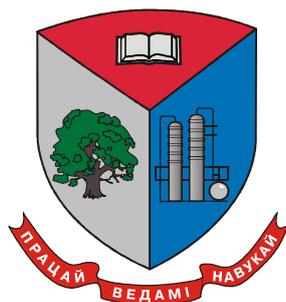


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»



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

15–20 апреля 2019 г.

СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ

В 4-х частях

Часть 1

Минск 2019

УДК 005.745:378.6](476)(06)

ББК 66.75

**70-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов:** сб. науч. работ: в 4-х ч. – Минск, 15–20 апреля 2019 г. [Электронный ресурс]– Минск: БГТУ, 2019. – Ч. 1. – 321 с.

Сборник научных работ студентов и магистрантов университета составлен по итогам 70-й студенческой научно-технической конференции Белорусского государственного технологического университета, проведенной с 15 по 20 апреля 2019 г. На конференции было заслушано 1826 докладов, лучшие из них представлены в данном сборнике. Материалы 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. биологич.наук В.А. Ярмолович  
декан факультета ТТЛП, доцент, канд. техн. наук В.Н. Лой

Редакционная коллегия:

зав. кафедрой ЛКиП, доцент, канд. с.-х. наук В.В. Носников  
зав. кафедрой ЛПиСПС, доцент, канд. биол.наук Т.М. Бурганская  
доцент кафедры ЛМДиТЛП, канд. техн. наук В.А. Симанович  
зав. кафедрой ТДП, доцент, канд. техн. наук И.К. Божелко  
доцент кафедры лесоводства, канд. с/х. наук Д.В. Шиман

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2019

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

- Дормешкин О.Б. проректор по научной работе (председатель)
- Сакович А.А. проректор по учебной работе (зам. председателя)
- Каврус И.В. начальник НИЧ
- Черник Е.О. зав. сектором ИВОНД
- Сильванович А.В. инженер сектора ИВОНД
- Шиман Д.В. ответственный за НИРС факультета ЛХ, канд. с/х. наук, доцент кафедры лесоводства
- Симанович В. А. ответственный за НИРС факультета ТТЛП, канд. техн. наук, доцент кафедры лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства
- Стасевич О.В. ответственная за НИРС факультета ТОВ, доцент кафедры физико-химических методов сертификации продукции
- Залыгина О.С. ответственная за НИРС факультета ХТиТ, канд. техн. наук, доцент кафедры промышленной экологии
- Усевич В.А. ответственная за НИРС факультета ИЭ, старший преподаватель кафедры экономической теории и маркетинга
- Медяк Д.М. ответственная за НИРС факультета ПиМ, канд. техн. наук, доцент кафедры полиграфических производств
- Яроцкая Л.Д. ответственная за НИРС факультета ИТ, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры высшей математики
- Тишкевич И.А. методист учебно-методического отдела, ответственная по работе с колледжами

**Секция  
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ**

УДК 712.25;712.413

Маг. А.А. Батанов

Науч. рук. доц. Н.А. Макознак  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **СОЗДАНИЕ КОМПОЗИЦИЙ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ КАК СПОСОБ ВЕТРОЗАЩИТЫ РЕКРЕАЦИОННЫХ ПРОСТРАНСТВ**

Ветер является фактором, оказывающим выраженное влияние на уровень комфортности архитектурно-ландшафтной среды, и в особенности – рекреационных пространств. Наряду с обеспечением эффекта смены воздушных масс воздействие ветра изменяет температурный и влажностный режимы территории, систематическое же воздействие ветров определенной направленности и силы способно определять характер микроклимата отдельных участков объектов рекреации.

Восприятие характеристик комфортности имеет сезонный характер – в теплый период года ветровые потоки эффективно снижают температуру и оказывают благоприятное воздействие на тепловой баланс человека, а при низких температурах, напротив, могут вызывать дискомфорт и переохлаждение. Сильный ветер не только не отвечает требованиям биоклиматического комфорта, но и способен нанести огромный хозяйственный ущерб в любое время года. Наиболее комфортной для человека принято считать скорость ветра в пределах от 1 до 5 м/с [1].

Регулирование ветрового режима может осуществляться как градостроительными и архитектурными, так и ландшафтными средствами. Трассировка городских магистралей, выбор конфигурации застройки и характера изменения ее этажности позволяют в целом корректировать ветровой режим при различных типах направлений господствующих ветров. Так, застройка средней этажности (4–5 этажей) и многоэтажная (6–9 этажей и выше) уже оказывает на воздушные потоки выраженный тормозящий эффект, при этом ветровая тень может достигать 5–6 высот зданий [1].

В то же время использование крупных архитектурных сооружений в качестве элементов ветрозащиты рекреационных пространств не всегда возможно, а применение в качестве ветрозащитных малых архитектурных форм сплошных экранирующих конструкций может оказаться малоэффективным, поскольку ветер, наталкиваясь на плоскую преграду такого элемента ограждения, легко его преодолевает, взмывая вверх и обрушиваясь потом сверху на пространство за ограждением, создавая завихрения. Несколько более эффективными могут ока-

заться фильтрующие ветер архитектурные конструкции, но гораздо лучшим решением будет создание ветрозащитных композиций зеленых насаждений из устойчивых к воздействию ветра декоративных растений. Такие посадки также будут изменять направление ветра и также тормозить ветровой поток, перенаправляя его вверх, но при этом растения частично будут пропускать ветер через композицию, существенно уменьшая его силу.

На обширных рекреационных пространствах создание полномасштабных ветрозащитных полос насаждений не принесет неудобств, и ширина ветрозащитной зоны от таких посадок может составить до 35–40 высот деревьев [1]. В то же время, если территория, которую необходимо защитить от ветра, будет небольшой, требуется создание компактных ветрозащитных посадок и возникает вопрос правильного подбора ассортимента древесных растений, так, чтобы высокие насаждения не мешали остальным растениям и не создавали излишнюю тень на участке. Алгоритм создания таких насаждений в первую очередь предусматривает уточнение розы ветров для конкретных микроклиматических условий проектируемой территории с определением направлений наиболее сильных и постоянно воздействующих потоков ветра, после чего осуществляется выбор типа ветрозащитной композиции, которая обычно носит линейный характер, и подбор ассортимента растений.

При подборе ассортимента деревьев и кустарников для ветрозащитных целей нужно обратить внимание не только на устойчивость растения к воздействию ветра, но и на его параметры. Величина ветровой тени для небольшой композиции составляет приблизительно до десяти ее высот. Следовательно, если высота растений составляет 5 м, они защитят участок от ветра на расстоянии до 50 м, а если 3 м – то, соответственно, до 30 м. Поэтому рекомендуется определять требуемые параметры композиций и осуществлять подбор древесно-кустарниковых растений с учетом площади территорий [2].

Оптимальная структура ветрозащитных насаждений для небольших пространств включает три полосы:

- первая (внешняя) полоса, которая принимает основной удар ветра и может быть сформирована густыми кустарниками либо небольшими формованными деревьями;

- вторая, которая направляет движение ветра вверх и создается из высоких деревьев;

- третья, которая окончательно гасит силу ветра и служит как дополнительная ветрозащита, а также играет декоративную роль и может быть создана высокодекоративными кустарниками.

Ассортимент деревьев и кустарников для внешней полосы композиции должен включать виды и декоративные формы растений, которые устойчивы к воздействию ветра, являются достаточно плотными и компактными, либо же хорошо переносят стрижку. Например, можно использовать ели колючую и обыкновенную, сосну горную, боярышники, липы крупнолистную и мелколистную. Для посадки в эту полосу желательно использовать саженцы в возрасте от 3–5 лет, а также крупномерные экземпляры растений. Оптимальным вариантом посадки является шахматная двухрядная.

Для второго ряда посадок можно тоже использовать боярышник и липу, но только не стричь их, а дать расти высокими. Также в этой части посадки можно использовать весьма устойчивую сосну обыкновенную, обладающую развитой корневой системой, березы повислую и пушистую, дуб черешчатый, тополь китайский, различные виды рода Клен, в том числе клен полевой, который в благоприятных условиях способен формировать густую крону высотой до 15 м, а для небольших пространств – клены татарский и Гиннала, достигающие высоты 10–12 м, а также рябину обыкновенную и ивы ломкую шаровидную и белую серебристую.

Внутренняя полоса посадок, являющаяся дополнительной защитой рекреационного пространства, обычно предназначается и для создания определенного декоративного эффекта. Здесь в композиции могут включаться красивоцветущие и декоративно-лиственные кустарники, обладающие разнообразными декоративными качествами постоянного или сезонного характера и достаточной плотностью кроны. Это могут быть барбарисы, дерен, крупные виды спиреи (Вангутта, иволистная, острозазубренная, др.), форзиция, чубушник венечный и его декоративные формы, др. Размещение растений в данной части композиции осуществляется обычно по групповому принципу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Потаев, Г.А. Экологическая реновация городов: монография / Г.А. Потаев. – Минск: БНТУ, 2009. – 173 с.
2. Деревья для защиты от сильного ветра // Гардения: блог о растениях [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.gardeniya.kiev.ua/%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%8C%D1%8F-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D1%8B-%D0%BE%D1%82-%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%B2%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B0/> – Дата доступа: 15.04.2019.

УДК 712.2.025 (476)

Маг. В.Г. Блох  
Науч. рук.проф. Г.А. Потаев  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ ЛАНДШАФТНОЙ РЕНОВАЦИИ ИСТОРИЧЕСКИХ ПАРКОВ**

Исторические парки являются памятниками садово-паркового искусства и подлежат охране государством, поскольку представляют значительную культурно-историческую, эстетическую, дендрологическую ценность.

Исторические парки, как правило, нуждаются в ревитализации.

Ревитализация (от лат. *re* – снова, опять и *vitalis* – жизнь) – возвращение к жизни – комплекс реконструктивно-восстановительных мероприятий, направленных на эффективное использование историко-культурных ценностей в современных условиях [1, с. 191; 2, с. 210].

В 1961 г. была принята Флорентийская хартия по сохранению исторических парков.

В мае 1964 г. в Венеции состоялся II Международный конгресс архитекторов и технических специалистов в области охраны памятников.

Конгресс принял «Международную Хартию по консервации и реставрации памятников и выдающихся мест», известной как Венецианская хартия.

В ней были усовершенствованы и расширены положения Афинской хартии 1931г.

В Республике Беларусь в 1968 г. была создана централизованная организация по практическому осуществлению реставрационной деятельности в республике – Специальные научно-реставрационные производственные мастерские [3].

**Несвижский парк**, обладая общими чертами, характерными для пейзажных парков второй половины XIX столетия, отличается своей хорошо выраженной индивидуальностью, которая создавалась постепенно во времени и пространстве [4].

В процессе эксплуатации парк претерпел существенные изменения: были нарушены водные системы, благоустройство территории, изменился состав насаждений [5].

Реставрация парка в Несвиже является первым примером подобных работ в БССР[6].

В 1980-х гг. ГПИ «Минскпроект» по Несвижскому парку был разработан и практически осуществлен детальный проект, согласно которому проведена коренная реконструкция комплекса, что не впол-



не соответствовало его статусу парка-памятника [7].

Анализируя опыт восстановления Несвижского исторического парка, видно, что были допущены ошибки:

- не проработана ландшафтная организация парка;
- удалена основная часть насаждений, в том числе и ценных экзотов;
- добавление большого числа сооружений, не имевших в Несвижском парке исторических аналогов.

**Лошицкий усадебно-парковый комплекс** территориально является крупнейшим в городе памятником природы, исторического ландшафта, садово-паркового искусства в сочетании с объектами историко-культурного наследия (селище, курганы, мемориальные захоронения, постройки и их комплексы).

Памятник расположен у слияния рек Лошица и Свислочь, в среде ценных природно-экологических ландшафтов.

По своему масштабу и расположению он может быть отнесен к категории культурно-экологических объектов общегородского значения и при планировании реставрационно-восстановительных мероприятий необходимо рассматривать его как одну из доминант социальной инфраструктуры города [8].

Проект детальное планировки по восстановлению водно-зеленой ландшафтно-рекреационной зоны вдоль р. Лошица и р. Мышка, созданный коллективом УП «Минскградо» [9].

Анализ исторических парков в пригороде Санкт-Петербурга показал, что методика восстановления каждого ландшафтного объекта индивидуальна.

Сочетание методов воссоздания (практически полностью уничтоженного во время войны Верхнего сада), восстановления (Нижнего парка) и полной реставрации (дворца Марли и окружающих его прудов – Большого и Секторальных) характерно для **Петергофа** [10, 11].

Восстановление только одного элемента ансамбля, т.е. сада (боскеты, кружевные партеры), у которого нет четкого функционального назначения использовалось в **дворцово-парковом ансамбле “Ломоносов”**. **Дворцово-парковому ансамблю “Пушкина”** характерно восстановление особенностей каждого района, утраченных перспектив на отдельные здания и сооружения, приводятся в соответствии с историческими данными соотношения лиственных и хвойных пород.

В **дворцово-парковом ансамбле “Павловск”** использовалась реконструкция Павловского дворца и Собственного садика, а также мероприятия по восстановлению района Белой березы [11].

Восстановительные работы на территории *усадыбы Тригорское музея-заповедника А.С. Пушкина «Михайловское»* проводились в 1996-1997 гг., когда раскрыты все ценности мемориальных деревьев, групп, куртин, аллей, массивов, а проведенные посадки носят исключительно реставрационный характер [12].

В г. Вена использовались разные методы ландшафтной реновации исторических парков в зависимости от степени сохранности парка (планировочная и объемно-пространственная композиция), существующей градостроительной ситуации (расположение в структуре города), расположения на территории парков архитектурных объектов.

Фрагментная реновация с полным сохранением аутентичной среды живописного парка характерна для *парка Порцляйнсдорф*. Фрагментарная реставрация, не предполагающая стилового единства всего комплекса использована в *Люксембург Парке*. Приспособление с сохранением основного планировочного каркаса характерно для *дворцово-паркового комплекса Аугартен*.

Сочетание мероприятий по охране культурного наследия – консервация (Верхний сад с крематорием и захоронениями), реабилитация (замковый комплекс с прилегающими территориями), реновация (Нижний сад) использовалось в *комплексе Ноегебойде* [13].

Методы восстановления *парков в США* сочетает в себе сохранение, реставрацию и реконструкцию исторических объектов, с проведением различных мероприятий, приуроченных к знаменательным датам и национальным праздникам [14].

Как правило, восстанавливаются основные характерные черты периода расцвета ансамбля.

Методика реставрационных работ разрабатывается для каждого памятника либо комплекса отдельно и учитывается характер, объем, последовательность действий и их этапов, взаимосвязь между разными видами работ, выполняемых одновременно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Потаев, Г.А. Философия современного градостроительства / Г.А. Потаев, - Минск: БНТУ, 2018. – 345 с.

2 Иодо, И.А. Градостроительство и территориальная планировка: учебное пособие / И.А. Иодо, Г.А. Потаев – Ростов н/Д: Феникс, серия «Строительство и дизайн». – 2008. – 285 с.

3 Жаровина, Г.П. Основы реставрации памятников архитектуры, монументальной и станковой живописи / Под.ред. Г.П. Жаровиной. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 96 с. – С. 18-31.

4 Федорук, А.Т. Старинные парки Белоруссии / В.Т. Федорук. – «Полымя». – Минск. – 1985 г.

5 Потаев, Г.А. Экологическая реновация городов: монография / Г.А. Потаев.– Минск: БНТУ, 2009. – 173 с.

6 Рудэнко, И.Н. К вопросу восстановления исторического парка в г. Несвиже / И.Н. Рудэнко – Сборник научных работ №5 – 81–92 с.

7 Антипов, В.Г. Предпосылки реставрации комплекса старинных пейзажных парков города Несвижа / В.Г. Антипов, Т.М. Бурганская, Н.А. Макознак // Тр. Белорус.гос. технолог. ун-та. сер. 1, Лесн. хоз-во. – 2003. - №11. – с. 44–46.

8 Локотко, А.И. Концепция регенерации Лошицкогоусадьбно-паркового комплекса в г. Минске на основе европейского опыта сохранения историко-культурных ландшафтов / А.И. Локотко // Научно-информационный вестник Белорусской академии архитектуры. – 2003. – №1. – с. 29 – 32.

9 Мартинович, О. Водно-зеленая ландшафтно-рекреационная зона вдоль рек Лошица и Мышка / Ольга Мартинович // Архитектура и строительство. – 2009. – № 5. – С. 60–63.

10 Волкова, О. Д. Концепция реставрации Верхнего сада Петергофа / О. Д. Волкова // Вестн. С.-Петерб. гос. ун-та культуры и искусств. – 2017. – № 1. – С. 96–98.

11 Ильинская, Н.А. Восстановление исторических объектов ландшафтной архитектуры / Н.А. Ильинская. – Стройиздат, Ленинградское отделение. – 1984. – 151 с.

12 Агальцова, В.А. О восстановление и реконструкции парка в усадьбе Тригорское музея-заповедника А.С. Пушкина «Михайловское» / В.А. Агальцова // Лесной вестник 4/98, Ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство. –с. 17–32.

13 Сидоренко, М. В. Анализ практики реконструкции городских исторических парков на примере Вены (Австрия) / М. В. Сидоренко // Архитектура, город, человек: проблемы преобразования городов и систем расселения. Архитектурно-планировочное развитие городов-спутников : тез.докл. Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 17–19 нояб. 2010 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; ред. колл.: Е.Е. Нитиевская [и др.]. – Минск, 2010. – С. 36.

14 Алентьева, Т.В. Формирование и развитие системы национальных парков в США / Т.В. Алентьева, В.В. Колупаева. – Курск: Издательство Курского государственного университета, 2015. – 284 с.

УДК 711.4:712.4

Студ. М.А. Будковская  
Науч. рук. доц. С.А. Праходский  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **СОСТОЯНИЕ ОЗЕЛЕНЕНИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВА В г. НАРОВЛЯ**

Город Наровля впервые упоминается в летописях в 17 веке. Официально получила статус города в 1971 году. Наровлянский район – один из самых южных районов Гомельской области и до сих пор считается радиационно-загрязненной зоной. Красота, уют и ухоженность – это визитная карточка города.

Неоднократно город Наровля становился победителем областных и республиканских смотров и конкурсов по благоустройству среди городов своей категории.

Основу планировочной композиции города образуют магистральная дорога и центральные улицы – ул. Октябрьская, трассированная параллельно реке Припять, ул. Макаренко, пересекающая Октябрьскую и упирающаяся в парк, и ул. Ленина – проходит по центру города. Улицы развивались из старых направлений, переходящих в загородные дороги.

Историко-культурную достопримечательность Наровли представляет сохранившийся дворцово-парковый комплекс, сформированный к 1870 г. Его площадь составляет 8 га. Вход в парк осуществляется через въездные ворота и ворота-браму. Главная аллея парка, являясь как бы продолжением ул. Макаренко, подводит посетителя к главному фасаду здания – панскому дому, которое в настоящее время находится в разрушенном состоянии. Ко дворцу примыкает фонтан с панскими креслами.

Памятником архитектуры малых форм является 11-метровая парковая беседка (альтанка), которая хорошо видна с реки, являясь своеобразным маяком-ориентиром. Акцентами парка являются братская могила с памятником погибшим во время ВОВ и памятник неизвестному мальчику.

Растительность парка представлена в основном древесным ассортиментом – это хвойные (сосна, ель), лиственные (дуб, береза, граб, тополь, ясень, клен, конский каштан, рябина, липа) и плодовые (яблоня и груша). Растения произрастают в основном группами, также одиночно, рядовыми или аллейнными посадками.

По состоянию благоустройства можно сделать вывод, что парк нуждается в ремонте дорожно-тропиночного покрытия и в дополнительном освещении, т. к. в вечернее время из-за недостаточного осве-

щения нет возможности для прогулок.

Через дорогу напротив городского парка располагается детский парк. Он оснащен игровыми комплексами с горками и качелями, игровыми площадками со сказочными персонажами. Это все имеет разнообразную яркую окраску, что является развивающим и интересным для детей.

Парк оборудован скамьями и беседками для отдыха родителей с детьми и жителей города. Здесь хорошо развита тропиновая сеть из плиточного покрытия, которая создает удобство для передвижения детей в коляске или на велосипеде.

Границы парка огорожены со стороны жилой зоны деревянным забором, со стороны дороги установлена полуметровая подпорная стенка, которая позволяет детям спокойно играть, не отвлекаясь на проезжающие автомобили.

В центре детской площадки открытое светлое пространство с игровыми комплексами и невысокими молодыми деревьями. Ближе к границам парка растут высокие взрослые деревья.

В центре города или с восточной его стороны расположен песчаный пляж, который оборудован беседками, скамьями, шезлонгами, раздевалками и игровыми площадками.

В некоторых местах имеется резкий уклон, либо невысокие обрывы. Во время весенних паводков иногда вода может подниматься на 3–5 м, и подтапливает данную территорию.

Недалеко от пляжа построена новая детская площадка, которая имеет безопасное мягкое покрытие и современное оборудование.

По периметру площадки редко высажены конусовидные формы туи. В ночное время площадка освещается невысокими фонарями.

Это создает комфортные и безопасные условия пребывания в вечернее и ночное время.

Рядом с детской площадкой размещена площадка для отдыха взрослых. Она оборудована скамьями под ивами, создающими тень. В летнее время работает продуктовый ларек со столиками под тенью зонтов. Данную территорию жители города активно посещают за ее новизну, красоту, удобное расположение и комфортное пребывание.

Рядом с этими площадками располагается площадка с турниками. Ее посещают не только взрослые, но и дети.

Она имеет специальное покрытие и навес, благодаря чему ее можно посещать в непогоду.

Данные площадки располагаются на достаточно большой открытой территории. При сильных ветрах это может создавать некомфортные условия для отдыха.

Помимо городского и детского парков, в городе есть 2 сквера.

Первый сквер имеет название сквера Ветеранов, он расположен в центре развязки дорог, в южной части города, рядом с частной застройкой. По площади он небольшой и для своих размеров достаточно благоустроен с точки зрения наличия МАФ. Имеются скамьи и беседки для отдыха посетителей, но требуется улучшение состояния дорожно-тропиночного покрытия.

Второй сквер – Привокзальный – по площади занимает около 4 га. Расположен в южной части города. С северной стороны он граничит с жилым микрорайоном с 5-этажными домами, с южной – с автовокзалом, с северо-запада – произрастает массив из молодой 10-летней сосны, с востока – расположен завод ДРУП «Гидроаппаратуры», территория которого озеленена древесно-кустарниковой растительностью, имеет хорошее ровное асфальтовое покрытие и декоративное освещение.

На территории сквера произрастают как кустарники, в качестве живой изгороди со стороны дороги, так и хаотично расположенные деревья. Периодически осуществляют посадку молодых деревьев. Сквер не благоустроен для отдыха жителей и в целом не имеет МАФ и специализированных площадок. На данный момент главная функция сквера – транзитная: путь от жилого микрорайона к автовокзалу и заводу.

В центре города расположен спортивный стадион. С запада от него находится жилой микрорайон с 5-этажными домами, с севера и юга – частные жилые дома, с востока протекает река Наровлянка.

На юго-западной стороне стадиона располагается футбольное поле с трибунами, с северо-восточной – площадка с турниками. Ближе к реке произрастает густая древесно-кустарниковая растительность, которая образует труднопроходимую территорию.

Густо озелененная часть города приходится на территорию реки Наровлянка, по берегам которой произрастает древесно-кустарниковая растительность, создающая массив, в котором образуются заросли и трудно проходимые участки берегов. Данная территория нуждается в уходе и прореживании.

Улицы, разделенные рекой Наровлянка, соединены мостами. Некоторые из них нуждаются в ремонте и установке перил. В городе Наровля существует 2 центральные площади: одна с видом на реку Припять, вторая – окружена административными зданиями. Соединяющая их дорожно-тропиночная сеть имеет зеленую зону в виде аллеи посадки из цветочной и древесной растительности.

В цветочном оформлении города в настоящее время придержи-

ваются тенденции использования ассортимента однолетних растений в сочетании с многолетними, используя цинерарию, сальвию, гацанию, агератум, очиток, канны, и др. (лобулярию, тюльпаны, бадан, гвоздики, петунию, космос, бархатцы, ирис, календулу, мирабилис). В цветочных композициях используют инертный материал и малые архитектурные формы.

Также цветочными растениями оформляют зеленую зону главных дорог, участки с памятниками, территорию детских садов, школ, создают масштабные по размерам цветочные композиции.

Ассортимент и форма композиции ежегодно изменяется. В благоустройстве города используют и вертикальное озеленение.

В озеленении города преобладает древесная растительность. В основном ассортимент представлен лиственными породами, например, это ива, тополь, береза, клен, ясень, рябина, липа, конский каштан. Из хвойных пород – это ель, сосна, туя.

В последние годы активно стали использовать тую и можжевельник. Одиночно в посадках встречается сумах.

Кустарники используются редко. Из лиственных – это пузыреплодник, из хвойных – можжевельник.

Пузыреплодник высаживают в основном рядовой посадкой, а именно вдоль проезжей части, хвойные высаживают группами. Улицы с частными домами украшают сирени.

Несмотря на то, что деревья достаточно взрослые, находятся они в хорошем состоянии, т. к. работники коммунального хозяйства осуществляют постоянный контроль и уход.

Подводя итоги по озеленению и благоустройству города Наровля можно отметить следующие положительные и отрицательные стороны:

1. Город озеленен в основном деревьями. Сезонно используют однолетние цветочные культуры, ощущается острая нехватка кустарников для создания среднего яруса озеленения.

2. Благоустройство парков и скверов требует реконструкции со специализацией по функциональному использованию.

3. Детские площадки в жилых микрорайонах оборудованы устаревшими бетонными конструкциями и не имеют специального покрытия.

4. Городское пространство насыщено разнообразными малыми архитектурными формами без взаимосвязи между собой и городской архитектурно-ландшафтной средой.

УДК 712.6(725.95)

Студ. И.М. Буслаева  
Науч. рук. доц. О.М. Березко  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **ЭЛЕМЕНТЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБУСТРОЙСТВА НА ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ СО СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ**

В пределах города сложный рельеф встречается довольно часто, даже несмотря на общий равнинный характер местности. На городских территориях участки со сложным рельефом, непригодные для застройки, чаще всего отводятся под озеленение. Подобные объекты должны гармонично вписываться в архитектурно-планировочную структуру города, что обеспечивается их инженерным обустройством.

