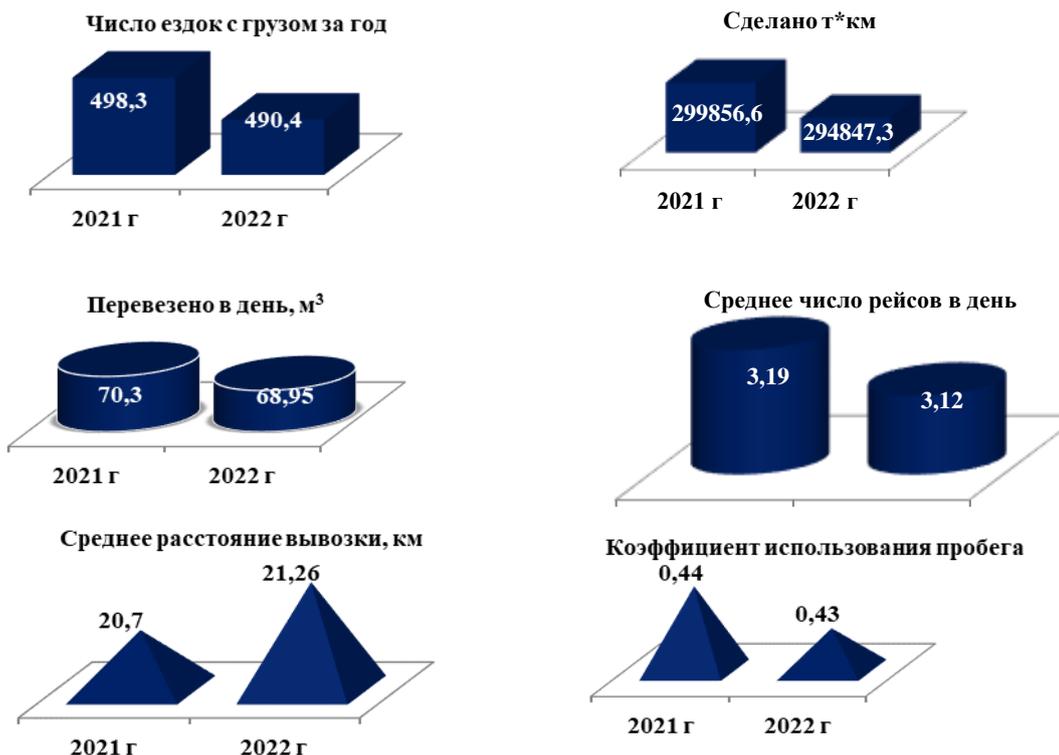
По видам перевозимых сортиментов – преобладают: пиловочное бревно, фанерное бревно, балансовая древесина, тех. сырье, дрова.

Основными видами перевозимых пиломатериалов в 2022 году были:

– из цеха «Доманово»: пиломатериалы обрезные; пиломатериалы необрезные, хвойные, на экспорт; щепы.

– из цеха «Скачек»: щепы; пиломатериалы на экспорт; оцилиндрованная древесина.

Для анализа эффективности сортиментовозов на вывозке древесины был проведен анализ основных показателей работы [2–4] за 2021 – 2022 гг. (рис. 1).



**Рисунок 1 – Анализ основных технико-эксплуатационные показатели работы сортиментовозов**

Результаты исследований показывают, что наблюдается тенденция к уменьшению количества ездов с грузом и к снижению объемов выполненной грузовой работы. Также наблюдается снижение средних объемов перевезенной древесины и средних значений количества рейсов за смену. При этом значение среднего расстояние вывозки увеличилось, а значение коэффициента использования пробега уменьшилось. Снижение значений указанных показателей связано в первую очередь с уменьшением объемов заготовки в 2022 году по сравнению с 2021 годом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бобруйский лесхоз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bobrles.by/> – Дата доступа: 01.03.2023.
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 ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТА

Системы мониторинга работы автотранспорта – это программно-аппаратные комплексы для контроля и управления транспортом на предприятии. Они позволяют собирать данные о транспортных средствах: местоположение и маршруты, расход топлива, пробег, стиль вождения и другие параметры.

Основные задачи мониторинга:

- контроль рабочих процессов;
- обеспечение обмена информацией;
- оперативное формирование отчетов;
- осуществление контроля и логирование событий;
- формирование различных баз данных и справочников.

Необходимый объем и качество собираемой информации зависит от датчиков, устанавливаемых на транспортное средство.

В настоящее время сервисов, предоставляющих возможности мониторинга транспорта, достаточно много.

В рамках проведенных исследований, были проанализированные возможности основных, которые представлены в таблице.

**Таблица – Основные возможности систем мониторинга работы автотранспорта**

<b>AutoGPS [1]</b>	<b>Агент [2]</b>
Улучшение безопасности водителей и перевозимых грузов. Предупреждение фактов нецелевого применения транспорта. Предупреждение кражи груза.	Отображение текущего местонахождение. Отображение маршрутов движения ТС за выбранный период. Отображение пробега, расхода за выбранный период. Учет движения по типам дорог. Хранение данных за период не менее 12 месяцев.
<b>BelFort [3]</b>	<b>Виссен [4]</b>
Учет: Расхода топлива. Срабатывание датчиков открытия дверей и температуры. Нажатие тревожной кнопки и идентификации карты водителя. Качество вождения. Отклонение от заданного маршрута;	Мониторинг транспорта. Контроль топлива. Контроль параметров бортового компьютера. Контроль выполнения операций и работы механизмов. Контроль температуры и работы холодильного оборудования.

Выезд транспортного средства из разрешенной геозоны.	Контроль сохранности грузов. Защита от угонов.
<b>Единая навигационная диспетчерская система [5]</b>	<b>БелТрансСпутник [6]</b>
Контроль расхода топлива. Мониторинг транспорта. Диагностика транспорта. Учет ГСМ. Экономия топлива. Снижение расходов на топливо. Формирование отчетности.	Мониторинг транспорта. Контроль топлива. Предупреждение кражи груза. Контроль работы транспорта. Тахограф. Контроль температуры.

Таким образом, современные системы мониторинга работы транспорта позволяют осуществлять контроль всех этапов перевозки грузов, обеспечивать обмен актуальной информацией и оперативное формирование отчетов, логировать события, формировать различные базы данных и справочники.

Проведенные исследования показывают, что в нише мониторинга работы транспорта достаточно фирм, предоставляющих требуемые услуги. Пакет предоставляемых услуг примерно одинаков на всех сервисах. Выбор же оптимального варианта зависит от стоимости. При этом возникает проблема оценки точности получаемых данных, видимости (охват территории) и надежности онлайн-сервисов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Система спутникового GPS мониторинга транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://autogps.by/> – Дата доступа: 01.02.2023.
2. Система мониторинга транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://antelis.by/> – Дата доступа: 01.02.2023.
3. Система BelFort [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belfort.by/> – Дата доступа: 01.02.2023.
4. GPS/ГЛОНАСС мониторинг транспорта и контроль топлива в РБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vissen.by/> – Дата доступа: 01.02.2023.
5. Единая навигационная диспетчерская система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ends.by/> – Дата доступа: 01.02.2023.
6. IT решения для транспорта и мобильных сотрудников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://beltranssat.by/> – Дата доступа: 01.02.2023.

## **АНАЛИЗ РАБОТЫ СОРТИМЕНТОВОЗОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ДРЕВЕСИНЫ В ГРОДНЕНСКОМ ЛЕСХОЗЕ**

Государственное лесохозяйственное учреждение Гродненский лесхоз расположен в северо-западной части Гродненской области на территории Гродненского и Берестовицкого административных районов. [1]. Общая площадь лесхоза составляет 57,6 тыс. га, в том числе покрытые лесом – 54 тыс. га. Наибольшую площадь занимают сосновые леса – 73%, березовые – 12%, ольховые – 6%, еловые – 4%, дубовые – 2% [1].

В настоящее время лесхоз состоит из 7 лесничеств: Августовское, Военное, Гожское, Гродненское, Индурское, Неманское, Сопоткинское. Помимо лесничеств структурными подразделениями лесхоза являются: лесопункт, лесопитомник, ремонтно-механическая мастерская.

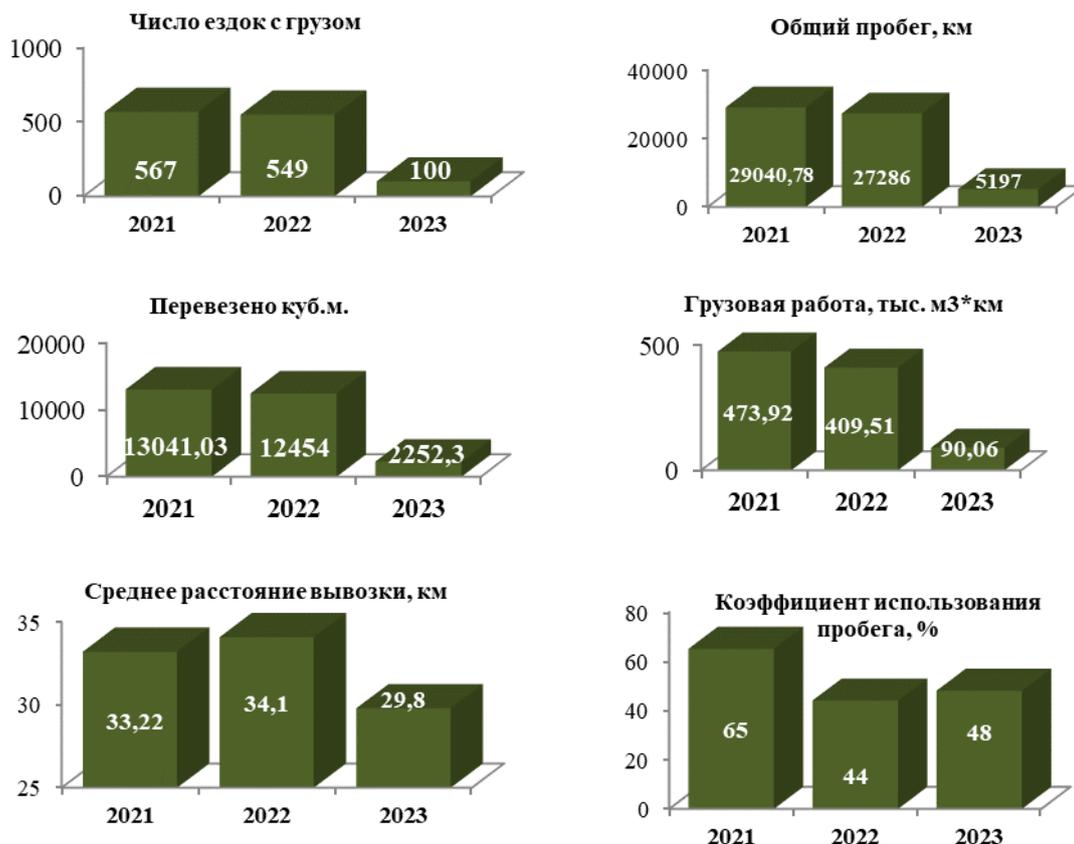
Направления лесохозяйственной деятельности: лесопользование, лесовосстановление и лесоразведение, охрана леса от пожаров, незаконных рубок и других лесонарушений, защита лесов от болезней и вредителей, ведение охотничьего хозяйства.

Помимо лесохозяйственной деятельности в лесхозе осуществляется и промышленная деятельность, которая включает заготовку древесины, ее транспортировку и переработку. Для осуществления перевозок древесины от мест ее заготовки и складирования до пунктов переработки или конечных потребителей в лесхозе имеется парк автотранспортных средств на базе МАЗ-6303А8.

Для анализа работы сортиментовозов при перевозке древесины были проведены исследования, которые включали анализ основных показателей работы автотранспорта [2–4] при перевозках древесины в лесхозе:

- число ездов с грузом;
- общий пробег, км;
- перевезенный объем древесины, м<sup>3</sup>;
- грузовая работа, м<sup>3</sup>·км;
- среднее расстояние вывозки, км;
- коэффициент использования пробега.

Результаты исследований представлены на рис.1. На основе анализа результатов проведенных исследований, можно сделать следующие выводы и рекомендации.



**Рисунок 1 – Средние значения основных показателей работы сортиментовозов (за 2023 г. – данные за январь и февраль)**

В целом проанализированные показатели работы говорят о достаточно высоком уровне организации транспортного процесса в лесхозе. Для повышения эффективности вывозки древесины, на наш взгляд, необходимо увеличение объемов строительства подъездных путей и, по возможности, лесных автомобильных дорог. Для увеличения значений коэффициента использования пробега и производительности сортиментовозов необходимо тщательнее подходить к вопросу формирования рейсов и выбору маршрутов перевозки.

#### ЛИТЕРАТУРА

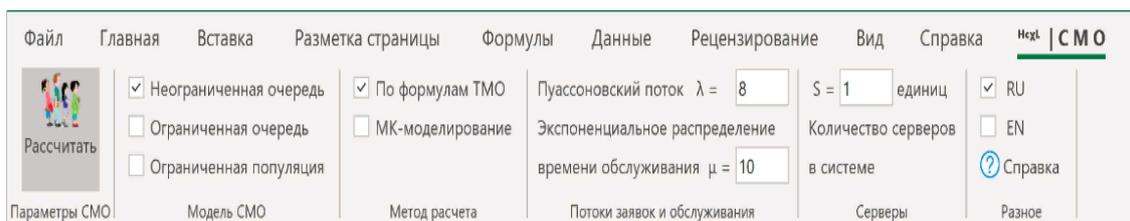
1. Гродненский лесхоз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://grodnoleshoz.by/> – Дата доступа: 01.03.2023.
2. Ванчукевич В. Ф., Седюкевич В. Н., Холупов В. С. Грузовые автомобильные перевозки: учебное пособие. Минск: Выш. шк., 1989. 272 с.
3. Ванчукевич В.Ф., Седюкевич В. Н., Холупов В. С. Автомобильные перевозки. Минск: ДизайнПро, 1999. 224 с.
4. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки. Киев: Вища школа. 1986. 447 с.

## ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЗАДАЧ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В EXCEL ДЛЯ УЧЕБНЫХ ЦЕЛЕЙ

В настоящее время для решения задач теории массового обслуживания можно использовать множество программных продуктов [1]. Одним из самых популярных инструментов для решения задач теории массового обслуживания является табличный процессор MS Excel. Этот программный продукт позволяет использовать различные математические функции и статистические инструменты, которые позволяют решать задачи теории массового обслуживания в удобной форме. Основным достоинством MS Excel является понятность интерфейса и относительная доступность.

Расчеты основных задач теории массового обслуживания [2, 3] можно производить специальной надстройкой для MS Excel [4] (рис. 1).

Основные возможности надстройки [4]: является простым инструментом, не требующим обучения; имеет удобный интерфейс для расчета параметров систем массового обслуживания по известным формулам теории массового обслуживания; позволяет сделать несколько оценок или решить задачу; моделирует поток заявок методом Монте-Карло, что более реалистично отражает реальный поток заявок в системах массового обслуживания.



**Рисунок 1 – Интерфейс надстройки «Система массового обслуживания»**

Надстройку можно установить на MS Excel начиная с версии 2007 года.

С точки зрения учебного процесса, на наш взгляд, данная надстройка имеет недостаток – отсутствие поясняющего теоретического материала, а также расчетных заданий. Также, данную надстройку необходимо правильно установить в MS Excel, что требует дополнительных навыков работы с этой программой.

Для решения задач теории массового обслуживания в учебном процессе нами разработан шаблон в MS Excel, включающий учебные материалы и расчетные задания для основных разделов теории массового обслуживания в лесопромышленном комплексе [2, 3].

Общий вид одного из расчетного задания представлен на рис. 2.

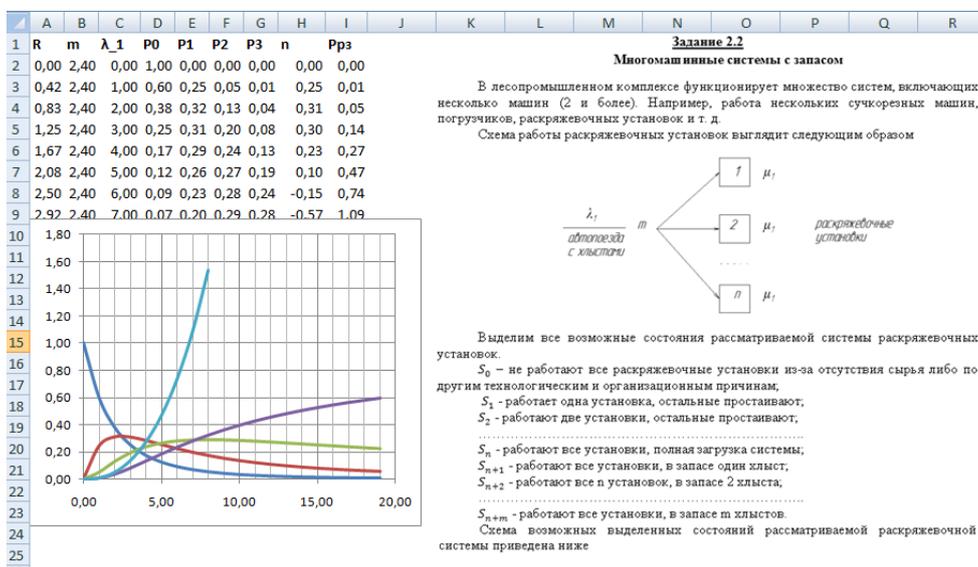


Рисунок 2 – Общий вид рабочего листа «Задание 2.2»

Использование разработанного шаблона для решения задач теории массового обслуживания дает возможность оптимизировать расчеты при решении учебных заданий, а также закрепить полученные знания путем моделирования различных производственных ситуаций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. 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.

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

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

4. Надстройка «Системы массового обслуживания» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hcxl.net/m.html> – Дата доступа: 02.03.2023.

Студ. А.Б. Голик, А.А. Вершинина  
 Науч. рук. доц. Р.О. Короленя  
 (кафедра информатики и веб-дизайна, БГТУ)

## АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА МЕБЕЛИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Производство мебели – основа деревообрабатывающей промышленности Беларуси. Оно позволяет максимально перерабатывать сырье на территории страны и экспортировать готовую продукцию с высокой добавленной стоимостью. Можно сказать, что белорусская мебель – это уже визитная карточка, представляющая нашу страну. Наша мебель с каждым годом становится все более востребованной на мировом мебельном рынке.

При изготовлении мебели возможно применение различных древесных пород, каждая из которых имеет свои особенности и характеристики. К наиболее востребованным породам можно отнести: массив дуба; березу; хвойные породы; ольху; твердый ясень; лиственница и бук. Объем производства мебельной продукции в 2021 году зафиксирован на уровне 2,7 млрд. рублей, что составляет 1,4% ВВП республики. В среднем за 2017-2021 годы объем производства мебели в Беларуси рос на 26,6% ежегодно. Наибольший вклад в формирование ВВП по данному направлению внесли организации Брестской области, на которые в 2021 году пришлось свыше 30% произведенной в стране мебельной продукции.

Белорусский производственно-торговый концерн лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности (концерн «Беллесбумпром») является государственной организацией, подчиненной Правительству Республики Беларусь. Концерн осуществляет управление крупнейшими предприятиями деревообрабатывающей, мебельной и целлюлозно-бумажной промышленности страны. В его состав входит около 50 таких предприятий и организаций. Сектор производства мебели представлен 14 предприятиями, которые производят порядка 25% от общего объема выпуска мебели в стране, а ассортимент мебели охватывает все ее виды. Предприятия, которые входят в состав концерна:

Ивацевичдрев; Пинскдрев; Гомельская МФ «Прогресс»; ЗОВ-ЛенЕВРОМЕБЕЛЬ; Мозырьский ДОК; Могилёвдрев; Молодечномебель;	Вилейская мебельная фабрика; ФанДОК; Речицадрев; Слониммебель; Гомельдрев; Ельская мебельная фабрика Бобруйскмебель.
---	--

Ежегодно около 50–70% произведенной в Беларуси мебели экспортируется. Объем экспорта мебельной продукции из Беларуси превышает объем импорта в более чем 3 раза. Основным рынком сбыта мебели – Российская Федерация. В целом доля мебельной промышленности сегодня составляет чуть более трети в структуре экспорта всей продукции лесной и дерево-обрабатывающей промышленности.