Для строительства объектов озеленения на сложном рельефе осуществляют вертикальную планировку и инженерное обустройство участка. Инженерное обустройство территории обеспечивает организацию рельефа и сопряжение разноуровневых поверхностей [1].

Для сопряжения участков с различными высотными отметками применяются: 1) способ подсыпки или срезки грунта с выводом красных отметок сопрягаемых территорий на одну или приближенную высоту; 2) путем устройства откосов и подпорных стенок [1].

К элементам инженерного обустройства сопрягаемых территорий можно отнести:

- подпорные стенки и другие системы удержания рельефа;
- укрепительные покрытия поверхности откосов;
- лотки, системы водоотводы, дренажные системы;
- перила, балюстрады, другие ограждения.

Элементами инженерного обустройства, обеспечивающими социальное общение и удобство передвижения, являются:

- лестницы, пандусы, ступо пандусы;
- покрытия поверхности земли;
- поручни, перила [2].

*Подпорные стенки* удерживают грунт от обрушения в откосах насыпей и выемок. Благодаря сооружению опорных стенок можно подчеркнуть форму рельефа, повысить эстетические качества объекта, террасировать и зонировать пространство [3].

Данные сооружения делятся на: низкие (до 1 метра), средние (1-2 метра), высокие (2-3 метра и более). Средние и высокие стенки строят по специальным проектам. Глубина заложения и конструкция фундамента зависит от характера местности, особенностей грунтов и габаритов подпорной стенки.

Толщина стенки зависит от прилагаемых боковых нагрузок,



возникающих от давления грунта. Вдоль ее внутренней стороны организуют дренаж и водоотвод.

Подпорная стенка с криволинейной или ломаной конфигурацией обладает большей жесткостью и выдерживает большую нагрузку [4].

В качестве подпорных стен используются также БПС (блоки подпорных стен) и габионы. БПС соединяются при помощи системы шип-паз, каждый последующий блок укладывается с уступом, полости конструкции заполняются щебнем, прочность сооружения увеличивается за счет использования геотекстиля и георешетки.

Установку БПС осуществляют на основании из уплотненного щебня, в основании предусматривают прокладку дренажа.

Габионы представляют собой ячеистые контейнеры из оцинкованной металлической проволоки двойного кручения. Полости контейнеров заполняются искусственным или натуральным камнем. Контейнеры устанавливаются друг на друга и закрепляются [2].

Для укрепления поверхности откосов, склонов, оврагов, берегов служат биоматы, геотекстиль, геосетки, георешетки, газонная решетка, бетонные плиты.

Биоматы являются полотнами из органических волокон, скрепленные джутовой или пропиленовой нитью, между слоями которых содержатся семена трав. Биоматы расстилаются на очищенную плодородную поверхность с нахлестом, равномерно закрепляются, для прорастания семян осуществляется полив.

Геотекстиль на основе полимерных волокон (геоткань – тканый материал, геополотно – нетканый) способен пропускать воду, используется на более пологих склонах.

Геосетка имеет вид эластичного сетчатого полотна из стекловолокна, полипропилена, полиамида, полиэтилена, и других полимерных материалов. Укладка поверх геосетки плодородного грунта и создание растительного покрова позволит добиться лучшего эффекта укрепления наклонной поверхности.

Георешетка представляет собой объемный ячеистый каркас из перфорированных лент, скрепленных сварными швами. Георешетка крепится стальными шпильками, заполняется инертным материалом или грунтом для посева или высадки растений.

Газонные решетки изготавливаются из бетона или пластика, имеют вид ячеистых модулей, которые закрепляются между собой и на откосе, заполняются инертными материалами или грунтом [2,5].

Бетонные плиты для укрепления откосов чаще применяют при строительстве транспортных развязок, мостов и др.

Лотки, системы водоотводы, дренажные системы собирают, пе-

пераспределяют и отводят поверхностные воды на откосах, предохраняют их от эрозии почв и уничтожения растительности.

Сообщение и удобство передвижения между разновысотными уровнями создаются при помощи лестниц и пандусов.

Их конструкции должны соответствовать требованиям нормативных документов, а в случае пандусов и современным требованиям по обеспечению безбарьерной среды для физически ослабленных лиц.

Лестницы и пандусы размещают в пространстве исходя из общей композиции проектируемой территории, направления и интенсивности пешеходных потоков.

Поручни, перила, балюстрады, другие ограждения в сочетании с основными инженерными элементами обеспечивают безопасность передвижения или нахождения на участке сложного рельефа.

В целом можно отметить, что большой интерес представляют новые разработки и современные интерпретации давно существующих элементов инженерного обустройства, позволяющие удерживать рельеф и укреплять склоны.

Для ландшафтной организации объектов зеленого строительства особого внимания заслуживают разработки, создающие условия для нормального роста и развития растений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. М.И. Баранов. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры. Тексты лекций. Минск 2012 [Электронный ресурс] / Белорусский государственный технологический университет. – Режим доступа: [www.belstu.by/Portals/0/userfiles/84/Stroyka/Baranov-M-I--Stroiteljstvo-i-ekspluataciya-objektov-landshaftnoj-arhitekturi--Teksti-lekcij.pdf](http://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/84/Stroyka/Baranov-M-I--Stroiteljstvo-i-ekspluataciya-objektov-landshaftnoj-arhitekturi--Teksti-lekcij.pdf). – Дата доступа: 28.09.2018

2. Ландшафтное обустройство территории: учеб.-метод. Пособие для студентов специальности 1-75 02 01 «Садово-парковое строительство» / О.М. Березко. – Минск: БГТУ, 2015. – 84 с.

3. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры: учебник для студ. высш. учеб. Заведений / В.С. Теодоронский, Е.Д. Сабо, В.А. Фролова; под ред. В.С. Теодоронского. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Акадкмия», 2008. – 352 с.

4. Современный ландшафтный дизайн / Л.И. Ивахова [и др.]. – ООО «Аделант», 2003. – 384 с.

5. Укрепление склонов. [Электронный ресурс] / профессиональные геотехнологии: работы и материалы. – Режим доступа: <https://greenmaster.by/ukrepleniye-sklonov> – Дата доступа: 16.04.2019

УДК 630\*272 (470-25)

Маг. Н.К. Войтова  
Науч. рук. доц. О.М. Берёзко  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **ГОРОДСКАЯ НАВИГАЦИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ПАРКА НА ПРИМЕРЕ ПАРКА ГОРЬКОГО г. МОСКВЫ**

В городе с хорошей навигацией человек может быстро найти то, что ему нужно, будь то парк, вокзал, аптека, кинотеатр, музей и т.п. Какая бы не была сложная система улиц, хорошая навигация в городе позволяет запоминать свои маршруты. Также в данной системе навигации важно не перенасытить вывесками и цветами улицы и не влиять на архитектурный образ города, в то же время быть максимально заметными и информативными, объединяя город и информацию в единое целое.

Навигация в парках помогает жителям и гостям города ориентироваться на большом пространстве общественных зон и с легкостью определять нужные направления движения. Проектирование таких систем требует комплексной оценки местности, учета основных потоков движения и анализа многих других данных. Важно создать комфортные, понятные и безопасные условия для представителей всех групп населения.

Разработка визуальной навигации для парков всегда основана на индивидуальном подходе. В состав готовой системы могут входить различные элементы. Практическая реализация объектов может включать: указатели, стенды, пилоны, таблички и др. [1].

В качестве примера рассмотрим парк Горького, г. Москва.

Система навигации парка Горького, во-первых, органично вписывается в стилевое разнообразие парковых объектов (от советского архитектурного наследия до ультрасовременного искусства), а во-вторых, помогает посетителям быстро найти нужную точку.

Комплексное дизайн-решение для информационно-навигационных стендов, торговых павильонов, пунктов проката и навигации визуально объединило и упорядочило пространство парка.

Работа начиналась с аналитики – с изучения того, какая система навигации действительно требуется посетителям парка. В итоге исследования оказалось, что посетителям парка важно иметь перед глазами схему всей территории, чтобы понимать свое местоположение относительно интересующего объекта. Стало понятно, что существовавший до этого план парка, изображенный в изометрической проекции, не очень удобен с этой точки зрения, хоть и визуально приятен.

Поэтому в основу навигации легла функциональная вертикальная схема, эстетические качества которой определяет типографика.

Далее была разработана модульная система-конструктор, которая органично взаимодействует с разными архитектурными объектами. Все носители навигации объединяют активные мощные вертикали и горизонталы, тонкая стальная диагональ на контрасте и большое поле для информации.

Отдельного внимания заслуживает система пиктограмм, которые используются на основной схеме и в напольной навигации. Пиктограммы максимально лаконичные, но при этом интересные и характерные по стилю.

При проектировании использована модульная система, которая делает зрительное восприятие приятнее и подчеркивает единство малых архитектурных форм парка. Форма навигационного носителя становится частью формы павильона.

Для безопасности пешеходов и регулирования движения по дорожкам парка была отдельно разработана система инфографики для напольной навигации [1].

Парк стал модным столичным местом – ежедневно его посещают тысячи человек. Разносторонней парковой активности требовалась единая и универсальная, но нескучная «упаковка».

Необходимую долю веселья и беззаботности ему придает тонкая, не сразу заметная глазу игра – небольшие символы, скрытые в словах и связанные с их значением. Для каждого слова или фразы, которые нужны парку в текущем оформлении, придумана своя метафора. Такой дизайн интуитивно понятен и позволяет посетителям парка легко ориентироваться [2].

Дизайн среды в парках является важной составляющей проектирования. Ведь навигация – это не только понятная и удобная система ориентирования в пространстве, но и зона особой атмосферы, со своей историей в оформлении, логикой в дизайне и культурой в графическом исполнении.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Все дороги ведут в парк: навигация для парка Горького [Электронный ресурс] / Информационный интернет-портал «charsky.ru». – Режим доступа: <http://charsky.ru> – Дата доступа: 11.04.2019.

2. Студия Артемия Лебедева. Фирменный стиль Центрального парка им. Горького [Электронный ресурс] / Информационный интернет-портал «[www.artlebedev.ru](http://www.artlebedev.ru)». – Режим доступа: <http://www.artlebedev.ru> – Дата доступа: 11.04.2019.

УДК 712.4(476)

Студ. К.А. Дроздова  
Науч. рук. доц. О.М. Березко  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **ЛАНДШАФТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВНУТРИДВОРОВОЙ ТЕРРИТОРИИ МНОГОЭТАЖНОЙ ЗАСТРОЙКИ**

С каждым годом в городах Республики Беларусь мы можем наблюдать регулярное сокращение частной жилой территории, основной причиной данного процесса является снос частных домов, на месте которых, спустя определенное время, возводят многоэтажную застройку.

Многоэтажная застройка экономически выгодна по сравнению с частным домом, ведь вместо одной семьи мы можем предоставить жилплощадь для десятков таких семей. Но для того, чтобы организовать достойные условия для проживания в таком типе застройки, недостаточно просто возвести многоэтажное жилое здание, необходима ландшафтная организация внутриворового пространства.

Как правила именно внутренний двор получает меньше всего внимания и финансов при строительстве, и это неизбежно сказывается на визуальнoэстетическом восприятии объекта, а также в последующем имеет огромное влияние на жильцов застройки, как с практической точки зрения, так и с эмоциональной.

Современная внутриворовая территория жилых многоэтажных домов имеет определенные отличия от территории застройки, которая была построена двадцать лет назад. Для того, чтобы выявить разницу между старым и современным вариантом, проводились исследования по изучению территории жилых многоэтажных домов, построенных в начале 2000-х и домов, возведенных в 2017-2018 годах, на примере города Гродно.

Для того, чтобы увидеть разницу между современной застройкой и более старым вариантом внутриворовых территорий, удобнее всего рассматривать каждый элемент ландшафтной планировки отдельно.

Хозяйственная зона, в первую очередь, может похвастаться тем, что спустя двадцать лет именно ей стали уделять больше внимания при оформлении внутриворового пространства. В более старой застройке мы можем наблюдать два варианта проектных решений хозяйственной зоны. Если в первом варианте на территории двора присутствует специально отведенное место для мусоросборников, то во втором возникают вопросы, а где все-таки должны стоять мусорные баки, ведь места как такового для них не предусмотрено, и как прави-

ло, именно в таких дворах размещают мобильный вариант мусоросборников. Мусорные баки такого типа весьма удобны, но проблема в том, что, если на территории нет специально огороженного места для таких баков, то они имеют свойства менять место локации усилиями местных жителей.

В современном же варианте мусоросборники размещают в специальных сооружениях, которые можно закрыть на ключ. В основном в такой постройке располагается около 8 баков, каждый из которых отвечает за определенный тип мусора (рисунок1).



**Рисунок 1 – Специальное сооружение для мусорных баков в городе Гродно**

Также стали уделять особое внимание оформлению трансформаторной подстанции. Если на внутридворовой территории многоэтажной застройки, построенной в 2004 году, мы наблюдаем весьма непривлекательное сооружение, чаще всего, квадратной формы, то на территории новой застройки мы видим совершенно новый вариант оформления трансформаторной подстанции (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Трансформаторная подстанция в городе Гродно**

Зоне отдыха по-прежнему не уделяют должного внимания при ландшафтной организации внутривортовой территории. Если сравнить старую и новую застройку, то особой разницы мы не заметим, потому как, в большинстве случаев, место, где люди могут отдохнуть во дворе, ограничивается лавочкой около подъезда. За редким исключением мы можем наблюдать наличие беседки или теневого навеса, но этого явно недостаточно для полноценного отдыха людей (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Зона отдыха около подъезда новой застройки города Гродно**

Детская игровая площадка является одним из самых главных элементов внутривортовой территории. Если зоной отдыха для взрослого населения в некоторых случаях можно пренебречь, то детская зона должна присутствовать обязательно, в каждом дворе многоэтажной застройки. При сравнении старого варианта оформления детской площадки и нового можно заметить значительные улучшения. В современной застройке мы наблюдаем дизайнерский подход к оформлению детской зоны, игровое оборудование совершенно безопасно для детей и имеет яркий и привлекательный вид (рис. 4).



**Рисунок 4 – Детская площадка на территории новой застройки города Гродно**

Наличие спортивной зоны, как и детской площадки, является обязательным, поэтому на территории новой застройки мы наблюдаем современную спортивную площадку, которая имеет высокое ограждение и специальное покрытие (рис. 5). Если же рассматривать внутренний двор старой многоэтажной застройки, то со спортивными площадками возникают проблемы, либо их просто нет в наличии, либо перед нами жалкое подобие на спортплощадку с одним баскетбольным кольцом.



**Рисунок 5 – Спортивная площадка на территории новой застройки города Гродно**

Озеленение, один из самых наболевших вопросов, который возникает при ландшафтной организации внутривортовой территории. При исследовании было выявлено что старая многоэтажная застройка имеет более высокий процент озеленения. Причина заключается в том, что территория, выделенная под озеленение в новой застройке, по площади значительно меньше, чем в старой. При строительстве современного многоэтажного дома предпочтение отдается созданию большего количества парковочных мест, что и приводит к резкому снижению процента озеленения.

Подводя итоги проведенных обследований, можно сделать вывод, что спустя двадцать лет, оформление территории внутривортовой многоэтажной застройки претерпело изменения. Особое внимание стали уделять организации хозяйственной зоны, что значительно повысило эстетическое качество внутривортового пространства. Спортивные и детские площадки приняли более современный и привлекательный вид. Но по-прежнему мы наблюдаем проблемы в организации территории для отдыха взрослого населения. А также остро стоит проблема озеленения внутривортового пространства, основной причиной является уменьшение площади под озеленение в пользу организации большого количества парковочных места.



УДК 712.253

Маг. С.А. Елизаренко  
Науч. рук. доц. Т. М. Бурганская  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

**РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ПО ВЫРАЩИВАНИЮ САЖЕНЦЕВ ДЕКОРАТИВНЫХ  
ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД**

В Беларуси имеются 74 постоянных лесных питомника, которые расположены по всей территории страны и подчинены Министерству лесного хозяйства Республики Беларусь. По данным за 2018 г. в лесных питомниках реализовано посадочного материала на сумму более 200 млн. руб. с 1 га продуцирующей площади.

Главным образом посадочный материал выращивают для лесокультурного производства, а также для озеленения городов и других объектов. Выращивается посадочный материал хвойных и лиственных пород в виде сеянцев, саженцев для массовых посадок, реже крупномерных.

Также в лесных питомниках выращивают посадочный материал с закрытой корневой системой и используют передовые технологии, которые включают механизацию производственных процессов, применяются минеральные и органические удобрения, гербицидов, регуляторов роста и развития растений.

По результатам ежегодных рейтингов постоянных лесных питомников Республики Беларусь за последние 5 лет (2014 – 2018 гг.) были выделены лучшие лесные питомники по выращиванию посадочного материала для целей озеленения.

Для составления рейтинга по декоративному посадочному материалу важными показателями являются количество выращенных сеянцев и саженцев, количество видов декоративных древесных растений в ассортименте питомника, объемы денежных средств от реализации посадочного материала для целей озеленения.

Основные показатели лучших лесных питомников по выращиванию декоративного посадочного материала представлены в таблице. Вместе с тем, те питомники, которые попали в верхние строчки таблицы, не обязательно являются лучшими по всем показателям. Анализ показал, что лидирующие позиции по выращиванию посадочного материала для целей озеленения занимают питомники Любанского, Борисовского и Смолевичского лесхозов. В десятку лучших также входят питомники Кобринского, Вилейского, Молодечненского, Сморгонского, Стародорожского, Березинского, Гродненского лесхозов.

**Таблица – Средние показатели деятельности лесных питомников Республики Беларусь по выращиванию посадочного материала для целей озеленения за 2014–2018 гг.**

№ по рейтингу	Лесхоз	Количество выращенных растений, тыс. шт.		Количество видов древесных растений, шт.	Реализовано посадочного материала, тыс. руб. на 1 га производящей площади
		сеянцев	саженцев		
1	Любанский	103,5	253,9	111	11,4
2	Борисовский	101,3	251,5	52	6,9
3	Смолевичский	140,3	84,9	72	7,3
4	Кобринский	77,4	114,7	53	4,3
5	Вилейский	129	189,5	63	2,8
6	Молодечненский	124,5	87,1	70	3,4
7	Сморгонский	35,5	92,4	104	11,0
8	Стародорожский	188,5	90	60	4,8
9	Березинский	86,5	143,5	50	2,4
10	Гродненский	26,2	65,4	86	12,4
11	Слуцкий	52	153,3	66	3,2
12	Глубокский	21,4	13,1	58	3,5
13	Кличевский	4,7	30,3	73	4,1
14	Островецкий	6,9	45,2	94	11,3
15	Пуховичский	10,9	42,7	79	7,4
16	Брестский	33,8	60,6	68	3,1
17	Лунинецкий	150	61,4	36	3,6
18	Старобинский	59,3	77,3	51	2,6
19	Волковыский	5,1	22,5	47	13,9
20	Бобруйский	8,5	21,9	53	2,0

Один из важнейших показателей в рейтинге – реализация посадочного материала для целей озеленения в денежном выражении в пересчете на 1 га производящей площади питомника. По сути, это один из важнейших показателей экономической эффективности работы питомника. По этому показателю выделяется питомник Волковыского лесхоза, который в рейтинге только на девятнадцатом месте. Между тем, с 1 га площади в среднем за пять лет было реализовано посадочного материала декоративных растений на сумму 13,9 тыс. руб. При этом максимальное значение рассматриваемого показателя было отмечено в 2015 г. В среднем на сумму 12,4 тыс. руб. в год реализует с 1 га производящей площади питомник Гродненского лесхоза, и на сумму 11,4 тыс. руб. – Любанского лесхоза, впоследствии из которых высокие показатели реализации посадочного материала наблюдаются в течение четырех из пяти последних лет, это характери-

зует стабильность работы этого питомника.

По количеству выращиваемых сеянцев декоративных древесных растений лидируют питомники Стародорожского (188,5 тыс. шт.), Лунинецкого (150 тыс. шт.) и Смолевичского (140,3 тыс. шт.) лесхозов. Более 100 тыс. шт. сеянцев в год выращивают в питомниках Любанского (103,5 тыс.), Борисовского (101,3 тыс.), Вилейского (129 тыс.) и Молодечненского (124,5 тыс.) лесхозов.

Количество выращиваемых в питомниках саженцев в большинстве случаев больше, чем сеянцев. Лидирующие позиции по объемам выращивания саженцев для целей озеленения занимают питомники Любанского (253,9 тыс.), Борисовского (251,5 тыс.), Вилейского (189,5 тыс.), Слуцкого (153,3), Березинского (143,5 тыс.) и Кобринского (114,7 тыс.) лесхозов. Это высокие показатели для страны, позволяющие обеспечить декоративным посадочным материалом лесное хозяйство и садово-парковое строительство.

Не менее важным показателем является количество выращиваемых видов декоративных древесных растений. Согласно данным вышеприведенной таблицы, больше 100 видов древесных растений для озеленения выращивают в питомниках двух лесхозов – Любанском (111) и Сморгонском (104). Состав ассортимента питомников довольно разнообразный, он представлен 47 видами деревьев, 71 видами кустарников и 8 видами лиан.

Во всех проанализированных питомниках выращивают саженцы дуба красного, клена остролистного, липы мелколистной, рябины обыкновенной. Также широко выращивается ива белая «Плакучая», ива ломкая «Шаровидная», конский каштан обыкновенный, липа крупнолистная, робиния лжеакация, ясень обыкновенный. При этом следует отметить, что в ассортименте присутствуют робиния лжеакация и клен ясенелистный, которые являются инвазивными видами и запрещены к выращиванию.

По декоративно-лиственным кустарникам 100% встречаемость имеют вейгела гибридная, калина обыкновенная, виды и формы спиреи, форзиция европейская, пузыреплодник калинолистный. Большой процент встречаемости – айва японская, арония черноплодная, барбарис обыкновенный, барбарис Тунберга, виды рода боярышник, бирючина обыкновенная, дейция шершавая, кизильник блестящий, лапчатка кустарниковая, роза морщинистая, самшит вечнозеленый, свидина белая, смородина черная, чубушник венечный. Из лиан наиболее встречаемые девичий виноград пятилисточковый и жимолость каприфоль.

Следует отметить большие объемы выращивания декоративного посадочного материала лесными питомниками Республики Беларусь и его значимость для озеленения страны в целом.

Маг. В. Г. Ивашкевич  
Науч. рук. доц. Т. М. Бурганская  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОПОЛИВА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАСТЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ**

Автополив появился на белорусском рынке относительно недавно, но в последние годы все более активно используется при выращивании декоративных и овощных растений в условиях открытого и защищенного грунта. Системы автополива можно установить и использовать на территориях различной площади, это могут быть как крупные оранжерейные комплексы, предназначенные для выращивания овощей и цветочно-декоративных растений, так и футбольные поля, поля для гольфа, другие пространства в условиях открытого и защищенного грунта [1].

Роторные дождеватели для автоматического полива предназначены для больших открытых площадей, таких как газоны либо поляны с небольшим количеством насаждений с преобладанием деревьев. С их помощью можно осуществлять полив по заданному сектору одной струей путем поворота головки дождевателя, обеспечивая дальность подачи воды до 35 м.

Дождеватели веерного типа предназначены для полива небольших по размерам площадей с густыми насаждениями. Их преимущество и отличие в универсальности и равномерности полива всего заданного сектора (по типу зонтика). Для полива газонов дождеватели веерного типа могут оборудоваться различными вариантами специальных форсунок, которые подбираются для разных условий участков. Форсунки для веерных дождевателей можно сгруппировать в несколько групп:

- 1) по типам выпуска воды:
  - струйного типа (поливают как правило несколькими струйками в разных направлениях),
  - спреевого типа (распыляют воду мелкими каплями, поток воды напоминает форму зонтика);
- 2) по типам сектора распыления:
  - стандартные круговые форсунки (поливают сектор или полный круг определенного радиуса),
  - специальные форсунки (баблеры для подкорневого полива, полосовые).

Подбор правильных форсунок – непростая задача, поскольку

необходимо учитывать, как биологические особенности орошаемых растений, так и расход воды [2]. Для увлажнения больших площадей лучше подходят роторные спринклеры, которые, динамично вращаясь вокруг своей оси, разбрызгивают воду на большие расстояния – до 10 м. Для осуществления прикорневого полива систему автополива можно оборудовать баблерами. Не следует устанавливать в одной зоне разные типы спринклеров, поскольку они обеспечивают различную интенсивность полива.

При проектировании элементов озеленения необходимо также учитывать различные типы систем капельного полива.

В системе капельного полива вода подается к растению достаточно небольшими дозами. Для этого применяют специальные капельницы или капельные ленты. Главным элементом таких систем являются капельницы, которые могут быть разными по своей функциональности. Например, некоторые из них не позволяют регулировать расход воды, а другие, по желанию и с учетом потребностей выращиваемых культур, могут пропускать ее разное количество — от 2 до 20 л/час. Кроме этого, капельницы бывают компенсационными и некомпенсационными. Более удобными в использовании являются компенсационные капельницы, позволяющие поддерживать определенный расход воды, независимо от изменения давления в трубопроводе. Для устройства капельного полива необходимы подающие трубопроводы или шланги, которые врезаются в магистральную трубу, подключаемую непосредственно к источнику подачи воды (водопроводу, большой емкости, др.). Подобные системы долговечны и применяются, в основном, в крупных хозяйствах и, как правило, в условиях защищенного грунта. Для небольших участков и в условиях теплиц на индивидуальных участках более популярными являются системы автополива с капельными лентами.

Известны различные варианты устройства полива с капельными лентами. Они состоят из магистральной трубы (водопроводного шланга), различных креплений и самих капельных лент, которые представляет собой тонкостенную полиэтиленовую трубку с множеством отверстий для выпуска воды. В зависимости от вида ленты отверстия могут располагаться на разном расстоянии друг от друга, например, через 20, 30, а то и 100 см.

Одним концом лента подсоединяется через стартконнектор к магистральной трубе, а второй ее конец закрывается заглушкой. Таких ответвлений из капельных лент может быть несколько в зависимости от площади участка или сооружения защищенного грунта. После подачи воды, из капельных отверстий ленты начинает сочиться вода.

Использование капельных лент значительно упрощают монтаж системы автополива. Многие автоматизированные системы также можно запрограммировать на определенную периодичность полива, например, с учетом потребностей выращиваемых культур или разных погодных условий [3].

Автополив с успехом может быть использован как на объектах озеленения, так и в процессе выращивания растений в декоративных, плодово-ягодных и лесных питомниках, в оранжерейных и тепличных комплексах. В условиях защищенного грунта автополив позволяет значительно увеличить выход продукции с единицы площади, сократить расходы воды, снизить трудозатраты. Чаще всего в питомниках и теплицах используют капельное орошение. При такой системе полива не происходит переувлажнения почвы, что позволяет обеспечить интенсивное дыхание корней на протяжении всего периода роста растений, не прерывающееся во время или непосредственно после орошения.

Присутствие в почве кислорода позволяет активно развиваться и функционировать корневой системе. При использовании капельного полива корневая система растений развивается лучше, чем при любом другом способе орошения. При этом увеличивается интенсивность потребления воды и питательных веществ растениями.

Система автоматического полива позволяет регулярно подавать для растений необходимое количество воды и поддерживать оптимальный уровень влажности почвы, а при необходимости и воздуха. Автоматический полив – это не только удобно и выгодно, но безопасно и надежно. Все оборудование для современных систем автополива производится из полимерных материалов, которые устойчивы к перепадам температурного режима [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Автополив [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://avtomaticheskij-poliv.net.ua/news/preimushchestva-avtopoliva> – Дата доступа: 10.04.19.

2 Poliv [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://poliv.ua/informatsiya/stati/avtomaticheskij-poliv/149-avtomaticheskij-poliv-ot-a-do-ya-statya-5> – Дата доступа: 15.04.19.

3 Landscape-Project.ru [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://landscape-project.com/tech/kapelnyj-poliv-v-teplice.html> – Дата доступа: 15.04.19.

4 Интернет-журнал [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://www.udec.ru/tool/vidy-avtopoliva.php>. – Дата доступа: 15.04.19.

УДК 712.4:635.9

Студ. А.А. Колос

Науч. рук. доц. Т. М. Бурганская  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **ПРИНЦИПЫ ПОДБОРА АССОРТИМЕНТА ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ВОДОЕМОВ**

Подбор ассортимента декоративных растений – важный этап разработки проекта ландшафтной организации территории объекта озеленения. В этой связи выделяют четыре основных принципа: экологический, фитоценотический, декоративный (или художественно-декоративный) и таксономический [1].

Экологический принцип основан на учете биологических особенностей растений определенных видов, садовых форм и сортов, а в случае озеленения водоемов – также способности произрастать непосредственно в водной среде и (или) на прибрежной территории.

Фитоценотический принцип заключается в правильном сочетании растений подобранного ассортимента, что выражается в обеспечении их биологического единства с точки зрения приуроченности к определенным фитоценозам, т.е. растительным сообществам с учетом способности к совместному произрастанию. В данном случае следует принимать во внимание характер взаимного влияния растений. При аллелопатическом влиянии растения одних видов угнетают или улучшают рост других. Примером фитофизического влияния может быть размещение рядом с основными породами сопутствующих древесных растений, которые обеспечивают боковое затенение для лучшего роста главной породы. Механическое взаимовлияние растений проявляется, например, во взаимном схлестывании крон деревьев при их раскачивании ветром или во взаимной поддержке в плотных загущенных посадках. Физиологическое влияние проявляется, например, при срастании корней растений различных видов, а генетическое – при опылении цветков [2].

Декоративный принцип подбора ассортимента растений предполагает формирование растительных композиций с учетом обеспечения их высокой эстетической выразительности. В этом случае растения определенных видов и сортов будут способствовать наиболее полному проявлению художественно-декоративных качеств растений других таксонов.

Таксономический принцип предполагает использование в совместных посадках растений разных видов одного рода с целью обеспечения проявления их декоративных качеств (форма ствола и кроны, фактура и окраска листвы, коры, соцветий и плодов), благодаря чему

создается художественное единство композиции.

Среди древесно-кустарниковых пород на прибрежной территории с успехом могут произрастать ивы трехтычинковая, вавилонская, белая, козья, ломкая, остролистная; тополя черный, белый, дрожащий; ольха серая; ясень обыкновенный; дуб черешчатый; лох узколистный и серебристый; шефердия серебристая; вяза гладкий, шершавый; смородина золотистая; спиреи японская, серая; пузыреплодник калинолистный и др. Очень декоративных вблизи водоемов растения с плакучими формами кроны, например, виды и садовые формы ивы, караганы, рябины, ольхи и др.

Помимо древесных растений для озеленения водоемов могут быть использованы травянистые растения, анатомически и морфологически приспособленные к жизни в водной среде.

С учетом особенностей размещения и требований к условиям произрастания травянистые растения для озеленения водоемов можно разделить на 4 группы: прибрежные, мелководные, глубоководные и поверхностные, местоположение которых схематически представлено на рисунке 1 [3].

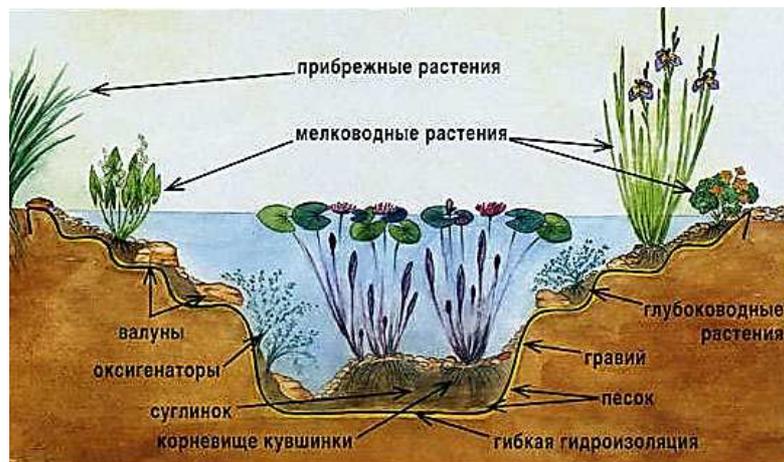


Рисунок 1 – Размещение растений в водоеме

Прибрежные растения хорошо произрастают в условиях влажного грунта, поэтому их высаживают на побережье на глубине 5–20 см. Ближе к берегу размещают мелководные растения на глубину 20–50 см, а глубоководные растения, которые обеспечивают водоем кислородом – 50–120 см. Поверхностные растения размещают на поверхности воды. Растения могут произрастать в существующем в условиях водного объема грунте и (или) в контейнерах.

Также выделяют растения-оксигенаторы, которые полностью погружены в воду и способны очищать водоем. Они поглощают из воды углекислоту и минеральные вещества, лишая тем самым пищи водорос-



ли, и препятствуют загрязнению воды. Такими растениями, например, являются роголистник, рдест, элодея и уруть.

Прибрежные растения достигают в высоту от 40 до 100 см. Высаженные вдоль берега водоема, они защищают его от ветра и сильного солнца. Основные представители этой группы растений:

- ирис – многолетнее растение, представленное большим количеством видов и сортов, включая те, которые могут быть высажены в непосредственной близости от края воды (например, ирис болотный);

- аир – многолетнее травянистое растение, высотой до 1 м, декоративное оригинальной формой и окраской листьев и цветков;

- осока – травянистое растение высотой до 60 см, у разных видов и сортов которой листья имеют разнообразную окраску, включая белые, желтые или разные оттенки зеленого;

- вербейник – многолетнее травянистое растение, цветущее мелкими желтыми цветами с июня, способное быстро разрастаться по берегам водоемов.

К представителям мелководных растений можно отнести:

- стрелолист – травянистый многолетник, надводные листья которого достигают высоты до 30 см; цветет бело-розовыми цветами с июня до августа; его высаживают таким образом, чтобы корни и нижние листья были покрыты водой;

- ежеголовник – травянистое растение высотой около 80 см; с прямостоячими стеблями и листьями, которые до середины погружены в воду; высаживают в стоячую воду или в водоемы с небольшим течением;

- калужница – растение достигает высоты до полуметра, листья округлые, цветки желтого цвета, появляются в апреле;

- оронтиум – многолетнее растение высотой 15–35 см с вытянутыми листьями и удлинёнными цветоносами, которые поднимаются вертикально над поверхностью воды; высаживают в ил.

Глубоководные растения нижней частью погружены в грунт, листья на длинных черешках выступают над зеркалом воды или плавают по ее поверхности. Их условно разделяют на две группы: подводные и выпускающие побеги и цветки либо соцветия на поверхность воды. Основные представители подводных растений:

- роголистник – многолетнее растение, посадка и пересадка которого производится в теплое время года, при снижении температур растение опускается на дно, где оно зимует;

- уруть – пресноводное растение, произрастает на глубине до 2 м, имеющее декоративные листья.

На поверхность воды способны выпускать побеги растения:

- болотноцветник – имеет небольшие листья с волнистыми краями

ми, желтые цветки диаметром около 4 см, появляющиеся с июля по сентябрь; высаживают на глубину 30–60 см;

– кубышка – растение с цветками и листьями округлой формы, цветет с июня по сентябрь, способна расти в проточной воде, в отличие от кувшинки; может высаживаться на глубину 30–60 см.

К числу поверхностных растений относят:

– эйхорния (водяной гиацинт) – растение высотой до 30 см с собранными в розетку листьями, что позволяет ему удерживаться на поверхности воды; цветки фиолетовые, напоминают гиацинт; цветет в августе – сентябре; перерабатывает тяжелые металлы, органические загрязнители и т.д., является универсальным фильтром;

– водокрас – морозостойкое растение, имеет мелкие округлой формы листья и цветки белой окраски; разрастается медленно;

– ряска – для декоративных целей используется ряска трехдольная, которая медленно разрастается.

С учетом видового разнообразия растений для озеленения водоемов могут быть использованы аир обыкновенный, белокрыльник болотный, болотноцветник щитолистный, водокрас обыкновенный, горец земноводный, ежеголовники плавающий и прямостоячий, калужница болотная, камыш озерный, касатик ложноайровый, кубышка желтая, различные сорта кувшинки (нимфеи), лютик стелющийся, омежник водный, осоки вздутая и водная, рдесты блестящий, курчавый, плавающий, рогоз узко- и широколистный, роголистник темно-зеленый, рогульник плавающий, ряска малая, сальвиния плавающая, ситняг болотный, стрелолист стрелолистный, сусак зонтичный, тростник обыкновенный, уруть мутовчатая, хвощ речной, штукения гребенчатая, элодея канадская и др.

На основе грамотного подбора ассортимента растений для озеленения водоемов и прибрежной территории можно достигнуть разнообразия растений по жизненным формам, систематической принадлежности и морфо-биологическим особенностям и обеспечить длительный и стабильный декоративный эффект.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мельничук И.А., Цымбал Г.С. Трубачева Т.А. Декоративное растениеводство. Древодство: Методические указания к лабораторным работам. СПб.: СПбГЛТУ, 2012. – 63 с.

2. Studfiles [Электронный ресурс] / Принцип подбора деревьев и кустарников в группы. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/2674079/page:8/> – Дата доступа: 14.04.2019.

3. Мегалекции [Электронный ресурс] / Прибрежно-водная растительность. – Режим доступа: <https://megalektsii.ru/s17788t8.html>. – Дата доступа: 14.04.2019.

УДК712.422:635.9

Маг. А. В. Новикевич

Науч. рук.ст. преп. Г. А. Волченкова  
(кафедраЛП и СПС, БГТУ)

## **ПРИНЦИПЫ ПОДБОРА АССОРТИМЕНТА РАСТЕНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦВЕТНИКОВ СО СТАБИЛЬНЫМ ДЕКОРАТИВНЫМ ЭФФЕКТОМ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ**

В условиях мегаполиса, где преобладает техногенное воздействие на человека и природу, ландшафтный дизайн позволяет восстановить природно-ландшафтные ресурсы, обеспечить экологическую устойчивость среды, минимизировать негативное воздействие города.

Исторически в городском озеленении использовали преимущественно посадки древесных растений, газонные покрытия и цветники из однолетних растений. Однако современные направления ландшафтного дизайна городской среды все больше обращаются к тематике естественной природы. В цветочном оформлении это выражается в создании крупных цветочных композиций естественного характера с преобладанием многолетних культур.

Популярность во всем мире многолетников и декоративных трав в городском озеленении является заслугой таких ландшафтных дизайнеров, как Пит Удольф, Жиль Клеман, Дэн Пирсон и др., являющихся основателями направления «Новая волна» в ландшафтном дизайне. основополагающие идеи данного направления отражены в таких объектах, как сад Лурье в Чикаго (часть парка Миллениум), парк Хай Лайн в Нью-Йорке, Максимилианпарк в г. Хамм в Германии.

Работы голландского ландшафтного дизайнер Пита Удольфа основаны на тщательно спланированной комбинаторике растений, создающей ощущение природности.

Такой подход в ландшафтном дизайне, основанный на сочетании комбинаций различных видов многолетников Пит Удольф внедрил в практику городского озеленения.

Цветники Пита Удольфа строятся на основе матрицы [1]. Основные растения или «матричные посадки» используются массивом, в который встраиваются растения «наполнители» или «рассеянные» растения. Требования к стабильной декоративности для растений «наполнителей» менее жесткие, главное – эстетическая привлекательность во время цветения и контраст с «матричными» растениями, при этом предпочтение отдается контрасту форм и фактур, а не цвета.

«Матрица» представляет основной объем, фон, структуру, природный образ цветника и создается из нескольких видов проверенных, надежных растений, с неброским габитусом и цветением. Злаки и зла-

коподобные травянистые многолетники – идеальные растения для матричных посадок. В условиях Беларуси для создания матричных посадок на хорошо освещенных участках можно использовать вейникостроцветковый ‘Карл Фостер’, мискантус китайский, мискантус сахароцветковый, молиниюголубую, различные виды осок. В условиях затенения очень высокий потенциал у ожики лесной и ожикиснежно-белой. С помощью этих растений, которые длительно произрастают на одном месте, подавляют рост сорняков, не требуют обрезки, внесения удобрений, частых поливов и прополки, создается основа мало затратных посадок. Список растений, подходящих для создания «матрицы» не ограничивается только злаковыми и злакоподобными растениями. Прекрасными растениями, способными создать фон и заполнить пространство являются ирис сибирский, теллимакрупноцветковая и многие другие. Под пологом высоких древесных растений роль «матричных растений» могут выполнять почвопокровные растения, например, пахизандра верхушечная.

Растения наполнители можно размещать как группами или блоками, так и штучными вкраплениями в основные, «матричные» посадки. Использование приема повторений групп, блоков или одного вида растения позволяет придать посадкам определенный ритм, единство и индивидуальность. Сочетаемость растений в таких комбинаторных посадках чрезвычайно важна.

Если в традиционных цветниках одну из ведущих ролей отводили цветовым сочетаниям, то в современных посадках, когда используется большое количество видовых растений с неброским цветением, злаковых трав, цвет уступил свои позиции форме, фактуре и структуре. Естественно при подборе растений необходимо учитывать особенности предметно-пространственной среды, габитус многолетников должен быть сомасштабен размерам участка благоустройства, соответствовать природному стилю местности и идее всего проекта.

Чтобы избежать ощущение хаоса, немецкие исследователи Ричард Хансена и Фридрих Штал рекомендовали создавать основу комбинаторных посадок на 70% из структурных многолетников, которые хорошо держать форму и не разваливаться, сохраняют декоративность без обрезки и в зимний период, стойкие к сорнякам и не сложные в уходе.

Остальные 30% составляют растения «наполнители», служащие для усиления эстетического воздействия за счет красочности цветения или окраски листвы.

Доказано, что устойчивость природных экосистем находится в прямой зависимости от видового разнообразия присутствующих в них

растений. Следовательно, создаваемые цветочные посадки с большим количеством видов, подобранными в соответствии с экологическими условиями местности, будут долговечнее и декоративнее, чем посадки монокультур или с ограниченным количеством видов растений.

Согласно теории Пита Удольфа [1] устойчивость смешанных посадок также достигается за счет высокой плотности растений, уменьшения пространства для проникновения сорняков и распространения агрессивных многолетников. Уход за такими посадками сводится к контролю и корректировке природных процессов, и единовременному скашиванию отмерших побегов в конце сезона.

Не смотря на очевидные преимущества использования многолетних цветочных культур в оформлении урбанизированных территорий, возникают вопросы подбора ассортимента растений, поскольку не все многолетники подходят для использования в городской среде.

Сотрудники ГБС РАН им. Н.В. Цицина во главе с Р.А. Карпиновой сформулировала принципы разработки общедоступных городских цветников, основанные на «разумной целесообразности» и базирующиеся на трех «Э»: экология, эстетика, экономичность [2].

Кроме этого, российскими учеными был проведен отбор наиболее перспективных травянистых многолетников, устойчивых к неблагоприятным городским условиям [3].

Согласно разработанным рекомендациям выбор растений для городских цветников предполагает учет их биологических особенностей и вандалоустойчивости. Подбираемые виды и сорта цветочных растений должны:

- соответствовать местным климатическим условиям;
- быть устойчивыми к вредителям и болезням;
- отличаться стабильной декоративностью, т. е. сохранять привлекательность большую часть вегетативного сезона, участие в цветниках декоративно не стабильных культур, например, луковичных, следует ограничивать;
- обладать долговечностью, т. е. способностью произрастать на одном месте без пересадки и деления более 5 лет.

Доступность растений в городских цветниках делает их уязвимыми для вандалов, поэтому при выборе ассортимента для городских цветников следует также учитывать их антропогенную устойчивость [4].

В связи с этим, для посадки в городские цветники не рекомендуются:

- эксклюзивные виды и сорта, привлекающие повышенное внимание населения;

– растения, пригодные для срезки, т. е. цветы с длинной цветоножкой, подходящие для букетов;

– легко выкапываемые растения, со слаборазветвленной поверхностной корневой системой;

– трудозатратные – требующие регулярного ухода, например, ковровые и почвопокровные растения, которые нуждаются в частой прополке.

Экологическая направленность ландшафтного проектирования, характерная для настоящего времени, дала толчок к расширению ассортимента растений, приемов их применения, и обращению ландшафтных архитекторов и дизайнеров к многолетним травянистым растениям.

Растет понимание эстетики многолетников, особенно злаковых растений в период межсезонья.

Увлечение дикорастущими видами травянистых растений, использование аборигенных растений привело к расширению ассортимента многолетников в питомниках, что позволяет выбрать растения, соответствующие всем критериям.

Таким образом, оптимальная модель городского цветка – это использование преимущественно многолетних видов, широко распространенных и перспективных для культивирования в данном регионе, образующих куртины или плотные массивы, стабильно-декоративных, долговечных, не трудозатратных при размножении и выращивании, практически не повреждаемых болезнями и вредителями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Oudolf, P. *Planting: A New Perspective* / P. Oudolf, N. Kingsbury. – Timber Press, 2013. – 280 p.

2. Экологическое обоснование отбора декоративных многолетников для городского озеленения / Р.А. Карпиносова [и др.] // *Hortusbot.* – 2017. – Т. 12. С. 356–361 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=6601>. – Дата доступа: 18.04.2019.

3. Справочник ландшафтного дизайнера и озеленителя. Травянистые декоративные многолетники для городских цветников на объектах общего пользования / Р.А. Карпиносова [и др.]. – М.: Омега-Л, 2015. – 64 с.

4. Бочкова, И.Ю. К вопросу использования многолетних цветочных культур в городском озеленении / И.Ю. Бочкова // *Вопросы ландшафтной архитектуры: сб. научн. тр.* – Вып. 369. – М: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2014. – 24 с.

УДК 725.94

Маг. А.Г. Свидерский  
Науч. рук. проф. Г.А. Потаев  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **ЗЕЛЕНАЯ КАРКАСНАЯ СКУЛЬПТУРА В ГОРОДСКОМОЗЕЛЕНЕНИИ**

### **Зеленая каркасная скульптура, грин-арт**

Существует три основных направления создания зеленой каркасной скульптуры. Первое направление, наиболее древнее – создание фигур из стриженных кустарников, иногда со стянутыми для предания определенной формы ветками. Метод в наши дни частенько используется при изготовлении живых изгородей в садах и парках. Второе направление, также известное как NewTopiary, появилось в 18 веке – создание зеленой скульптуры с использованием металлического каркаса. Метод позволяет создавать сложные композиции, например, скульптуры людей, фигуры животных. Третье, более новое направление – создание зеленой каркасной скульптуры с металлическим каркасом, заполненным питательным субстратом, на который высаживаются растения. Она допускает использование практически любых растений, цветов, трав и открывает необозримые просторы для фантазии ландшафтных мастеров, любящих уникальные дизайнерские решения [1].



**Рисунок 1 – Зеленая каркасная скульптура – черепаха  
Этапы создания зеленой каркасной скульптуры**

1. **Каркас.** Необходимо выбрать или самостоятельно соорудить каркас для будущей зеленой скульптуры. Ее размер и форма должны гармонично вписаться в садовый (парковый) ландшафт. Готовые каркасы можно приобрести в специализированных садовых магазинах. Они изготавливаются из 2–3 миллиметровой проволоки, и представляют собой решетчатую структуру с достаточными зазорами, чтобы можно было проникнуть внутрь. Кроме этого, в верхней части каркаса располагается крышка, которая призвана еще больше упростить доступ к «внутренностям» металлической структуры при заполнении его субстратом. Для того, чтобы защитить почву от высыпания и сделать конструкцию скульптуры более устойчивой применяется стальная сетка. Следует отметить, что дополнительную устойчивость скульптуре придаст корневая система растений, которая со временем разрастется по всему грунту.

2. **Субстрат.** Он представляет собой смесь земли с торфом или с мхом сфагнумом, также иногда добавляется солома, предварительно смоченная теплой водой. Перед тем, как начать наполнять каркас, мох необходимо вымочить в теплой воде около 30 минут. Тело садовой фигуры должно быть плотно набито грунтом, пустот быть не должно, иначе после проседания почвы фигура потеряет свою форму. Заполняя структуру будущей скульптуры субстратом, необходимо предусмотрительно создавать лунки, в которые затем высаживаются растения.

3. **Выбор растений.** Для создания каркасной зеленой скульптуры отлично подойдут почвопокровные многолетники, такие как молодило, камнеломка, седум, вербейник, а также ряд однолетников и газонные травы. Возможно комбинирования растений в одной фигуре, для придания большей декоративности.

4. **Уход.** Зеленой каркасной скульптуре требуется регулярный полив (дождевание) и подкормка, прищипка и обрезка. Следует помнить, что такую зеленую скульптуру нельзя оставлять зимовать на открытом воздухе – лучше занести в неотапливаемое помещение с температурой воздуха порядка 5 градусов. Если же вес или объем зеленой каркасной скульптуры этого не позволяет – можно накрыть ее специальным, утепленным соломой коробом [2].

### **Возможности применения зеленой каркасной скульптуры в городском озеленении**

Зеленая каркасная скульптура может найти применение в любом зеленом объекте города от цветника до парка. Широкий выбор ассортимента растений и форм каркаса позволяет осуществлять практически любые задумки дизайнеров. Такие зеленые скульптуры становятся ярким и привлекательным акцентом, являясь не только объектом расти-



тельного мира, но и малой архитектурной формой. Так же малые зеленые скульптуры могут становиться частью интерьера жилых и офисных помещений.



Рисунок 2 – Малая зеленая каркасная скульптура

Таким образом, можно сделать вывод, что внедрение зеленой каркасной скульптуры в озеленение города, имеет большие перспективы, за счет своей многофункциональности и исключительности для каждого зеленого объекта города.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Садовый центр интернет-магазин растений / Грин-арт скульптура из цветов [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://botanicum-spb.ru/articles>. – Дата доступа: 12.04.2019

2 Интернет-журнал Садовому дизайнеру / Топиарий своими руками [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://diz-cafe.com/ozelenenie/kak-sdelat-topiarij-svoimi-rukami.html>. – Дата доступа: 30.01.2019.

УДК 338.48(476)

Студ. В.И. Скорбовская  
Науч. рук.ассист.И.К. Зельвович  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **БЛАГОУСТРОЙСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ УСАДЕБНЫХ ОБЪЕКТОВ В БЕЛАРУСИ**

Одной из главных проблем современности в целом, и ландшафтной архитектуры в частности, является сохранение историко-культурного наследия.

В культурно-историческом наследии Беларуси особое место занимают старинные усадьбы – сложные комплексы архитектурных и природных элементов. Они включают жилые, служебные, хозяйственные и промышленные сооружения, сады и парки, водные системы, а также малые архитектурные формы, каплицы, которые объединены планировочным построением и созданы в соответствии со стилевыми требованиями определенной эпохи. Их следует охранять и рационально использовать. Большинство же исторических усадеб находится в плохом техническом состоянии, разрушается, эксплуатируется неэффективно. Их восстановление предполагает максимальное раскрытие исторических, культурных, архитектурных, ландшафтных особенностей. Важно не только восстановить усадьбы, но и иметь постоянные источники доходов, позволяющие поддерживать их в хорошем состоянии, проводить ремонтные работы, содержать обслуживающий персонал [1].

До наших дней полностью или в виде фрагментов дошло около 1200 исторических усадеб в Беларуси. Для анализа было выбрано три известных старинных усадьбы. Некоторые из них еще находятся в процессе восстановления.

1. Усадьба Карчевских в деревне Бенюны Ошмянского района Гродненской области. Она принадлежала роду Карчевских. В подвале в трех просторных залах располагались пекарня, сыроварня и пивоварня. С 20-х годов до прихода Красной Армии в 1939 г. в усадьбе работал льноперерабатывающий завод.