Основным документом, регламентирующим работу концерна до 2025 года это Государственная программа «Белорусский лес», и в частности подпрограмма 4 «Деревообрабатывающая отрасль» [1].

Стратегическая цель развития лесопромышленной отрасли – рационально переработать имеющийся запас сырья и обеспечить реализацию продукции с высокой добавленной стоимостью.

В соответствии с подпрограммой, планируется, что производство мебели (в фактических ценах) увеличится в 1,3 раза к уровню 2020 года. Для загрузки производственных мощностей крупнейших переработчиков древесного сырья понадобится:

- организациям концерна «Беллесбумпром» – от 6300 тыс. м<sup>3</sup> в 2021 году до 7300 тыс. м<sup>3</sup> к 2025 году;

- организациям Министерства лесного хозяйства – от 6000 тыс. м<sup>3</sup> в 2021 году до 6400 тыс. м<sup>3</sup> к 2025 году;

- ИООО «Кроноспан» – от 3375 тыс. м<sup>3</sup> в 2021 году до 5000 тыс. м<sup>3</sup> к 2025 году;

- ИООО «ВМГ Индустри групп» – от 620 тыс. м<sup>3</sup> в 2021 году до 1100 тыс. м<sup>3</sup> к 2025 году.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить следующее. Деревообрабатывающая промышленность Республики Беларусь – динамично развивающаяся система.

В структуре деревообрабатывающей промышленности ключевую роль играет мебельное производство. Оно составляет 70 % объема выпуска продукции данной отрасли. Планируемые объемы производства деревообработки увеличиваются. Перспективными направлениями развития отрасли будут являться создание кластера производителей мебели.

## ЛИТЕРАТУРА

1. О Государственной программе «Белорусский лес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 янв. 2021 г., № 52 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100052&p1=1&p5=0> – Дата доступа: 01.03.2023.

## ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ КОМПЛЕКС РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

Лесной комплекс Республики Беларусь в общем виде можно структурно представить следующим образом:

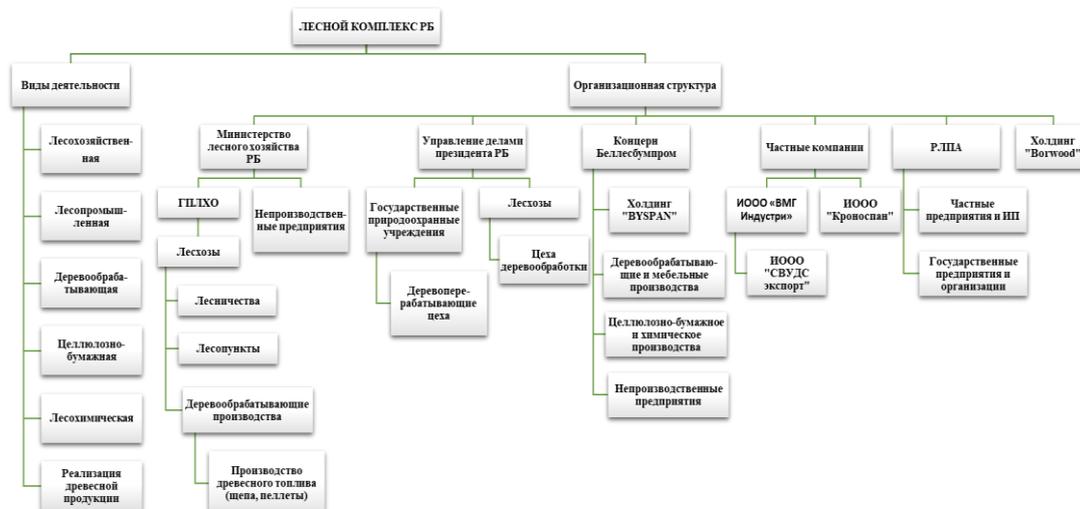


Рисунок 1 – Структурная схема лесного комплекса

Одну из ключевых позиций в лесном комплексе занимает деревообрабатывающий. Основной документ, регламентирующий перспективы его развития до 2025 год – Государственная программа «Белорусский лес» [1], и в частности подпрограмма 4 «Деревообрабатывающая отрасль» (заказчик – концерн «Беллесбумпром»).

В соответствии с этим документом, стратегическая цель развития – рационально переработать имеющийся запас сырья и обеспечить реализацию продукции с высокой добавленной стоимостью. Планируется, что в результате реализации Государственной программы:

- объем заготовки древесины вырастет до 3,2 м<sup>3</sup> с 1 гектара;
- будет построено не менее 580,3 километра новых лесохозяйственных дорог;
- производство в бумаги и картона в натуральном выражении увеличится в 2,1 раза, целлюлозы – в 1,7 раза, плитной продукции – в 1,1 раза;
- производство мебели (в фактических ценах) увеличится в 1,3 раза к уровню 2020 года.

Для эффективного развития отрасли, программой заложено решение следующих основных задач:

– модернизация лесозаготовительных, деревообрабатывающих, мебельных, целлюлозно-бумажных и лесохимических производств, повышение их эффективности и конкурентоспособности (задача 1);

– создание кадрового резерва для поступательного развития лесной промышленности (задача 2).

Для выполнения задачи 1 планируется осуществить следующие организационно-технические меры:

– внедрение информационных технологий в технологические процессы и выстраивание единой информационной системы управления материальными потоками в деревообрабатывающих, мебельных и целлюлозно-бумажных организациях;

– развитие (создание) производств по выпуску строительных и столярных деревянных изделий, профилированной и инженерной древесины, погонажных изделий из массива и MDF;

– стимулирование развития отечественной индустрии малоэтажного деревянного домостроения (деревянные дома различного типа, унифицированные деревянные конструкции) для использования в региональном строительстве поселков и микрорайонов;

– развитие (создание) производств по выпуску экотоваров (специальных видов упаковочной бумаги) для формирования в республике упаковочной индустрии и реализации принципа «eco-friendly» (безопасный для экологии) в рамках государственной экологической политики;

– партнерство государственного и частного бизнеса в программе импортозамещения товаров народного потребления и изделий, необходимых для выпуска отечественной продукции глубокой переработки древесины, а также формирование условий для создания кластера мебельных и иных производителей в республике, в том числе за счет развития сопутствующих импортозамещающих производств;

– стимулирование организаций среднего и малого бизнеса к увеличению объемов переработки.

Таким образом, заложенные программой задачи предполагают увеличение концентрации глубокой переработки древесины внутри республики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О Государственной программе «Белорусский лес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 янв. 2021 г., № 52 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100052&p1=1&p5=0> – Дата доступа: 01.03.2023.

## **УЧЕТ ПАРАДОКСА БРАЕСА ПРИ МАРШРУТИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ДРЕВЕСИНЫ**

Сортиментная технология лесозаготовок позволяет осуществлять доставку лесоматериалов непосредственно конечному потребителю («во двор потребителя»). Перевозка древесины потребителям при этом может осуществляться с использованием различных вариантов организации работы сортиментовозов на маршрутах [1]. При этом, основные объемы древесины перевозятся по дорогам общего пользования, в связи с чем, проблемы с которыми сталкиваются при маршрутизации перевозок, включают в себя и перечень трудностей, возникающих на самих дорогах общего пользования в процессе передвижения по ним.

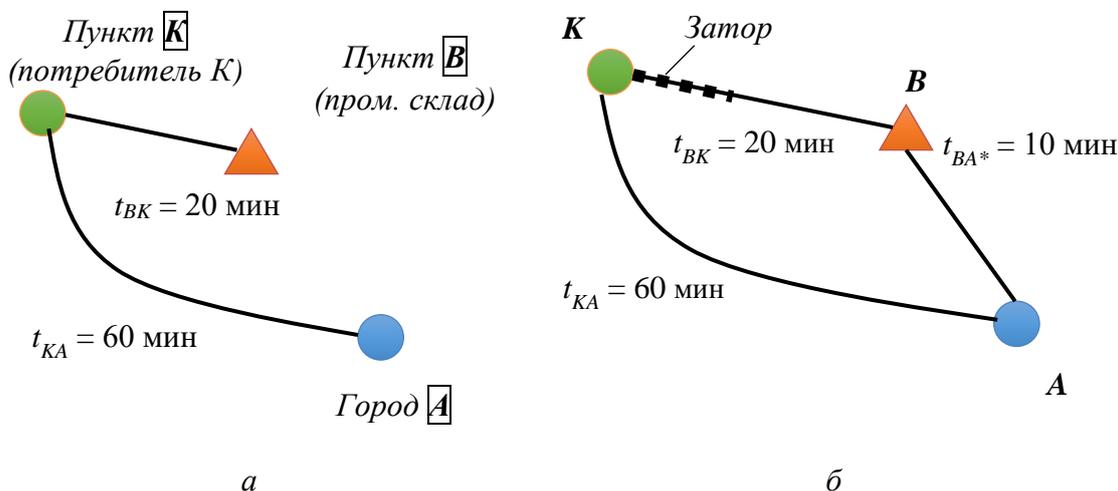
На сегодняшний день одной из актуальных транспортных проблем является снижение производительности сети дорог общего пользования и увеличение среднего времени корреспонденций. Наблюдаемая тенденция обусловлена рядом причин, таких как: рост уровня автомобилизации населения; увеличение интенсивности использования индивидуально транспорта; снижение эффективности городского пассажирского транспорта; увеличение потребности жителей города в перемещениях; диспропорция между уровнем автомобилизации и темпами дорожного строительства и др. [2]. Решение данной транспортной проблемы имеет ключевое значение как для развития современных городов, так и для планирования оптимальных маршрутов перевозок древесины.

Логичное решение о создании дополнительных дорог с целью уменьшения нагрузок на сложившуюся дорожную сеть на практике приводит к диаметрально противоположному исходу.

Впервые вопрос об этом явлении был поднят немецким математиком Дитрихом Браесом в статье 1968 года, согласно которой, добавление дополнительных мощностей в сеть при условии, что двигающиеся по сети объекты сами выбирают свой маршрут, может снизить общую производительность. Это явление получило название парадокса Браеса. [3]

Рассмотрим на примере явление парадокса Браеса при планировании перевозок древесины с промежуточного склада потребителям по дорогам общего пользования (Рис. 1).

Предположим, что в пункте **В** расположен промежуточный лесопромышленный склад в непосредственной близости к участку дороги общего пользования. Время на преодоление участка от промежуточного склада в пункте **В** до потребителей, находящихся в пункте **К** (населенный пункт, город), составляет  $t_{BK} = 20$  мин.



**Рисунок 1 – Расчетные модели:**

- a* – схематическая модель транспортной системы до введения новой дороги;
- б* – схематическая модель транспортной системы после введения новой дороги

Ориентировочная продолжительность проезда из пункта **К** в пункт **А** (город, населенный пункт) составляет  $t_{KA} = 1$  час. Из промежуточного склада до потребителей в пункте **А** можно добраться только через город **К**, при этом, учитывая время на преодоление участка **ВК**, получим:  $t_{BA} = t_{KA} + t_{BK} = 60 + 20 = 80$  мин. (Рис. 1, *a*).

В целях уменьшения времени, затрачиваемого на проезд между пунктами **В** и **А**, и, следовательно, между лесопромышленным складом в пункте **В** и потребителями города **А**, была построена дополнительная дорога, время передвижения по которой составило  $t_{BA*} = 10$  минут (Рис. 1, *б*).

Каждый водитель с намерением быстрее добраться до пункта **К** из пункта **А** начал использовать новый участок **ВА**, предварительно сложив 10 минут до пункта **В** и 20 минут до пункта **К**, и получив время на дорогу  $t_{AK} = 30$  мин., что в  $60/30 = 2$  раза меньше, чем по первоначальному маршруту. Но будет ли верно это утверждение.

Время проезда с использованием новой дороги займет порядка 1 часа, так как 30 лишних минут водители простоят в транспортном заторе между пунктами **В** и **К**. При этом, затор будет эквивалентен 30 минутам. Если же затор будет значительно меньше, то еще большее количество водителей будет выбирать этот маршрут и в результате, он

все равно будет увеличиваться. Обратная ситуация так же невозможна, так как, если затор будет существенно больше – автомобилисты будут отдавать предпочтение первоначальной дороге, без проезда пункта **В**. Равновесное значение длины затора – это результат теоретико-игрового взаимодействия автомобилистов, которые принимают решение, куда ехать, в результате которого всегда будет затор ровно такой, чтобы сумма времени проезда была равной по обеим дорогам. Так проявляется 1-й принцип Вардропы: «Время путешествия по всем используемым маршрутам одинаково и меньше времени, которое потребовалось бы одному транспортному средству для поездки по любому из неиспользуемых маршрутов» [4].

В конечном итоге мы получаем, что для всех водителей, желающих добраться из города **К** в город **А**, время на передвижение останется приблизительно тем же:  $t_{КА} = 1$  час. В то время как перевозка древесины с промежуточного склада **В** до потребителей **К** вместо ранее затрачиваемых 20 минут составит:  $t_{ВК} = 20 + 30 = 50$  мин., с учетом возникающего тридцатиминутного затора.

Таким образом, введение дополнительной дороги не только не дало положительного эффекта для дорожной обстановки, но и дополнительно существенно ухудшило ситуацию на отдельных ее участках, и тем самым увеличило время перевозки древесины. Это и есть один из примеров явления парадокса Браесса, который, на наш взгляд, необходимо учитывать при планировании работы сортиментовозов при перевозках древесины на дорогах общего пользования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Короленя Р. О. Показатели работы сортиментовозов при различных схемах организации перевозки древесины / Р. О. Короленя, Е. И. Барташевич // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн: материалы 87-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 17 февраля 2023 года. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 99-101.

2. Бирюков В.К. Проблемы транспортных систем городов и возможные пути их решения / В.К. Бирюков, А.В. Власов, К.Н. Демченко //Международный научно-исследовательский журнал.– 2015. – №2 (33).

3. Braess D. Uber ein Paradoxon aus der Verkehrsplanung // Unternehmensforsch. – 1968. – V. 12. – № 1. – P. 258–268.

4. Макконелл Дж. Основы современных алгоритмов // Учебное пособие по направлению подготовки специалистов «Информатика и вычислительная техника»/Перевод с английского под ред. С.К. Ландо, 2-е изд-е, дополненное – М.: Техносфера, 2004. – 366 с.

## СОВРЕМЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В экономико-социальной инфраструктуре страны транспортный комплекс является важнейшим звеном и предназначен для своевременного и качественного обеспечения потребности населения в перевозках и услугах, жизнедеятельность всех отраслей экономики и национальную безопасность государства.

Его инфраструктура объединяет следующие виды транспорта: автомобильный (рис. 1а) – 2 974 303 транспортных средств, железнодорожный (рис. 1б) – 760 локомотивов и 445 секций моторвагонного подвижного состава, водный (рис 1в), воздушный (рис. 1г), трубопроводный, городской электрический и метрополитен.



а



б



в



г

**Рисунок 1 – Виды транспорта**

Кроме того, в его структуру следует включать: транспортные коммуникации (автомобильные дороги, железнодорожные и водные пути сообщения, трубопроводные трассы, троллейбусные и трамвайные линии, линии метрополитена, транспортные и аэронавигационные системы); инженерные сооружения, обеспечивающие деятельность транспорта.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Насковец М. Т., Борозна А. А., Короленя Р. О. Основы грузо-ведения. Минск: БГТУ, 2022, 77 с.

2. Насковец М.Т. Транспортное освоение лесов Беларуси и компоненты лесотранспорта. Минск: БГТУ, 2010, 176 с.

Студ. Е.С. Ильева  
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. П.А. Протас  
(кафедра лесных машин, дорог  
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## **ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ И СПОСОБЫ СОРТИРОВКИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ НА ЛЕСОСЕКЕ**

Сортировка круглых лесоматериалов на лесосечных работах является обязательной операцией и выполняется в процессе их заготовки харвестером или бензопилой на лесосеке, при погрузке и транспортировке форвардером (тележкой), а также при формировании штабелей (штабелевке) круглых лесоматериалов на промежуточных лесопромышленных складах [1, 2].

Сортировка круглых лесоматериалов в зависимости от применяемого ТНПА и требований договора может осуществляться по следующим категориям: качеству; породам (группам пород); размерам (длинам, диаметрам); назначению.

Заготовленные круглые лесоматериалы на промежуточных лесопромышленных складах должны быть рассортированы по размерам, породам и качеству в соответствии с предполагаемым назначением. Круглые лесоматериалы, отгружаемые потребителю, должны быть рассортированы по размерам, породам и качеству в соответствии с требованиями ТНПА, указанных в договоре на поставку в соответствии с СТБ 2426.

Сортировка круглых лесоматериалов осуществляется по качеству в соответствии с требованиями СТБ 1711, СТБ 1712 на три сорта (1-й, 2-й, и 3-й), в соответствии с требованиями СТБ 2315-1, СТБ 2315-2, СТБ 2316-1, СТБ 2316-2 – на четыре сорта (А, В, С, D) в зависимости от особенностей макростроения древесины, наличия и параметров пороков, а в некоторых случаях и от размеров.

Сортировка круглых лесоматериалов по назначению осуществляется в соответствии с требованиями СТБ 1711 и СТБ 1712 или требованиями договора на поставку.

Сортировка круглых лесоматериалов по размерам (длинам и диаметрам) должна учитывать требования к их измерению в соответствии с СТБ 1667.

При раскряжевке хлыста следует стремиться к максимальному выходу круглых лесоматериалов более высокого сорта.

Сортировку круглых лесоматериалов харвестером производят в процессе раскряжевки хлыста с учетом его характеристик и особенностей с применением измерительной системы харвестера [3].

Сортировку круглых лесоматериалов при их заготовке бензопилами производят на пасаке. Сортировка технологически связана с операциями валки дерева и раскряжевки хлыста на круглые лесоматериалы.

При сборе и погрузке круглых лесоматериалов форвардером осуществляется предварительная их сортировка.

Сортировка осуществляется при сборе отдельных бревен. Вначале укладываются наиболее длинные бревна одной длины. При формировании полной рейсовой нагрузки, осуществляется рабочий ход с грузом на промежуточный лесопромышленный склад.

Если бревна большей длины на пасаке закончились до формирования полной рейсовой нагрузки, далее можно на уложенные в грузовую платформу форвардера длинные бревна погрузать более короткие одной сортировочной категории. При следующем рейсе форвардер погружает бревна другой сортировочной категории.

Целесообразность сортировки круглых лесоматериалов на лесосеке заключается в повышении производительности форвардера, обеспечении прямой доставки лесоматериалов потребителю с промскладов, сокращая транспортно-логистические издержки, сохранении качества лесоматериалов при их хранении соответствующими способами с учетом стойкости отдельных древесных пород и др.