После войны и до 1993 года здесь была школа. Потом начался период запустения. Современный владелец быстро приступил к ремонту здания. Усадьба станет своеобразным культурным центром. Здесь будут проводиться музыкальные вечера, творческие встречи, художественные выставки, различные выездные культурные мероприятия. На территории также планируется создание парка технологий экологической жизни [2]. Вид усадьбы в настоящее время представлен на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Усадьба Карчевских в деревне Бенюны**

2. Музей-усадьба «Пружанский палатик» – единственная восстановленная усадьба такого типа в Беларуси. Расположена в северной окраине города Пружаны Брестской области. Городская усадьба построена в середине XIX в. Имение Пружаны (Пружанский ключ) в числе прочих было подарено в 1795 г. Екатериной II фельдмаршалу российских войск, графу П.А. Румянцеву-Задунайскому. После смерти графа в 1796 г. имение перешло в руки его наследников, сначала Николая, затем Михаила Румянцевых. В настоящее время демонстрационная площадь залов составляет 408 м<sup>2</sup>. Действует 6 экспозиций, имеется 33 коллекции. Количество музейных предметов основного фонда составляет 5755, научно-вспомогательных 1187. В музей-усадьбе хранится деревянная икона XVI в. «Тайная вечеря». В настоящее время в музее проходят музыкально-литературные вечера, лекции, научные конференции по сохранению и популяризации историко-культурного наследия[3]. Вид музея-усадьбы в настоящее время представлен на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Музей-усадьба «Пружанский палатик»**

3. Усадьба Огинского в агрогородке Залесье Сморгонского района Гродненской области. После смерти Огинского имение потеряло свою былую славу и начало постепенно разрушаться. В 1920 году в усадьбе открылся частный пансионат, который с приходом советской власти стал санаторием. В конце 20 века усадьба перешла во владения Министерства культуры. Два века имение принадлежало разным хозяевам, которые не слишком ухаживали за ней и не беспокоились за ее сохранность. В итоге усадьба начала постепенно разрушаться. Поэтому для ее восстановления требовалось провести очень серьезную работу. Скоро усадьба снова станет культурным центром, будут проводиться концерты, театральные постановки, научные конференции, семинары. Также повсюду будет звучать музыка известного композитора [4]. Вид усадьбы в настоящее время представлен на рисунке 3.



**Рисунок 3 – Усадьба Огинского в агрогородке Залесье**

Включение исторических усадеб в современную жизнь связано с изменением характера их использования, оснащением зданий инженерно-техническим оборудованием (теплоснабжение, водообеспечение, канализация), а также внесением изменений в хозяйственные постройки, дорожно-тропиночную сеть. Важно сохранить все то ценное, что находится на территории усадьбы.

При восстановлении или благоустройстве старинных парков и усадеб важно учитывать их мемориальное значение, известность их создателей, стилевые и планировочные особенности, видовое разнообразие древесно-кустарниковых растений, наличие водных систем и оригинальных архитектурных форм и парковой скульптуры. Если ранее на парки и усадьбы смотрели с позиций хозяйственного использования, то сейчас на них нужно взглянуть с позиций их исторической и художественной ценности и перспектив использования как важного и привлекательного образовательного и туристического ресурса[1].

Некоторые исторические постройки возможно приспособить под места питания, ночлега посетителей. На основе хозяйственных объектов целесообразно создание мастерских с национальными ремеслами. Внешний облик исторической усадьбы не должен претерпеть существенных изменений. Важно сохранить особенности исторической усадьбы, характерную масштабность и стилистику застройки, своеобразие ландшафта [5].

В границы территории исторической усадьбы подлежат включению участки установленных историко-культурных и природных ценностей, а также все участки, которые входили в состав усадьбы в разные периоды ее существования, в том числе в настоящее время разрушенные или нарушенные (например, вырубленный или одичавший парк, плодовый сад).

Таким образом, на основе исторических усадеб Беларуси целесообразно создание культурно-туристских объектов – музеев, культурно-образовательных и культурно-развлекательных комплексов, туристских гостиниц. При их архитектурно-планировочной организации необходимо соблюдать принципы и методы, обеспечивающие восстановление, сохранение и рациональное использование историко-культурных и природных ценностей.

При восстановлении исторических усадеб и их адаптации для культурно-туристской эксплуатации возможно использование разных методов, целесообразность применения которых определяется с учетом ценности и сохранности исторических построек, ландшафта, особенностей градостроительных и природных условий

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федорук А. Т. Старинные усадьбы Минского края. – Мн.: Полифакт, 2000. – 416 с., ил. – (Сер. «Старинные усадьбы Беларуси»).
2. Усадьба Карчевских [Электронный ресурс] / [realty.tut.by](http://realty.tut.by). – режим доступа: <https://realty.tut.by/news/offtop-realty/544663.html?crnd=91017>. – дата доступа: 10.04.2019
3. Музей-усадьба «Пружанскі палацык» [Электронный ресурс] / [museums.by](http://museums.by). – режим доступа: <http://museums.by/muzei/muzei-g-bresta-i-brestskoy-oblasti/muzey-usadba-pruzhanski-palatsyk/>. – дата доступа: 10.04.2019
4. Усадьба Огинского [Электронный ресурс] / [belkraj.by](http://belkraj.by). – режим доступа: <https://belkraj.by/landmarks/usadba-oginskogo-v-zalese#opisanie>. – дата доступа: 10.04.2019
5. Градостроительство и территориальная планировка: Понятийно-терминологический словарь. – Мн.: Минск-типпроект, 1999. – 192 с.

УДК 712.23:712.253

Маг. В. В. Тарасевич  
Науч. рук. проф. Г.А. Потаев  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **СОЗДАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ПАРКОВ КАК ФОРМА РЕКУЛЬТИВАЦИИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

Линейные парки имеют большую протяженность при относительно малой ширине. Они одновременно являются общественным пространством для отдыха и прогулок.

Линейные (ленточные) парки получили широкое распространение в современных городах, испытывающих дефицит в территориях. Вдоль линейных парков создается сеть пешеходных дорожек, велодорожек, иногда конных троп, разделенных зелеными защитными полосами. Часто они начинаются в городе и продолжаются на пригородных территориях. Зимой велосипедные дорожки становятся лыжными трассами, что позволяет из жилых районов совершать прогулки в пригородные леса. Лыжные трассы освещаются по вечерам и могут использоваться в рабочие дни, вдоль них имеются автостоянки.

Линейные парки создаются на месте заброшенных железнодорожных веток, вдоль каналов, малых рек и ручьев. Появились линейные парки на эстакадах закрытых железных дорог. Одним из первых таких парков стал «Зеленый променад» (LaPromenadePlantree), созданный в 1993 г. в Париже на эстакаде бывшей железной дороги. Наиболее известным из подобных парков является «Хай-Лайн» (TheHighLine) в Манхэттене в Нью-Йорке, размещенный на высоте порядка 10 м. от поверхности земли. Строительные работы начались в 2006 г., первый участок парка был открыт в 2009 г., второй – в 2011 г., третий участок – в 2014 г. [1, 2].

Преобразование ландшафтов человеком, как правило, ведется с целью их приспособления к новым функциям или повышения эффективности выполнения имеющихся функций. То есть осуществляется мелиорация – улучшение состояния среды, для жизни и здоровья людей, хозяйственного использования.

Частным случаем мелиорации выступает рекультивация ландшафтов – комплекс работ, направленных на восстановление хозяйственной, медико-биологической и эстетической ценности нарушенных техногенной деятельностью ландшафтов.

Рекультивация обычно проводится в два этапа. Техническая рекультивация предусматривает планировку территории, засыпку карьеров, формирование откосов, нанесение плодородного слоя почвы, благоустройство.

Биологическая рекультивация включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на создание необходимых условий для обитания животных, микроорганизмов и восстановления хозяйственной продуктивности земель.

При этом важно использовать методы, обеспечивающие способность ландшафтов к воспроизводству ресурсов и условий среды [3].

Преобразованиям должна предшествовать оценка ландшафтных условий – выявление качеств ландшафтов с точки зрения их планируемого использования.

Важен также анализ и учет градостроительной ситуации.

Анализ функционально-планировочных взаимосвязей проектируемой и прилегающих территорий включает:

- выявление особенностей местоположения проектируемого участка (в центральной, периферийной зонах поселения, в составе водно-зеленой системы поселения, др.);

- особенности использования прилегающих территорий (жилые, производственные, общественного назначения, культурно-историческая застройка, естественный ландшафт, др.), в т.ч. местоположение объектов, формирующих пешеходные потоки к парку и через парк;

- выявление сложившихся пешеходных направлений к участку и через него;

- определение категорий прилегающих улиц (магистральные, местные), фиксирование остановок общественного транспорта, переходов через улицы.

Анализ планировочных ограничений для создания и зонирования парка включает:

- выявление источников загрязнения воздушного бассейна, водоемов и водотоков, почв на проектируемом участке и сопредельных территориях (улицы с интенсивным движением транспорта, котельные, промышленные предприятия с санитарно-защитными зонами и др.), зон загрязнений;

- выявление природных и историко-культурных ценностей, подлежащих охране, их охранных зон.

Определение местоположения возможных входов в парк проводится исходя из градостроительной ситуации: главный вход размещается со стороны ожидаемого наибольшего потока посетителей (общественного центра, других общественно значимых объектов); второстепенные входы размещаются со стороны прилегающей жилой застройки, школ, детских садов.

Местоположение входов должно быть взаимоувязано с местоположением остановок общественного транспорта, переходов через улицы [4].

При проектировании линейных парков используются средовой, системный, ландшафтно-экологический подходы.

Средовой подход предусматривает рассмотрение проектируемого ландшафтного объекта совместно с его средой (окружением), учитывая свойства среды и возможности приспособления к ним.

Системный подход предусматривает рассмотрение проектируемого ландшафтного объекта как элемента системы более высокого таксономического ранга, а также как совокупности взаимосвязанных элементов, из которых состоит объект.

Проектируя линейный парк, мы должны рассматривать его как элемент водно-зеленой системы города, а также как совокупность взаимосвязанных элементов, из которых состоит парк – зеленых насаждений, путей передвижения посетителей, пространств разного функционального назначения.

Ландшафтно-экологический подход предусматривает учет совместного влияния на среду природных и техногенных факторов. При этом учитывается «биосовместимость» природных и антропогенных компонентов окружающей среды.

Ландшафтно-экологические обоснования проектных решений направлены на определение ожидаемых экологических последствий, базирующееся на учете закономерностей функционирования экологических систем [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Линейные парки от Парижа до Сеула [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://tatlin.ru/articles/linejnye\\_parki\\_ot\\_parizha\\_do\\_seula](https://tatlin.ru/articles/linejnye_parki_ot_parizha_do_seula) – Дата доступа: 11.04.2019.
2. Бульвары, набережные, улицы, линейные парки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/2854679/> – Дата доступа: 11.04.2019.
3. Потаев, Г.А. Экологическая реновация городов / Г.А. Потаев. – Минск: БНТУ, 2009. – 173 с.
4. Архитектурное проектирование: метод. пособие для выполнения курсового проекта «Парк» для студентов специальности 1 - 69 01 01 «Архитектура» / Г.А. Потаев, К.К. Хачатрянц, Е.Е. Нитиевская, Л.Е. Рысь; под ред. Г.А. Потаева. – Мн.: БНТУ, 2005. – 42 с.
5. Потаев, Г.А. Ландшафтная архитектура и дизайн: учебное пособие / Г.А. Потаев. – М. : ФОРУМ; ИНФРА-М, 2019. – 368 с., [32] с. цв. ил. – (Среднее профессиональное образование).



УДК 712.25

Маг. А.В. Шевцова  
Науч. рук.проф. Г.А. Потаев  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## **ИННОВАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГОРОДСКИХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ**

Общественное пространство (Public space) – открытое (незастроенное) городское пространство общественного использования, одинаково доступное для всех жителей города.

Общественные пространства – неотъемлемая составляющая городской среды.

Они являются важными структурными элементами объемно-пространственной композиции города, они многообразны по местоположению, по функциям и масштабу [1].

Основными целевыми установками ландшафтной организации городских общественных пространств является:

- увеличение объема зеленых насаждений;
- улучшение санитарно-гигиенических и микроклиматических качеств общественных пространств;
- улучшение эстетических качеств общественных пространств;
- увеличение биоразнообразия зеленых насаждений;
- обеспечение длительного срока жизнеспособности и декоративности зеленых насаждений;
- обеспечение комфортности общественных пространств;
- обеспечение целостности и композиционного единства архитектуры и озелененных пространств.

Можно выделить следующие принципы ландшафтной организации городских общественных пространств:

- принцип целостности и композиционного единства общественных пространств;
- принцип непрерывности и связности зеленых насаждений общественных пространств с другими элементами и объектами озеленения города;
- принцип гуманизации среды, заключающийся в обеспечении комфорта и безопасности территорий средствами благоустройства и озеленения;
- принцип экономической целесообразности, заключающийся в выборе материалов и технологий, которые обеспечивают длительное функционирование, возможность трансформации в случае изменения условий и сбережение ресурсов;

– принцип устойчивости, заключающийся в подборе ассортимента зеленых насаждений, которые сохраняют декоративные качества продолжительный период.

Одной из основных экологических проблем крупных городов является проблема дефицита полезных площадей для развития озелененных территорий общественных пространств.

Рост городского населения и уплотнение городской застройки обуславливают важность увеличения площади озелененных общественных пространств, создания зон экологического комфорта, тишины, чего так не хватает человеку в городах.

В то же время, для современных городов характерен хронический дефицит территорий для увеличения площади озелененных общественных пространств [2].

В условиях уплотненной застройки целесообразно применение инновационных средств ландшафтной организации городских общественных пространств.

К таким средствам можно отнести:

- создание малых садов («карманных парков»);
- озеленение крыш зданий и других сооружений;
- вертикальное озеленение фасадов зданий и других сооружений, отдельных конструкций;
- контейнерное озеленение;
- модульное озеленение с применением малых архитектурных форм, которые можно комбинировать исходя из требуемых функций и задач;
- создание паркетов (небольших участков отдыха, являющихся продолжением тротуара, чаще всего занимающих места парковок).

Дополнительными средствами ландшафтной организации городских общественных пространств являются: моделирование рельефа, размещение водных устройств, применение разнообразных мощений, размещение произведений монументального и декоративного искусства.

Моделирование рельефа (геопластика) позволяет художественно обогатить облик общественных пространств за счет устройства террас, подпорных стенок, террасных цветников на пологом склоне.

Из грунта, который остается после строительства зданий, можно создать искусственный микрорельеф.

Насыпи могут выполнять шумо- и ветрозащитные функции. Естественные углубления, котловины могут использоваться для создания декоративных водоемов.

Выбор водных устройств во многом зависит от рельефа участка

и наличия водных ресурсов.

Используя уклон территории можно сформировать систему живописных каскадов.

Важно чтобы размеры водных устройств соответствовали размерам участка.

Вода как в движении, так и в статичном состоянии существенно обогащает композицию общественных пространств.

Декоративные бассейны могут иметь разнообразную конфигурацию, включать экспозиции водной растительности.

Широкое распространение при ландшафтной организации городских общественных пространств получили фонтаны, родники, разбрызгивающие устройства.

Часто они становятся главным элементом пространственной композиции.

При создании городских общественных пространств применяются разнообразные мощения. Наиболее рационально и экономично применение бетонных плиток небольшого размера, имеющих различную геометрическую форму – от круглой до многогранной.

Фактурный слой таких плит может быть цветным.

Мощения из натурального камня или бетонных плиток, имитирующих естественный камень, а также гравийные и песчано-гравийные покрытия используются для придания пространству природного облика.

Включение произведений монументального и декоративного искусства (скульптура, панно, фрески, барельефы, орнаменты, мозаика и др.) в городские общественные пространства позволяет их художественно обогатить и придать индивидуальность [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Потаев, Г.А. Общественный центр города: учебно-методическое пособие / Г.А. Потаев, В.В. Вашкевич, В.А. Сысоева. – Минск: БНТУ, 2014. – 94 с.

2. Теодоронский В.С. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры : учебник для студ. высш. учеб.заведений / В.С. Теодоронский, Е.Д. Сабо, В.А.Фролова ; под ред. В.С. Теодоронского. — М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 352 с.

3. Потаев, Г.А. Ландшафтная архитектура и дизайн: учебное пособие / Г.А. Потаев. – М. : ФОРУМ; ИНФРА-М, 2019. – 368 с., [32] с. цв. ил. – (Среднее профессиональное образование).

УДК 582.521.11

Студ. Т. А. Шоломицкая,  
Науч. рук. доц. Т. М. Бурганская  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

**СОСТАВ КОЛЛЕКЦИИ ПАЛЬМ ФОНДОВОЙ ОРАНЖЕРЕИ  
ГНУ «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД  
НАНБЕЛАРУСИ»**

В сохранении биоразнообразия растительного мира важная роль принадлежит ботаническим садам и в частности – оранжереям. Они поддерживают и расширяют генофонд тропических и субтропических растений, занимаются интродукцией и поиском эффективных приемов их культивирования и репродукции, мониторингом роста и развития в условиях оранжерей, разработкой приемов озеленения интерьеров, обеспечивают международный обмен семенами и посадочным материалом с другими учреждениями биологического профиля [2].

Неотъемлемым элементом в композициях тропических и субтропических растений часто являются пальмы, как наиболее характерный и узнаваемый элемент южных ландшафтов. Однако многие представители сем. Пальмовые не подходят для использования в жилых и общественных помещениях, а современной русскоязычной литературы на данную тему представлено мало [1].

Уникальной для Беларуси по видовому составу, возрастному и географическому разнообразию является коллекция пальм фондовой оранжереи ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси».

С 2005 по 2019 гг. лабораторией оранжерейных растений заведовала доктор биологических наук, доцент Н. В. Гетко. Сейчас руководство лабораторией осуществляет куратор коллекции «Древесные субтропические и тропические растения», кандидат биологических наук, старший научный сотрудник И. Н. Кабушева [2].

Интродукцией пальм в ЦБС НАН Беларуси начали заниматься с 1937 года. Основные коллекционные фонды растений закрытого грунта были сформированы в период с 1955 по 1976 год [3].

Сегодня сем. Пальмовые – одно из наиболее многочисленных в коллекционном фонде: 43 таксона представлены 27 родами, включающими 40 видов, 2 разновидности и 1 гибрид, которые относятся к трем из пяти выделяемых в последних работах по филогении пальм подсемействам [3].

Подсемейство *Calamoideae* представлено родом *Calamus*. Подсемейство *Coryphoideae* – родами *Sabal*, *Trithrinax*, *Coccothrinax*, *Thrinax*, *Phoenix*, *Chamaetops*, *Trachycarpus*, *Rhapis*, *livistona*, *Acoelorrhahpe*, *Brahea*, *Washingtonia*, *Caryota*, *Arenga*, *Corypha*. Под-

семейство *Arecoideae* – родами *Hyophorbe*, *Chamaedorea*, *Roystonea*, *Butia*, *Syagrus*, *Archontophoenix*, *Dypsis*, *Howea*, *Ptychosperma*, *Adonidia*, *Hedyscepe*. Пальмы подсемейств *Ceroxyloideae* и *Nypoideae* отсутствуют [4].

Пальмарий занимает одну из семи секций фондовой оранжереи, имеет прямоугольную форму, площадь 150 м<sup>2</sup> и высоту около 11 м. По лестнице можно подняться на металлическую конструкцию по периметру, представляющую собой второй этаж. Стены кирпичные с арочными конструкциями. Крыша остекленная, двускатная.

Для посетителей фондовая оранжерея закрыта: ее посещают работники ботанического сада, научные сотрудники, студенты, участники различных конференций.

Освещение преимущественно естественное. В зимний период до 11 утра проводится досвечивание с помощью облучателя тепличного ОТ-400 и ламп ДРЛ-Ф-400. На момент обследования, в то время как на улице освещенность составляла в среднем 12 кЛк, в пальмарии на высоте до 2 м освещенность была не более 720 Лк.

Достаточно много молодых пальм высажено в пластиковые или керамические горшки, которые устанавливаются на песок. Самые крупные пальмы растут в грунте и не пересаживаются. Субстрат богат питательными веществами, достаточно тяжелый, хорошо проницаемый.

Полив с омытием крон проводится вручную из шлангов два раза в неделю. По мере просыхания грунта отдельных растений может проводиться дополнительный полив. Пальмы поливаются водой комнатной температуры, однако специальных емкостей для отстаивания и нагрева воды не предусмотрено. Корневая система наиболее взрослых пальм достигает грунтовых вод, что является одним из решающих факторов их успешного развития.

В пальмарии обнаружены ржавчина и щитовка, а также повреждения из-за нарушения режима минерального питания растений.

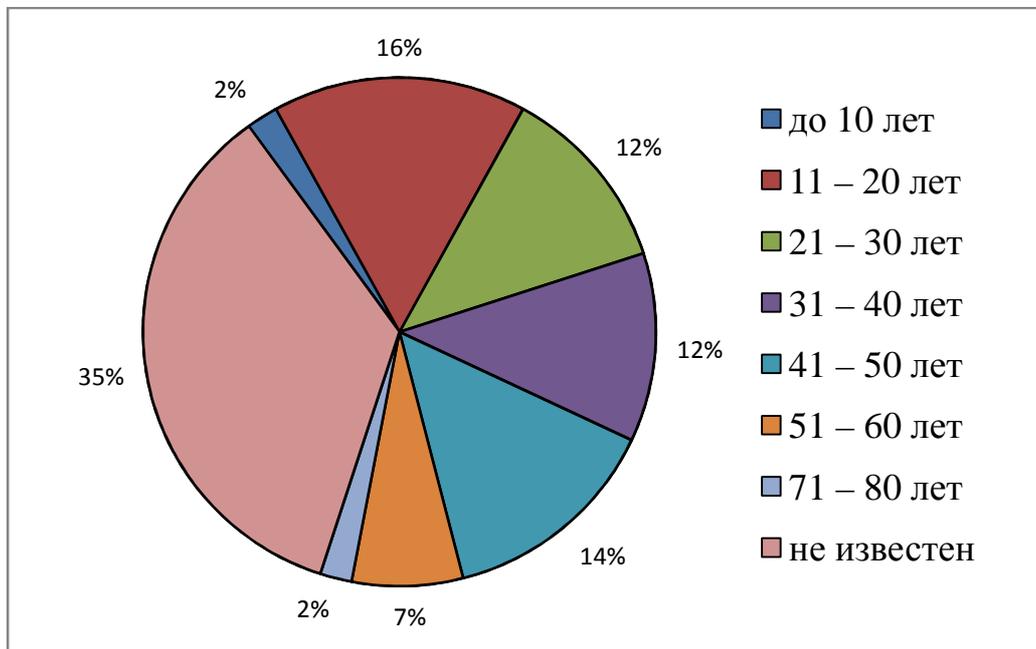
Молодые растения, проходящие первичное интродукционное испытание, не относятся к коллекционному фонду и выделены в питомник. Более взрослые пальмы питомника размещаются в пальмарии, молодые всходы – в пластиковых горшках на стеллажах с подсветкой в отдельном помещении. На момент обследования средняя освещенность над всходами составила 5 – 6 кЛк. Досвечивание осуществляется люминесцентными лампами в течение 9–12 часов. Полив и опрыскивание проводятся вручную отстоявшейся водой комнатной температуры по мере просыхания грунта.

Основной источник пополнения коллекции пальм – привлечение семян по делектусам из зарубежных ботанических садов (Германия, Ис-

пания, Италия, Франция и др.). Также коллекция пополняется живыми экземплярами в результате командировок, передачи растений от различных лиц и организаций, покупки через торговую сеть и семенами, привезенными из естественных мест обитания пальм.

В коллекции род хамедорея насчитывает шесть видов, финик – четыре, ливистона и сабаль – по три, бутия, кариота, вашингтония – по два, остальные роды, составляя 66% коллекции – по одному виду [3].

Возрастной состав коллекции приведен на рисунке. Наиболее старыми пальмами коллекции являются финик канарский (76 года), финики Робелена (58 лет), ховея Бельмора (54 года), ливистона китайская (54 года) и сабаль пальметто (59 лет), завезенные в возрасте 14–36 лет из ботанических садов Батуми и Санкт-Петербурга.



**Рисунок – Возрастной состав коллекции**

В коллекции преобладают древовидные одноствольные пальмы (77%), имеются также кустарниковидные, корневищные, бесстебельные и лиановидные жизненные формы.

Степень адаптации растений к новым условиям выражается в полноте прохождения фенологических фаз развития. В коллекции пальмы часто зацветают поздно: финик канарский в 74 года, финик отклоненный – в 31, хамеропс приземистый – в 35 лет. Представители родов хамедорея и ховея зацветают достаточно рано, не требуя особых условий содержания [3].

Цветения достигают 16 таксонов, плодоношения – 10 видов. Получить семена для репродукции удалось у 6 видов [3].

Условия содержания растений в пальмарии являются достаточными для их роста и развития, но для получения большего количества видов местной интродукции необходимо улучшение условий освещения и минерального питания.

Характеристика полноты прохождения жизненного цикла некоторых пальм приведена в таблице.

**Таблица – Характеристика полноты прохождения жизненного цикла некоторых пальм**

Вид	Цветение	Плодоношение	Возможность репродукции
<i>Archontophoenix alexandrae</i>	+	+	+
<i>Chamaedorea elegans</i>	+	+	+
<i>Chamaedorea metallica</i>	+	–	–
<i>Chamaedorea oblongata</i>	+	+	–
<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	+	+	–
<i>Chamaedorea pochutlensis</i>	+	–	–
<i>Chamaedorea radicalis</i>	+	–	–
<i>Chamaerops humilis</i>	+	+	+
<i>Chamaerops humilis</i>	+	–	–
<i>Howeabelmoreana</i>	+	+	+
<i>Phoenix canariensis</i>	+	–	–
<i>Phoenix reclinata</i>	+	+	–
<i>Phoenix roebelenii</i>	+	+	+
<i>Rhapis excelsa</i>	+	–	–
<i>Sabal minor</i>	+	+	–
<i>Sabal palmetto</i>	+	+	+

Семнадцать видам пальм коллекции ботанического сада присвоен охранный статус различного уровня [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Имханицкая Н. Н. Пальмы. Ленинград: Наука, 1985. – 243 с.
2. Государственное научное учреждение Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cbg.org.by/structure>. Дата доступа: 11.04.2019.
3. Международный электронный журнал ботанических садов HORTUS BOTANICUS / Сохранение биоразнообразия пальм [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=4562>. Дата доступа: 11.04.2019.
4. Dransfield J. et al. A new phylogenetic classification of the palm family, Arecaceae // Kew Bulletin. 2005. Vol. 60. – P. 559–569.

УДК 749.9.012(075.4)

Студ. П.В. Шумская  
Науч. рук.доц. О.П. Евсева  
(кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## ОСОБЕННОСТИ ФЛОРИСТИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ СТИЛЯ

Флористика (от лат.flora), или флористический дизайн (англ. Floral design) является одним из видов декоративно-прикладного искусства и дизайна; создание флористических работ (букетов, композиций, панно, коллажей) из разнообразных природных материалов (цветов, листьев, трав, ягод, плодов, орехов и т. д.), которые могут быть живыми, сухими или консервированными [1].