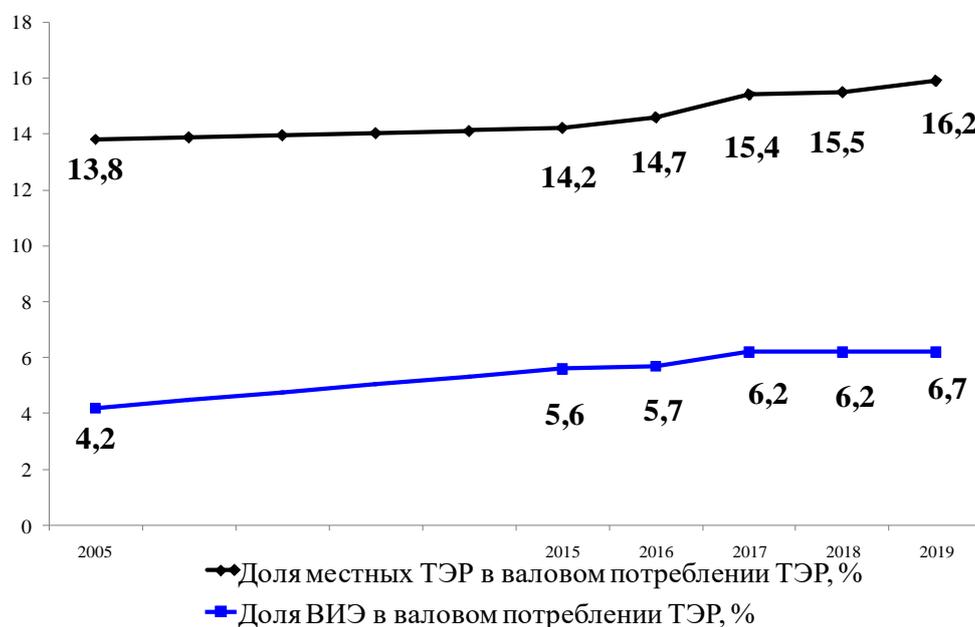
Следует отметить, что для качественной сортировки круглых лесоматериалов на лесосечных работах без существенного снижения производительности харвестера следует ограничивать количество сортируемых категорий до 6–8, так как при большем их количестве существенно увеличивается время обработки одного дерева харвестером.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Машинная заготовка древесины по скандинавской технологии. Учебное пособие / под ред. И.В. Григорьева. – СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2019. – 192 с.
2. Качественные аспекты при заготовке и последующей переработке круглых лесоматериалов / Стёд Р. [и др.]. – Йоэнсуу: НИИ леса Финляндии Метла, 2009. – 34 с.
3. Лесные машины «Амкодор». Учеб.-метод. пособие / А.С. Федоренчик [и др.]. Минск: БГТУ, 2013. – 240 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

В настоящее время в Беларуси действует более 3,3 тысяч источников энергии на местных топливно-энергетических ресурсах (ТЭР) суммарной электрической мощностью более 130 МВт и тепловой мощностью более 6800 МВт, в т. ч. более 20 мини-ТЭЦ (суммарной электрической мощностью 130 МВт и тепловой мощностью – около 350 МВт). Для нашей страны, импортирующей около 80–85 % всех ТЭР, задача по максимальному вовлечению в топливно-энергетический баланс местных видов ТЭР и возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является первостепенной и наблюдается положительная динамика по использованию ВИЭ (рисунок). Широкое использование в республике местных ТЭР и ВИЭ, позволяет повысить энергетическую безопасность государства и способствует развитию собственных технологий и производству соответствующего оборудования. Кроме того, использование местных ТЭР, как правило, является экологически безопасным [1].



**Рисунок – Динамика изменения доли местных ТЭР,  
в том числе ВИЭ в валовом потреблении ТЭР республики**

В данном направлении Беларусь является участником важнейших международных соглашений по снижению выбросов парниковых

газов [2]. В частности, Беларусь взяла на себя обязательства к 2030 году: на 28% уменьшить выбросы парниковых газов (по сравнению с 1990); обеспечить выбросы парниковых газов к 2030 г. на уровне не более 96,1 млн. тонн; увеличить долю возобновляемых источников энергии с 6,2 до 9%; уменьшить энергоёмкость ВВП на 25% по сравнению с 2010 годом; уменьшить долю газа в производстве энергии на 50%.

Использование древесных отходов лесозаготовки, лесопиления и деревообработки в качестве топлива есть завершающая фаза лесопромышленного производства, придающая ему безотходный характер и направленная на повышение эффективности мер по охране природы [3]. Вовлечение в топливный баланс лесопромышленными предприятиями древесных отходов – это наиболее эффективный способ сбережения горючих ископаемых для последующих поколений, запасы которых в природе уменьшаются все возрастающими темпами [4].

Таким образом, использование местного древесного топлива может и должно быть эффективным, способствуя повышению энергетической безопасности страны, при комплексном научном подходе к данной проблеме. Древесные отходы, используемые в энергетике, способствуют выполнению задачи по обеспечению энерготехнической безопасности Республики Беларусь и эффективному использованию лесосырьевых ресурсов и древесных отходов в качестве топливного сырья [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2022. – Минск: Национальный статистический комитет РБ, 2022. – 374 с.
2. Рамочная конвенция ООН об изменении климата: [Электронный ресурс]. М., 2015. URL: [https://unfccc.int/sites/default/files/russian\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/russian_paris_agreement.pdf). (Дата обращения: 18.04.2023).
3. СТБ 1867-2017 «Отходы древесные. Общие технические условия». Введ. 01.10.2017. – Минск: БелГИСС, 2017. – 12 с.
4. Кундас, С. П. Применение возобновляемых источников энергии в Республике Беларусь / С. П. Кундас, С. С. Позняк // Альтернативная энергетика и экология. – 2006. – №5 (37). – С.119–120.
5. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. / Статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет РБ, 2022. – 40 с.

## **АНАЛИЗ ВИБРОУСКОРЕНИЙ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА НА БАЗЕ МТЗ**

Исследованиями установлено, что детали трансмиссии трелевочного трактора ТТР-401 при трелевке испытывают повышенные динамические нагрузки на конечные элементы трансмиссии, в частности на конические передачи переднего ведущего моста. Это вызывает необходимость дополнительного упрочнения серийно выпускаемых конических передач переднего ведущего моста трелевочных тракторов ТТР-401 способами, позволяющими получать более высокую микротвердость контактных поверхностей зубьев.

Проведенными практическими исследованиями доказана перспективность использования для упрочнения зубчатых колес трансмиссии трелевочных тракторов процесса боросилицирования с разработанным составом насыщения, при котором наряду с высокой микротвердостью и износостойкостью поверхности образуется упрочненный слой с низкой хрупкостью, что препятствует его выкрашиванию в процессе эксплуатации трелевочного трактора.

В связи с этим организованы сравнительные производственные испытания упрочненных цементацией и боросилицированием конических зубчатых колес переднего ведущего моста трелевочного трактора. Боросилицирование осуществлялось в разработанном составе насыщения (пат. № 11380 Респ. Беларусь) при температуре насыщения 950°C и времени насыщения 3–3,5 часа, что способствует образованию упрочненного слоя толщиной 200–250 мкм с поверхностной микротвердостью 11000–12000 МПа.

Ограничение номенклатуры деталей трансмиссии, принятых для исследований объясняется, прежде всего, сложностью испытаний их в реальных условиях, связанной с большой продолжительностью процесса эксплуатации, необходимостью практически полной разборки и сборки сложных механизмов для исследования отдельных деталей и существенным непостоянством реальных условий испытаний во времени.

Производственные испытания упрочненных конических колес трелевочных тракторов ТТР-401 организованы в ОАО «Плещеницлес» и ГЛХУ «Слущкий лесхоз». Основным параметром измерений зубчатых колес являлось виброускорение, которое генерировалось кониче-

скими парами при эксплуатации трелевочного трактора. По изменению уровня виброускорений конических пар можно косвенно судить об износе зубчатых колес. При этом увеличение уровня виброускорений зубчатых колес приводит к повышению интенсивности их изнашивания.

Измерение виброускорений конических передач, упрочненных цементацией и боросилицированием, проводилось при наработке трелевочного трактора ТТР-401 в 50 моточасов, что соответствует новым парам и 2700 моточасов. Испытания трелевочного трактора проводились на первой, второй и третьей передачах КПП. В ходе испытаний датчик для измерения виброускорений монтировался к переднему ведущему мосту трелевочного трактора ТТР-401 в месте установки подшипников. Посредством шнура сигнал от датчика передавался к измерительному прибору, виброанализатору ВШВ-003-М2.

При измерении виброускорений конической передачи трелевочного трактора при наработке 2700 моточасов отмечается значительное повышение их уровней, особенно на второй и третьей передачах, для упрочненных боросилицированием пар на 2–3 дБ по сравнению с базовым, в то время как для цементированных зубчатых колес на 9,8–10 дБ. Это свидетельствует о повышенной интенсивности изнашивания цементированных конических зубчатых колес уже в период наработки трелевочного трактора ТТР-401 в 1700–1800 моточасов.

Осмотр зубьев конических колес показал наличие на контактной поверхности пластической деформации, задиров и заедания, что подтверждают полученные результаты измерений уровня виброускорений цементированных зубчатых колес, а также результаты исследований упрочненных образцов и стендовых испытаний.

На зубьях колес, упрочненных боросилицированием видимых изменений контактной поверхности не обнаружено, уровни виброускорений возрастают незначительно, что свидетельствует о возможности длительной эксплуатации конической зубчатой пары. Полученные результаты по состоянию контактных поверхностей зубчатых колес, упрочненных цементацией и боросилицированием подтверждаются опытно-промышленными проверками в ОАО «Плещеницлес».

## **СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЯЖЕЛО НАГРУЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

В настоящее время новые технологии в машиностроении появляются все чаще. Машиностроение – это огромная отрасль, включающая проектирование и производство транспортных машин, робототехники, промышленного оборудования, бытовой техники и т.д.

Основой современного машиностроения считаются наукоемкие технологии и инновации, позволяющие разрабатывать и производить гибкие, многофункциональные машины и находить новые способы их изготовления.

В области машиностроения разработки, сводящие человеческий фактор к минимуму, массово внедряются в производство. Например, сложные, высокоточные компоненты изготавливаются с помощью лазерных систем. Лазеры также используются в сварочных операциях. Эта технология используется, в частности, для крупных металлических деталей с большим весом и большой площадью сварки. Эта технология используется на воздухе в среде аргона. Ее преимуществами являются надежность, низкая стоимость и высокая скорость.

Наиболее современной и инновационной лазерной технологией в машиностроении является послойный синтетический лазер. Этим методом выращиваются детали со сложной геометрией. Процессы лазерного сплавления используются для производства деталей из жаропрочной стали, алюминия и титана.

Аргоннская национальная лаборатория (США) представила новый метод машиностроения, который позволяет снизить трение между двумя различными материалами практически до нуля на макроскопическом уровне. Ученые покрыли одну поверхность трения графеном, а на другую напылили алмазно-углеродное соединение. Затем эти две поверхности сдвинули вместе. По мере того как микрочастицы алмаза удалялись от плоскости и скатывались между поверхностями, коэффициент трения снижался практически до нуля.

В течение десятилетий специалисты из самых разных отраслей промышленности решали проблему создания новых материалов с высокой прочностью и минимальным весом. Теперь ученые разработали новый сплав, который, как ожидается, произведет революцию в машиностроении. Состав сплава представляет собой смесь известных

металлов: магния, алюминия, лития, титана и скандия. По плотности он не превышает алюминий, а по прочности превосходит титан.

Основной подход к снижению веса транспорта заключается в уменьшении веса кузова и шасси. Еще одним потенциалом для снижения веса является легкий двигатель внутреннего сгорания, предложенный немецкими учеными. В качестве стандартного материала он изготовлен из жаропрочного тяжелого металла, но исследователи заменили металлические части более легкими пластиковыми композициями. Одноцилиндровый двигатель был изготовлен с удалением большинства металлических деталей. Их заменили пластиком, армированным волокнами. Испытания показали, что это изменение не только снижает вес двигателя и автомобиля в целом, но и положительно влияет на бесшумность работы двигателя.

Сенсацией машиностроения является инновация компании Boeing – микрокристаллический камень, сверхлегкий материал, который на 99,99% состоит из воздуха. Маленькие кусочки этого нового материала могут парить в воздухе, как перышко. Помимо легкого веса, он чрезвычайно гибок, обладает способностью поглощать удары, выдерживает большее давление и может возвращаться к своей первоначальной структуре даже после сильной деформации. Структура материала состоит из ультратонких полимерных полых трубок толщиной 100 нанометров, или 1/1000 толщины человеческого волоса. Эти трубки состоят из отдельных металлов, расположенных в молекулярной решетке. Все пустоты между трубками заполнены воздухом.

Эксперименты показали, что для сохранения скорлупы сырого яйца, упавшего с крыши 25-этажного дома, необходима оберточная пленка толщиной от одного до двух метров. Чтобы сохранить яйцо в целости с помощью микрокристаллического камня, достаточно уложить всего несколько десятков сантиметров этого материала.

Компания Boeing рассматривает возможность массового производства микрокристаллического камня для использования не только в авиационной технике, но и в других инженерных областях. Эксперты не исключают возможности того, что через десять лет почти все транспортные средства будут содержать ту или иную долю микрокристаллических камней. Они также не исключают возможности их использования в производстве роботов и бытовой техники.

Инновационные технологии и материалы для машиностроения разрабатываются по всему миру и позволяют получать высокопрочные долговечные компактные детали, работающие в тяжелых условиях нагружения.

Студ. В.Ю. Карпечина  
Науч. рук. ст. преп. А.М. Лось  
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СРЕДСТВАМИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

В процессе создания несущих инженерных металлоконструкций и технологического оборудования значительное количество времени отводится на всесторонние расчетные исследования, направленных на сокращение цикла разработки и снижение материальных затрат, повышение надежности и долговечности проектируемых конструкций.

Исследование напряженно-деформированного состояния пространственных металлоконструкций и технологического оборудования машин является трудоемким этапом расчетов. Наиболее мощным численным методом решения таких задач является метод конечных элементов (МКЭ), основанный на замене исследуемого объекта совокупностью элементов, связанных между собой в узлах. Схема создания математической модели включает: исследуемый объект, идеализированную расчетную схему, систему линейных алгебраических уравнений. Непосредственный переход к расчетной схеме дает возможность формулировать граничные условия, произвольно располагать узлы сетки элементов, применять метод для исследования областей, состоящих из фрагментов различной физической природы.

Такой метод известен и как метод перемещений, который эквивалентен минимизации полной потенциальной энергии системы, выраженной через поле перемещений. Рассматривают следующую последовательность проведения расчетов по МКЭ: разбиение тела на конечные элементы и назначение узлов; определение зависимостей между усилиями и перемещениями в узлах элемента; составление системы алгебраических уравнений равновесия; решение системы уравнений; определение компонентов напряженно-деформированного состояния тела.

В настоящее время МКЭ реализован в таких программах, как NASTRAN, ANSYS и др. Расчеты несущих конструкций с использованием МКЭ выполняются в интегрированной системе прочностного анализа (ИСПА). Решение типичной задачи по МКЭ включает следующие три этапа: построение модели; задание нагрузок и получение решения; обзор результатов.

Построение модели включает моделирование функциональной схемы конструкции и трехмерное геометрическое моделирование зна-

чимых элементов проектируемой машины с установлением их динамических и кинематических связей. Моделирование выполняется по геометрической твердотельной модели, которая выполняется с применением современных САД-систем или приложений, интегрированных в программы конечно-элементного анализа.

На создание сложных пространственных конечно-элементных моделей затрачивается значительное количество времени. Все современные системы конечно-элементного (КЭ) анализа предусматривают автоматическую генерацию конечно-элементной сетки по твердотельной модели. Существует два метода создания конечно элементной модели: сплошное моделирование и прямая генерация. Далее по созданной КЭ сетке проводится комплекс расчетов.

После задания типа и опций анализа задают нагрузки. Затем устанавливаются опции шага нагружения (количество шагов приращения, время окончания шага нагружения и выходные параметры). От выполняемого типа анализа зависит задавать опции шага нагружения или нет. Далее запускается программа решения.

Для получения решения используются постпроцессор, с помощью которого выполняется обзор результатов. Предусмотрена также возможность построения графиков зависимости расчетных данных, а также результаты расчета в табличном виде и другие возможности.

При необходимости внесения изменений в конструкцию для обеспечения требуемых параметров прочности, жесткости, виброустойчивости, и т.д. выполняется корректировка и расчет повторяется.

Таким образом, исследования методом конечно-элементного анализа позволяют выполнять расчеты прочности элементов конструкций, определять наиболее нагруженные участки и, при необходимости, вносить в их конструкцию изменения, не проводя дополнительных исследований на опытных образцах. Это значительно снижает срок проектирования несущих конструкций и оборудования.

Используя метод конечных элементов, можно проводить исследования напряженно-деформированного состояния металлоконструкций при воздействии на них нагрузок, сил инерции технологического оборудования при движении лесных машин. Правильно заданные свойства материала изготовления, граничные условия и условия нагружения гарантируют высокую точность расчетов и сходимость их с натурными исследованиями.

Применение средств конечно-элементного анализа в совокупности с высокопроизводительной компьютерной техникой позволяет значительно снизить срок проектирование инженерно-строительных и машиностроительных конструкций и механизмов.

Студ. А.А. Устиненко; студ. И.А. Кулик  
Науч. рук.: доц. А.И. Сурус; ст. преп. А.М. Лось  
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

## **КРИТЕРИИ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДОВ ИХ УПРОЧНЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

В машиностроении большое внимание уделяется снижению металлоемкости, себестоимости, повышению надежности и долговечности машин при одновременном увеличении мощности развиваемых усилий и других параметров.

Выбор материала является ответственным этапом проектирования. При выборе материала и назначения упрочняющей обработки исходят из технико-экономических соображений и обязательно учитывают условия работы детали в машине.

Детали, размеры которых определяются прочностью (зубчатые колеса, валы и др.), следует выполнять из материалов с высокими прочностными характеристиками, например, из улучшаемой или закаливаемой стали и чугуна повышенной прочности.

Детали, испытывающие большие упругие перемещения (торсионные валы, пружины), должны выполняться из термообработанных сталей с высоким значением предела упругости и прочности.

Детали, подверженные контактному воздействию и износу в условиях качения или качения со скольжением (зубчатые колеса, подшипники качения), следует изготавливать из сталей, закаливаемых до высокой твердости.

Конструкционные материалы в общем случае выбирают исходя из требований к их механическим, физическим и технологическим свойствам, предъявляемых условиями работы данной детали.

Затраты, связанные с обработкой материалов резанием, составляют значительную часть себестоимости изготовления машин. Поэтому, обрабатываемость резанием на всех режимах, является важным технологическим свойством.

К материалам рабочих органов в зависимости от условий эксплуатации машин предъявляются требования по различным свойствам: ударной и статической прочности, износо- и коррозионной стойкости и другим.

При назначении материала в первую очередь необходимо проанализировать условия эксплуатации и определить схему напряженного состояния, вызываемого внешними нагрузками, которым противостоят проектируемые детали. На основе опыта работы аналогичных

деталей, учитывая их конструкционные особенности, можно прогнозировать возможные дефекты, возникающие в процессе эксплуатации. Определив условия эксплуатации, а также требуемые свойства, типовые материалы и рекомендуемую упрочняющую обработку выбирают марки сталей (или других конструкционных материалов), соответствующих расчетным требованиям по механическим характеристикам.

По экономическим требованиям материал должен быть как можно более дешевым. При этом, учитывают все затраты: стоимость самого материала и изготовления деталей, а также их эксплуатационную стойкость в машинах, в которых они должны работать.

В настоящее время для достижения высокой конструкционной прочности широко используются композиционные материалы, состоящие из мягкой матрицы и высокопрочных волокон, оптимально ориентированных по отношению к действующему в детали полю напряжений.

Для повышения конструкционной прочности деталей машин широко применяют поверхностное пластическое деформирование (статическое и динамическое), реализуемое различными способами.

В массовом машиностроительном производстве предпочитают упрощение технологии и снижение трудоемкости в процессе изготовления детали, некоторую потерю свойств или увеличение массы детали.

В специальных отраслях машиностроения, где повышение прочности (или проблема удельной прочности) играет решающую роль, выбор материала и последующая технология термической обработки должны рассматриваться из условия достижения только максимальных эксплуатационных свойств.

Не следует стремиться к излишне высокой долговечности деталей по отношению к долговечности самой машины.

На экономичность технологических процессов влияют объем выпуска продукции, использование энергоресурсов, возможность создания или применения оборудования и другие организационно-экономические условия производства.

При выборе упрочняющей обработки, особенно в условиях массового производства, предпочтение следует отдавать наиболее экономичным и производительным технологическим процессам, например, поверхностной закалке при поверхностном или глубинном индукционном нагреве, газовой цементации, нитроцементации и т. д.