В Большом энциклопедическом словаре понятие стиль трактуется как общность образной системы, средств художественной выразительности, творческих приемов, обусловленная единством идейно-художественного содержания [2].

Стиль – устойчивая целостность или общность образной системы, средств художественной выразительности, образных приёмов, характеризующих произведение искусства или совокупность произведений [3].

В флористике стиль означает впечатление от композиции [4]. Выделяют три основных стиля: декоративный, вегетативный и форма-линейный.



а



б



в

(а – декоративный, б – вегетативный, в – форма-линейный)

**Рисунок 1 – Примеры флористических композиций**

К особенностям флористических композиций можно отнести: задачи стиля, особенности композиции, порядок расстановки материала, основные элементы композиции, применение, использование, цветовая гамма, материал, расположение материала [4, 5, 6].



Флористические композиции, выполненные в декоративном стиле, характеризуются следующими особенностями:

- *задачи стиля* – создание единой концепции композиции из разных видов растений;

- *особенности композиции* – в работах в большей или меньшей степени отчетливо доминируют части растений, преобразованные руками. Выражается единство и целостность композиции без акцента на индивидуальность;

- *основные элементы композиции* – разнообразные растения, цветовые гаммы и фактуры для создания поразительного и гармоничного эффекта;

- *порядок расстановки материала* – может быть как асимметричное, так и симметричное;

- *цветовая гамма* – различные цветовые гаммы и контрасты, могут использоваться самые смелые сочетания;

- *материал* – разнообразный, главные критерии для его подбора – это использование сочетаемых между собой растений, которые подчеркивают целостность композиции без акцентов;

- *расположение материала* – плотное, многочисленные растения располагаются максимально близко друг к другу для создания единой формы;

- *применение, использование* – оформление, декорирование интерьера или какого-то определенного места, декоративная функция.

Флористические композиции, выполненные в вегетативном стиле, характеризуются следующими особенностями:

- *задачи стиля* – близость к природе, образцом является сама природа;

- *особенности композиции* – подчеркиваются естественные свойства природного материала, а формы композиции и ее линии близки к существующим в природе;

- *порядок расстановки материала* – асимметрия;

- *основные элементы композиции* – для основы берут такие природные компоненты, как земля, песок, камни, мох. В одной аранжировке используются растения только одного сезона и одного географического ареала;

- *цветовая гамма* – естественная, натуральная;

- *материал* – при подборе материала рассматривается морфология каждого растения: растения сортируют по цвету, форме и объему, также чтобы они произрастали в одном сезоне;

- *расположение материала* – повторяется естественный рост растений, также используются «точки роста», одна или несколько;

- *применение, использование* – в основном применяют в тематических работах, экспозиции, ботанические коллекции.

Флористические композиции, выполненные в форма-линейном стиле, характеризуются следующими особенностями:

- *задачи стиля* – особое внимание уделяется формам и линиям;

- *особенности композиции* – цветы, соцветия, ветки с листьями и др. части растений должны занимать в композициях определенные места, так, чтобы их взаимодействие было оптимальным;

- *порядок расстановки материала* – может быть как асимметричное, так и симметричное;

- *основные элементы композиции* – легкое помещают сверху, тяжелое – внизу, острое по периферии композиции – снаружи, круглое – внутри, ближе к центру. Лишние линии убираются, формируется воздушное пространство;

- *цветовая гамма* – гармоничные сочетания;

- *материал* – минимальный набор используемых материалов, строгость и четкость линий, растения могут быть с извивающиеся или строго прямые для придания композиции определенной формы;

- *расположение материала* – параллельно в различных направлениях, использование различных геометрических форм. Могут использоваться пересекающиеся линии и перпендикулярные, но с четко выраженным направлением.

- *применение, использование* – оформление помещений и пространств, свадебная и траурная флористика.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Википедия [Электронный ресурс] / Флористика. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> – Дата доступа: 16.04.2019.

2. Большой энциклопедический словарь [Электронный ресурс] / Стил. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc3p/281942> – Дата доступа: 16.04.2019.

3. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс] / Стил. – Режим доступа: <http://www.rubricon.com/> – Дата доступа: 16.04.2019.

4. Г. Х. Лерш. Основы композиции во флористике / Г.Х Лерш. – Москва: ООО «Дизайнер БУКС», 2013. – 234 с.

5. Хааке, Карл-Михаэль. Основы флористического мастерства. Основы композиции и техника в 940 иллюстрациях/ Хааке К.-М.: пер. с нем.; 2-е издание – Москва: Изд. Дизайнер БУКС, 2013 – 340 с.

6. Д. Хольцшу. Основы цветоведения для флористов : учебное пособие / Хольцшу Дитер; пер. с нем. О. Ширниной. – Москва : Дизайнер БУКС, 2013. – 140 с.

УДК 712.4

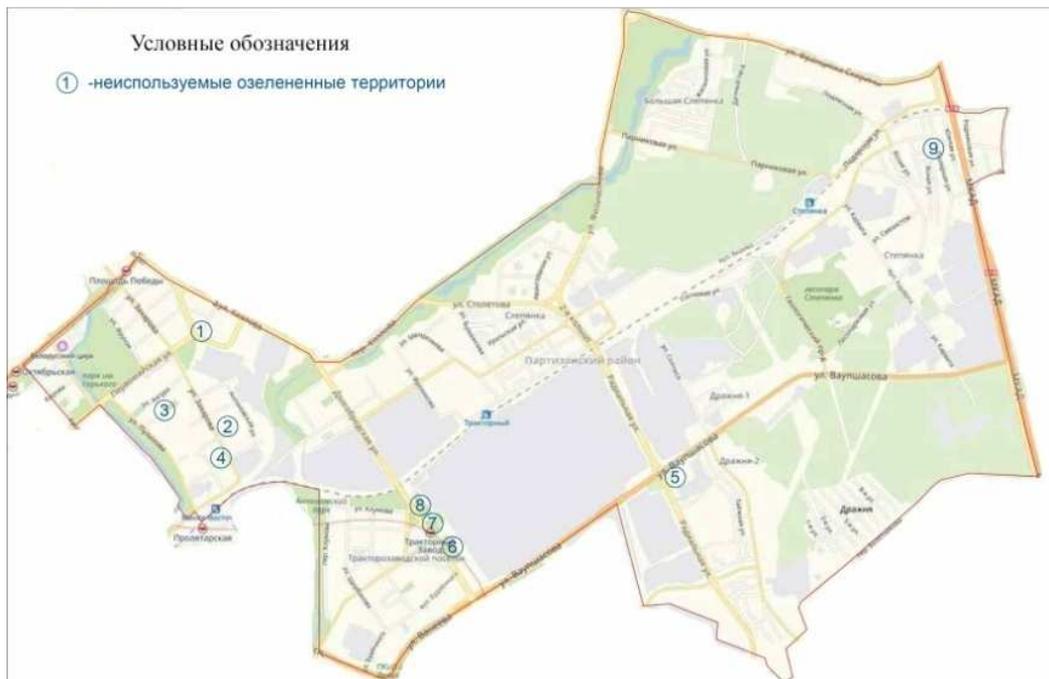
Студ. В.Л. Шушкевич,  
 Науч. рук.доц. С.А. Праходский  
 (кафедра ЛП и СПС, БГТУ)

## ПЕРСПЕКТИВЫ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ ОТКРЫТЫХ ОЗЕЛЕНЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ ПАРТИЗАНСКОГО РАЙОНА г. МИНСКА

Благоустройство и озеленение населенных мест имеет огромное значение в жизни человека, оказывает значительное влияние на окружающую среду. Особенно это влияние проявляется в городах.

Площадь Партизанского района составляет 2227 га. Партизанский район входит в тройку лидеров (среди других районов г. Минска) по объемам вредных выбросов в атмосферу. Следовательно, в качестве компенсации должен быть значительный объем озелененных территорий. В настоящее время в районе 293,2 га (13,17%) зеленых насаждений: 2 парка, 17 скверов, 2 бульвара (77,2 га – 3,47%), лесопарк «Степянка» (216 га – 9,7%). На территории района произрастает: 933 тыс. шт. деревьев, 72,9 тыс. м<sup>2</sup> кустарников, 4,8 тыс. м<sup>2</sup> цветников.

При обследовании Партизанского района г. Минска на наличие неиспользуемых озелененных пространств, были обнаружены 9 таких территорий, общей площадью 24,44 га (1,1%), рис.1.



**Рисунок 1 – Расположение открытых неиспользуемых озелененных пространств на территории Партизанского района**

Общие отличительные черты этих территорий: равнинный рельеф, присутствуют древесно-кустарниковые насаждения, вытопанные или грунтовые дорожки и неухоженный газон. В ходе детального обследования выбран объект проектирования. На выбор территории повлияли предложения руководства УП «Зеленстрой Партизанского района г. Минска», а также инфраструктура. Объект проектирования располагается на пересечении ул. Ваупшасова и ул. Радиальная. Общая площадь объекта проектирования составляет 4,14га.

С учетом исследуемых территорий, площадь благоустроенных и озелененных территорий может увеличиться на 24,44 га (1,1%).

Известно, что благоустройство оказывает особое влияние на организацию нормального, здорового отдыха для жителей города, создает эстетический каркас города, дополняет архитектурный облик города. Давно замечено, что жители города оценивают его облик по количеству зеленых насаждений [1].

С ростом урбанизации городов растет тяга городских жителей к зеленым насаждениям. Поднялись возможности и культура создания зеленых парков, зон отдыха, скверов, бульваров. Большое внимание уделяется зеленым насаждениям как в нашей стране, так и за рубежом.

К примеру, градостроители Польши, Болгарии и Германии добились высоких результатов в сфере озеленения территорий. Композиции озеленения улиц и бульваров, притягивают своей красотой и художественными достоинствами. Большая часть парков представляет особую историческую ценность, другие важны для пропаганды культурного наследия [1].

В тоже время озеленением в Лондоне занимаются в основном не городские власти, а сами жители и частные компании. Один из хороших примеров английского озеленения – GordonSquare, или Площадь Гордона (рис. 2). Этот сквер был точкой сбора для блумбергской литературной группы, т.к. именно тут проживала Вирджиния Вульф. Теперь в этом достопримечательном месте можно увидеть студентов, развлекающихся фрисби [2].

Так же хорошим примером европейского озеленения служит Рассел сквер – это удивительно эстетическая квадратная площадь со сквером, расположенная в Лондоне в районе Блумсбери.

Это место является одним из популярнейших мест отдыха благодаря крупным размерам и близкому расположению многих общественных зданий. В сквере можно увидеть памятник, установленный в честь герцога, а также маленький викторианский домик для извозчиков [3].



**Рисунок 2 – Площадь Гордона в Лондоне**

Примером озеленения и благоустройства России может быть сквер в Вологде. От площади Свободы начинается проспект Победы. Его украшают новые фундаментальные здания. Были посажены ель колючая, устроены цветники. Сквер занимает территорию площадью в 0,2 гектара и является одной из достопримечательностей города Вологда. В советский период выполнены серьезные работы по реконструкции и озеленению сквера. Активное участие в ней принимают жители города и в настоящее время.

Ежегодно в сквере появляются новые саженцы деревьев, поэтому сад кажется молодым и ухоженным [4].

Главной площадью города МарДель Плата в Аргентине является благоустроенная и прекрасно озелененная площадь Сан-Мартин. Площадь названа в честь национального героя Аргентины, генерала Хосе де Сан-Мартина, бронзовый памятник которому расположен в центральной части площади.

На площади можно также увидеть такие скульптуры, как «Венера в ванной», мраморные «Собаки Бонелли». Представляет интерес и скульптура «Три женщины Америки», в честь латиноамериканских поэтесс Альфонсины Сторни, Хуаны де Ибарбуру и Габриэлы Мистраль.

Из деревьев, растущих на площади, можно выделить дерево Герники – древний дуб, символизирующий свободу баскского народа [5].

Примерами благоустройства и озеленения Партизанского района г. Минска, в связи с небольшим размером выявленных территорий, могут быть такие ландшафтные объекты как: скверы, бульвары, небольшие парки, выставочные парки и другие зоны отдыха.

Так же актуальным является вертикальное озеленение. Укрывая листвой стены зданий и сооружений, лианы предохраняют их от разрушительного действия осадков, а высасывая влагу из почвы, сохраняют от сырости.

Ценным является также то что, поднимаясь вверх и создавая обширные зеленые поверхности на зданиях и сооружениях, лианы не требуют много места для посадки и могут применяться там, где нет возможности посадить деревья или кустарники.

Как отмечено ранее, с учетом исследуемых территорий, площадь благоустроенных территорий может увеличиться на 24,44 га (1,1%) и может составить 101,64 га (4,57%).

А так как Партизанский район в г. Минске входит в тройку лидеров по объемам вредных выбросов в атмосферу, такое увеличение озелененных территорий может существенно улучшить состояние экологических и эстетических факторов города.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зарубежный опыт благоустройства и озеленения городов [Электронный ресурс] / <https://poisk-ru.ru>. – режим доступа: <https://poisk-ru.ru/s41388t7.html> – дата доступа: 14.04.2019.
2. Самые большие скверы мира [Электронный ресурс] / Площадь Гордона – режим доступа: <http://kasugati.ru/informacija-dlja-turistov/samyie-bolshie-skveryi-mira>. – дата доступа: 14.04.2019.
3. Скверы лондона [Электронный ресурс] / Лондонские скверы. – режим доступа: <http://londonmania.ru/attractions-of-london/squares/gordon-square>. – дата доступа: 14.04.2019.
4. Скверы мира [Электронный ресурс] / Сквер в Вологде. – режим доступа: <https://www.rutraveller.ru/place/11150>. – дата доступа: 14.04.2019.
5. Скверы мира [Электронный ресурс] / Площадь Сан-Мартин в Аргентине. – режим доступа: <https://www.rutraveller.ru/place/6918>. – дата доступа: 14.04.2019.

УДК 630\*232 Студ. О.Н. Адамсон

Науч. рук. доц. А.А. Домасевич

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## **ИЗУЧЕНИЕ РОСТА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В РУДЕНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ГЛХУ «ПУХОВИЧСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

В Руденском лесничестве ГЛХУ «Пуховичский лесхоз» были исследованы чистые и смешанные культуры сосны обыкновенной и ели европейской.

Пробная площадь № 1 заложена в квартале 42 выделе 12. Площадь составляет 0,17 га. Возраст еловых культур 20 лет. Обработка почвы бороздами была весной в год посадки плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Посадка производилась весной по дну плужных борозд под меч Колесова. Схема посадки: 3,0 м между рядами и 0,8 м в ряду. Схема смешения ЕЕЕЕ. Посадочный материал ели – СЖ<sub>2+1</sub>. Исходная густота культур 4 167 шт/га. Рельеф участка ровный. Тип условий местопроизрастания В<sub>4</sub>. Тип леса – ельник долгомошный. Подлесок очень редкий, представлен крушиной ломкой. Живой напочвенный покров представлен мхом Шребера. Почва дерново-подзолистая, слабоподзоленная, глеевая с иллювиально-гумусовым горизонтом, супесчаная на супеси рыхлой, сменяемая песком связным.

Пробная площадь № 2 расположена в квартале 53 выделе 25 в сосновых культурах. Площадь пробы составляет 0,21 га. Обработка почвы производилась весной в год посадки плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Посадка производилась весной по дну плужных борозд под меч Колесова. Схема посадки: 2,5 м между рядами и 0,6 м в ряду. Схема смешения СССС. Исходная густота культур 6 667 шт/га. Посадочный материал – СН<sub>1</sub>. Рельеф участка ровный. Тип условий местопроизрастания А<sub>3</sub>. Тип леса – сосняк черничный. Живой напочвенный покров представлен мхом Шребера. Почва дерново-подзолистая, слабоподзоленная, временно избыточно увлажняемая, песчаная на песке рыхлом, водно-ледниковом.

Пробная площадь № 3 расположена в квартале 53 выделе 34 в сосновых культурах. Площадь пробы составляет 0,19 га. Обработка почвы бороздами производилась весной в год посадки плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82, посадка – весной по дну плужных борозд под меч Колесова. Схема посадки: 2,5 м между рядами и 0,6 м в ряду. Схема смешения СССС. Исходная густота культур 6 667 шт/га. Посадочный материал – СН<sub>1</sub>. Рельеф участка ровный. Тип условий местопроизрастания А<sub>3</sub>. Тип леса – сосняк черничный. Подлесок представлен крушиной ломкой, рябиной средней высотой до 1,5 м.

Живой напочвенный покров представлен мхом Шребера. Почва дерново-подзолистая, слабоподзоленная, временно избыточно увлажняемая с иллювиально-гумусовым горизонтом, песчаная на песке связном, водно-ледниковом, подстилаемом суглинком легким, моренным с глубины 69 см.

Пробная площадь № 4 расположена в квартале 27 выделе 40 в сосново-еловых культурах. Площадь пробы составляет 0,2 га. Обработка почвы бороздами производилась весной плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Посадка производилась весной по дну плужных борозд под меч Колесова. Схема посадки: 3,3 м между рядами и 0,6 м в ряду. Схема смешения 5р.С 5р.Е Исходная густота культур 5 050 шт/га. Посадочный материал сосны – СН<sub>1</sub>, ели – СЖ<sub>2+1</sub>. Рельеф участка ровный. Тип условий местопроизрастания А3. Тип леса – сосняк черничный. Подлесок представлен крушиной ломкой. Живой напочвенный покров представлен мхом Шребера. Почва дерново-подзолистая, слабоподзоленная, временно избыточно увлажняемая с иллювиально-гумусовым горизонтом, песчаная на песке связном, водно-ледниковом, подстилаемом суглинком легким, моренным с глубины 90 см.

Пробная площадь № 5 расположена в квартале 26 выделе 24 в еловых культурах. Площадь пробы составляет 0,19 га. Обработка почвы бороздами производилась весной в год посадки плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Посадка производилась весной по дну плужных борозд под меч Колесова. Схема посадки: 2,8 м между рядами и 0,9 м в ряду. Схема смешения ЕЕЕЕ. Исходная густота культур 3 670 шт/га. Посадочный материал ели СЖ<sub>2+1</sub>. Рельеф участка ровный. Тип условий местопроизрастания С<sub>3</sub>. Тип леса – ельник черничный. Подлесок представлен крушиной ломкой и рябиной. Почва дерново-подзолистая, слабоподзоленная, временно избыточно увлажняемая, супесчаная на супеси рыхлой, водно-ледниковой, сменяемая песком связным, подстилаемом суглинком легким, моренным с глубины 81 см.

Пробная площадь № 6 расположена в квартале 48 выделе 21 в сосново-березовых культурах. Площадь пробы составляет 0,24 га. Обработка почвы бороздами производилась весной в год посадки плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Посадка производилась весной по дну плужных борозд под меч Колесова. Схема посадки: 2,3 м между рядами и 0,6 м в ряду. Схема смешения – 7р.С 3р.Б. Посадочный материал сосны – СН<sub>1</sub>, березы – СН<sub>1</sub>. Исходная густота культур 7 246 шт/га. Рельеф участка ровный. Тип условий местопроизрастания В<sub>2</sub>. Тип леса – сосняк орляковый. Подлесок представлен рябиной,



крушиной ломкой, и можжевельником средней высотой до 1,5 м. Живой напочвенный покров представлен брусникой. Почва дерново-подзолистая, слабоподзоленная, супесчаная на супеси рыхлой, водно-ледниковой, сменяемой песком связным, а с глубины 56 см подстилаемая суглинком легким моренным.

Лесоводственно-таксационная характеристика исследуемых лесных культур приведена в таблице.

**Таблица – Лесоводственно-таксационная характеристика исследуемых лесных культур**

ПП	Тип леса ТУМ	Состав		Число деревьев, шт./га	Возраст, лет	Средние		Бонитет	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га	Сохранность, %
		Элемент леса	Коэффициент участия, %			Д, см	Н, м				
1	<u>Е дм</u> В <sub>4</sub>	Е	69	1 806	20	8,0	7,4	II	0,47	44	60
		Б	31	712		8,7	10,8		0,20	20	
		–	100	2 518		–	–		0,67	64	
2	<u>С чер</u> А <sub>3</sub>	С	63	1 348	20	10,8	9,3	I	0,49	67	30
		Б	37	643		11,8	10,7		0,36	40	
		–	–	1 991		–	–		0,85	107	
3	<u>С чер</u> А <sub>3</sub>	С	73	1 595	20	9,0	8,3	I	0,43	53	33
		Б	27	605		8,7	11,2		0,17	19	
		–	–	2 200		–	–		0,60	72	
4	<u>С чер</u> А <sub>3</sub>	С	62	1 619	20	8,5	7,3	II	0,44	47	47
		Б	38	769		8,7	10,1		0,19	29	
		–	–	2 388		–	–		0,63	76	
5	<u>Е чер</u> С <sub>3</sub>	Е	57	1 147	21	9,4	9,8	I	0,35	48	53
		Б	43	963		9,4	10,0		0,38	36	
		–	–	2 110		–	–		0,73	84	
6	<u>С орл</u> В <sub>2</sub>	С	67	1 323	23	9,8	10,5	I	0,37	59	29
		Б	33	768		9,4	10,9		0,28	29	
		–	–	2 091		–	–		0,65	88	

Изучение местного опыта создания и выращивания лесных культур показывает, что культуры создавались средней густоты. В 20-летнем возрасте при средней густоте сохранность находится в пределах от 30,0% до 60,0%. При создании культур использовались схемы посадки 2,5–3,3×0,6–0,8 м, схемы смешения – СССС, ЕЕЕЕ, 5р.С 5р.Е, 7р.С 3р.Б. При создании культур в качестве посадочного материала использовались СН<sub>1</sub> сосны обыкновенной и березы повислой и СЖ<sub>2+1</sub> ели европейской.

Для обеспечения хорошего восстановления леса, следует создавать лесные культуры редкой и средней густоты с равномерным размещением деревьев. Нужно отдавать предпочтение смешанным культурам перед чистыми.

УДК 630\*232 315.3

Студ. Ю.В. Денисевич

Науч. рук. доц. Н.И. Якимов

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## **ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

В Беларуси урожайные годы сосны обыкновенной бывают один раз в 3–4 года, поэтому возникает необходимость в длительном хранении семян, в результате которого всхожесть их снижается и повышается зараженность поверхностно-семенной инфекцией. Поэтому предпосевная обработка семян регуляторами роста способствует решению проблемы повышения их посевных качеств после длительного хранения.

На прорастание семян многих древесных пород активное действие оказывают микроэлементы, ростовые вещества (гиббереллин, ауксин, кинин и др.) и другие вещества (кислоты, окислы, соли). Многие микроэлементы вызывают изменения в обмене веществ в семенах в процессе их прорастания, способствуют повышению грунтовой всхожести семян и улучшению роста всходов и сеянцев.

На грунтовую всхожесть семян сосны обыкновенной существенное влияние оказывают микроэлементы: молибден, кобальт, серебро, бор, медь, марганец. Повышение грунтовой всхожести семян и улучшение роста сеянцев обуславливается не только стимулирующим влиянием микроэлементов. Многие микроэлементы обладают также дезинфицирующими свойствами, например, растворы кобальта, меди, марганца и серебра.

Предпосевная обработка семян сосны производится путем их погружения в растворы микроэлементов на 8–16 часов. Для замачивания семян используются растворы микроэлементов в соотношении 3–4 части раствора на 1 часть семян (по объему).

Эффективность обработки растворами микроэлементов в значительной степени зависит от биологических особенностей семян, вида применяемого микроэлемента, условий среды (температура, влажность почвы, ее химический состав, зараженность патогенными микроорганизмами и др.) и концентрации раствора.

Пониженные концентрации растворов микроэлементов, как правило, отрицательного влияния на семена не оказывают. При повышенных концентрациях растворов можно достигнуть более высоких результатов, чем при пониженных, но не исключена возможность получения и отрицательного эффекта.

Предпосевная обработка семян растворами микроэлементов

(при правильном выборе вида и концентрации) более результативна, чем замачивание семян в воде. Этот способ обычно не уступает по эффективности способу предпосевной подготовки семян путем воздействия пониженными температурами (снегованием).

В опытах регуляторы роста применялись как в чистом виде, так и в сочетании с перманганатом калия, который способствует уничтожению на семенах поверхностной инфекции фитопатогенных организмов, а также стимулирует прорастание семян (таблица 1).

**Таблица 1 – Препараты, их состав, концентрация, времявоздействия**

Название препарата	Состав	Используемая концентрация	Время воздействия
Байкал ЭМ-1	молочнокислые фотосинтезирующие бактерии, азотфиксирующие бактерии, сахаромицеты, культуральная жидкость	5 капель на 200 мл воды	2 часа
Экосил	сумма тритерпеновых кислот из экстракта древесной зелени пихты сибирской	12 капель на 1 л воды или $6 \times 10^{-2}\%$ -й раствор	1 час, промывание водой
Перманганат калия	перманганат калия	0,05% раствор	1 сутки
Крезацин	ортокрезоксисукусная кислота	$10^{-2}\%$ -й, $10^{-3}\%$ -й и $10^{-4}\%$ -й раствор	1 сутки
Гумат +7 йод	гуминовые кислоты – 37, микроэлементы: В, Fe, Со, Mn, Cu, Mo, Zn, I	0,5 г на 1л воды или 0,05%-й раствор	1 сутки
Эпин	эпибрассинолид	2 капли на 100 мл воды или $10^{-1}\%$ -й раствор	2 часа
Гидрогумат калия	гуминовые вещества	$10^{-1}\%$ -й, $10^{-2}\%$ -й и $10^{-3}\%$ -й раствор	1 сутки

После замачивания семена проращивались при температуре  $24^{\circ}\text{C}$  в течение 15 суток. Проращивание производилось на фильтровальной бумаге на аппарате для проращивания семян. Для получения достоверных результатов в каждом варианте опыта бралось 4 пробы по 100 семян в каждой. Учет проросших семян производился на 5-й, 7-й, 10-й и 15-й день. Проросшими семенами считались те, у которых длина корешка была больше длины семени.

В таблице 2 представлены результаты исследований по влиянию регуляторов роста на прорастание семян сосны обыкновенной.

Таблица 2 – Влияние регуляторов роста на прорастание семян сосны

Препарат	Количество проросших семян на день учета, %			
	5-й	7-й	10-й	15-й
Контроль (сухие семена)	73	80	84	84
Контроль (замачивание в воде на 1 сутки)	74	85	87	91
Перманганат калия 0,05%	84	86	89	91
Перманганат калия 0,05%+Байкал ЭМ 0,1%	88	89	92	93
Байкал ЭМ 0,1%	79	84	89	91
Перманганат калия 0,05% + Экосил 0,05%	86	88	90	90
Экосил 0,05%	80	84	87	88
Перманганат калия 0,05% + Эпин 0,01%	82	84	88	90
Эпин 0,01%	79	86	91	92
Перманганат калия 0,05% + Гумат 7 йод 0,05%	81	85	90	92
Гумат 7 йод, 0,05%	85	86	90	92
Гидрогумат калия 0,1%	78	92	93	93
Гидрогумат калия 0,01%	73	87	89	91
Гидрогумат калия 0,001%	68	84	88	89
Крезацин 0,01%	69	86	87	88
Крезацин 0,001%	78	90	90	92
Крезацин 0,0001%	74	80	83	85

Проведенные исследования показали, что предпосевная обработка семян сосны необходима, так как обработанные в регуляторах роста семена прорастают более энергично. Обработка семян 0,05% раствором перманганата калия оказала положительное влияние на энергию прорастания семян уже на 5-ый учетный день. Стимуляторы роста экосил, гумат 7 йод и эпин после обработки семян в сочетании с перманганатом калия не оказывали значительного стимулирующего действия. Вместе с тем регулятор роста байкал ЭМ–1 после обработки семян перманганатом калия проявляет более сильные свойства.

Различная концентрация растворов одного и того же препарата по-разному влияет на энергию прорастания и всхожесть семян. Так, растворы крезацина с концентрацией  $10^{-3}$  и гидрогумата калия с концентрацией  $10^{-1}$  являются наиболее оптимальными. При замачивании семян, необходимо так же учитывать и время воздействия препарата. При использовании эпина, экосила, байкалаЭМ-1 возможно следует увеличить время обработки до 18–24 часов.

УДК 630\*232

Студ. Р.Г. Русецкий

Науч. рук. ст. преп. А.В. Юрени

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## **СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ КЛИЧЕВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

**Введение.** Дерново-подзолистые супесчаные почвы в Республике Беларусь являются наиболее распространенными и довольно плодородными для лесных насаждений. Поэтому лесокультурное производство первоочередной задачей должно ставить создание лесных культур на таких землях. Большое внимание при лесовосстановлении уделяется созданию искусственных насаждений. В республике накоплен богатейший опыт выращивания лесов искусственного происхождения. Повышение продуктивности лесов является основным направлением их расширенного воспроизводства и удовлетворения потребностей народного хозяйства в древесине.

Выбор древостоев, в которых главными породами являются сосна, ель, лиственница, в качестве объектов исследования обосновывается тем, что сосна обыкновенная является наиболее распространенными в нашей стране.

По исследованиям И. В. Соколовского и А. В. Юрени в искусственных насаждениях сосны обыкновенной и ели европейской, показывают, что рост в молодых искусственных насаждениях зависит не только от почвенных и климатических условий, но и от влияния сопутствующих пород (березы, осины). Примесь лиственных пород в искусственных хвойных насаждениях способствует развитию травянистых растений под пологом, увеличивается поступление органики в почву и влаги атмосферных осадков. Приведенные данные указывают на то, что требуется проведение дальнейших исследований по изучению взаимосвязи между эдафотопом и фитоценозом.

Благоприятные почвенно-грунтовые условия способны уменьшать негативные последствия воздействия неблагоприятных климатических факторов. Меньшее воздействие неблагоприятные климатические факторы оказывают на хвойные, произрастающие на полугидроморфных связно супесчаных почвах.

**Объекты и методы исследования.** Исследование имеющихся в Кличевском лесничестве лесных культур производилось на дерново-подзолистых супесчаных почвах. Во время полевых исследований были обследованы смешанные культуры сосны обыкновенной. Для каждого отобранного участка собраны сведения по истории и произ-

водству лесных культур: исходный состав лесных культур, площадь участка, его расположение (лесничество, квартал, выдел), рельеф, характеристика лесокультурной площади до закультивирования (категория, вид лесокультурной площади), тип условий местопроизрастания и тип леса, год и сезон закладки лесных культур, система, метод и способ производства лесных культур, обработка почвы, исходная густота и размещение посадочных или посевных мест, характеристика посадочного материала. 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 условиях устанавливался состав древостоя по запасу, средний диаметр, средняя высота, количество деревьев на единице площади, сумма площадей сечения, класс бонитета, полнота, запас стволовой древесины и среднее годовое изменение запаса.

Пробные площади заложены в типах леса сосняк орляковый, кисличный и черничный. Возраст культур находится в пределах 10–55 лет. Сосна обыкновенная в смешанном насаждении произрастает по Ia–I классам бонитета, тип условий местопроизрастания B<sub>2-3</sub>–C<sub>2</sub>. На площадях в состав культур входят ель европейская, береза повислая, осина.

Для более детального изучения почв исследуемых насаждений было заложено 6 почвенных разрезов глубиной до 2 м. Почвы на ПП 3, 5 и 6 характеризуется по увлажнению как автоморфные с глубоким залеганием уровня грунтовых вод. Остальные относятся к полугидроморфным почвам. На автоморфных почвах сформировались сосняки орляковые, которые произрастают по Ia–I классам бонитета. На контактно-оглеенных и временно избыточно увлажняемых почвах – орляковые и кисличные, которые произрастают по I классу бонитета. На глеевой почве – черничные типы леса, которые произрастают также по I классу бонитета.

Гумусовые горизонты всех исследуемых ПП представлены супесью связной и рыхлой. Ниже по профилю эти почвы сменяются рыхлыми супесями или песками часто с последующим подстиланием морены. Содержание песчаных фракций значительно варьирует не только по почвенным горизонтам, но и в пределах одного горизонта. Фракция крупнозёма варьируют от 0,1% до 6,3%, эта фракция выделена почти во всех генетических горизонтах исследуемых почв, кроме

пробных площадей 1 и 6.

В Кличевскомлесничестве за последние пять лет наблюдается динамическое изменение лесокультурных площадей. Основными культивируемыми породами при создании лесных культур являются сосна, ель, лиственница и дуб. В составе преобладают хвойные. Такое распределение породного состава объясняется наличием в лесокультурном фонде большого количества участков с относительно богатыми супесчаными почвами.

Посадку лесных культур сосны обыкновенной проводят ранней весной под меч Колесова в дно плужных борозд либо механизированным способом с помощью посадочной машины МЛУ–1 в агрегате с трактором МТЗ–82. Борозды создаются поздней осенью с целью уничтожения сорной растительности, а также для разрыхления верхних слоев задернованной почвы. Эта операция проводится механизированным способом при помощи плуга ПКЛ–70, агрегируемого с трактором МТЗ–82. Лесные культуры сосны обыкновенной в относительно богатых условиях произрастания на супесчаных почвах создаются в основном по схеме 2,5×0,8 м, с густотой 5 тыс. шт./га. Обработка почвы и уход проводится только механизированным способом.

Лесокультурные площади для создания лесных культур хвойных пород представлены категорией площадей «б», и видом вырубка. Количество пней на всех площадях не превышает 500 шт./га. Тип условий местопроизрастания В<sub>2-3</sub>. Почвы супесчаные, рельеф равнинный. Естественное возобновление представлено только на трех площадях и составляет 1,0–2,5 тыс. шт./га.

В виду того, что все участки представлены рубками и прогалинами, имеют небольшие площади и не сильно разбросаны территориально относительно друг друга мы проектируем механизированную посадку. Посадка леса является наиболее надежным и эффективным методом производства лесных культур. В качестве посадочного материала предлагается использовать 2-летние сеянцы сосны и березы, 4-летние саженцы ели европейской. Густота проектируемых культур колеблется от 4 167 шт./га до 5 000 шт./га.

**Заключение.** Анализ почвенно-грунтовых условий супесчаных почв показал, что они характеризуются по увлажнению автоморфными и полугидроморфными условиями. В почвенном профиле встречаются супесчаные и песчаные горизонты, часто прослеживается подстиление мореной. На бывших рубках в Кличевскомлесничестве, произраставших на супесчаных почвах, было предложено создать чистые и смешанные лесные культуры сосны на почвах с различным увлажнением, с применением различных механизмов.

УДК 630\*232

Студ. А.А. Лошкарева  
Науч. рук. доц. Н.К. Крук

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## **ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В СТАРОДОРОЖСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ**

Своевременное воспроизводство лесных ресурсов – важнейшая задача специалистов лесного хозяйства. В прошлом сама природа регулировала состав растительности на вырубках, других не покрытых лесом площадях. Благодаря этому, без вмешательства человека формировались насаждения, свойственные определенным лесорастительным районам. При правильном создании лесных культур, вырастают насаждения более продуктивные, чем естественные леса, сокращается лесовосстановительный период после рубки. Производство лесных культур позволяет выращивать насаждения необходимого видового состава и определенного целевого назначения.

Климатические условия Стародорожского лесхоза благоприятны для успешного роста основных лесобразующих хвойных пород. Главными древесными породами в культурах являются сосна обыкновенная. По механическому составу почвообразующих пород преобладают дерново-подзолистые песчаные, реже супесчаные и суглинистые почвы водно-ледникового и моренного происхождения. На территории лесхоза наиболее распространены мшистая (38,0%, из них сосняки 37,0%), черничная (20,2%, из них сосняки 14,0%), кисличная (9,6%), орляковая (9,4%) группы типов леса.

Искусственно созданные насаждения составляют 29,4%, что выше республиканского показателя (22,8%). Это указывает на высокую интенсивность ведения лесного хозяйства. В общей площади лесных земель преобладают хвойные породы – 76,5%, твердолиственные составляют 2,6%, мягколиственные – 21,9% от площади лесных земель.

Анализ объемов лесовосстановительных работ за последние 5 лет показывает, что доля лесных культур в среднем составляет 93,0%, содействия естественного возобновления – 2,3%, естественное лесозаращивание – 4,7%. Методы лесовосстановления в Калиновском лесничестве приведены в таблице 1.

Лесные культуры создают с учетом особенностей лесорастительных условий. Ведущими факторами являются плодородие и влажность почвы. Породный состав и схемы смешения принимаются в зависимости от плодородия почв, типов леса, типов условий местопрорастания.



Таблица 1 – Методы лесовосстановления в Стародорожском лесничестве

Год	Площадь участков для лесовыращивания, га			Методы лесовосстановления, га			
	общая	в том числе			лесные культуры	содействие естеств. возобновл.	естествен. зарастиван.
		вырубки	бывшее с/х пользов.	прогалины, карьеры, гари			
2014	40,5	34,3	–	6,2	39,3	–	1,2
2015	46,9	41,8	5,1	–	46,9	–	–
2016	42,5	40,2	–	2,3	38,9	–	3,6
2017	33,6	33,2	0,4	–	31,1	2,5	–
2018	81,8	81,8	–	–	81,3	–	0,5

Из таблицы 1 видно, что площадь ежегодного лесовыращивания в Стародорожском лесничестве варьирует за последние 5 лет, например в 2014 – 2016 годах она была примерно равная, немногим более 40 га, по сравнению с 2017 годом, где площадь лесовыращивания составила 33,6 га. В 2018 году площадь лесных культур возросла до 81,8 га, что связано с повреждением сосны вершинным короедом, в результате чего назначаются в большинстве случаев сплошные санитарные рубки.

В целом наблюдается тенденция увеличения объема создания лесных культур в общем объеме проектируемых мероприятий по лесовосстановлению хвойных видов. Наряду с искусственным лесовосстановлением существенная роль принадлежит и естественному возобновлению, которое позволяет восстанавливать лес более просто и экономически выгодно. Естественные леса, как правило, отличаются высокой фитоценотической устойчивостью, в меньшей степени подвергаются ветровалу, воздействию вредных насекомых, болезней и других неблагоприятных факторов. Естественному возобновлению содействуют некоторые способы рубок (постепенные, выборочные), сохранение жизнеспособного подроста хозяйственно ценных пород во время рубки, при трелевке и вывозке древесины, при очистке лесосек от порубочных остатков, сохранение деревьев-семенников, минерализация почвы.

Продуктивность лесных насаждений и их породный состав зависит от почвенно-грунтовых условий участка. Плодородие почв оказывает решающее влияние на разнообразие живого напочвенного покрова, подроста, подлеска и класса бонитета древостоя. Сведения об ежегодном лесокультурном производстве в Стародорожском лесничестве за 2014–2018 гг. приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Лесокультурное производство в Стародорожском лесничестве за 2014–2018 годы**

Год	Объем лесокультурных работ, га посадка							Приживаемость, %		
	всего	в т.ч. по породам						посев сосна	по 1-ому году	по 3-ему году
		сосна	ель	береза	дуб	ясень	липа			
2014	39,3	32,5	5,6	–	1,2	–	–	–	90,1	82,8
2015	46,9	42,8	4,1	–	–	–	–	–	92,2	84,1
2016	38,9	32,3	1,0	0,7	1,0	3,9	–	–	90,2	87,5
2017	31,1	25,3	2,2	0,8	0,4	1,9	0,5	–	90,8	–
2018	81,3	55,6	1,5	–	–	1,6	0,4	22,2	93,0	–
Итого	237,5	188,5	14,4	1,5	2,6	7,4	0,9	22,2	–	–

Выращивание искусственных насаждений может быть успешным только при выполнении комплекса научно-обоснованных мероприятий, обеспечивающих создание экологических условий на период от получения семян с высокими наследственными качествами до формирования хозяйственно-ценных молодняков.

Создаются лесные культуры сосны в большинстве смешенными: с березой на бедных почвах, с елью и лиственницей на более богатых. Распространенная схема посадки 3,0×0,75. В лесхозе наиболее часто используются различные способы частичной обработки почвы: бороздовый, полосный, путем создания микроповышений. Бороздовый способ является самым распространенным. При его использовании почва слабо зарастает в первые два-три года сорными травами. Борозды нарезаются лесным плугом Л–218, который является универсальным лесным орудием.

На основании проведенных исследований можно сделать выводы, что перспективным является создание чистых и смешанных насаждений сосны обыкновенной с участием других хвойных и лиственных древесных пород, путем создания лесных культур, а также использованием методов естественного возобновления леса, что позволит получить лесоводственный эффект.

УДК 634\*0.165

Студ. И.А. Бурганский

Науч. рук. доц. Л.Ф. Поплавская

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## **СОХРАНЕНИЕ ГЕНОФОНДА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГСЛХУ «БОРОВЛЯНСКИЙ СПЕЦЛЕСХОЗ»**

Работа по селекции всех видов растений, в том числе и древесных пород, основывается на их естественном генофонде.

Поэтому чрезвычайно важным является сохранение генетического фонда древесных пород, как базы для лесной генетики, селекции и семеноводства.

Генетический фонд лесных древесных пород – это основные наиболее важные структурные элементы видов, подвидов, экотипов и отдельных популяций древесных пород, представляющих интерес в хозяйственном и в научном отношении.

В мероприятиях по сохранению генофонда лесных ресурсов намечены два основных направления:

– сохранение генофонда популяций и видов *in situ* (т. е. в естественных насаждениях);

– сохранение генофонда *ex situ* (за пределами естественного произрастания популяций). Основным выбрано первое направление, поскольку оно позволяет сохранить генофонд в полном объёме [1].

Леса Боровлянского спецлесхоза относятся к категории рекреационно-оздоровительных лесов. Основными направлениями ведения лесного хозяйства в рекреационно-оздоровительных лесах является сохранение и улучшение их качественного состояния, формирование высокопродуктивных и устойчивых насаждений, создание лесопарковых ландшафтов и улучшение условий отдыха.

Площадь лесов, имеющих природоохранное значение, составляет 5 077,9 га или 22,0% от общей площади спецлесхоза. Для сохранения ценных популяций и биотипов на территории Боровлянского спецлесхоза выделены 5 заказников: Прилукский, Юхновский, Глебкавка, Прилепский, Альба.

Основная масса спелых и приспевающих насаждений сосны обыкновенной сконцентрирована на территории заказника «Глебкавка», который расположен на территории Колодищанского лесничества и представлен в основном чистыми высокопродуктивными сосновыми насаждениями, подверженными рекреационной нагрузке.

С целью сохранения ценного генофонда сосны обыкновенной в ГСЛХУ «Боровлянский спецлесхоз» была проведена селекционная инвентаризация, которая включает массовый, групповой и

индивидуальный отборы.

Для проведения массового отбора в ГСЛХУ «Боровлянский спецлесхоз» были проанализированы спелые и приспевающие сосновые насаждения.

Общая площадь сосновых насаждений составляет 9 872,4 га или 44,9% от общей лесопокрытой площади. Спелые и приспевающие насаждения занимают лишь 315,2 га или 3,2%. Наиболее распространенными типами леса на территории ГСЛХУ «Боровлянский спецлесхоз» является сосняк орляковый. В этом типе леса сосняк растет по I и I<sup>a</sup> классам бонитета, образует высококачественные и высокопродуктивные насаждения.

Наиболее высокую продуктивность имеют сосновые насаждения в орляковом, кисличном, мшистом типах леса. Здесь они произрастают по I<sup>a</sup>, I классам бонитета. Поэтому, учитывая распространенность, продуктивность сосновых насаждений, в результате массового отбора были отобраны орляковые и мшистые сосняки на территории заказника «Глебковка», для проведения в них селекционной инвентаризации с целью выделения плюсовых насаждений

Для более детального обследования плюсовых и лучших нормальных насаждений было отобрано 6 насаждений с целью сохранения ценного генофонда сосны обыкновенной на территории ГСЛХУ «Боровлянский спецлесхоз». В этих насаждениях были заложены пробные площади и определены основные лесоводственно-таксационные показатели. Большинство насаждений относятся к I классу бонитета. По возрасту – это спелые и приспевающие, чистые насаждения. Исследуемые насаждения имеют среднюю полноту 0,73–0,84, запас колеблется от 271 до 360 м<sup>3</sup>/га.

В этих насаждениях была проведена селекционная инвентаризация, в результате которой насаждения были распределены на категории. Установлено, что из 6 исследованных насаждений только три насаждения относятся к категории плюсовые, остальные к категории нормальных.

Насаждения, отнесенные к категории «плюсовые» подлежат сохранению в виде отдельных насаждений, обладающих высокой продуктивностью и устойчивостью, а насаждения являются нормальными и также должны подлежать сохранению в качестве резервных насаждений для сохранения генофонда.

Насаждение, отнесенное к категории плюсовых характеризуются высокой продуктивностью, и что самое важное для плюсового насаждения хорошей очищаемостью стволов от сучьев. Так как именно этот показатель относится к качественным и контролируется, в основ-

ном, генотипом дерева. В этих насаждения доля участия высокопродуктивных деревьев колеблется от 26,3 до 31,2%, участие низкопродуктивных деревьев не превышает 10%.

В плюсовых насаждениях была проведена селекционная инвентаризация деревьев с целью выделения плюсовых и лучших нормальных деревьев, которые подлежат сохранению, как в местах их произрастания, так и в архивной плантации. В плюсовых насаждениях выделено 18 кандидатов в плюсовые деревья и 28 лучших нормальных деревьев.

У плюсовых деревьев по форме кроны преобладают сосны рядовой формы, по форме коры с продольнобороздчатой корой. Встречаются также деревья ширококронные по форме кроны и пластинчатокорые по форме коры.

Необходимо отметить, что большинство ширококронных сосен имеют пластинчатокорую форму коры. Плюсовые деревья по высоте превышают среднее дерево более чем на 10%, а по диаметру более чем на 30%.

Также есть отдельные деревья, которые превышают среднее дерево по диаметру более чем на 40%, а по высоте на 15%. Очищаемость от сучьев плюсовых деревьев в среднем составляет 71,9%. В итоге можно сделать вывод, что эти деревья могут быть зачислены в категорию плюсовых.

На основании проведенной селекционной инвентаризации в качестве объектов для сохранения ценного генофонда сосны обыкновенной в Боровлянском спецлесхозе можно отнести три плюсовых насаждения сосны, 18 плюсовых и 28 лучших нормальных деревьев. Все эти объекты подлежат сохранению в местах естественного произрастания.

Для сохранения выделенного ценного генофонда сосны обыкновенной на территории Боровлянского спецлесхоза методом *ex situ* предложено создание архивной плантации, где будет сохраняться вегетативное потомство плюсовых деревьев и лучших нормальных деревьев.

В ГСЛХУ «Боровлянский спецлесхоз» в Ратомском лесничестве подобран участок площадью 1,2 га. Он расположен в квартале 39, выдел 32. Участок представлен прогалиной.

Таким образом, результаты обследования сосновых древостоев ГСЛХУ «Боровлянский спецлесхоз» при проведении массового, группового и индивидуального отбора и рекомендаций по созданию архивной плантации позволяют сохранить генофонд сосны обыкновенной в Боровлянском спецлесхозе.

УДК 630\*232

Маг. В.Э. Мишина

Науч. рук. доц. П.В. Тупик

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

**ИЗУЧЕНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕМЯН  
БУКА ЕВРОПЕЙСКОГО (*FAGUS SYLVATICA*)  
МЕСТНОЙ РЕПРОДУКЦИИ**

Бук европейский является важной лесообразующей породой и характерным компонентом широколиственных лесов Европы. По мнению ряда ученых, с потеплением климата ареал сплошного распространения бука европейского может сместиться на территорию Республики Беларусь, что вызывает необходимость проведения научных исследований по оценке перспективности его использования в климатических условиях Беларуси. Примесь бука в сосновых и дубовых культурах на супесчаных почвах повышает их плодородие и способствует улучшению роста главной породы. Бук европейский может быть использован в качестве замены ясеня обыкновенного в местах его усыхания, а также ольхи серой и осины с целью повышения продуктивности насаждений в условиях произрастания этих пород.

Целью настоящей работы стало изучение биометрических параметров семян бука европейского местной репродукции 2018 года заготовки. В качестве контрольного варианта использовались семена, заготовленные в Польше в этом же году (вариант №1). У семян с помощью штангенциркуля определялись три параметра – длина, ширина и толщина. Каждый вариант был представлен выборкой из 50 шт. семян. Обработка результатов измерений осуществлялась с помощью программы *Statistica 10.0*.

В Беларуси семена бука европейского были собраны в четырех различных местах – с группы деревьев в ботаническом саду Негорельского учебно-опытного лесхоза (вариант №2), с группы деревьев в дендропарке «Поречье» (Пинский район, д. Поречье) ГЛХУ «Телеханский лесхоз» (вариант №3), в лесных культурах Росского лесничества ГЛХУ «Волковысский лесхоз» (вариант №4), с двух отдельно растущих деревьев в дендропарке Глубокского опытного лесхоза (вариант №5).

Следует также отметить, что все семена бука европейского 2018 года заготовки, как белорусской, так и польской репродукции оказались пустыми, что, видимо, связано с климатическими особенностями самого года и биоэкологическими свойствами породы. Период заготовки семян длился с ноября до середины декабря. Результаты статистической обработки измерений представлены в таблице.

**Таблица – Результаты статистической обработки размеров семян  
бука европейского**

№ варианта	Место заготовки семян	Измеряемые параметры семян	<i>M</i> , мм	<i>Min</i> , мм	<i>Max</i> , мм	<i>V</i> , %
1	Польша (контрольный вариант)	длина	18,9 <sup>2-3-4-5</sup>	17,1	20,6	4,1
		ширина	9,6 <sup>2-3-4</sup>	8,2	11,3	7,8
		толщина	7,6 <sup>3-5</sup>	6,1	9,1	8,7
2	Ботанический сад Негорельского учебно- опытного лесхоза	длина	16,7 <sup>3-5</sup>	14,5	19,3	6,9
		ширина	10,4 <sup>1-3-4-5</sup>	8,5	11,6	7,1
		толщина	7,8 <sup>1-3-5</sup>	6,5	9,6	9,5
3	ГЛХУ «Телеханский лесхоз», парк «Поречье» (Пинский район, д. Поречье)	длина	17,3 <sup>1-2</sup>	15,9	18,2	3,6
		ширина	8,8 <sup>1-2-5</sup>	7,5	9,7	5,7
		толщина	7,1 <sup>1-2-4-5</sup>	6,3	7,9	5,4
4	ГЛХУ «Волковысский лесхоз», Росское лесни- чество (квартал 150 вы- дел 9)	длина	16,9 <sup>1</sup>	13,5	19,3	8,1
		ширина	9,0 <sup>1-2-5</sup>	7,3	11,5	12,3
		толщина	7,7 <sup>3-5</sup>	5,6	10,0	11,1
5	ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз», дендропарк	длина	17,3 <sup>1-2</sup>	15,8	18,8	4,0
		ширина	9,7 <sup>2-3-4</sup>	8,3	11,4	7,2
		толщина	8,4 <sup>1-2-3-4</sup>	7,0	10,0	8,1
Примечание – надстрочный индекс указывает на номер варианта, с которым у сравниваемого параметра имеются существенные отличия						

Таким образом, из представленной таблицы видно, что максимальной длиной 18,9 мм характеризуются семена из контрольного варианта, т. е. заготовленные в Польше, самые короткие по этому признаку оказались семена из ботанического сада НУОЛХ – 16,7 мм, однако именно в этом варианте семена оказались самые широкие – 10,4 мм. Самые узкие семена среди проанализированных вариантов оказались у деревьев из парка «Поречье – 8,8 мм. По толщине в лидерах оказались семена с деревьев дендропарка Глубокского опытного лесхоза – 8,4 мм, это значение оказалось достоверно выше всех остальных вариантов. Самая низкая толщина зафиксирована в варианте №3 – 7,1 мм. Следует также отметить, что в пределах изучаемого параметра значения коэффициентов вариации были не очень высокие – от 3,6 до 12,3%, что указывает на низкое варьирование рассматриваемых признаков.

На основании проведенной работы можно заключить, что семена белорусской репродукции по длине оказались достоверно короче польских, однако ширина и толщина семян оказалась выше у белорусских вариантов.

УДК 630\*114

Студ. С.С. Шпак

Науч. рук. доц. И.В. Соколовский

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ, СОСТАВ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ НАСАЖДЕНИЙ НА ЛЕССОВИДНЫХ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОДАХ**

Основной задачей лесного хозяйства на современном этапе является повышение продуктивности и устойчивости лесных насаждений, рациональное использование естественного плодородия лесных почв, улучшение породного состава.

Настоящая работа посвящена изучению насаждений Несвижского лесничества Клецкого лесхоза. В работе ставится задача изучить строение, морфологические признаки и свойства почв, состав и продуктивность произрастающих насаждений.