Студ. Е.В. Хильманович; студ. С.А. Масловский  
Науч. рук.: доц. А.И. Сурус; доц. А.В. Блохин  
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН КОНСТРУКТИВНЫМИ МЕТОДАМИ**

При проектировании машин и механизмов имеется ряд требований, которые в одинаковой мере относятся ко всем машинам и механизмам независимо от их назначения. К таким требованиям относятся простота устройства, прочность и долговечность, высокая экономичность, простота и удобство обслуживания.

Основными причинами выхода из строя деталей машин могут быть следующие:

а) появление пластических деформаций, приводящих к изменению формы и размеров деталей (наблюдается при перегрузках и вязком состоянии материала);

б) хрупкие разрушения или повреждения рабочей поверхности.

в) повреждения усталостного характера, которые наблюдаются при действии основной нагрузки, вызывающей переменные напряжения и обусловлены недостаточной циклической прочностью;

г) недопустимые упругие деформации при растяжении;

д) износ трущихся поверхностей из-за их недостаточной износостойкости;

е) недопустимый нагрев;

ж) колебания из-за недостаточной вибростойкости.

В процессе эксплуатации деталей машин возможны различные виды изнашивания: механическое и молекулярно-механическое, вызванное поверхностно-активными присадками.

Большое значение при проектировании конструкции следует уделять не только прочности, но и живучести металла, связанной со скоростью распространения трещин от зарождения до разрушения изделия. Для повышения прочности и живучести необходимо: применение стали с высоким сопротивлением развитию трещин, применение перфорированных пластических элементов конструкции, введение в конструкцию ряда параллельно нагружаемых элементов, а также слабого звена.

Основной вид разрушения деталей машин составляют усталостные поломки. Основными способами повышения прочности деталей машин являются: правильный выбор материала детали; исключение или уменьшение влияния концентрации напряжений; учет влияния

состояния поверхности (для повышения усталостной прочности детали подвергают чистовой обработке).

В местах резких изменений размеров ступенчатых деталей лучше использовать конические переходы, эллиптические или поднутренные галтели, а также декомпенсаторы в виде канавок.

Конструкции деталей машин, работающих при высоких или низких температурах, особенно в неизотермических условиях, должны исключать возможность возникновения высоких температурных градиентов, приводящих к термическим напряжениям.

Как уже отмечалось, различные виды внешних нагрузок вызывают в деталях, элементах и конструкциях машины напряжения, которые существенно влияют на их работоспособность.

В настоящее время разработан и используется на практике ряд методов снижения или выравнивания номинальных внутренних напряжений: замена элементов конструкций, работающих на изгиб, элементами, работающими на растяжение или сжатие; оптимизация формы опасных сечений элементов; уменьшение внешней нагрузки за счет ее распределения на несколько элементов; создание в элементах начальных напряжений обратного знака; обеспечение равнопрочности элементов по всей длине за счет подбора их формы

Местные напряжения также могут стать причиной разрушения деталей, поскольку усталостные трещины возникают и накапливаются именно в местах концентрации напряжений. Для снижения местных напряжений используют ряд методов: замену элементов, являющихся концентраторами напряжений; изменение формы деталей за счет оптимизации конфигурации опасных сечений; устранение острых углов в деталях и конструкциях (в частности, за счет скругления впадин зубьев в зубчатых и других передачах); устранение резких переходов и изменение конфигурации переходных зон в деталях.

Таким образом, для предотвращения усталостного разрушения конструкций необходимо обеспечить при проектировании, изготовлении и сборке соблюдение следующих условий:

- правильный выбор материала;
- использование конструктивных форм, не вызывающих значительной концентрации напряжений;
- выбор допускаемых напряжений в соответствии с нормами, обеспечивающими достаточный запас прочности с учетом усталости металла;
- обеспечение соответствующего технического контроля при изготовлении и сборке конструкции.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ERP В МЕБЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Планирование ресурсов предприятия (Enterprise Resource Planning, ERP) используются для управления процессами всего предприятия в режиме реального времени, обеспечивает доступ к операционным и финансовым данным, контроль за распределением ресурсов и служат платформой для интеграции аналитических приложений.

При необходимости любой пользователь системы может получить точные, полные и актуальные данные в считанные минуты. Система минимизирует вероятность ошибок из-за человеческого фактора и способна собирать информацию в реальном времени.

Использование общей базы стандартизирует данные предприятия. Это устраняет недопонимание между отделами, предотвращает дублирование и неверную трактовку данных и обеспечивает целостности данных из одного источника, собирая общую транзакционную информацию компании из многочисленных источников, упрощает взаимодействие пользователей и систем. Программное обеспечение обеспечивает эффективную интеграцию людей, процессов и технологий в масштабе предприятия.

Система состоит из интегрированных модулей или приложений компании, которые взаимодействуют друг с другом и имеют общую базу данных.

Каждый модуль ERP обычно концентрируется на одном секторе, но они работают совместно, чтобы удовлетворить потребности путем обмена данными. Основные начальные позиции включают продажи, производство, финансы, бухгалтерию, логистику, человеческие ресурсы, закупки и цепочку поставок.

*Достоинства ERP в мебельном производстве:*

*Увеличение продаж.* Контролирует заказы на продажу с веб-сайтов и торговых точек. Использует презентационные компьютеры и ноутбуки, повышая взаимодействие с клиентами, обеспечивая при этом реалистичные графики доставки.

*Демонстративность.* Представляет многочисленные производственные процессы, цепочке поставок, товарах и многом другом. Высшее руководство и лица, принимающие решения, могут наблюдать за происходящим и выносить осознанные суждения, используя информационные панели и отчеты о соответствующих обзорах.

*Минимальные затраты.* Программное обеспечение ERP включают в себя креативную конфигурацию продукта, которая может сократить долю управления, необходимого для размещения, производства и доставки мебели.

*Автоматизация.* С помощью одной информационной панели он может регулировать несколько хранилищ во многих областях и многочисленных дочерних компаниях. В результате больше нет необходимости перепроверять области в разных электронных таблицах Excel.

*Регулирование.* Предоставляет разнообразные варианты дизайна в мебельном производстве. В результате это приводит к множеству комбинаций выходных данных, которые практически трудно контролировать вручную. Программное обеспечение имеет функцию инструмента настройки продукта, которая дает администраторам полный контроль над эффективностью, упорядочением сырья и минимизацией мусора.

*Безопасность данных.* Персональные данные клиентов и сотрудников, электронные письма, интеллектуальная собственность, финансовые данные, счета, контракты – чем больше систем обрабатывают эту информацию, тем сложнее отследить риски. ERP-система вводит единые стандарты доступа, ввода и вывода данных и централизованное хранение информации.

Из приведенной выше информации становится ясно, что программное обеспечение упрощает управление во всех аспектах и обладает многочисленными преимуществами в использовании в мебельном производстве.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Должен ли я использовать ERP для своего мебельного бизнеса. URL: <https://www.dewassoc.com/erp-for-furniture-business> (дата обращения: 16.03.2023).

2. ERP производства мебели. URL: [https://conductor.ru/erp\\_furniture\\_manufacturing](https://conductor.ru/erp_furniture_manufacturing) (дата обращения: 16.03.2023).

3. Преимущества программного обеспечения ERP для управления производителями мебели. URL: <https://www.hashmicro.com/blog/erp-software-to-manage-your-furniture-manufacturers/#1> (дата обращения: 16.03.2023).

## **РЕТРО МЕБЕЛЬ В СОВРЕМЕННОМ ИНТЕРЬЕРЕ**

В принципе, ретро стиль был востребован во все времена, но особую популярность, данное направление обрело в последние несколько десятилетий. По сути, в стиле ретро можно оформить любой современный интерьер помещения дома.

Ретро стиль достаточно разнообразен, ведь каждому временному отрезку присуща своя мода на предметы. Это может быть период стиляг, оставивший свой след в 60-х годах, с яркими аксессуарами замысловатых форм. А может быть классическим, со времен правления царских семей, когда приветствовались позолота, лепнина и резьба по дереву. Так же нельзя забывать про винтаж, с нежными расцветками, возможно цветочными принтами [1].

Стиль ретро, это сочетание старого и нового стиля. Ретро-стиль подходит для многих интерьеров, как старых домов, так и современных квартир. Это отличный выбор для людей, которые хотят создать интерьер вне времени, классический, а также авангардный. Стоит помнить, что стиль ретро, это возвращение к дизайну в прошлом, но в немного обновленном варианте [2].

В дизайне интерьера в стиле ретро, особый акцент ставится на мебель из дерева. Стильная мебель ретро, как правило, довольно массивная, поэтому лучше всего смотрится в просторных и больших помещениях.

Ретро стиль каждого десятилетия имеет свои особенности и характер. Ретро стиль 50-х годов в современном интерьере выглядит живо и задорно. 50-е отличают яркие цвета и обилие хромированных деталей. Предметы интерьера, стены, полы имеют сплошную покраску, здесь отсутствуют какие-либо узоры. Мебель имеет простые геометрические очертания – так проявляется послевоенный рационализм [2].

Ретро стиль 60-х годов уже не так рационален. Мебель, остается такой же, как и в 50-х. Но в обивке появляются цветочные орнаменты – сказывается влияние молодежного движения хиппи. Интерьер того времени – это взрывные цвета и неожиданные сочетания, смелость и новаторство. Влияние эклектичной и свободной субкультуры хиппи распространилось и на дизайн интерьера.

В ретро-интерьерах 70-х годов яркие цвета сменяются на теплые, натуральные тона. Мебель приобретает более сложные формы.

Появилась многофункциональная мебель, приспособленная для помещений небольшой площади: раскладные столы, диван-кроватьи.

В ретро стиле 80-х наблюдается сдержанность и особый педантичный шик. Оттенки более глубокие и природные: кобальтовый синий, травяной, бордо, темно-коричневый. Из мебели – высокие зеркальные трюмо, лакированные журнальные столики, небольшие стенки на аккуратных ножках и те же серванты.

Цветовая гамма современных квартир в стиле ретро, это выразительные, темные цвета и неожиданно светлые пастельные оттенки. Здесь нет никаких правил. Также используются хромированные блестящие детали и глянцевые поверхности.

На рисунке 1 показаны примеры стилизации мебели под ретро-стиль в современном интерьере.



**Рисунок 1 – Мебель под ретро-стиль в современном интерьере**

Стилизация квартиры под ретро подразумевает наличие ярких и насыщенных цветов, а главное – их гармоничное сочетание. Все детали интерьера должны быть подобраны со вкусом и чувством меры. При оформлении современных помещений в ретро стиле важно не только обставить помещение старинными предметами мебели, но и внести в него некоторую изюминку. Иными словами, любой предмет старины нужно слегка осовременить.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мебель для прихожей в стиле ретро. Прихожая в ретро стиле – возвращение забытого старого. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [/https://idei-dizajna.ru-land.com/stati/mebel-dlya-prihozhey-v-stile-retro-prihozhaya-v-retro-stile-vozvrashchenie-zabytogo-starogo](https://idei-dizajna.ru-land.com/stati/mebel-dlya-prihozhey-v-stile-retro-prihozhaya-v-retro-stile-vozvrashchenie-zabytogo-starogo). Дата доступа: 08.01.2023.

2. Ретро-мебель в современных квартирах [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.mebelok.com/retro-mebel-v-sovremennuh-kvartirah>. Дата доступа: 08.01.2023.

## ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА ИНТЕРЬЕРА В СТИЛЕ МОДЕРН

Дизайн интерьера – это особенный вид искусства. Издавна человек украшал свой дом. Украшение жилища в большей степени было ритуальной необходимостью, чем функциональной потребностью. С развитием цивилизации и зарождением культуры появилась потребность не только в пользе, такой как защита от погодных условий, диких зверей, но и в красоте родного дома.

Существует много разных стилей дизайна интерьера, все они носят разные названия и обычно происходят из определенного места или периода времени. Например: арт-деко, кантри, ретро, модерн, поп-арт и др.

Рассмотрим особенности дизайна интерьера в стиле модерн. Название стиля происходит от французского слова *moderne*, означающего новый, современный. В данной статье рассматриваются первичные характеристики стиля, которые сформировали модерн и сделали его особенным [1].

Формирование стиля модерн происходило на протяжении XX века. Активно стал проявляться в первой половине столетия (1920-го года), когда произошел отказ от классики и начался поиск нового направления.

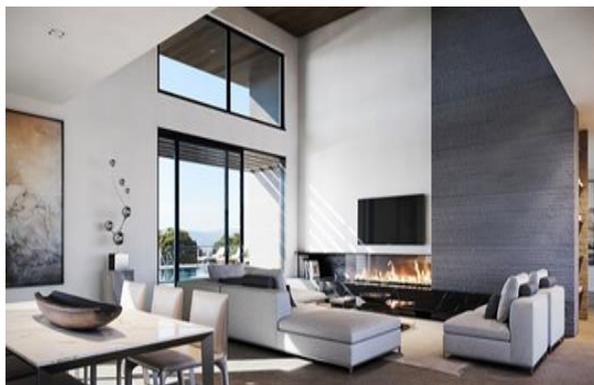
Данному стилю свойственны плавные линии с затейливыми завитками и мягкими переходами между элементами мебели [2]. Модерн 20-х вспыхнул, как спичка и быстро ушел, оставив после себя удивительный стиль. На рисунке 1 показан интерьер комнаты в стиле модерн 1920 годов.



Рисунок 1 – Интерьер комнаты в стиле модерн 1920 годов

В 50-60-х компиляция стилей привела к революции во многих областях дизайна интерьеров. Интерьеры стали легкими и светлыми, словно открыли окно и впустили воздух. Ушла в прошлое тяжелая дубовая мебель, покрытая черным лаком. Ее сменили облегченные кресла, тахты, столы, тумбы, светлые фасады. В эту эпоху интерьеры, спроектированные в стиле модерн (Mid Century Modern), состоят из плавных прямых линий; открытые планы комнат; большие стеклянные окна; геометрические фигуры и узоры; искусственные материалы и природные элементы, демонстрирующие интеграцию с окружающей средой [3].

На данный момент главными требованиями современного дизайна (2000-е годов) в интерьере является: экологическая безопасность, комфорт и функциональность. Современный модерн имеет ряд особенностей. Он не такой грубый, как индастриал, не такой холодный, как хай-тек, не имеет ограничений экостиля [3]. На рисунке 2 показан интерьер комнаты в стиле модерн 2000 годов.



**Рисунок 2 – Интерьер в стиле современный модерн**

Таким образом, анализируя стиль «модерн» в современном интерьере, можно сделать вывод, что данный стиль считается функциональным и оригинальным. В данном стиле так или иначе присутствуют основные черты интерьера, соответствующие актуальным трендам дизайна: экологическая безопасность, комфорт и функциональность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. История стиля модерн в интерьере [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://vipdivani.ru/blog/istoriya\\_stilya\\_modern](https://vipdivani.ru/blog/istoriya_stilya_modern) Дата доступа: 08.04.2023.
2. Мебель в современных квартирах [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.mebelok.com/mebel-v-sovremennuh-kvartirah>. Дата доступа: 08.04.2023.

Студ. А.И. Стефанович, Н.Ю. Стефанович  
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. С.П. Трофимов  
(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## РЕТРОДРЕВЕСИНА КАК ЧАСТЬ ИНТЕРЬЕРА

Ретродревесина – уникальный отделочный материал, который используется для дизайна интерьера в стиле Лофт, Ретро, Винтаж, Рустик, Скандинавский или в стиле альпийских шале и охотничьих домиков (рис. 1).



*а*

*б*

**Рисунок 1 – Примеры интерьеров, оформленных с использованием ретро-древесины: *а* – стиль лофт; *б* – стиль рустик**

Старая древесина очень гармонично вписывается в современные интерьеры. Ретро-досками можно отделывать стены и потолки, также этот материал используют для создания мебели, дверей, лестниц, перегородок, балок, фальшь-балок и многих других объектов домостроения и обустройства интерьеров.

Источником ретро-древесины являются потемневшие на солнце доски хвойных пород (сосна, ель, пихта, лиственница), добываемые из сохранившихся до наших дней старых построек XX века (заброшенные дома, склады, амбары, зернотоки, заборы), рис. 2.



**Рисунок 2 – Примеры старых построек, которые могут быть использованы как источник ретродревесины**

Материал с разрушенной структурой (сгнивший, истлевший) не допускается до обработки. Недостаточно потемневшие доски – как правило это «молодые» экземпляры (до 35 лет) – так же не используются, потому что после чистки они ничем не отличающиеся от свежей древесины.

Ретродревесина, несмотря на свой возраст, не уступает свежей древесине по прочностным характеристикам [1–4]. При этом за счет большого количества внутренних пор, такая древесина имеет хорошие показатели тепло-, звукоизоляции и низкой электропроводности.

Исторически данный тренд появился в Западной Европе в конце XX века, в постиндустриальную эпоху глобализации, увлечении эко-стилем и внедрения ресайклинга (повторном использовании материалов).

Благодаря экологичности и красоте этот материал начал интересовать людей во всем мире, но в большей степени в западных странах. В России и Беларуси также появились фирмы, осуществляющие заготовку и сбыт ретродревесины [5, 6].

Тенденция в мире на сегодняшний день такова, что популярность ретродревесины не велика, но мода циклична, требования к экологичности материалов, технологий и природопользования растут и можно ожидать подъёма этого направления обустройства интерьеров в разных странах, включая нашу Беларусь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Деревянное домостроение сегодня и завтра // «ЛесПромИнформ». №7 (161). – 2021. – С. 76–79.
2. Лукичѳв, А. Как заработать на старой древесине // «ЛесПромИнформ» №6 (128), 2017 г. – С. 92–95.
3. Первый информационно-аналитический портал о частном домостроении <https://www.zaggo.ru/article/materialy/>. – Дата доступа – 07.04.2023.
4. Кузьмич, Н. С. Трехслойные строительные щиты с заполнителем из неликвидной древесины / Н.С. Кузьмич, С.П. Трофимов. – Труды БГТУ. Серия II. Лесная и деревообр. пром-сть. Выпуск XII. – 2004. – С. 185–187.
5. Ретро Доска – Покупаем старую амбарную доску по всей России <https://retrodoska.ru/>. – Дата доступа: 07.04.2023.
6. Амбарная доска в Беларуси. <https://flagma.by/products/>. – Дата доступа: 10.04.2023.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРОВ

Несмотря на существование практичных искусственных материалов, человек продолжает стремиться к природе, экологической чистоте в отделке помещений. Древесина – идеальное с точки зрения безопасности и натуральности сырье, которое используется в строительстве и ремонте уже много веков. Именно поэтому древесина в интерьере широко используется при разработке дизайнов домов, квартир и коттеджей [1].

Целью нашей работы: анализ вариантов использования древесины в дизайне интерьеров. Древесина удачно сочетается с разными материалами в отделке интерьеров: металлом, стеклом, керамикой, кожей, тканью, камнем, кирпичом и т. д. Задействование в оформлении натуральной древесины способствует не только созданию стильного интерьера, но и улучшению воздухообмена помещения, что является ключевым условием для поддержания благоприятного микроклимата.

*Колонны и потолки из древесины.* Такие элементы идеально подходят для стиля лофт, индастриал, кантри. Они пригодятся для габаритных помещений с высокими потолками в загородных домах, коттеджах. Прекрасный вариант – комбинирование древесины с камнем, кирпичом при создании колонн и балок. Этот прием усиливает стилевую направленность. Для квартир такие элементы интерьера уместны не всегда, ведь они сильно скрадывают пространство.

*Стены и перегородки из древесины.* Одни из самых популярных вариантов оформления стен древесиной – это зашивание небольшой части стены вагонкой; заполнение пространства за диваном; обустройство небольшой перегородки для зонирования комнаты; полное обшивание стены искусственно состаренной доской.

*Обои.* Деревянные обои – нетипичный вариант облицовки стен дома, квартиры. Их делают из пробки, шпона в виде рулонов или небольших дощечек, которые крепятся друг к другу замковым способом. Подготовка стен для таких материалов может быть минимальной, тщательного выравнивания не требуется. Чтобы обои не портились от влажности и служили длительное время, сверху их обрабатывают защитными составами. Недорогими являются еловые, сосновые обои. Для самых влажных помещений стоит выбирать материал из листвен-

ницы. Дорогими, но высококачественными являются полотна из дерева абаш из Африки. В любом случае такая отделка отличается экологичностью, не выделяет токсинов, а готовое покрытие выглядит бесшовным и очень стильным.

*Двери из древесины.* Двери из массива или шпона смотрятся дорого, стильно, при этом деревянная основа прекрасно сочетается со стеклом, пластиковыми вставками, витражами. Лучшие двери делают из дуба, бука, березы, черешни, мербау, ведь эти породы отличаются высокой прочностью. Обычно для продления срока службы полотна и наличники покрывают воском или морилкой. Желательно покупать изделия с качественной шлифовкой, без щелей и неровностей, с идеально гладким покрытием.

*Балки.* Применение потолочных балок создает особый деревенский стиль в помещении, навеивает на мысли о старине, сближает с природой.

*Спилы дерева.* Спиленные торцевые части дерева представляют собой круглые плашки разного диаметра, которые тоже могут применяться в интерьере. При особой укладке можно воссоздать «поленницу», которая отлично подойдет для оформления камина, кухни, кабинета. Из больших спилов дерева делают столики, столешницы. Спиленные прямоугольной формы идут на изготовление стеновых панелей.

*Живописные мелочи.* В скандинавском, экостиле, кантри и множестве иных направлений весьма популярно декорирование комнат различными предметами из древесины: люстрами из коряг; пнями в качестве столиков; украшениями для каминной полки; изогнутыми ветками на стенах; деревянными безделушками; вазами; статуэтками; кашпо; туесками; наборами деревянной посуды; подсвечниками.

*Мебель из древесины.* Древесина, как никакой другой материал, подходит для изготовления корпусной и мягкой мебели. На сегодняшний день широкую популярность получила мебель с сучками, трещинками, искусственно состаренная, с эффектом «кракелюр».

Древесина – универсальный материал, дающий возможность воплощать всевозможные стилевые решения, начиная с лаконичного японского и завершая уютным провансом или современным хай-теком.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Натуральная красота: дерево в интерьере [Электронный ресурс] URL: <https://domoff-interiors.ru/blog/derevo-v-interere-doma/> (дата обращения: 14.04.2023 г.).

Студ. Д.Н. Овдийчук  
Науч. рук. ст. преп. О.Г. Рудак  
(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **СОВРЕМЕННЫЕ ОБЛИЦОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ**

Облицовочные материалы традиционно используются в производстве мебели не только для повышения защитных характеристик, но и для придания изделиям привлекательности и декоративности. На сегодняшний день разновидностей листовых облицовочных материалов существует достаточно много. Их свойства разнообразны и зависят от места эксплуатации изделия, стилистических требований, стоимости.

Цель нашей работы: провести поиск информации по вопросу применения различных облицовочных материалов, используемых в производстве мебели на современных деревообрабатывающих производствах.

В классической литературе под облицовыванием понимают процесс наклеивания на поверхность заготовки какого-либо материала, обладающего определенными декоративными или защитными свойствами, с целью облагораживания изделия, придания ему новой декоративной отличительной черты.

Наиболее известным облицовочным материалом является шпон [1]. *Шпон* – это тонкий срез древесины, получаемый при строгании или лущении бревен, как правило, ценных пород.

Однако, если покупатель предпочитает вид натуральных деревянных поверхностей, но при этом не желает тратить значительной суммы на изделия из натуральной древесины, или считает это нерациональным по причине наличия домашних животных или детей, способных испортить или поцарапать дорогостоящие покупки, идеальным решением в таком случае станет приобретение мебельной продукции, изготовленной из современного материала – *экошпона*. В отличие от обычного шпона, состоящего из тонких древесных листов, экошпон, помимо натуральной древесины, имеет в своем составе синтетические добавки.

Ещё одним из инновационных материалов, созданным по самым передовым технологиям, является срез натурального камня [2]. С помощью этой продукции появляется гораздо больше возможностей реализации самых сложных и необычных интерьерных решений. Иначе его называют гибким камнем (*каменный шпон*) или *обоями из гибкого камня*.

Также стоит обратить внимание на синтетические облицовочные материалы, такие как АГТ [3]. В отличие от традиционных плечных фасадов, панели АГТ представляют собой листы МДФ, обтянутые пленкой в фабричных условиях. Покрытие АГТ может быть как глянцевым, так и глубоко матовым. Изысканная роскошь, блеск и широкое разнообразие цветовой гаммы глянцевых поверхностей привлекает внимание многих, именно поэтому глянцевые фасады АГТ стали самым популярным трендом и материалом в мире современного интерьера.

Консервативность и спокойствие матовых поверхностей фасадов АГТ способны подчеркнуть идеи современного стиля и высокий статус интерьера кухни. для ванных комнат. В основе материала – плита из МДФ. Непосредственно пленка (облицовка) имеет 4 защитных слоя: защита от ультрафиолетовых лучей; цветовую и лаковую основы; слой, защищающий от различных повреждений и царапин.

Прорывом в мебельной индустрии является Феникс (Fenix) – это ультрамодный нанотехнологичный материал. Эффект декоративной поверхности достигается за счёт специальной нанотехнологии, особого процесса изготовления – электронно-лучевого закаливания – и использования акриловых смол нового поколения. Уникальность пластика заключается в его самовосстановлении, именно по этой причине он получил название – наноматериал. Благодаря такой способности кухонный фасад практически невозможно повредить или испортить.

На сегодняшний день существует множество видов облицовочных материалов, которые применяются в деревообработке и мебельном производстве. Кроме этого, новые облицовочные материалы удовлетворяют современным стандартам качества, однако некоторые их виды имеют сравнительно высокие цены, но в то же время и высокое качество и экологичность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатович Л.В., Шетько С.В. Технология изделий из древесины. Проектирование производственного процесса: учебное пособие – Минск: БГТУ, 2016. – 134 с.

2. Каменный шпон [Электронный ресурс] URL: <https://granit-reka.ru/produktsiya/shpon/> (дата обращения: 24.03.2023).

3. Фасады из панелей АГТ [Электронный ресурс] URL: <https://vkkuhni.ru/kak-vyibrat-kuhnyu/fasadyi-iz-panelej-agt.html> (дата обращения: 24.03.2023).

4. Преимущества пленки Феникс [Электронный ресурс] URL: <https://xn--b1ace1bgadc1a.xn--p1acf/articles/priemushchestva-i-vidy-plenki-pvh/> (дата обращения: 24.03.2023).

Студ. В.Г. Чуманевич, Е.А. Радюк  
Науч. рук. ст. преп. О.Г. Рудак  
(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МЕБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ**

В условиях современного производства качество мебели является одной из важнейших экономических статей. Выпуск конструктивно устаревших моделей или изделий, имеющих брак, ведет к убыткам на предприятии, что является финансово невыгодным, поэтому качество мебели является определяющей оценкой деятельности мебельного предприятия.

Цель работы: проанализировать современные требования к качеству мебели.

Требования, предъявляемые потребителями к качеству мебели, могут быть поделены на [1]:

- функциональные;
- эргономические;
- эстетические;
- требования к техническому исполнению;
- экономические.

Функциональные – требования к наиболее полному выполнению изделием своего основного назначения. Иными словами, содержание функциональных требований потребителей к конкретным мебельным изделиям определяется разнообразием функций, выполняемых этими изделиями в соответствии со своим назначением.

К функциональным требованиям также относятся надежность и безопасность мебельных изделий

Эргономические требования к мебели весьма многообразны; важнейшие из них это комфортабельность и гигиеничность изделий. Также эргономические показатели устанавливают соответствие мебели антропометрии, физиологии и психологии.

Эстетичность определяется соответствием формы и внешнего вида мебели (цвет и гармония цветовых сочетаний, фактура, рисунок лицевых поверхностей, тон, оттенок и совершенство производственного исполнения).

Кроме этого, эстетические свойства мебельной продукции более всего ориентированы на конечного потребителя. Именно этот показатель в первую очередь характеризует потребительскую потребность.

На эстетическое восприятие мебели также влияют такие факторы, как мода, соответствие товара современным дизайнерским рекомендациям, цветовые и фактурные решения, четкость пропорций, стиль.

Требования к техническому исполнению мебели можно подразделить на [2]:

- требования к качеству материалов;
- требования к качеству изготовления отдельных деталей и элементов (точность изготовления всех деталей и узлов мебели, обеспечивающей сборку изделий без дополнительной подгонки.);
- требования к качеству сборки и монтажа мебельного изделия. Собранное изделие должно стоять на горизонтальной плоскости устойчиво и не иметь перекосов. Задняя стенка изделия не должна выходить за плоскости кромок боковых и горизонтальных щитов. Выдвижные и раздвижные элементы мебели должны иметь свободный ход без заеданий и перекосов и тому подобное;
- требования к качеству облицовки и отделки (предусмотрены действующим ГОСТом на мебель);
- требования к надежности и долговечности изделия (особенно для изделий, которые находятся в условиях интенсивной эксплуатации).

Экономические требования к мебели предусматривают соотношение цены-качества и максимальное снижение затрат по уходу за мебельным изделием (восстановление блеска покрытия, освежение лаковой пленки и др.)

Также стоит отметить технологические свойства товара, которые не заметны конечному потребителю, но не менее важны для предприятия. К таким показателям относятся себестоимость продукции, трудоемкость, затраты и так далее. Технологичность характеризуется эффективностью принятых конструкторских и технологических решений, которые обеспечивают высокую производительность изготовления мебели и определяются трудоемкостью и материалоемкостью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Е.А. Демакова. Товароведение и экспертиза мебельных товаров. – Москва: КноРус, 2011. – 184 с.
2. Шепелев А.Ф., Печенежская И.А., Туров А.С. Товароведение и экспертиза древесно-мебельных товаров. – Ростов-на-Дону: Изд. центр «МарТ», 2004. – 287 с.

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

## **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗОНЫ В ДЕРЕВЯННЫХ ДОМАХ ТИПА «БАРНХАУС»**

В наше время деревянные дома имеют большую популярность, из-за чего было очевидно появление большого разнообразия их стилей. Одними из таких являются: лофт, канадский стиль, шале, русский стиль, хай-тек, барнхаус и др.

Русский стиль выделяется точным соблюдением пропорций, крышей шатрового или купольного типа, широким крыльцом, украшенным колоннами, перилами, толстыми стенами из бруса или бревна без дополнительного утеплителя.

Для стиля «Хай-тек» характерно: оформление с упором на прямые линии, минимум элементов украшения, отсутствие декоративности, в деревянном доме акцент направлен на металл, серые тона и обилие стекла.

Барнхаус (или же дом-амбар) имеет продолговатую форму, острую двускатную крышу, панорамное окно в лицевой части и террасу перед ним. Название барнхаус пошло от английского слова «barn» – амбар. История возникновения стиля связана с традициями жителей сельской местности часто на лето перебираться жить в амбары, чтобы удобнее было ухаживать за животными и не приходилось тратить время на дорогу к полю. А к концу 20-го века появилась тенденция переделывать амбары под постоянное жилье.

Изучив самые популярные стили, был сделан вывод о том, что самыми простыми в реализации и экономически выгодными являются дома типа «Барнхаус». Этот вывод обоснован тем, что дома в данном стиле не требуют больших затрат времени и денежных средств на строительство по сравнению с тем же русским стилем. Такие дома часто внутри разделяют на: кухню, спальню, гостиную, прихожую и сан. узел. Это разделение площади дома называется зонированием.

Зонирование дома – это важный этап создания комфортабельных условий для всех членов семьи, постоянно проживающих за городом. Зонирование жилых комнат, кухни и даже сан. узла – это целая наука, определяющая, как должны располагаться комнаты относительно друг друга, как правильно расставить предметы интерьера и как выполнить зонирование в отдельно взятой комнате.

Зонирование может быть разным, единственными ограничениями которого являются площадь дома, сочетание комнат между собой и фантазия заказчика. Рассмотрим зонирование на примере одной из возможных планировок на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Зонирование жилого дома**

Первой функциональной зоной является терраса, украшенная растениями. Это неотъемлемая часть стиля «Барнхаус». При входе в дом нас встречает тамбур, главной функцией которого является удержание тепла и препятствие проникновению холода с улицы. Зайдя в дверь, мы попадаем на кухню, сделанную по типу студии и разграниченную перегородками, на которых может быть что-нибудь размещено. Напротив её расположилась столовая со столом и раскладным диваном. Пройдя дальше, перед нами окажется спальня. По левую сторону расположился сан. узел, имеющий при себе самое необходимое. Это: умывальник, стиральная машина, унитаз и душевая кабинка, имеющая свой поддон, так как дом состоит из дерева. Надо отметить, что такое расположение объектов в сан. узле упрощает постройку, так как все трубы находятся на одной линии.

Данный дом рассчитан на семью из 3-х или 4-х человек, для проживания на временной или постоянной основе. Благодаря небольшим размерам и простоте конструкции, этот дом имеет не высокую стоимость, что делает его доступным для большего круга людей.

#### ЛИТЕРАТУРА

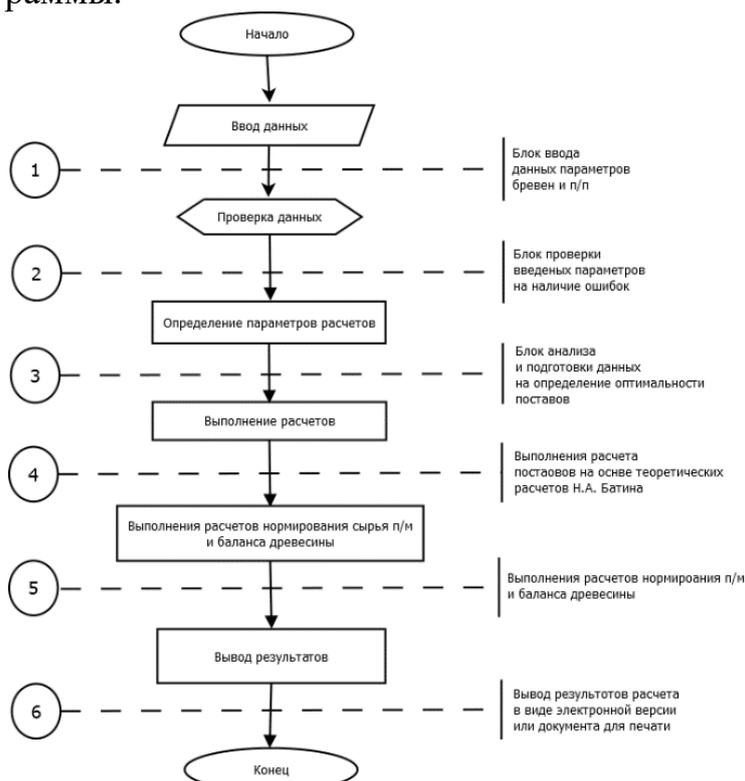
1. Зонирование дома: от функционального подхода к восточной практике. URL: [everest-dom.com](http://everest-dom.com) (дата обращения: 11.04.2023);
2. Зонирование дома для комфортного проживания. URL: [proekt-sam.ru](http://proekt-sam.ru) (дата обращения: 13.04.2023);
3. Трешка из однушки: советы по зонированию маленькой квартиры. URL: [rbc.ru](http://rbc.ru) (дата обращения: 15.04.2023);
4. Зонирование комнаты (90 фото): способы и идеи. URL: [trizio.ru](http://trizio.ru) (дата обращения: 15.04.2023).

## ОПТИМИЗАЦИЯ РАСКРОЯ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

Целью работы является: создание программного модуля для расчета оптимальных схем раскроя бревен на п/м.

На основе теоретических сведений Н.А. Батина был создан программно-технологический модуль, позволяющий рассчитывать оптимальные схемы раскроя бревен для выхода оптимальных схем раскроя по заданной спецификации.

Составлена общая схема реализации программно- технологического модуля (рисунок 1), а также 6 поясняющих блоков к основным блокам программы.



**Рисунок 1 – Общая схема реализации программно-технологического модуля**

Результаты аппроксимации таблиц Н. А. Батина были получены на основе 501 значения, рассчитанных графически-аналитическим методом. Результаты расчета представлены в таблице.

**Таблица – Результаты аппроксимации графиков для составления поставов  
Н.А. Батина полученных на базе метода МНК**

№	Диаметр бревна, мм	Расстояние от центра торца бревна, до внутренней пласти бревна для разных толщин досок, мм										Коэффициенты исследуемой функции k;b	Коэффициент детерминации	
		75	60	50	40	32	25	22	19	16				
График №1														
1	14	-	-	-	-	26	32	40	46	53	-0,556; 44,712	0,912		
2	16	-	-	-	-	32	47	53	60	66	-0,469; 47,004	0,916		
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		...		
19	50	-	-	-	-	224	240	246	256	260	-0,429; 128,024	0,947		
											Среднее значение:	0,921		
...														
График №6														
1	22	-	-	-	0	18	-	-	-	-	-0,387; 39,981	0,917		
2	24	-	-	-	6	32	-	-	-	-	-0,291; 41,805	0,944		
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		...		
15	50	-	58	88	122	153	-	-	-	-	-0,295; 76,502	0,919		
											Среднее значение:	0,916		

Выводы. Таким образом разработан программно-технологический модуль, рассчитывающий оптимальный раскрой круглых лесоматериалов, позволяющий производить расчет поставов и варьировать результатами расчета.

По результатам аппроксимации графиков можно отметить, что среднее значение коэффициента детерминации составляет от 0,908 до 0,925, что указывает на минимальные отклонения от истинных значений. Это позволяет полагать, что полученные расчеты программно-технологического модуля будут оптимальны.

УДК 674.093

Маг. Б.Т. Джалалов

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. О.К. Леонович  
(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

### **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ФАНЕРЫ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ПАВЛОВНИИ**

Фанерой общего назначения называют фанеру, соответствующую требованиям ГОСТ 3916.1-96 и ГОСТ 3916.2-96. В зависимости от вида клея фанеру общего назначения подразделяют на следующие марки: ФСФ (повышенной водостойкости, склеенную фенолформаль-

дегидными клеями) и ФК (склеенную карбамидоформальдегидными клеями). В строительном производстве Республики Беларусь фанера регламентируется следующими стандартами: СТБ EN 313-2-2004, СТБ EN 314-1-2004, СТБ EN 314-2-2004, СТБ EN 636-2004. Технология производства фанеры заключается в изготовлении из круглой древесины листового материала с высокими эксплуатационными характеристиками. Фанера находит широкое применение в мебельном производстве, строительстве, вагостроении, домостроении и других отраслях народного хозяйства.

Технология производства фанеры из низкоплотной древесины включает следующие основные операции.

Гидротермическая обработка сырья выполняется для получения надлежащего качества шпона при лущении. Древесину павловнии подвергли гидротермической обработке в бассейне по мягкому режиму с достижением температуры в зоне лущения 25–30 °С.

Окорка сырья выполнена на окорочных станках роторного типа с тупыми короснимателями. Окорка дает следующие преимущества в технологии производства лущеного шпона. Уменьшается затупление лущильного ножа на 15–20%; зазор между ножом и прижимной линейкой меньше забивается лубом и частичками древесины; шпон-рванину без коры можно использовать для получения более качественной технологической щепы; увеличивается производительность лущильного станка на 4–5%.

Разделка сырья на чураки включает в себя предварительную разметку и собственно разделку сырья на круглопильных станках различного типа, в основном балансирных или маятниковых.

В лущильном цехе выполняются подача чураков и их центровка на лущильном станке, лущение, рубка и укладка шпона, удаление и переработка вторичного сырья.

Предлагается использовать бесшпиндельный лущильный станок, где чурак вращается между тремя вальцами, длина которых равна длине чурака. Вращение чураков осуществляется за счет приводных рифленых роликов, расположенных под углом 120° друг к другу. Положение вальцев, толщина шпона и угол резания регулируется в микроЭВМ. Диаметр чурака измеряется до его подачи в станок для определения просвета между вальцами.