На территории лесхоза наиболее распространенными являются: дерново-подзолистые полугидроморфные, дерново-подзолистые автоморфные почвы, а также торфяно-болотные низинного типа болот. На территории Несвижского лесничества преобладают суглинистые (59,6%) и супесчаные почвы (31,1%) на лессовидных почвообразующих породах.

Пробные площади заложены на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах различного увлажнения.

Пробная площадь 1 заложена в сосняке кисличном. Состав насаждения 10С+Д+Я+Кл, возраст 70 лет.

Насаждение произрастает по I<sup>a</sup> классу бонитета. Подлесок: лещина, крушина ломкая, рябина, жимолость лесная.

В живом напочвенном покрове произрастают: кислица, черника, зеленые мхи, сныть, звездчатка ланцетовидная, грушанка круглолистная, медуница узколистная, ожика волосистая.

Почва: дерново-подзолистая контактно-оглеенная суглинистая, на суглинке легком лессовидном, сменяемом супесью связной, а с глубины более 1 м подстилаемой суглинком средним.

Пробная площадь 2 заложена в ельнике кисличном. Состав 7Е2С1Б+Д+Г, возраст 80 лет.

Насаждение произрастает по I<sup>a</sup> классу бонитета.

Подлесок: лещина, бересклет бородавчатый, крушина ломкая, рябина, волчье лыко.

В живом напочвенном покрове произрастает: сныть, кислица, черника, майник двулистный, ландыш, вероника дубравная, зеленчук желтый, осока лесная, мхи, ожика волосистая, плаун. Почва: дерново-



подзолистая слабоподзоленная суглинистая, на суглинке легком лесовидном, подстилаемом суглинкам средним моренным с глубины более 1 м.

Пробная площадь 3 заложена в березняке снытевом. Состав насаждение 6Б4Е+Ос+Кл, возраст 65 лет, рельеф пониженный. Насаждение произрастает по I<sup>a</sup> классу бонитета.

Подлесок: лещина, рябина, крушина ломкая. В живом напочвенном покрове произрастает: сныть, копытень европейский, гравилат речной, кислица, крапива двудомная, бор развесистый.

Почва: дерново-подзолистая глееватая суглинистая, на суглинке среднем лесовидном, сменяемом суглинком легким.

Исследуемые насаждения наиболее представительны для лесничества, характеризуются полнотой 0,65-0,70 и запасом древесины: сосняк кисличный -277 м<sup>3</sup>/га; ельник кисличный -368 м<sup>3</sup>/га; березняк снытевый – 274 м<sup>3</sup>/га. Низкая полнота насаждений объясняется тем, что в молодом возрасте в насаждениях произрастало много осины и березы, которые в данном возрасте уже достигли возраста спелости и отпали.

Почвы насаждений формируются под одновременным воздействием дернового и подзолистого процессов почвообразования, при этом дерновый процесс преобладает над подзолистым.

Во всех почвенных разрезах выделяется переходный горизонт А<sub>2</sub>В<sub>1</sub>, в которых видны признаки подзолообразования и накопления вымываемых продуктов с гумусового горизонта и лесной подстилки.

Верхняя часть почвенного профиля представлена лесной подстилкой, мощность которой составляет 3–4 см.

Исследуемые почвы характеризуются хорошо развитым гумусовым горизонтом протяженностью 20-25 см, который характеризуется серым цветом, обильно пронизан корнями, а при увеличении увлажнения проявляются бурые пятна. Подзолообразование проявляется в виде сизоватых пятен. В иллювиальных горизонтах, при увеличении их увлажнения, проявляются признаки оглеения в виде белёсых и ржаво-охристых пятен или прослоек.

В почвах ПП 1 и 2 почвенный профиль заканчивается подстилающей породой представленной суглинками моренными плотного сложения. В моренных отложениях увеличивается содержание песчаных фракций и присутствует каменистая часть, которая составляет в среднем от 1,0% до 4,5%.

Исследуемые почвы формируются на легких и средних лесовидных суглинках. В гранулометрическом составе лесовидных пород основную часть массы занимают фракции мелкого песка и крупной

пыли. Содержание гумуса в гумусовых горизонтах составляет 1,71 – 4,75%. В подзолисто-иллювиальных горизонтах этот показатель колеблется от 0,54% до 0,70%.

Величина рН варьирует от 3,9 до 6,3. Эти показатели говорят о том, что в основном характерна кислая реакция среды для исследуемых почв. Близкая к нейтральной реакция среды наблюдается только в нижележащих горизонтах.

Величина гидролитической кислотности варьирует от 0,4 до 14,5 мг-экв на 100 г почвы.

Содержание подвижной фосфорной кислоты по генетическим горизонтам колеблется от 5,1 до 15,1 мг на 100 г почвы, из этого можно сделать вывод, что некоторые горизонты почвы средне обеспечены подвижным фосфором.

Содержание обменного калия в почвенных образцах варьирует от 0,8 до 18,9 мг на 100 г почвы.

Таким образом, почвы насаждений Несвижского лесничества на лесовидных почвообразующих породах формируются под воздействием дернового и подзолистого процессов почвообразования на лесовидных отложениях, иногда подстилаемые моренными суглинками плотного сложения.

Почвы характеризуются хорошо развитым гумусовым горизонтом и проявляются признаки подзолистого процесса почвообразования. Исследуемые почвы насаждений характеризуются сильнокислой и кислой реакцией среды.

Почвы обладают высокой водоудерживающей и поглотительной способностью, содержат значительное количество элементов питания растений.

На данных почвах формируются преимущественно смешанные высокобонитетные насаждения, произрастающие по I<sup>a</sup> классу бонитета, хотя характеризуются невысокой полнотой. На пробных площадях произрастают часто береза и осина, которые мешают росту более ценных сосны, ели, что необходимо учитывать при лесохозяйственной деятельности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Почвы Белорусской ССР. /Под ред. Кулаковской Т.Н., Рогового П.П., Смяна Н.И. Минск: Ураджай, 1974. - 328 с.
2. Юркевич И.Д., Гельтман В.С. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии. Мн., 1965. – 293 с.
5. Соколовский И.В. Почвоведение: учеб.пособие для студентов спец. «Лесное хозяйство», «Садово-парковое строительство». – Минск, БГТУ, 2005. – 320 с.

**СЕЛЕКЦИОННАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ  
НАСАЖДЕНИЙ И ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ  
В НЕГОРЕЛЬСКОМ УЧЕБНО-ОПЫТНОМ ЛЕСХОЗЕ**

Стратегией современного селекционного семеноводства древесных видов является воспроизводство лесных ресурсов с учетом сохранения генетического разнообразия и по возможности максимального использования ценного генофонда местных популяций с последующим созданием на генетико-селекционной основе смешанных по составу и сложных по структуре древостоев.

С целью организации селекционного фонда сосны обыкновенной в Негорельском учебно-опытном лесхозе была проведена селекционная инвентаризация, которая включает массовый, групповой и индивидуальный отборы.

Объектами исследования являются шесть участков сосны обыкновенной, наиболее распространенных в лесхозе по типам леса, представленных высокопродуктивными древостоями спелого и перестойного возраста (таблица).

Участок № 1 расположен в квартале 61, выдел 24 Центрального лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза. Древостой одноярусный. Площадь выдела – 3,0 га. Тип леса – сосняк орляковый. Тип условий местопроизрастания – В<sub>2</sub>. Состав насаждения – 9С1Е+Б. Класс бонитета – I. Полнота – 0,9. Возраст – 105 лет. Средняя высота древостоя, согласно таксационному описанию – 23 м, средний диаметр – 27 см. Запас стволовой древесины – 450 м<sup>3</sup>/га.

Участок №2 расположен в квартале 65, выдел 19 Центрального лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза. Древостой одноярусный. Площадь выдела – 2,1 га. Тип леса – сосняк орляковый. Тип условий местопроизрастания – В<sub>2</sub>. Состав насаждения – 8С2Е+Д. Класс бонитета – I. Полнота – 0,8. Возраст – 95 лет. Средняя высота древостоя, согласно таксационному описанию – 23 м, средний диаметр – 26 см. Запас стволовой древесины – 360 м<sup>3</sup>/га.

Участок №3 расположен в квартале 38, выдел 8 Центрального лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза. Древостой одноярусный. Площадь выдела – 0,7 га. Тип леса – сосняк орляковый. Тип условий местопроизрастания – В<sub>2</sub>. Состав насаждения – 7С1Е2Б. Класс бонитета – I. Полнота – 0,9. Возраст – 80 лет. Средняя высота древостоя, согласно таксационному описанию – 26 м, средний диаметр – 29 см. Запас стволовой древесины – 440 м<sup>3</sup>/га.

**Таблица – Лесоводственно-таксационная и селекционная характеристика насаждений сосны обыкновенной на исследуемых пробных площадях**

ПП	Тип леса (ТУМ)	Состав	Возраст, лет	Средние		Класс бонитета	Полнота	Участие типов деревьев в насаждении по качеству, %			Очищаемость стволов от сучьев, %	Селекционная категория насаждения
				Н, м	Д, см			высокого качества	средние по качеству	низкого качества		
1	С. ор. (В <sub>2</sub> )	10С+Е+Б	110	29,5	33,8	I	0,80	14,7	67,1	18,2	59	Б (нормальное)
2	С. ор. (В <sub>2</sub> )	10С+Е+Д	100	30,1	33,7	I	0,72	13,1	65,8	21,1	57	Б (нормальное)
3	С. ор. (В <sub>2</sub> )	10С+Е+Б	85	28,6	33,6	Ia	0,87	20,3	58,3	21,4	57	Б (нормальное)
4	С. ор. (В <sub>2</sub> )	10С+Е	115	30,0	34,3	I	0,73	12,8	66,7	20,5	58	Б (нормальное)
5	С. чер. (А <sub>3</sub> )	10С+Е+Б	110	27,9	33,7	II	0,70	26,4	59,3	14,3	59	А (плюсовое)
6	С. ор. (В <sub>2</sub> )	10С+Е+Б	110	29,6	35,7	I	0,87	13,9	63,3	22,8	58	Б (нормальное)

Участок №4 расположен в квартале 60, выдел 18 Центрального лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза. Древоустой одноярусный. Площадь выдела – 0,7 га. Тип леса – сосняк орляковый. Тип условий местопроизрастания – В<sub>2</sub>. Состав насаждения – 9С1Е. Класс бонитета – I. Полнота – 0,7. Возраст – 110 лет. Средняя высота древостоя, согласно таксационному описанию – 22 м, средний диаметр – 27 см. Запас стволовой древесины – 360 м<sup>3</sup>/га.

Участок №5 расположен в квартале 57, выдел 19 Центрального лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза. Древоустой одноярусный. Площадь выдела – 3,3 га. Тип леса – сосняк черничный. Тип условий местопроизрастания – А<sub>3</sub>. Состав насаждения – 8С2Е+Б. Класс бонитета – II. Полнота – 0,6. Возраст – 105 лет. Средняя высота древостоя, согласно таксационному описанию – 21 м, средний диаметр – 27 см. Запас стволовой древесины – 250 м<sup>3</sup>/га.

Участок №6 расположен в квартале 65, выдел 18 Центрального лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза. Древоустой одноярусный. Площадь выдела – 0,8 га. Тип леса – сосняк орляковый. Тип условий местопроизрастания – В<sub>2</sub>. Состав насаждения – 6С3Е1Б+Е. Класс бонитета – I. Полнота – 0,8. Возраст – 105 лет. Средняя высота древостоя, согласно таксационному описанию – 26 м, средний диаметр – 33 см. Запас стволовой древесины – 380 м<sup>3</sup>/га.

В результате проведенных исследований установлено, что по своим лесоводственно-таксационным показателям данные насаждения могут быть зачислены в лесосеменную базу в качестве семенных насаждений. Однако для выделения селекционного фонда одних количественных показателей недостаточно, так как они определяются, в основном, условиями местопроизрастания. Исследования показали, что из шести пробных площадей, заложенных в различных насаждениях, древоустой №5 можно охарактеризовать как плюсовое насаждение. Насаждения №1, №2, №3, №4 и №6 не соответствуют категории плюсовых, так как количество деревьев высокого качества в них недостаточно для полноты 0,6–0,7 (не менее 25%) и 0,8–1,0 (не менее 30%), в результате чего данные насаждения мы отнесли к селекционной категории Б (нормальные). Насаждение, отнесенное к категории плюсовых, характеризуется высокой полнотой и продуктивностью, и что самое важное для плюсового насаждения, хорошей очищаемостью стволов от сучьев. Насаждение, отнесенное к категории «плюсовые», можно зачислить в селекционный фонд. Таким образом, на территории Негорельского лесхоза в результате селекционной инвентаризации нами выделено 3,3 га плюсовых и 7,3 га нормальных сосновых насаждений. Минусовых насаждений в анализируемых типах леса не выявлено.

УДК 630\*232.3

Маг. Д.А. Децук

Науч. рук.зав. кафедрой ЛКиП В.В. Носников  
(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УСПЕШНОСТИ  
ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ УЧАСТКОВ МАССОВОГО  
УСЫХАНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ  
(НА ПРИМЕРЕ ГЛХУ «ДРОГИЧИНСКИЙ ЛЕСХОЗ»)**

В последние годы в южной части республики наблюдается массовое усыхание хвойных насаждений, в том числе и сосны обыкновенной. В результате чего в преобладающем большинстве случаев возникает необходимость проведения сплошных санитарных рубок на больших территориях. Следствием проведения данного лесохозяйственного мероприятия является значительное расширение лесокультурного фонда. В основном участки лесного фонда после проведения таких рубок подвергаются искусственному лесовосстановлению.

Целью исследования является оценка эффективности лесовосстановительных мероприятий в Дрогичинском лесхозе на основании анализа состояния лесных культур на участках лесокультурного фонда после проведения сплошных санитарных рубок.

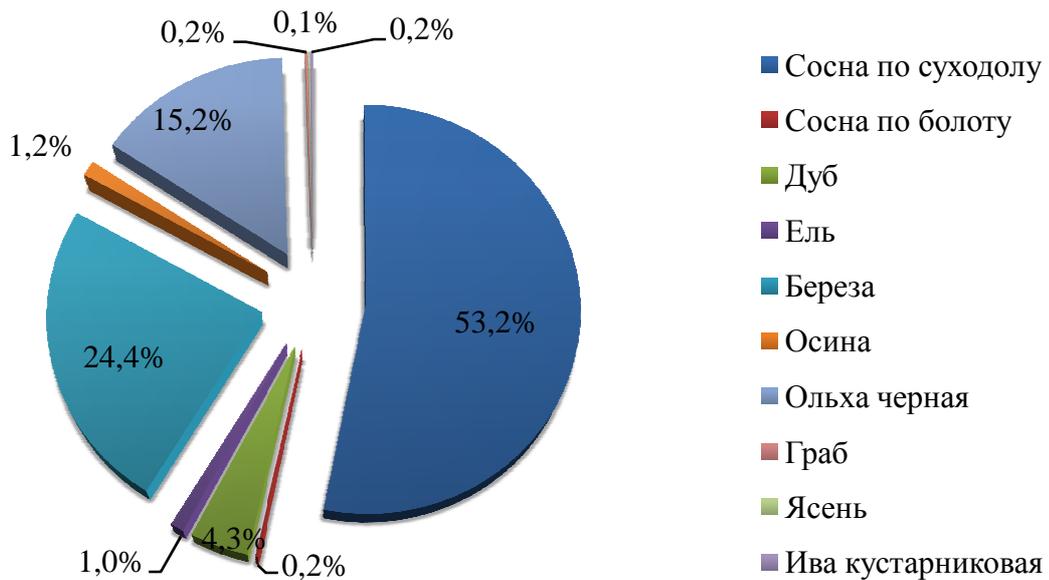
Задачи исследования:

- 1) изучение особенностей лесовосстановительных мероприятий на территории лесхоза после ССР;
- 2) оценка состояния лесных культур на участках после ССР;
- 3) оценка эффективности лесовосстановительных мероприятий.

Для анализа успешности лесовосстановления был выбран Дрогичинский лесхоз. В соответствии с существующим лесорастительным районированием территории Республики Беларусь леса лесхоза относятся к Бугско-Припятскому комплексу лесных массивов, входящих в Бугско-Полесский лесорастительный район (геоботанический округ) подзоны грабовых дубрав (широколиственно-сосновых лесов) [1].

На базе Дрогичинского лесхоза были заложены пробные площади. На них исследовались: породный состав, схемы смешения, густота посадки, приживаемость растений, высота [2].

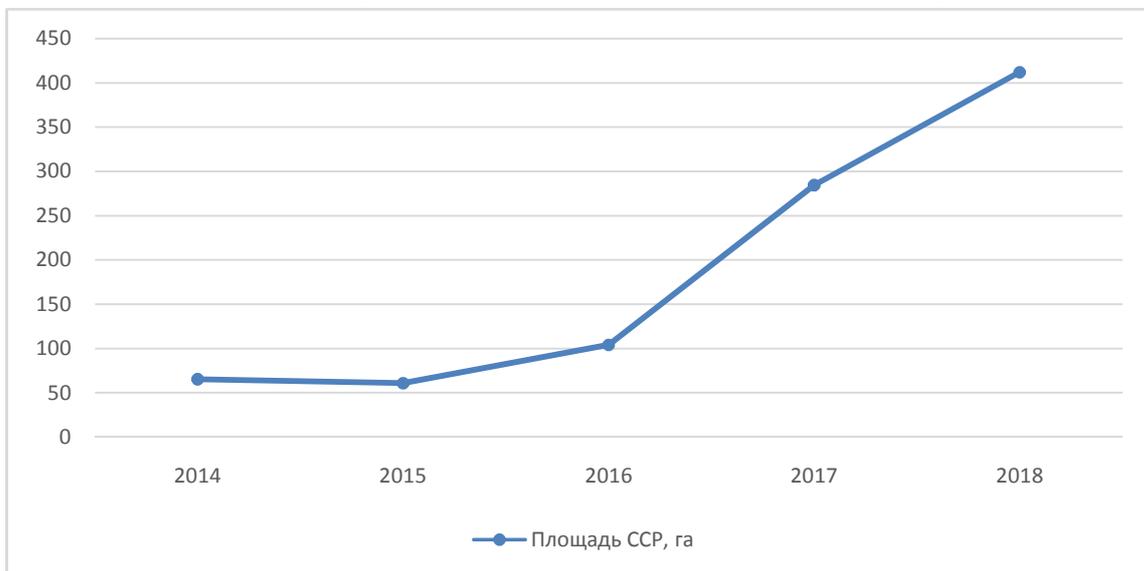
В состав ГЛХУ «Дрогичинский лесхоз» входят пять лесничеств общей площадью 54 975 га. На территории лесхоза доминируют сосновые и березовые формации лесов (соответственно 53,4% и 24,4% от покрытых лесом земель). В большей степени леса лесхоза представлены суходольными типами леса (32 538,4 га, 67,6%), болотные леса – 12 798,9 га или 26,6% [3]. Распределение покрытых лесом площадей по древесным породам представлено на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Распределение насаждений по преобладающей породе**

Из диаграммы видно, что преобладающей породой является сосна обыкновенная 53,4% из них 53,2% сосна по суходолу.

Сплошные санитарные рубки были произведены на площади 65,4 га за 2014 год в 2015 – 60,9 га, в 2016 – 104,0 га, в 2017 – 284,5 га, в 2018 – 411,9 га (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Площадь сплошных санитарных рубок за прошедшие пять лет**

Ка видно из диаграммы объем сплошных санитарных рубок в 2018 году по сравнению с 2014 годом вырос больше чем в шесть раз.

В лесхозе применяется три метода восстановления леса [4] на вырубках: естественное (10-20%), комбинированное (15-25%), на долю

искусственного возобновления леса приходится от 55 до 75% от общего объема лесовосстановительных работ. Площадь созданных лесных культур в 2018 году составила 292,8 га из них после сплошных санитарных рубок 256,2 га (87,5% от общей площади лесных культур).

В ГЛХУ «Дрогичинский лесхоз» лесные культуры создаются двумя методами. Так в 2018 году посевом было создано 11,4 гектара культур со схемами смешения 8С2Б, 7С3Б, 6С4Б. Посадка сеянцев и саженцев осуществлена на площади 244,8 га, в т. ч. сеянцами с закрытой корневой системой 26,9 га, улучшенными сеянцами сосны обыкновенной 37,7 га. Применяются различные схемы смешения растений.

Так на пробной площади № 1, которая была заложена в квартале №137 таксационном выделе №29 Юзефинского опытно-производственного лесничества, год закладки лесных культур 2016, площадь участка 1,2 га, схема размещения 2,5х0,75 м, схема смешения пород 7С3Б (С – ЗКС, Б – дички). Средняя приживаемость растений составила 65,3 %, в то же время приживаемость сосны составила 92%, а дичков березы 38%. Средняя высота – С-27 см, Б-98 см. Растения с закрытой корневой системой отличались значительным приростом в высоту, который в 2018 году превысил 10 см.

Пробная площадь № 2 также была заложена в Юзефинском опытно-производственного лесничестве в квартале № 137 таксационный выделе № 19 год закладки лесных культур 2018, площадь участка 4,2 га, схема размещения 2,3х0,7 м для сосны обыкновенной 2,3х0,9 м для березы повислой, схема смешения пород 7С3Б (С – ЗКС, Б – дички). Приживаемость растений составила 90,8 %, средняя высота – С-18 см, Б-32 см. Данные культуры отличались хорошей приживаемостью, которая для сеянцев с закрытой корневой системой достигала 98%. Текущий прирост в высоту у таких растений составлял 7–12 см.

Пробная площадь № 3 закладывалась в Брашевичском лесничестве в квартале № 102 таксационные выдела № 10,16 год закладки лесных культур 2018, площадь участка 0,6 га, схема размещения 2,3х0,8 м, схема смешения пород 7С3Б (С – Сн1, Б – дички). Приживаемость растений составила 91,8 %, средняя высота – С-11 см, Б-57 см. Анализ лесовосстановления на данном участке показал, что использование сеянцев сосны обыкновенной однолетнего возраста также достаточно успешно для восстановления усыхающих насаждений. В тоже время сеянцы с открытой корневой системой отличались незначительным текущим приростом в высоту, который не превышал 5 см.

Пробная площадь № 4 закладывалась в том же Брашевичском лесничестве в квартале № 102 таксационные выдела № 10 год закладки лесных культур 2018, площадь участка 0,6 га, схема размещения



2,0x0,8 м, схема смешения пород 5С5Б (С – Сн1, Б – дички). Приживаемость растений составила 91,0 %, средняя высота – С-15 см, Б-61 см. Прирост растений в высоту колебался от 6 до 9 см.

Пробная площадь № 5 была заложена также в Брашевичском лесничестве в квартале № 88 таксационные выдела № 24 год закладки лесных культур 2017, площадь участка 0,6 га, схема размещения 1,8x1,2 м, схема смешения пород 4Лп2Кл2Е2Б (Лп – Сж<sub>2+1</sub>, Кл – Сж<sub>2+1</sub>, Е, Б – Сн<sub>1</sub>). Приживаемость растений составила 86,2 %, средняя высота – Лп-109 см, Кл- 39, Е- 28 см, Б-91 см. Такие параметры растений на пробной площади показывают на возможность создания сложного по породному составу насаждения с использованием саженцев.

Проанализировав полученные данные видно, что к категории культур хорошего качества относится большинство участков (около 83% от площади исследованных участков), оставшаяся часть – к удовлетворительным. Весенние посевы отличались незначительной сохранностью по причине засушливого периода в начале вегетации. По этой же причине наблюдалось незначительное количество растений естественного возобновления главных пород.

Таким образом, лесовосстановление в ГЛХУ «Дрогичинский лесхоз» проводится на весьма больших территориях и достаточно успешно. Основу лесокультурного фонда составляют свежие вырубki где проводились сплошные санитарные рубки. Эти участки успешно восстанавливаются не только сосново-березовым посадочным материалом, но и другими ценными породами. Основными неблагоприятными факторами, ухудшающими приживаемость и дальнейшее развитие лесных культур, являются высокая температура окружающей среды и дефицит влаги в период активной вегетации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Юркевич И. Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах. Минск: Наука и техника, 1980. 120 с.

2. Якимов Н. И. Лесные культуры и защитное лесоразведение: учебное пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство», «Садово-парковое строительство» / Н. И. Якимов, В. К. Гвоздев, А. Н. Праходский – Минск: БГТУ, 2007. – 312 с.

3. Проект организации и ведения лесного хозяйства ГЛХУ «Дрогичинский лесхоз» на 2014-2023 гг. Т1. – Пояснительная записка // Минск, 2013. – 290 с.

4. Лесной кодекс Республики Беларусь. – Минск: Амалфея, 2015. –70 с.

УДК 630\*652.54

Студ. Р.А.Высовень  
 Науч. рук.доц. О.А. Севко  
 (кафедра лесоустройства, БГТУ)

### ТОВАРНАЯ СТРУКТУРА ЛЕСОСЕК РУБОК УХОДА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ

В Воложинском лесхозе было заложено 2 пробных площади в чистых сосновых насаждениях, которые являются среднестатистическими по таксационным показателям.

Разработанные программы формирования древостоев рубками ухода для таких насаждений будут максимально подходить для проведения рубок ухода во всей сосновой хозсекции.

Исследование проводилось на двух пробных площадях (ПП), заложенных в высокополнотных сосняках мшистых I-го класса бонитета в различных кварталах Вишневого лесничества. ПП № 1 заложена в 20 выделе 53 кв., представляет собой сосновый древостой, состав 10С, возраст 45 лет, средний диаметр насаждения – 20 см, высота – 20 м. ПП № 2 находится в 53 выделе 32 кв., это сосновый древостой в возрасте 38 лет, состав 10С, диаметр – 20 см, высота – 16м (табл.1)[1].

Данные перечета на пробных площадях обрабатывались с помощью программы «В помощь лесоводу», предложенной кафедрой лесоустройства БГТУ, дальнейшие расчеты – с использованием имитационного моделирования, позволяющего найти оптимальный режим проведения рубок ухода.