Применение станка рационально для чураков с внутренней гнилью, что особенно характерно для осины, и для долущивания карандашей с диаметром 70–100 мм до диаметра 50 мм. Станок рекомендуется также для сырья малого диаметра и балансов.

Предложено производить лущение шпона толщиной 2,4 мм для повышения производительности лущильного отделения.

Рубка шпона на форматные листы осуществляется на роторных ножницах.

Сырой шпон должен быть сразу высушен. Конечная влажность шпона зависит от вида используемого клея и колеблется в пределах 7–12%. Для сушки шпона предложено применять газовые сушилки с продольной циркуляцией и сопловым дутьем.

Сортирование шпона осуществляется на сортировочных линиях фирмы Raute.

Шпон низкого сорта проходит дополнительную обработку, а именно: починку форматных листов, ребросклеивание кускового шпона и стягивание трещин клеевой лентой.

Нанесение клеевой композиции на шпон осуществляется на кле-евальцах.

Технологический процесс склеивания и обработки пакетов фанеры предусматривает сборку пакетов фанеры, загрузку их в пресс, склеивание, разгрузку прессы, выдержку фанеры марки ФСФ в стопах или охлаждение фанеры марки ФК и дальнейшую ее обработку-обрезку с четырех сторон, сортирование и шлифование. Для фанеры марки ФСФ в цехе могут быть установлены сушилки для подсушки клеевого слоя

Обрезка кромок фанеры необходима для их выравнивания. Обрезку выполняют на круглопильных станках.

Шлифование совмещается с калиброванием фанеры, то есть с получением точного размера по толщине, обычно с точностью не менее ( $\pm 0,2$ ) мм. Удаление дефектных мест, сортирование, маркировка и упаковка.

**Выводы:** Предложения по лущению шпона повышенной толщины, его автоматической починки и сортировки, а также использование современных газовых сушилок и высокопроизводительных прессов позволит получить высококачественную фанеру из древесины павлонии.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТОЛЩИНЫ УТЕПЛИТЕЛЯ В ОГРАЖДЕНИИ КОНВЕКТИВНОЙ СУШИЛЬНОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ Г. ПИНСКА

Ограждающие конструкции камеры имеют многослойную конструкцию и состоят из трех слоев:

- алюминиевый лист толщиной 1,5 мм;
- лист теплоизолирующего материала толщиной 150 мм;
- алюминиевый лист толщиной 1,5 мм.

В качестве теплоизолирующего материала применяется минераловатные плиты на синтетическом связующем с коэффициентом теплопроводности  $\lambda=0,041$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С). В таблице 1 представлены основные параметры утеплителей, представленные в нашем исследовании.

**Таблица 1 – Применяемые утеплители**

Марка утеплителя	Толщина утеплителя $\delta$ , мм	Коэффициент теплопроводности утеплителя $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	Стоимость утеплителя, руб/пачку (руб/м <sup>2</sup> )
Техно	100	0,041	78,70 (36,4)
НИКОЛЬ	120	0,041	67,93 (47,17)
Технофас	150	0,041	92,5 (64,23)
Эффект	180	0,041	89,51(62,16)

Поскольку конструкция пола не меняется с изменением толщины слоя утеплителя, то и потери тепла через пол не будут меняться. Поэтому эти потери мы не будем учитывать. С экологической точки зрения, увеличение слоя утеплителя ведет к уменьшению расхода тепловой энергии, что приводит к уменьшению вредных выбросов при производстве такой энергии. После проведения расчетов, можем сделать вывод о том, что с экономической точки зрения увеличение толщины слоя утеплителя ведет к уменьшению потерь тепла через ограждение, что позволяет значительно экономить средства, затрачиваемые на тепловую энергию.

В таблице 2 представлены результаты расчетов экономических показателей мероприятия по энергосбережению путем увеличения увеличению слоя утеплителя. Таким образом, срок окупаемости дополнительных вложений на увеличение толщины утеплителя и для толщины слоя 120 мм составляет 1,8 года, для толщины слоя 150 мм составляет 2,3 года и для толщины слоя 180 мм составляет 1,56 года. При этом увеличение слоя утеплителя до 120 мм позволяет экономить на 16,14% тепловой энергии; 32,57% при толщине слоя утеплителя 150 мм против экономии 43,68% при толщине утеплителя 180 мм.

**Таблица 2 – Экономические показатели мероприятий по энергосбережению**

Толщина слоя утеплителя, мм	Стоимость тепловой энергии, расходуемой на компенсацию потерь тепла через ограждения, руб./год	Экономия стоимости тепловой энергии, руб./год	Стоимость утеплителя для утепления сушильной камеры, руб.	Разность стоимости утеплителя по сравнению с «базовым» вариантом, руб.	Срок окупаемости дополнительного утепления, год
100	8581,628	–	8282,82	–	–
120	7195,93	1385,698	10733,53	2450,71	1,8
150	5786,55	2795,078	14615,53	6332,71	2,3
180	4832,47	3749,158	14144,51	5861,69	1,56

В ходе данной работы можно сделать вывод, что самым оптимальным вариантом будет сделать выбор в пользу утеплителя толщиной 180 мм, так как и срок окупаемости, и потери теплоты через ограждение будут минимальными.

УДК 693.093

Студ. В.С. Лисица

Науч. рук. ст. преп. Д.П. Бабич

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

### **ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ СОРТИРОВКИ СЫРЫХ ДОСОК В ЛЕСОПИЛЬНОМ ЦЕХУ**

Линия сортировки пиломатериалов – пакетоформирующий комплекс, обеспечивающий разделение досок по сорту и размерам. Она позволяет сортировать материалы как естественной влажности, так и после предварительной сушки. Состав линии подбирается с учетом конкретных условий применения и пожеланий заказчика. При необходимости комплекс дополняется пакетоформирующей машиной, торцовкой и другим оборудованием.

Автоматические линии сортировки сухих и влажных пиломатериалов служат для распределения пиломатериалов по группам, объединяющим породу, качество, размеры (толщина, ширина, длина), степень обработки (обрезные, необрезные) а также их назначению.

Типы линий сортировки.

Для сырых пиломатериалов. Ключевое отличие таких линий в отсутствии расштабелера. Доски поступают для сортировки сразу после распиловки. При условиях большой производительности их конструкция позволяет устанавливать две отдельные линии сортировки для центральных и боковых досок. На выходе, как правило, предусмотрена пакетоформирующая машина для пакетирования.

Для сухих материалов. Для разборки пакетированных пиломатериалов, загружаемых на линию, используется расштабелер. Доски после сортировки поступают в пакетоформирующую машину.

Комбинированные. Многофункциональный комплекс, обеспечивающий обработку как сырых, так и сухих пиломатериалов. Когда работает лесопильная линия, используется для сортировки сырых досок. В остальное время или в ночную смену линия задействуется для работы с сухим сырьем.

Типовой состав линии сортировки пиломатериалов.

Горка разобщик для досок – позволяет в ручном или автоматическом режиме подавать доски поштучно для дальнейших манипуляций по линии.

Транспортер цепной с поштучной выдачей пиломатериалов – подает доски на участки. Он выполняет продольное перемещение, выделяя отдельно каждую единицу материала. RuScan 2.0 – это комплексная система, выполняющая функции сканирования пиломатериалов, поиска и измерения геометрии дефектов, назначения сорта, определения породы древесины и оптимизации торцовки.

Дозатор (акулий плавник) – принимает и переворачивает доску с верхней плоскости на нижнюю плоскость

Карман для накопления пиломатериала. Представляет собой камеру, где накапливается пиломатериал. В нижней части расположена подвижная платформа, которая опускается по мере заполнения, движение обеспечивает ременной либо гидравлический привод. Доска поступает в карман посредством устройств мягкого приема, исключающих дополнительные повреждения поверхности материала.

Рольганг – конвейерный механизм, состоящий из группы роликов, зафиксированных в раме. Используется для сборки материала в пачки, формирования ровных рядов.

Пакето-формирующая машина. Устройство, обеспечивающее автоматическое формирование досок в несколько слоев. Выравнивание пиломатериалов возможно по одному или двум торцам. Готовый пакет затем поднимается с помощью особых кареток и подается на транспортер. Загрузка досок в машину может быть ручной или механизированной. Дефекты: сучок, отверстие от сучка, сердцевина, трещина, синева, чернота, гниль, мягкая гниль, смоляной кармашек, обзол, покоробленность, крыловатость, скол, прорость, вырыв, риска, червоточина. Иногда можно наблюдать не четкие фотографии. Такие пиломатериалы отправляются в карман с браком (который вручную перебирается). Также бывают ошибки с определением размеров доски. Существует проблема, когда в солнечную погоду в сканер попадает свет и доска засвечивается. Пиломатериалы с дефектами торцуются под нужную длину в тримере.

### РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ЛУЩЕНИЯ ШПОНА РАЗЛИЧНОЙ ТОЛЩИНЫ

При лущении шпона лиственных пород возникают проблемы при лущении, связанные с проблемами гидротермической обработки, а также с угловыми параметрами установки лущильного ножа и прижимной линейки при различных толщинах сырья и толщине шпона.

К основным параметрам режима лущения шпона относятся влажность и температура чурака, угловые параметры лущильного ножа и прижимной линейки, обжим шпона. Целью исследований является определение оптимальных режимов при лущении и связи производительности лущильного отделения в зависимости от различных толщин шпона. Для придания пластичности шпону рассчитаны оптимальные параметры прогрева древесины от диаметра чурака и температурных параметров окружающей среды (таблица 1).

**Таблица 1 – Рекомендуемая температура чураков, °С**

Толщина шпона, мм	Температура, °С, для пород древесины			
	Осина, липа, тополь	Береза, ольха, бук	Сосна, кедр, ель, пихта, лиственница	Дуб, граб, ильм, клен, ясень
До 0,8	10 – 20	20 – 25	30 – 40	40 – 60
0,8 – 1,5	10 – 20	25 – 30	30 – 40	40 – 60
1,51 – 2,5	10 – 20	25 – 35	35 – 45	40 – 60
2,51 – 4,0	15 – 25	30 – 40	40 – 50	40 – 60

Угловые параметры характеризуются углом заточки  $\beta$  и задним углом  $\alpha$ , которые в сумме образуют угол резания ( $\delta = \beta + \alpha$ ), приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Углы заточки лущильных ножей**

Порода древесины	Угол $\beta$ , град., для толщины шпона, мм	
	до 2,5	более 2,5
Береза	18 – 21	21 – 23
Сосна, бук, лиственница	20 – 22	22 – 24
Ольха, липа	18 – 20	20 – 22
Кедр	23 – 24	24 – 25
Ель	25	25

Выбор начального значения заднего угла зависит от диаметра чурака, чем он выше, тем больше задний угол  $\beta$  в противном случае

может возникнуть контактная площадка. между ножом и чураком, что вызовет перегрев ножа. По мере лущения этот угол нужно уменьшать, чтобы усилие на чурак не было очень большим, и не возникли вибрации в системе чурак - нож - станок. Особенно это важно для чураков больших диаметров. Рекомендуемые значения изменений заднего угла при лущении всех пород древесины составляют:

- для чураков диаметром до 300 мм ..... +0,5° ... -2,0°
- для чураков диаметром 300-800 мм ..... +2,0° ... -3,0°

Производительность лущильного станка рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{ч}} = \frac{3600 K_p V_{\text{ч}} P_{\text{д.ш}}}{t_{\text{ц}} 100}, \quad (1)$$

где  $K_p$  – коэффициент рабочего времени, равный 0,94–0,95;  $V_{\text{ч}}$  – объем среднего чурака (0,096), м<sup>3</sup>;  $P_{\text{д.ш}}$  – полезный выход делового шпона из чураков, %;  $t_{\text{ц}}$  – время цикла лущения одного чурака, с.

Цикл лущения складывается из многих операций, но для практических целей можно выделить только – время оцилиндровки и лущения ( $t_{\text{оц}}$ ), который рассчитывается по общепринятым формулам.

Результаты расчётов времени оцилиндровки и производительности лущильных станков для шпона разной толщины представлены в таблицах 3 и 4.

**Таблица 3 – Расчет времени оцилиндровки и лущения ( $t_{\text{оц}}$ )**

Толщина шпона, S	Время цикла оцилиндровки и лущения, тоц
2,0	25,22
2,2	22,93
2,4	21,02

**Таблица 4 – Расчет производительность лущильного станка**

тоц	Производительность лущильного станка, Пч
25,22	12,11
22,93	13,32
21,02	14,53

**Вывод:** Определены оптимальные параметры углов заточки и зависимость производительности лущильного станка при лущении в зависимости от толщины шпона. Установлено что время цикла оцилиндровки и лущения уменьшается с возрастанием толщины шпона. Производительность лущильного станка при увеличении толщины шпона возрастает. Так при толщине шпона 2,0 мм она составила 12,11 м<sup>3</sup>/час, а при толщине шпона 2,4 мм составила 14,53 м<sup>3</sup>/час.

## **СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ**

Вопрос переработки отходов деревообработки в продукцию с высокой добавленной стоимостью сейчас стоит очень остро. Это связано и с увеличением ценности древесины как материала в нашем менталитете, и с задачей импортозамещения в РФ, а также осуществлением безсанкционного экспорта готовой продукции из древесины на запад. Современная промышленность, а также медицина не может существовать без сорбентов, помогающих очищать газы и жидкости, поглощая вредные компоненты из них. В качестве сорбентов самым универсальным, химически-инертным и условно обратимым является активированный уголь. Учитывая значительные объемы кусковых отходов, образуемых при механической переработке древесины, гораздо целесообразней не измельчать их в щепу или более мелкие частицы, а производить кусковой уголь-сырец, который в дальнейшем активировать до сорбента. В процессе переработки древесины в активированный уголь важной стадией является карбонизация, т.е. процесс углежжения. В результате последнего происходит превращение древесины в уголь. Но получаемый при сжигании не выше 300 °С уголь не имеет достаточной пористости и не может адсорбировать малые и средние молекулы загрязнителей.

Процесс активации древесного угля включает нагревание угля до определенной температуры в отсутствие кислорода или при ограниченном доступе кислорода, что позволяет создать пористую структуру угля с высокой активностью поверхности и адсорбционной способностью. Так же возможна активация угля при пониженных температурах. Одним из примеров такого процесса является процесс физической активации древесного угля при пониженных температурах, известный как метод льда или метод ледяной активации. Этот метод включает замораживание древесного угля до температуры ниже нуля, а затем его размораживание при комнатной температуре или незначительно повышенных температурах.

Форма угля по фракционному составу:

- порошок (порошкообразный) активированный уголь;
- гранулированный (дробленый) активированный уголь;
- формованный активированный уголь;
- экструдированный активированный уголь;

– активированный уголь в виде ткани.

Химическая активация угля наиболее технологичный процесс, позволяющий моделировать свойства конечного продукта, однако до сих пор для этого применяют достаточно агрессивные составы: хлорид цинка, серная кислота, сульфиды щелочи.

Мы предлагаем повысить безопасность и эффективность процесса активации. Для этого будем использовать пищевую добавку Е330 – лимонную кислоту, которая будет активировать карбонизированный уголь при меньших температурах, не нарушая экологии сорбента. На основании предварительных теоретических исследований, предполагается, что активация пройдет в условиях температур, не превышающих 600 °С. Планируется получить необходимые лабораторные образцы и проверить их на адсорбционную способность по йоду, оценить их пористость, насыпную плотность, массовую долю влаги и прочность.

В данной работе приняли способ производства активированного угля с использованием более дешевого угля из древесины березы и граба с пропиткой его насыщенным раствором лимонной кислоты.

Заключение. Активированный уголь – это очень перспективный продукт глубокой переработки древесины. Привлекательность его производства заключается как в высокой отпускной цене готовой продукции, так и в широкой сфере его применения. Также к несомненным плюсам следует отнести возможность переработки древесных отходов деревообрабатывающих производств, содержащих кору.

УДК 674.81.028.9

Вып. В.П. Хвостова

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. О.К. Леонович  
(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ФАНЕРЫ НА ОСНОВЕ НОВЫХ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Фанера – многослойная клееная конструкция из шпона и клеевых композиций. Фанерой общего назначения называют фанеру, соответствующую требованиям ГОСТ 3916.1-2018 и ГОСТ 3916.2-96. В зависимости от вида клея фанеру общего назначения подразделяют на следующие марки: ФСФ (повышенной водостойкости, склеенную фенолформальдегидными клеями) и ФК (склеенную карбамидоформальдегидными клеями).

В строительном производстве Республики Беларусь фанера регламентируется следующими стандартами: СТБ EN 313-2-2004, СТБ EN 314-1-2004, СТБ EN 314-2-2004, СТБ EN 636-2004. Технология производства фанеры заключается в изготовлении из круглой древесины листового материала с высокими эксплуатационными характеристиками. Фанера находит широкое применение в мебельном производстве, строительстве, вагостроении, домостроении и других отраслях народного хозяйства.

Основная проблема фанеры – не удается достигнуть экологической безопасности класса E0 (ультранизкий уровень содержания формальдегида – его содержание не превышает 5 мг на 100 г сухой плиты) и наилучшие результаты – это класс E1 (содержание формальдегида менее 10 мг на 100 г). В эксплуатации, особенно в мебельных конструкциях, возникают проблемы, которые не позволяют ее использовать в различных учреждениях образования (детских садах). Целью исследований является поиск вариантов экологически безопасных клеевых композиций, используемых для склеивания плитных материалов.

Из рассмотренных в источниках проанализированы составы олефиновых соединений, полидифенилметилдиизоцианатные соединения (ПМДИ), чье применение на производстве является опасным. Предложено проанализировать применение этиленовых соединений.

Методика испытаний. Для склеивания трехслойной экологически безопасной фанеры были отобраны листы шпона по ГОСТ 3916.1-2018 [1] размером: 320×320 мм и влажностью шпона  $6 \pm 2\%$ . В качестве связующего использовали этиленовые соединения. Склеивание пакетов шпона производится в автоматическом гидравлическом прессе ПСУ-50. Прессование фанеры производится согласно технологическому режиму при заданной температуре  $T = 125 \text{ }^\circ\text{C}$ , давлении  $p = 2,0 \text{ МПа}$ , времени  $t = 300 \text{ с}$ , далее снижали давление до  $p = 0,8 \text{ МПа}$  и выдерживали при этом давлении  $t = 120 \text{ с}$ .

Образцы подверглись испытанию на скалывание по клеевому шву по ГОСТ 9624-93 [2]. Размер образцов на скалывание составил 40×95 мм. Результат испытаний фанеры на скалывание по клеевому шву фанеры склеенной с применением пленочных этиленовых соединений представлен в таблице.

**Таблица – Результаты испытания предела прочности при скалывании по клеевому шву фанеры склеенной с применением пленочных этиленовых соединений**

Наименование	Параметры испытаний			
	Температура °С	Давление, МПа	Время, с	Результат испытаний
Предел прочности при скалывании	125	2,0	300	0,85 МПа
	125	0,8	120	

Вывод. При склеивании фанеры не использовались фенолформальдегидные и карбамидоформальдегидные смолы, что позволяет отнести ее к классу E0. Образцы фанеры показали предел прочности при скалывании по клеевому шву близкий к нормативному показателю ( $\geq 1,00$  МПа), что является хорошим показателем для дальнейшего развития исследований в разработке клеевых композиций для производства экологически безопасной фанеры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона листовых пород. Технические условия: ГОСТ 3916.1-2018: – Введ. 01.04.2019. Москва: – Технический комитетом по стандартизации ТК 121 "Плиты древесные" Москва, 2018. – 16 с.

2. Древесина слоистая клееная. Метод определения предела прочности при скалывании: ГОСТ 9624-2009: – Введ. 01.01.2011. Москва: –Технический комитет по стандартизации ТК 67 "Фанера и фанерная продукция" Москва, 2009. – 12 с.

УДК 674.81.028.9

Студ. М.С. Шестаков

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. О.К. Леонович  
(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

### **РЕКОНСТРУКЦИЯ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ОРГАНИЗАЦИЕЙ ВЫПУСКА ШПОНОВЫХ БАЛОК**

Современный рынок клееных материалов осложнен рядом различных факторов, в следствии чего требуется принятие оперативных и радикальных решений по переоборудованию и перепрофилированию производств, которые столкнулись с серьезными проблемами так, например, почти все фанерные производства остановили свои отгрузки продукции. В связи с чем я предлагаю следующий план по реконструкции фанерного производства на производство LVL-бруса.

Целью работы является выпуск новой продукции путем реконструкции действующего производства.

Основной проблемой фанерного производства является низкая автоматизированность технологического процесса на некоторых участках. Решение по данным вопросам предложила фирма, производящая деревообрабатывающее фанерного оборудование Raute и ее линейка линий RauteSmart и RauteSelect, и фирма Diefenbacher. Предлагается в технологический процесс производства фанеры включить операции сращивания шпона по длине и формирования пакета для

выпуска шпоновых балок LVL. Технологический процесс включает следующие операции:

1. Складирование сырья необходимо для создания запаса, обеспечивающего бесперебойную работу цеха. На складе осуществляется сортировка и обмер чураков.

2. Окорка сырья и редуцирование комля (оцилиндровка). Позволяет уменьшить затупление луцильного ножа на 15–20%; зазор между ножом и прижимной линейкой меньше забивается лубом и частичками древесины; шпон-рванину без коры можно использовать для получения более качественной технологической щепы; увеличивается производительность луцильного станка на 4–5 %.

3. Гидротермическая обработка древесины осуществляется в бассейнах при температуре 40–45°C до прогрева древесины в зоне лущения 35°C.

4. Разделка сырья производится с целью получения из кряжей отрезков необходимой длины (чураков) в соответствии с возможностями луцильных станков.

5. Лущение шпона – одна из основных операций в производстве LVL-бруса. Ее цель – получение лущеного шпона требуемых параметров.

6. Сортировка шпона и рубка ленты шпона на форматные листы, обработка на основании контроля качества и укладка шпона в стопы.

7. Сушка шпона необходима для доведения влажности шпона до требуемого значения 5 %.

8. Нормализация качества шпона. Для улучшения качества и повышения сортности шпона в технологический процесс вводим операцию починки шпона. Кусковые отходы прирубаются на гильотинных ножницах и ребросклеиваются на станках РС-9 или «Kurer». Ребросклеивание кускового шпона и стягивание трещин клеевой лентой.

9. Отбраковка на основании автоматического контроля.

10. Усование шпона для формирования пакета шпона для прессования балок LVL.

11. Нанесение клея осуществляется на клеевальцах. Средний расход клея ФФС 100 г/м<sup>2</sup>.

12. Сборка пакетов шпоновых балок перед прессованием.

13. Склеивание фанеры осуществляется на многоэтажных прессах. Склеивание шпоновых балок основная операция в технологическом процессе производства LVL-бруса осуществляется способом горячего прессования с микроволновым подогревом, который заключается в уплотнении прессуемого пакета для смачивания склеиваемых

поверхностей клеем и быстрым отверждении клея. Именно данная операция определяет “превращение” листов шпона в LVL-брус.

14. Контроль качества склеивания и раскрой по длине.

15. Технологическая выдержка. Для получения качественной и прочной продукции композиционный LVL-брус охлаждаем в стопах, что приводит к снятию возникших внутренних напряжений.

16. Обрезка и раскрой по ширине.

17. Шлифование.

18. Для транспортировки и продажи LVL-брус упаковывается и маркируется.

Выводы: Предложенная реконструкция фанерного производства с одновременным выпуском фанеры и организацией выпуска шпоновых балок путем сращивания шпона на ус и склеивания их в проходных прессах позволяет расширить ассортимент выпускаемой продукции и внедрить новый современный вид продукции шпоновые балки в строительный комплекс народного хозяйства.

УДК 621.1

Студ. А.Д. Трич

Науч. рук. доц. С.В. Здитовецкая

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Постепенное истощение запасов органического топлива, рост цен на энергоносители, ухудшение экологической ситуации делают проблему рационального использования энергии все более острой.

Среди факторов, увеличивающих расход топлива в котельных можно выделить физический и моральный износ котельных агрегатов. Замена котлов, насосного оборудования, автоматизация котельной и другие технические решения оказывают существенное влияние на безопасную, надежную и более экономичную работу котельной.

Энергоснабжение предприятия «Пружанский молочный комбинат» осуществляется собственной производственно-отопительной котельной, работающей на природном газе. В ходе анализа эффективности потребления котельно-печного топлива установлено, что на предприятии используются устаревшие паровые котлы ДЕ-10/14 (1 шт.) и ДЕ 10/24 (2 шт.) с низким КПД (86,6–86,7%), что говорит о нерациональной и низкоэффективной работе котельных установок. Учитывая данный факт, предлагается осуществить реконструкцию котельной путем замены паровых котлов с низким КПД на высокоэкономичные

котлоагрегаты. Техническое решение по реконструкции котельной предполагает внедрение паровых жаротрубных котлов для покрытия технологических и отопительных нужд. Для подтверждения эффективности работы котлов проведен расчет объемов продуктов сгорания, энтальпий, температуры горения и КПД котлоагрегатов.

Предварительный анализ показывает [1], что котлы, которые устанавливаются взамен устаревших, соответствуют показателям энергетической эффективности и их внедрение позволяет уменьшить потребление топлива на 317 т у.т./год, что в денежном выражении составляет 184,9 тыс. руб.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.energoeffekt.gov.by/>. Дата доступа: 10.04.2023.

УДК 620.9:338.45

Студ. А.А. Груша

Науч. рук. ассист. Е.С. Данильчик

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «БЕЛАЗ»

Одним из приоритетных направлений развития ОАО «БЕЛАЗ» является увеличение производительности единицы техники путем разработки и освоения новых модификаций самосвалов повышенной и предельно высокой грузоподъемности. При этом научно-технический прогресс направлен на повышение энергетической эффективности общественного производства, т.е. на энергосбережение.

Для снижения энергетических затрат на ОАО «БЕЛАЗ» были предложены следующие энергосберегающие мероприятия: установка автоматических регулирующих устройств конденсаторных установок, термореновация ограждающих конструкций цехов с помощью системы «Термошуба» и замена имеющихся источников освещения на энергоэкономичные осветительные устройства.

В ходе работы были определены суммарная годовая экономия электрической энергии и срок окупаемости затрат [1]:

1) при установке автоматических регулирующих устройств конденсаторных установок в количестве 4 штук марки КУ УКМ 58-04-225-10 УЗ мощностью  $Q_{\text{нкф}} = 250$  квар каждая: годовая экономия – 36 т у.т., срок окупаемости – полгода.

2) при утеплении ограждающих конструкций цехов предприятия площадью 21078 м<sup>2</sup> с помощью системы «Термошуба»: годовая экономия – 511 т у. т., срок окупаемости – 4 года.

3) при замене люминесцентных ламп ЛБ и ЛД (мощностью 40 и 80 Вт, 500 шт.) на светодиодные лампы мощностью 5 и 11 Вт (500 шт.): годовая экономия – 35 т у. т., срок окупаемости – 2,7 года.

*Общая экономия энергии составит 582 т у. т.* Предложенные энергосберегающие мероприятия рекомендуются для внедрения на предприятии ОАО «БЕЛАЗ».

#### 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/supervision/framework/20201118\\_terem2](https://energoeffekt.gov.by/supervision/framework/20201118_terem2) – Дата доступа: 05.03.2023.

УДК 620.9(476-25)

Студ. Д.А. Жук

Науч. рук. ассист. Е.С. Данильчик

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

### **СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ АСКУЭ И КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**

На протяжении последнего времени в мире происходит постоянный рост цен на энергоносители. Это заставляет более бережно и рационально относиться к их использованию, и особенно актуально для стран, не обладающих собственными богатыми запасами топливно-энергетических ресурсов, в число которых входит Республика Беларусь.

Технологии, которые практиковались еще в советские времена, позволяли использовать для учета потребления электроэнергии только счетчики индукционного типа. Однако, повсеместное массовое использование электротехнического оборудования вызывает значительный рост потребления энергии, следовательно, насущной становится необходимость рационализации используемых ресурсов.

В ходе работы были предложены два мероприятия по снижению энергетических затрат на заводе по выпуску комплексных трансформаторных подстанций (КТП) г. Минска. Электрическая нагрузка завода составляет  $P = 10388,8$  кВт.

Первым мероприятием было предложено внедрение **автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ)**, которая предназначена для: автоматизации процесса учета электрической энергии и мощности по коммерческим точкам учета предприятия; измерения, сбора, обработки, накопления, отображения, документирования информации о потребленной предприятием и переданной субабонентам активной и реактивной электрической энергии (мощности); контроля в реальном времени за электропотреблением и снижения за счет оперативных организационно-технических мероприятий доли электроэнергии в себестоимости продукции; оперативного контроля, обнаружения и локализации непроизводственных и других потерь потребляемой электрической энергии; ведения архивов информации об электропотреблении, обработки данных и формирования отчетов за различные периоды времени; контроля и диагностики технического состояния элементов АСКУЭ; передача в автоматическом режиме энергоснабжающей организации данных об электропотреблении предприятия в установленной форме [1].

В ходе работы был оценен экономический эффект (в т. у.т. и руб.) при применении системы учета на базе счетчиков, а также срок окупаемости затрат [2]:

- по двухставочному тарифу за фактическую потребленную мощность в месяц – 45,9 т. у.т.; 26635,54 руб.; 0,93 года.

- по двухставочно-дифференцированному тарифу по времени суток – 55,4 т. у.т.; 32152,30 руб.; 0,78 года.

Вторым мероприятием была предложена *компенсация реактивной мощности*.

Передача по электрическим сетям реактивной мощности снижает пропускную способность линий и трансформаторов по активной мощности и вызывает дополнительные потери активной мощности и напряжения. Компенсатор реактивной энергии позволяет: уменьшить потери мощности и снижение напряжения в различных участках электросети; сократить количество реактивной энергии в распределительной сети (воздушные и кабельные линии), трансформаторах и генераторах; снизить затраты на оплату потребленной электрической энергии; сократить влияние сетевых помех на работу оборудования; снизить асимметрию фаз.

Существует много способов для снижения потребляемой реактивной мощности (установка высоковольтных синхронных двигателей, конденсаторные установки и т. д.). На данном предприятии для снижения потребляемой реактивной мощности предлагается установка батарей низковольтных конденсаторов (БНК). Суммарная установ-

ленная мощность БНК предприятия  $Q_{нкф} = 600$  квар. После установки БНК величина потерь активной мощности в трансформаторах приблизительно составит  $\Delta P = 127,43$  кВт и реактивной соответственно  $\Delta Q = 709,73$  квар.

Таким образом, можно сделать вывод, что предложенные мероприятия способствуют снижению энергетических затрат и рекомендуются для внедрения на заводе по выпуску комплексных трансформаторных подстанций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированные системы контроля и учета электрической энергии. Общие технические требования : СТБ 2096-2010. – Введ. 01.01.2011. – Минск : Госстандарт, 2010. – 32 с. – Изм. №2 (ИУ ТНПА №9-2013). – 36 с.

2. Энергосберегающие технологии на предприятии [Электронный ресурс] – Минск, 2023. – Режим доступа: <http://www.energobyt.by>. – Дата доступа: 07.03.2023.

УДК 620.9:332.8

Студ. С.В. Чепелевич

Науч. рук. ассист. Е.С. Данильчик

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) – важнейшая социально-экономическая сфера народного хозяйства, в которую, входят предприятия, обеспечивающие более 30 видов услуг, от жилищного хозяйства до озеленения населенных пунктов и цветоводства.

Объектом исследования является центральный тепловой пункт жилого дома по ул. Независимости, д. 27А в г. Минске. Для снижения энергетических затрат в нем были предложены следующие энергосберегающие мероприятия [1]:

- 1) Замена кожухотрубного теплообменника на пластинчатый;
- 2) Внедрение системы автоматического регулирования расхода тепловой энергии.

Важнейшим элементом центрального теплового пункта (ЦТП) является теплообменный аппарат (ТА), обеспечивающий передачу теплоты от центральных тепловых сетей к местным системам потребления с требуемыми параметрами теплоносителя. Еще 20 лет назад ТА, которые широко использовались в системах отопления и горячего

водоснабжения (ГВС), производились в виде больших кожухотрубных секций, из которых, в зависимости от необходимой мощности, комплектовался весь аппарат. Прорыв в технологии изготовления ТА был совершен в 70–80-е годы, когда были выпущены первые пластинчатые ТА – наиболее эффективное решение передачи тепловой энергии.

Экономический эффект от внедрения пластинчатого теплообменника взамен кожухотрубного достигается за счет:

- увеличения коэффициента теплопередачи;
- уменьшения потерь тепловой энергии по сравнению с кожухотрубным теплообменником вследствие уменьшения наружной поверхности теплообменника (при равной тепловой нагрузке) и более полного использования тепла в процессе теплообмена;
- наличия возможности изменения параметров теплообменника (площади поверхности теплообмена, коэффициента теплопередачи);
- увеличения срока службы, удешевления и простоты обслуживания, отсутствия необходимости в теплоизоляции.

В ходе работы был рассчитан тепловой поток с наружной поверхности теплообменника (269,2 Вт). Так же годовая экономия тепловой энергии и экономия топлива от реализации мероприятия (19,1 Гкал, 3,6 т у. т.). Коэффициент теплоотдачи не изменялся. Срок окупаемости составил 4 года.

Сейчас приобретают значительную актуальность автоматизированные системы регулирования, позволяющие минимизировать теплотребление, при этом создавая комфортные температурные условия для потребителей.

Экономический эффект от внедрения регуляторов расхода тепловой энергии достигается за счет:

- поддержание комфортной температуры воздуха в помещениях путем соблюдения заданного графика зависимости температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления, от температуры наружного воздуха;
- ликвидация весенне-осенних перетопов зданий;
- автоматическое снижение потребления тепловой энергии системой отопления здания в нерабочее время, в выходные и праздничные дни;
- ограничение температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть.
- автоматическое снижение температуры горячей воды в ночное время, в выходные и праздничные дни, вплоть до полной остановки системы ГВС; поддержание требуемой температуры горячей воды в системе ГВС;

– поддержание комфортной температуры воздуха в помещениях путем автоматического изменения расхода теплоносителя, поступающего на калорифер вентиляционной установки;

– автоматическое включение вентиляционной установки в рабочее время и отключение в нерабочее время, в выходные и праздничные дни.

В работе была оценена годовая экономия тепловой энергии (99,8 Гкал, 14,3 т у. т.). Срок окупаемости составил 5,4 года.

В целом, эффективность реализации проекта по внедрению автоматизированной системы регулирования можно характеризовать значительным снижением теплопотребления здания и, соответственно, уменьшением платы за потребленные энергоресурсы.

Следовательно, вышеуказанные мероприятия можно рекомендовать для внедрения.

#### 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: 05.03.2023.

УДК 674.8

Асп. К.О. Ермалович

Науч. рук. зав. кафедрой А.Н. Буркин

(кафедра технического регулирования и товароведения, ВГТУ, г. Витебск)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРМЕТРОВ ПЕРВИЧНОЙ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДВП**

Уровень развития общества во все времена определялся наличием необходимых материалов для создания изделий: так в каменном, бронзовом, железном веках предметы труда и орудия изготавливали из соответствующих материалов. В настоящее время для производства материальных благ стали широко применять композиционные материалы, а исследователи смело называют наше время «веком композиционных материалов».

Традиционные «простые» (некомпозиционные) материалы уже не отвечают стремительно растущим требованиям, а открытие новых материалов – явление редкое. Бурное развитие общества требует но-

вых материалов с заранее предполагаемыми свойствами [1]. Армированием уже известных материалов различными по своей природе наполнителями получают композиты, обладающие сверхвысокой прочностью, твердостью, коррозионной стойкостью и другими необходимыми параметрами.

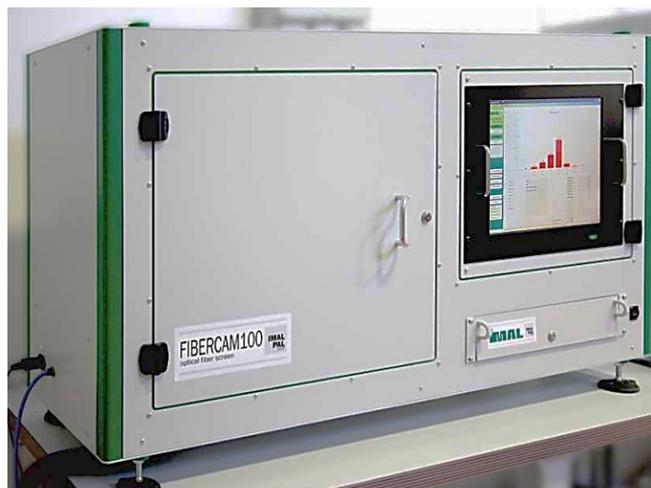
В последнее время внимание привлекают экологичные органические наполнители для композиционных материалов: древесное волокно (ДВ) и древесная пыль (ДП), которые нашли свое применение не только в отраслях легкой промышленности, но и в создании строительных материалов и смесей. Наполнение полимерных материалов древесными волокнами преследует следующие цели: упрочнение, снижение веса и стоимости изделия [2].

Свойства получаемого композита определяют входящие в его состав компоненты, в данном случае наполнитель (древесноволокнистая масса) и связывающая его дисперсионная среда. Важнейшими характеристиками наполнителя являются форма и размер его частиц. Размеры частиц наполнителя являются ведущим фактором, определяющим образование отслоений и трещин в материалах: если размеры дисперсного наполнителя меньше критического, то отслоения и трещины не вызывают разрушения материала и материал упрочняется. Увеличение размера частиц повышает напряжение в матрице вблизи наполнителя, и, соответственно, при меньшей нагрузке в полимере возникают крупные трещины – материал разрушается [1].

В связи с изложенным выше была поставлена следующая цель: определить геометрические параметры древесноволокнистой массы (ДВМ). Объектами исследования было выбрано исходное сырье для производства МДВ и ДВП деревообрабатывающего производства ОАО «Витебскдрев» – древесное волокно и древесная пыль.

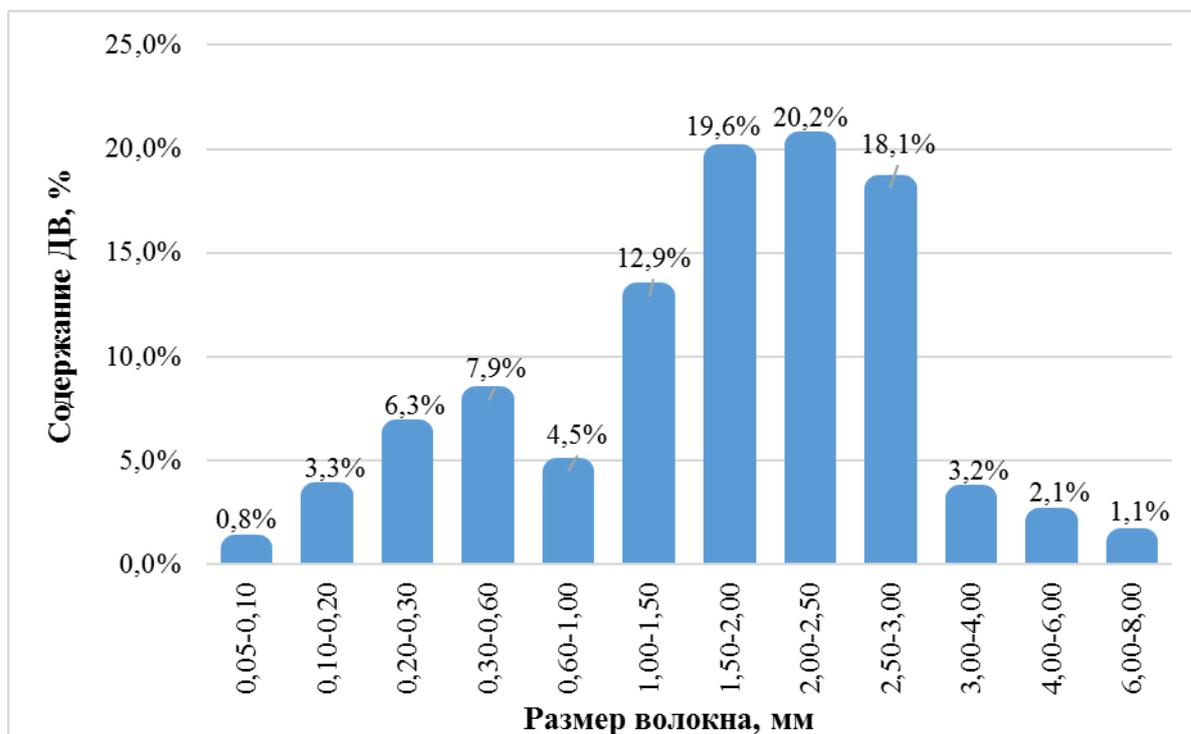
Процентное соотношение различных фракций древесноволокнистой массы определяли в Центральной заводской лаборатории ОАО «Витебскдрев» на оптическом сортировщике волокна FiberCam 100 (рисунок 1). FiberCam 100 снабжен пневматической системой для транспортировки волокна и телекамерой, позволяющей получать изображения, на которых видны результаты оптического измерения, идентифицирующего и анализирующего волокно.

Оптический сортировщик позволяет проводить измерения геометрических размеров (длины, ширины, толщины) наполнителя неразрушающим методом. Точность результатов измерения достигается и за счет системы автоматического исключения чрезмерно скрученных и наложенных друг на друга волокон. В ходе эксперимента программа строит график, показывающий объемное распределение различных фракций с числовой индексацией.

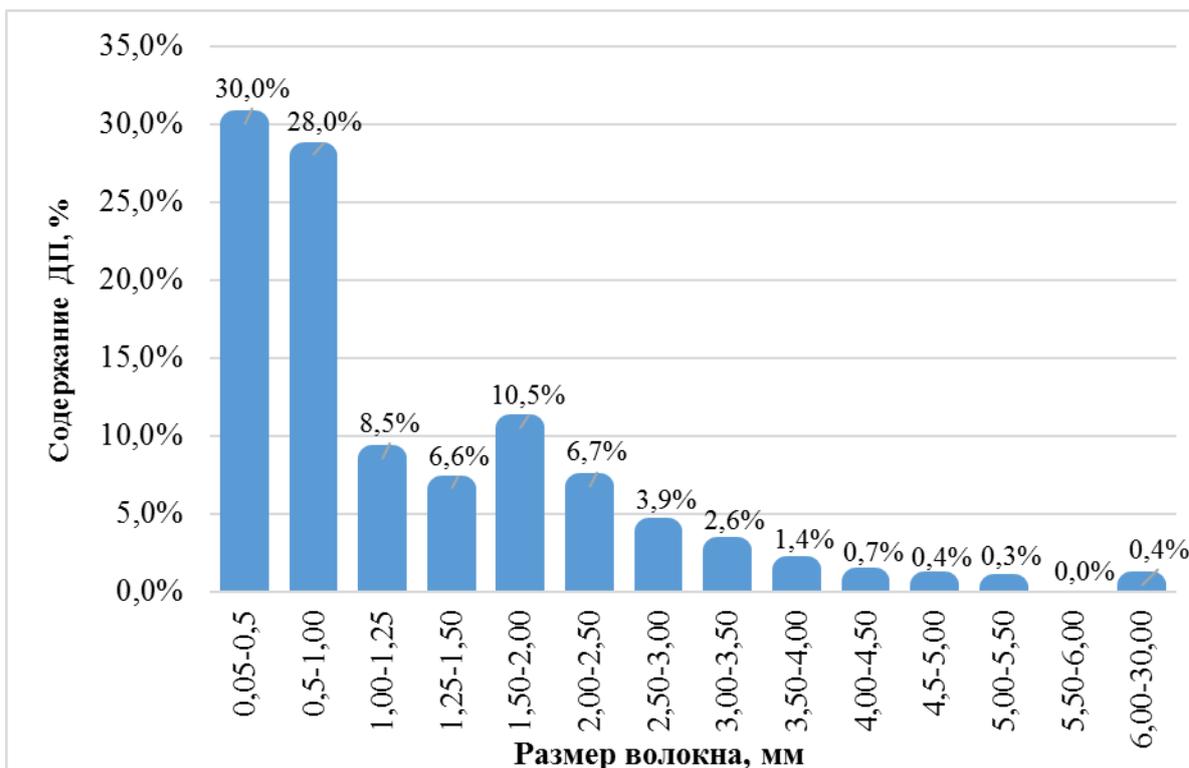


**Рисунок 1 – Оптический сортировщик волокна FiberCam 100**

Волокна древесины имеют трубчатую, игольчатую форму, а длина волокна в значительные разы превышает его ширину. Прочность волокнисто-наполненных композиционных материалов определяется длиной его волокна, которая должна быть не менее критической ( $l_{кр}$ ). С данной точки зрения целесообразно рассматривать длину ДВ и ДП, как основную характеристику прочности материалов. В ходе исследования было проанализировано по 100 г ДВ и ДП. Данные результатов исследования представлены на рисунках 2–3.



**Рисунок 2 – Диаграмма фракционного распределения ДВ по длине**



**Рисунок 3 – Диаграмма фракционного распределения ДП по длине**

Согласно данным, представленным на гистограммах: наибольшая часть (70,8%) древесного волокна имеет длину 1 – 3 мм, длина частиц древесной пыли составляет 0,05—1 мм (58%).

Таким образом, для достижения более высокой степени наполнения композита следует использовать наполнитель с меньшими размерами частиц – ДП. Более длинные ДВ существенно повышают модуль упругости композита, поэтому размер частиц древесноволокнистой массы играет определяющую роль в формировании комплекса свойств древесных композиционных материалов, что необходимо учитывать при выборе рецептуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Материаловедение и технология полимеров и композитов: учеб. пособие / В.А. Гольдаде [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2018. – 351 с.
2. Радюк, А.Н. Композиционные материалы, модифицированные различными наполнителями для низа обуви / А.Н. Радюк, М.А. Козлова, А.Н. Буркин // *Advanced technologies and equipment: Textiles, Clothes, Shoes.* – Витебск, 2020. – С. 150 – 154.

Студенты Н.В. Голубёноква, К.В. Обельцева  
Науч. рук. доц. П.Г. Мельник (кафедра лесоводства, экологии  
и защиты леса, МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Московская обл., г. Мытищи)

## **ОСОБЕННОСТИ ДИССЕМИНАЦИИ КЛЁНА ОСТРОЛИСТНОГО В УСЛОВИЯХ ЛЕСНОЙ СРЕДЫ**

Расселение древесных растений зависит главным образом от успешного прохождения всех стадий генеративного развития вида, его биологических и экологических свойств и конкурентоспособности, в целом содействующих или препятствующих выживанию и закреплению того или иного растения на новом месте [1].

Цель нашей работы – изучение особенностей диссеминации клёна остролистного под пологом лиственницы европейской в условиях Никольской лесной дачи.

Объект исследования расположен на территории Никольской лесной дачи в Воря-Богородском участковом лесничестве Щёлковского учебно-опытного лесхоза Московской области и представлен культурами лиственницы европейской созданными в 1871 г. Почва объекта исследований – дерново-подзолистая легкосуглинистая, сформированная на флювиогляциальном песке, оставленном ледниковыми потоками. Тип лесорастительных условий В<sub>2</sub> (простая свежая суборь) [2]. В 143-летнем возрасте насаждение характеризовалось ростом по Ia классу бонитета, составом первого яруса 9Л1СедЕ; второго яруса – 8Е2Кл. Запас стволовой древесины 1 яруса – 1217 м<sup>3</sup>/га, второго – 16 м<sup>3</sup>/га. Общий запас стволовой древесины – 1233 м<sup>3</sup>/га [3].

При изучении диссеминации клёна остролистного необходимо учитывать, что эта порода относится к древесным гемиянемохорам, имеющим кожистые пленочные выросты, так называемые крылышки. Их семена относительно тяжелые и при наличии крылышек под воздействием ветра в планирующем полете равномерно рассеиваются во круг кроны. Клён остролистный не образует монодоминантных сообществ, но является важнейшим компонентом широколиственных лесов. По литературным данным, максимальные расстояния диссеминации клёна оцениваются до 100 м, заметная диссеминация наблюдается до 45 м, оптимум – 25 м [1]. Источником диссеминации послужили 2 дерева клёна остролистного, с высотами 15,8 и 14,3 м. На этом объекте было установлено, что максимальное расстояние распространения семян клёна остролистного достигает 31,8 м в северо-восточном направлении, а минимальное 13,7 м в западном направлении от мате-

ринского дерева. Относительно других сторон света максимальные расстояния диссеминации колеблются в пределах 23,9-27,7 м.

На момент наших исследований подрост и самосев клёна остролистного был представлен разными высотными градациями. Более четверти (27,3%) учтённых растений представляют градацию от 2-х метров и выше, 43,7% высотой до 1 метра, что свидетельствует о том, что процесс формирования молодого поколения клёна имеет волнообразный ход и продолжается до настоящего времени.

Среднегодовые приросты клёна с 2016 по 2017 гг. имели положительную динамику, а с 2017 г. наблюдается тенденция снижения прироста, с 32 см до 19,5 см в 2020 году, что вызвано новой волной диссеминации молодых растений, доля самосева составляет 23,5% учтенных растений.

В результате проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1) Максимальное расстояние распространения семян клёна достигает 31,8 м в северо-восточном направлении, а минимальное 13,7 м в западном направлении от материнского дерева. Относительно других сторон света максимальные расстояния диссеминации колеблются в пределах 23,9-27,7 м.

2) В условиях Никольской лесной дачи процесс формирования молодого поколения клёна остролистного имеет волнообразный ход и продолжается до настоящего времени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Удра И.Ф. Расселение растений и вопросы палео- и биогеографии. – Киев: Наукова думка, 1988. – 200 с.

2. Рубцов М.В., Мерзленко М.Д. Лесные культуры К.Ф. Тюрмера. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1975. – 42 с.

3. Melnik P.G., Karasyov N.N. Productivity of different larch types in Moscow region // Eurasian Forests – Hungarian Forests: Materials of the VI International Conference of Young Scientists. – М.: MSUF, 2006. – P. 83-85.

4. Мерзленко М.Д., Коженкова А.А., Мельник П.Г. Рост хвойных интродуцентов в Западном Подмосковье // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – №5 (151). – С. 86-90.

5. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Коженкова А.А. Результаты выращивания климатипов лиственницы в географических культурах Западного Подмосковья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – №1 (159). – С. 72-77.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ

<i>Василевич И.Н.</i> Осиновые насаждения Красносельского лесничества .....	4
<i>Млынарчик М.Д.</i> Формирование еловых насаждений рубками ухода в Воробьевском лесничестве Слуцкого лесхоза .....	6
<i>Михалик В.В.</i> Рубки ухода в сосновых насаждениях Калининского лесничества Телеханского лесхоза .....	8
<i>Лемчук А.Д.</i> Особенности ландшафтной организации пришкольных учебно-опытных участков .....	10
<i>Линник Е.М.</i> Современные приемы рекультивации для сложных промышленных территорий за рубежом .....	12
<i>Линник Е.М.</i> Flower park – опыт зарубежных стран .....	14
<i>Ромме Н.С.</i> Разнообразие декоративных форм барбариса Тунберга .....	16
<i>Хорошун М.Н.</i> Проектные предложения по реконструкции благоустройства и озеленения территории ГУО «Средняя школа №1 г. Давид-Городка ...	17
<i>Хожяева А.Х.</i> Результаты анализа использования систем автоматического полива на территориях различного функционального назначения .....	19
<i>Самуйлик Д.А.</i> Современные приемы ландшафтной организации придомовых территорий .....	21
<i>Граблюк А.Д.</i> Ландшафтные приемы формирования бульваров в городской среде .....	23
<i>Кушнеревич А.А.</i> Веревоочные парки как современное направление активного отдыха .....	24
<i>Олешко М.Г.</i> Возможности совершенствования композиций цветочно-декоративного оформления территории ГУО «Перковичская средняя школа» .....	25
<i>Макаревич Н.А.</i> Перспективы использования нетрадиционных плодово-ягодных лиан в декоративном садоводстве и озеленении Республики Беларусь .....	26
<i>Бениц С.Э.</i> Отечественный современный и зарубежный опыт ведения питомнического хозяйства по выращиванию посадочного материала декоративных древесных растений .....	28
<i>Жигар А.С.</i> Современные подходы к формированию элементов озеленения территорий детских дошкольных учреждений .....	29
<i>Расолько Н.В.</i> Воздействие пространственного размещения деревьев на таксационные показатели сложного древостоя .....	31
<i>Лис В.Ю., Чижевская М.В., Леменкова А.Д.</i> Размер рубок ухода в сосновых лесах Лунинецкого лесхоза с использованием ГИС-технологий...	33
<i>Матейчик А.С., Гулькова М.Е., Андрианова Е.В.</i> Качественная оценка сосновых лесов Щучинского лесхоза на основании повыдельной базы данных лесоустройства .....	35
<i>Гладкевич Е.Е., Карпеленя Ю.А., Лешкова В.В.</i> Сравнение результатов оценки пожарной опасности лесного фонда ГЛХУ «Климовичский лесхоз» по данным космической съемки и базового лесоустройства .....	37
<i>Рулёва А.С.</i> Диплодиоз в сосновых культурах Буда-Кошелёвского опытного лесхоза и мероприятия по ограничению его вредоносности .....	39

<i>Храповицкая Н.А.</i> Анализ существующих способов определения объема круглых лесоматериалов .....	41
<i>Савастюк А.С.</i> Селекционная инвентаризация березовых насаждений Ивьевского лесхоза.....	43
<i>Семенов С.Е.</i> Особенности создания лесных культур на дерново-подзолистых супесчаных почвах Вирковского лесничества Кличевского лесхоза .....	45
<i>Воробей Н.С.</i> Современная концепция использования зеленых насаждений городской среды .....	47
<i>Бруцкая В.В.</i> Особо охраняемые природные территории Старобинского лесхоза и их значение для экологического туризма .....	49
<i>Курилюк В.Ю.</i> Анализ состояния популяций семейства оленьих в охотничьем хозяйстве Пинского лесхоза .....	51
<i>Курилюк В.Ю., Карповец Д.А.</i> Формирование популяций семейства оленьих в различных фитоценозах .....	53

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

<i>Побережный Г.В.</i> Обзор инструмента при фрезеровании древесины .....	56
<i>Болтушкина Е.Д.</i> Обзор оборудования для получения технологической щепы .....	57
<i>Козырев Э.С.</i> Обзор современных конструкций круглых пил для распиловки ДСТП .....	59
<i>Макаревич А.В.</i> Анализ методов расчета сил резания .....	60
<i>Пархимович М.И., Добровольский Е.П., Колос М.А.</i> Обзор конструкций ротоваторов .....	63
<i>Дервоед В.А.</i> Повышение эксплуатационных свойств харвестеров при освоении труднодоступного лесосечного фонда .....	64
<i>Масловский И.С.</i> Обоснование конструкции и расчет на прочность дорожной одежды .....	66
<i>Лобко Р.П.</i> Обоснование параметров лесной автомобильной дороги на кривых с малыми радиусами .....	68
<i>Абабурко И.Д.</i> Обоснование конструкции и параметров водопропускных дорожных труб .....	70
<i>Гриневич К.А.</i> Классификация задач теории массового обслуживания .....	72
<i>Барташевич Е.И., Гриневич К.А.</i> Классификация способов решения задачи маршрутизации .....	74
<i>Шкут Д.О.</i> Особенности работы частного предприятия оказывающего услуги по вывозке древесины .....	76
<i>Баранова Я.М.</i> Основные показатели работы техники на вывозке древесины в Бобруйском лесхозе за 2022 год .....	78
<i>Манько А.С.</i> Анализ возможностей систем мониторинга работы автотранспорта .....	80
<i>Будовская А.А.</i> Анализ работы сортиментовозов при перевозке древесины в Гродненском лесхозе .....	82

<i>Гриневич К.А.</i> Особенности решения основных задач теории массового обслуживания в Excel для учебных целей .....	84
<i>Голик А.Б., Вершинина А.А.</i> Анализ объемов производства мебели в Республике Беларусь .....	86
<i>Вершинина А.А., Голик А.Б.</i> Деревообрабатывающий комплекс Республики Беларусь и перспективы его развития .....	88
<i>Барташевич Е.И.</i> Учет парадокса Браеса при маршрутизации перевозок древесины .....	90
<i>Найденок И.Л.</i> Современный транспортный комплекс Республики Беларусь .....	93
<i>Ильева Е.С.</i> Целесообразность и способы сортировки круглых лесоматериалов на лесосеке .....	94
<i>Кмита К.С.</i> Использование древесного сырья в энергетических целях ....	96
<i>Журба П.А.</i> Анализ виброускорений зубчатых передач трелевочного трактора на базе МТЗ .....	98
<i>Воронова К.В.</i> Современные материалы и технологии проектирования тяжело нагруженных деталей машин .....	100
<i>Карпечина В.Ю.</i> Исследование напряженного состояния рамных конструкций средствами конечно-элементного моделирования .....	102
<i>Устиненко А.А., Кулик И.А.</i> Критерии выбора конструкционных материалов и методов их упрочнения при проектировании деталей машин .....	104
<i>Хильманович Е.В., Масловский С.А.</i> Повышение надежности деталей машин конструктивными методами .....	106
<i>Останин В.А.</i> Использование системы ERP в мебельном производстве ....	108
<i>Цуприк Н.В.</i> Ретро мебель в современном интерьере .....	110
<i>Горячко И.Ю.</i> Особенности дизайна интерьера в стиле модерн .....	112
<i>Стефанович А.И., Стефанович Н.Ю.</i> Ретродревесина как часть интерьера.....	114
<i>Рубаник В.С.</i> Использование древесины и древесных материалов в дизайне интерьеров .....	116
<i>Овдийчук Д.Н.</i> Современные облицовочные материалы в производстве мебели .....	118
<i>Чуманевич В.Г., Радюк Е.А.</i> Современные показатели качества мебельной продукции .....	120
<i>Михайленко А.П.</i> Функциональные зоны в деревянных домах типа «Барнхаус» .....	122
<i>Божко Д.В.</i> Оптимизация раскроя круглых лесоматериалов с использованием языка программирования PYTHON .....	124
<i>Джалалов Б.Т.</i> Особенности технологии производства фанеры из древесины павловнии .....	125
<i>Домашкевич А.С.</i> Определение оптимальной толщины утеплителя в ограждении конвективной сушильной камеры для г. Пинска .....	128
<i>Лисица В.С.</i> Практический опыт использования автоматизированной установки для сортировки сырых досок в лесопильном цеху .....	129
<i>Ромашко Е.А.</i> Расчет оптимальных режимов лущения шпона различной толщины .....	131

<i>Станковский М.А., Кошель Я.В.</i> Сравнение способов получения активированного угля из отходов древесины .....	133
<i>Хвостова В.П.</i> Технология производства экологически безопасной фанеры на основе новых клеевых соединений .....	134
<i>Шестаков М.С.</i> Реконструкция фанерного производства с организацией выпуска шпоновых балок .....	136
<i>Трич А.Д.</i> Модернизация котельной промышленного предприятия .....	138
<i>Груша А.А.</i> Повышение эффективности использования энергии на предприятии ОАО «БелАЗ» .....	139
<i>Жук Д.А.</i> Снижение энергетических затрат промышленного предприятия с помощью АСКУЭ и компенсации реактивной мощности .....	140
<i>Чепелевич С.В.</i> Повышение эффективности жилищно-коммунального хозяйства .....	142
<i>Ермалович К.О.</i> Исследование параметров первичной древесноволокнистой массы для производства ДВП.....	144
<i>Голубёнок Н.В., Обельцева К.В.</i> Особенности диссеминации клёна остролистного в условиях лесной среды.....	148

Научное издание

**Тезисы докладов  
74-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. 8,95. Уч.-изд. л. 9,24.

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