**Таблица 1 – Таксационная характеристика пробных площадей**

ПП	Состав		Тип леса	Класс бонитета	Возраст, лет	Средние		Число стволов, шт/га	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Запас, м <sup>3</sup> /га
	элемент леса	коэффициент участия				Н, м	Д, см			
1	С	10	С. мш	I	45	20,0	20,0	745	23,4	210
2	С	10	С. мш	I	38	16,0	20,0	612	19,2	210

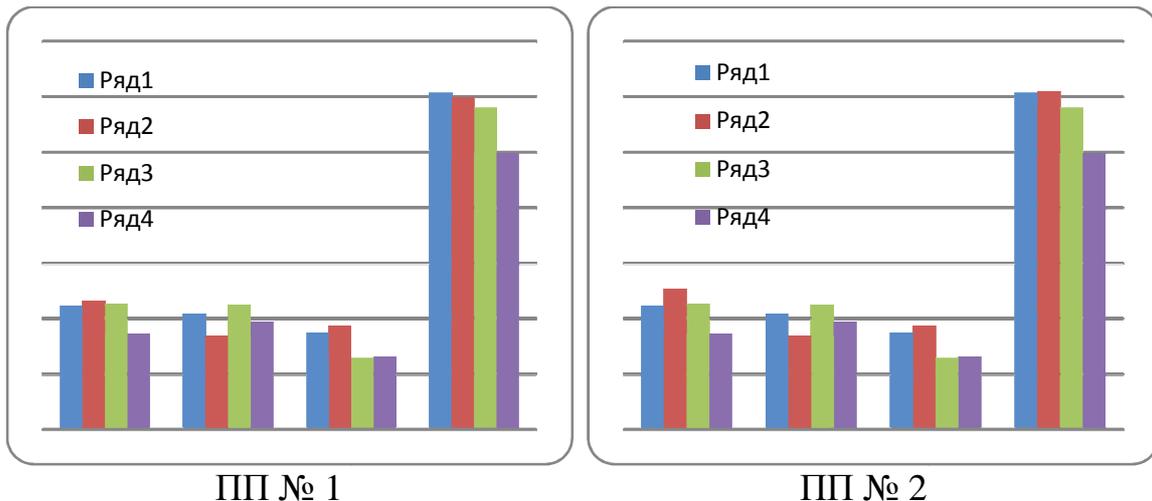
Обработку пробных площадей проводили с помощью имитационного моделирования, позволяющего найти оптимальную программу проведения рубок ухода.

Основной задачей имитационного моделирования при этом является разработка программ рубок ухода, а именно, показателей, регламентирующих рубки ухода для достижения поставленной цели лесовыращивания (максимум общей производительности за оборот рубки и максимум выхода деловой крупномерной древесины).

Разработка программ формирования моделей оптимальной производительности чистых сосновых древостоев проводилась с учетом основного нормативного документа – «Правила рубок в лесах Республики Беларусь» [2] и на основании таблиц хода роста Багинского В.Ф.[3]

Для каждой пробной площади, для того, чтобы наглядно отобразить лучшие варианты рубок были построены гистограммы отображающие вырубемый объем древесины от интенсивности и повторяемости рубок ухода. Сравнительный анализ товарной структуры вырубаемой древесины отображен на рисунке 1.

Согласно рисунку 1 максимальный выход крупной древесины на пробной площади № 1 за весь период лесовыращивания получается при проведении рубок ухода по варианту № 1 и составляет 36,7%, 34,5% приходится на долю средней деловой древесины, на долю мелкой – 28,8%. Пробная площадь была заложена в сосновом насаждении 45-летнего возраста. Уход по варианту № 1 проектируется с интенсивностью 30% и повторяемостью 15-20 лет.



**Рисунок 1 – Объем древесины, полученный при проведении различных вариантов рубок ухода на пробных площадях**

Максимальный выход крупной древесины на пробной площади № 2 за весь период лесовыращивания получается при проведении рубок ухода по варианту № 1 и составляет 43,6%, 29,2% приходится на долю средней деловой древесины, на долю мелкой – 27,2%. Пробная площадь была заложена в сосновом насаждении 38-летнего возраста. Уход по варианту № 1 проектируется с интенсивностью 20-25% и повторяемостью 15,15 и 20.

В результате проведения рубок ухода по предлагаемым вариантам к возрасту главной рубки мы можем получить насаждение с более

высокими таксационными показателями и с более высоким выходом деловой древесины.

Основным плюсом описанных программ формирования древостоев является то, что при плановом проведении рубок ухода увеличивается рентабельность лесовыращивания итоговых расчетов. Но так же программы позволяют выбрать вариант в зависимости от цели лесовыращивания деловой древесины за определенные рубки, или за весь период роста насаждения.

Далее приведем сортиментную структуру древесины, вырубаемой в соответствии с программами формирования рубок ухода на пробных площадях за весь период выращивания. Для этого воспользуемся сортиментными таблицами, разработанными РДЛУП «Гомельлеспроект» [4], а так же сортиментными таблицами В. С. Моисеенко.

Входом в таблицу являются порода и разряд высот.

Разряд высот характеризует соотношение диаметра и высоты в древостое.

Определяется по соотношению диаметров (ступеней толщины) и высот в трех центральных ступенях толщины.

По таблице для установления разрядов высот определяется разряд высот для каждой из трех центральных ступеней толщины.

Общий разряд высот для породы определяется как среднеарифметическая величина.

Далее в таблице 2 приведено сравнение полученной деловой древесины в результате программ формирования, и рассчитанное по сортиментным таблицам, которые приведены выше.

Рассмотрев таблицу 2 можно сказать, что выход деловой древесины полученной программами формирования незначительно отличается от выхода, полученного в результате расчета по сортиментным таблицам.

Наиболее схожими получились результаты по сортиментным таблицам В. С. Моисеенко и нашими программами.

На основании полученного материала можно заметить, что правильно выбранная интенсивность и повторяемость программ формирования древостоев обеспечили наибольший выход деловой древесины.

В результате проведения рубок ухода к возрасту главной рубки мы можем получить насаждение с более высокими таксационными показателями и с более высоким выходом деловой древесины. Данная ситуация позволяет нам сделать следующие выводы:

**Таблица 2 – Выход деловой древесины на пробных площадях по программам формирования и сортиментным таблицам**

Возраст, лет	Выход деловой древесины		
	по программам формирования	по сортиментным таблицам В.С.Моисеенко	по сортиментным таблицам «Гомельлеспроект»
Пробная площадь № 1			
55	48,2	50,1	57,3
70	43,5	37,0	38,2
90	157,5	151,0	167,1
Пробная площадь № 2			
40	30,6	31,9	18,4
55	41,7	36,7	40,6
70	39,2	40,5	44,7
90	178,1	129,9	150,9

1) проведение рубок должно быть правильное и своевременное ,чтобы древостой был высокопродуктивным и с выходом деловой древесины в 1,5-2 раза больше, чем при не правильном проведении рубок ухода.

2) чтобы проектировать программы формирования сосновых древостоев с максимальной полезностью лесопользования, прогнозировать получение выхода деловой древесины, а также ориентировать ведение лесного хозяйства на получение определенного вида сортиментов в зависимости от рынков сбыта нужно использовать имитационное моделирования

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Высовень Р.А.,Севко О.А Моделирование оптимальной производительности сосновых древостоев I класса бонитета (на примере ГЛХУ «Воложинский лесхоз») //69-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов: сб. науч. работ : в 4-х ч. – Минск : БГТУ, 2018. – Ч. 1. – С. 53-57

2. Правила рубок леса в Республике Беларусь. – Минск: Министерство лесного хозяйства, 2008. – 96 с.

3. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской ССР: утв. Гослесхозом СССР 17.06.1982 – М.: ЦБНТИ, 1984. – 306с .

4. Сортиментные таблицы РДЛУП «Гомельлеспроект». Минск 2011 г. – 62 с.

УДК 630\*782

Маг. М.С.Пастушенко  
Науч.рук. доц. О.А. Севко  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## **ФОРМИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

**Введение.** Актуальность проблемы поиска эффективных методов решения задачи логистики лесоматериалов значительно выросла за последние несколько лет. Из-за увеличенных объемов лесозаготовок, осуществляемых с использованием сортиментной (скандинавской) технологии. Потребителю при сортиментной заготовке древесины может реализовываться с промежуточного склада. Это приводит к тому, что стандартные схемы организации перевозок оказываются малоэффективными, а построение более эффективных планов, ввиду сложности задачи, может быть осуществлено только при условии использования современных логистических методов, реализуемых в специальном прикладном программном обеспечении [2].

Погрузка и разгрузка грузов – это неотъемлемые работы в транспортном процессе перевозки лесных грузов.

Их относят к тяжелым и трудоемким работам, так как затраты на их выполнение сопоставимы с затратами на собственно перевозки [1].

Соколов А. П., Сюнёв В. С., Герасимов Ю. Ю., Каръялайнен Т. описали создание компьютерную информационно-вычислительную систему поддержки принятия решений для оптимизации лесозаготовительных планов и логистики заготовленной древесины (СППР). СППР была создана в среде MapInfo с использованием для программирования языков MapBasic и C++, а также Microsoft Excel для формирования отчетов Геоинформационная система (ГИС) используется для определения расположения и соединения посредством дорожной сети лесосек, терминалов, потребителей и гаражей. Оптимизация расписания вывозки древесины с использованием СППР позволила увеличить объем древесины на 10% [2].

Детально вопросы теории и оптимизации лесной логистики рассмотрены в трудах учёных Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета: Э. О. Салминена, А. В. Яшина, С. С. Стороженко и др.; Петрозаводского государственного университета: Ю. Ю. Герасимова, В. К. Катарова, А. П. Соколова, В. С. Сюнева и др., учёных Университета Йёнсуу — Tuomo Nurminen и Jaakko Heinonen. Тема имитационного моделирования логистических систем раскрыта в трудах Ю. И. Толуева, Т. П. Замановской, рассмотренные

труды учёных А. В. Антонова, В. Н. Волкова, А. А. Денисова, Е. С. Вентцель, В. А. Гайдеса посвящены системному анализу [3].

Крайне значимы работы учёных Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета в области оптимизации логистики лесозаготовительных предприятий Э. О. Салминена, А. В. Яшина, С. С. Стороженко и др. При решении поставленных в работе задач авторы использовали различные аналитические методы линейной и нелинейной оптимизации, методы теории двойственности, методы календарного планирования, математической статистики и принятия решений [4,5].

Ввиду того, что заказчики (потребители) используют различные виды лесопродукции, оптимизировать процесс вывозки по суммарным объемам поставляемого всем предприятиям леса не представляется возможным. Оптимизацию процесса транспортировки леса следует производить по каждому виду продукции [6].

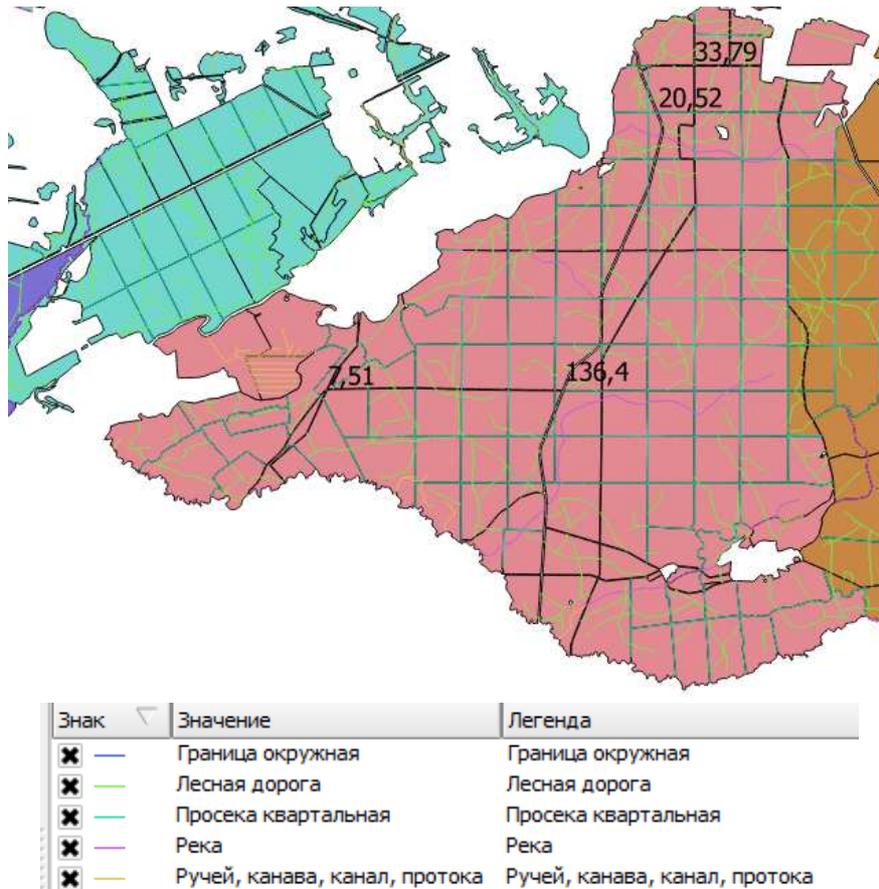
Задача определения плана перевозок лесоматериалов (пиловочник, баланс, дрова) с лесосечных пунктов в пункты их потребления оптимальным маршрутом сводится к постановке и решению транспортной задачи (задача Монжа – Канторовича). На основании этой задачи построена математическая модель, в которой оптимальность маршрута характеризуется критерием минимальной стоимости перевозки лесной продукции [7, 8, 9, 10].

Примечательна работа учёных Йюэнсуу Tuomo Nurminen и Jaakko Heinonen [11]. Здесь описывается исследование, проведённое с целью определения затрат времени на различные этапы транспортировки древесины с делянок до потребителей в Финляндии. Основной задачей учёных в данном исследовании было создание модели временных затрат для типовых перевозок древесины на территории Финляндии, а также статистическая обработка полученных данных [3].

**Методика по наполнению данными транспортной задачи.** Данная работа проводилась на примере Лименского лесничества ГЛХУ «Чериковский лесхоз» на январь месяц 2019 года. Данные по отводам лесосек под рубки могут экспортироваться оперативно, по мере потребности с помощью АРМ «Лесопользование». Планирования заготовок и перевозок должно осуществляться в узком направлении, например в разрезе по категориям крупности. Таким образом, мы получаем продукцию, которая будет получена в течение января. Следующий шаг – это просмотр нижних складов, которые в течение месяца будут нуждаться в определенном виде продукции.

При планировании промышленной деятельности предприятий необходимо учитывать множество факторов, оказывающих влияние

на производство. Такими факторами для транспорта в лесной отрасли могут быть погодные условия, наличие дорожной сети, состояние лесных дорог, захламленность в лесах и т.д. Анализируя транспортную сеть Лименского лесничества необходимо отметить, что подъездные пути к лесосекам и промышленным складам в удовлетворительном состоянии. Лесовозная сеть с необходимыми промежуточными складами, а также гидрография отображена на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Транспортная сеть по лесному фонду Лименского лесничества**

По территории лесного фонда лесничества проходят две автомобильные дороги. Это Р74 (Чериков – Краснополье – Хотимск) и Р122 Могилев – Чериков – Костюковичи. По данным дорогам осуществляется основной маршрут лесоперевозок.

Заполнение транспортной задачи осуществляется с помощью QGIS, расстояние от промежуточных складов до потребителей определяется в программном продукте. Решение логистических задач наилучшим способом возможно с составлением транспортной задачи (задача Монжа – Канторовича). Однако есть возможность решить задачу методом имитационного моделирования.

Заполненная транспортная задача представлена на рисунке 2.



A	B	C	D	E	F
	Лесной квартал				
Поставщики	6	55	5	43	Требуется, куб. м.
Потребители					
Цех деревообработки д. Гронов	2,6	15,0	4,9	12,0	95
Станция "Веремейки"	30,0	39,0	29,0	37,0	76,42
ИП	7,3	17,0	7,1	14,0	25
Имеется, куб. м.	33,8	7,5	20,5	134,6	196,42
					196,42

**Рисунок 2 - Заполненная матрица для решения транспортной задачи представлена**

Использовать данную методику позволит планировать свою деятельность по заготовке древесины с учетом оптимального расстояния вывозки, доводить планы по заготовке лесничествам, позволяет сэкономить затраты на вывозку древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Организация перевозок лесной продукции учеб.-метод. Пособие для студентов специальности 1-46 01 01 «Лесоинженерное дело» / М.Т. Насковец, Р.О. Короленя. – Минск: БГТУ, 2014. – 102 с.
2. Соколов А. П., Сютёв В. С., Герасимов Ю. Ю., Карьялайнен Т. Оптимизация логистики лесозаготовок // Resources and Technology. 2012. № 9 (2). С. 117–128.
3. Шаин В. А. Методика для поддержки принятия решений по обоснованию выбора схемы транспортно-технологического процесса международных перевозок древесины // Resources and Technology. 2018. № 15 (2). С. 59–82.
4. Яшин, А. В. Оптимизация транспортно-технологического процесса лесозаготовительного предприятия: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01 / Яшин А. В. – Санкт-Петербург, 2009. – 204 с.
5. Скрыпник В. И., Кузнецов А. В., Баклагин В. Н. Обоснование оптимальных планов заготовки и вывозки леса // Resources and Technology. 2012. № 9 (1). С. 47–49.
6. Толуев, Ю. И. Имитационное моделирование логистических сетей / Ю. И. Толуев // Логистика и управление цепями поставок. — Москва : Эс-Си-Эм Консалтинг, 2008. – № 2 (25). – С. 53–63.
7. Толуев, Ю. И. Анализ и моделирование материальных потоков в сетях поставок / Ю. И. Толуев, А. Г. Некрасов, С. И. Морозов // Интегрированная логистика. – 2005. – № 5. – С. 7–14.
8. Толуев, Ю. И. Имитационное моделирование логистических процессов / Ю. И. Толуев // Имитационное моделирование. Теория и практика : сб. Второй всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург : ФГУП ЦНИИ ТС, 2005. – № 5. – С. 71–76.
9. Толуев, Ю. И. Моделирование процессов перемещения и накопления материальных объектов в логистических сетях / Ю. И. Толуев, Т. П. Замановская // Логистика: Современные тенденции развития. V Международная научно-практическая конференция. 20–21 апреля 2006 г. : тезисы докладов. – Санкт-Петербург : СПбГИЭУ, 2006. – С. 354–359.
10. Nurminen, T. Characteristics and time consumption of timber trucking in Finland / T. Nurminen, J. Heinonen // Silva Fennica. – 2007. – Vol. 41 (3). – P. 471–487.

УДК 630\*568

Студ. В.А. Погорельский  
Науч. рук.доц. О.А. Севко  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## **ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ДРЕВОСТОЕВ НА КОНКУРЕНЦИЮ ДЕРЕВЬЕВ**

**Введение.** Большое количество исследований в области лесоведения говорят о высокой роли конкуренции за ресурсы связанные с размещением деревьев на площади.

Таксационный выдел очень мозаичен. Процессы воздействия растений друг на друга следует рассматривать как совокупность явлений.

Учет конкуренции между деревьями должен использоваться для повышения точности оценки годичного прироста и насаждения в целом.

Элементарным объектом в таксации леса считается растущее дерево.

Оценка уровня конкуренции, которой подвергается растущее дерево, позволяет получать больше информации о таксационных особенностях роста древостоев, определить ряд технологических особенностей в области рубок ухода.

Необходимо учитывать факт, что рост растения зависит от минерального питания, климата, поступления влаги и т.д.

Так же для изучения роста деревьев необходимо оценивать уровень взаимоотношений между древостоем и отдельными деревьями, которые характеризуют состояние растительных сообществ.[4]

**Основная часть.** Для создания модели имитации роста лежит ряд методов определения конкуренции растущего дерева в древостое. Разные ученые классифицируют показатели, которые учитывают неоднородное размещение древостоев на следующие категории:

- 1) коэффициенты, которые определяют количество зон влияния между соседними деревьями;
- 2) полигоны роста, измеряющие площадь, находящуюся в расположении каждого дерева;
- 3) коэффициенты, описывающие влияние между конкурентным деревом и деревом, на которое испытывается влияние.

Все показатели взаимосвязаны друг с другом, не смотря на разные методы расчетов. Чтобы имитировать процессы роста используются показатели такие как: диаметры, высоты, расстояния между деревьями и т.д. Вайс А.А. [1] установил, что уровень конкуренции для условного дерева обуславливается плотностью стояния соседних де-

ревьев и количественными параметрами соседних деревьев.

Для расчета индекса конкуренции использовались следующие формулы:

$$CI_I = \frac{\sum D_{кр}}{D_0},$$

где  $\sum D_{кр}$  – суммациаметров крон ближайших конкурентов, см;  
 $D_0$  – диаметр кроны, испытывающего влияние дерева, см.

$$CI_{II} = \frac{\sum D_j}{D_0},$$

где  $\sum D_j$  – сумма диаметров ближайших конкурентов, см;  $D_0$  – диаметр, испытывающего влияние дерева, см.

Коэффициенты легко рассчитываются в полевых условиях, и не требуют расположения на карте [2].

Для выполнения анализа сомкнутости крон выполняется регрессионный анализ. Моделирование парных уравнений показывает, что все модели имеют низкое значение коэффициентов детерминации. Поэтому следует использовать метод множественной регрессии. А так же использовать данные дешифрования аэрофотоснимков.

Не зависимо от типа насаждения для более достоверных вычисленных значений диаметра дерева необходимо использовать помимо среднего расстояния до соседей вводные значения, такие как диаметр кроны, высоту и модификации этих переменных [3].

Исходными параметрами для прогноза по данной методике выделяются: среднее расстояние, среднее квадратическое отклонение, объем выборки, граничные значения рядов распределения, асимметрия и эксцессы.

Характеристики нормального распределения выравниваются в зависимости от возраста растения.

Для прогнозирования окончательного результата используются деревья в возрасте 100 лет.

Значения средних расстояний выравниваются с помощью линейных трендовых линий.

При этом условно допускается, что за последние 30 лет в древостое не произойдет изменений.

Для изучения конкуренции можно использовать метод закладки круговых координатных площадок произвольного размера.

В каждом выделе учету подвергалось около 50 деревьев.

На основе полученных коэффициентов и обмеров установлена связь между линейными показателями деревьев и уровнем конкурен-

ции.

Зависимость размеров дерева (диаметр на высоте груди и диаметр кроны) от индекса конкуренции характеризовалась в сосновых древостоях – значительной теснотой, в березовых она менялась от высокой до очень высокой, а в осиновых древостоях связь значительная [1].

Оптимальная структура древостоя – это размещение деревьев, которое обеспечивает им максимальный прирост по объему. При рассмотрении древостоев как горизонтальных структур, положена гипотеза – деревья достигают максимальных размеров диаметра ствола и размера кроны при определенных средних расстояниях. Для разной густоты насаждения нужно разное пространство для роста.

А.А Вайс выделял модели связи оптимальных расстояний ( $L_{\text{опт}}$ ) и возраста ( $A$ ), они имели вид:

$$L_{\text{опт}} = 0,054 - A - 1,538 \text{ пихта (возраст 70-120 лет), } R = 0,579;$$

$$L_{\text{опт}} = 0,032 - A + 0,502 \text{ кедр (возраст 70-120 лет), } R = 0,435;$$

$$L_{\text{опт}} = 0,082 - A - 3,661 \text{ ель (возраст 70-120 лет), } R = 0,762 [1].$$

**Заключение.** На уровне растущего дерева главными характеристиками в таксационных показателях являются: площадь роста, индекс конкуренции, среднее расстояние, число соседей. При этом подеревная таксация классифицирует дерево как объект и изучает как отдельное дерево.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вайс А.А. Научные основы оценки горизонтальной структуры древостоев для повышения их устойчивости и продуктивности (на примере западной и восточной Сибири) // Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук // Красноярск 2014. – 189 с.
2. Вайс А.А. Морфологические признаки растущих деревьев в «социальных» группах / А.А. Вайс // Лесной журнал. – 2008. – № 2. – С. 14–19.
3. Вайс, А.А. Таксация выделов методом многоугольной выборки / А. А. Вайс // Лесное хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 25–31.
4. Вайс А. А. Горизонтальная структура нормальных сосновых насаждений левобережной и правобережной пригородной зоны г. Красноярска // Хвойные бореальной зоны. – Красноярск, 2006. – Вып. 3. – С. 29–31.

УДК 630\*562

Студ. Н. С. Таболич  
Науч. рук.ассист. П. В. Севрук  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДНЕГО ПРИРОСТА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

Стремление к долгосрочной организации рационального ведения лесного хозяйства и лесопользования привело к появлению лесоустройства – «система инвентаризации лесного фонда, проектирования лесохозяйственных и иных мероприятий, направленных на охрану, защиту и воспроизводство лесов, рациональное (устойчивое) использование лесных ресурсов, сохранение и усиление средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, рекреационных и иных функций лесов, проведение единой научно-технической политики в лесном хозяйстве» [1].

В процессе проведения лесоустройства осуществляется выявление древостоев, нуждающихся в проведении рубок, определяются способы их проведения, и рассчитывается ежегодный размер пользования. Лесопользование составляет экономическую основу ведения лесного хозяйства и в большинстве случаев заключается в заготовке древесины. Конечное, т. е. главное пользование направлено на получение древесины необходимого размера и качества. Преобладающим способом являются сплошнолесосечные рубки главного пользования, в рамках которых древостой вырубается полностью в один прием.

При назначении порядка поступления древостоев в сплошнолесосечную рубку сначала включают перестойные древостои затем спелые древостои старейшего класса возраста и младшего класса возраста, а в случае полного исчерпания спелых – припевающие древостои по мере их поспевания. Данная последовательность не учитывает динамику показателя, который положен в основу определения многочисленных спелостей леса – среднего прироста. Средний прирост показывает увеличение показателя в среднем за год за весь период лесовыращивания. В настоящее время действующие возрасты рубки в эксплуатационных лесах установлены на основании технической спелости (возраст, в котором достигается максимальный средний прирост целевых сортиментов) [2]. Из-за взаимозаменяемости многих сортиментов техническую спелость определяют по среднему приросту крупной и средней древесины.

Однако существует еще одна спелость, которая позволяет совместить количественную и качественную оценку получаемой дре-

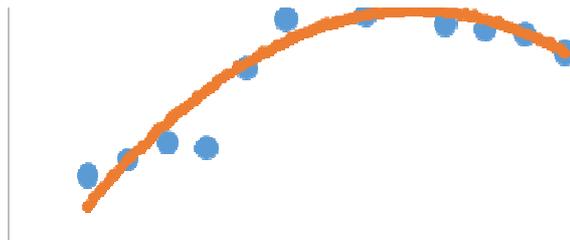
весины – хозяйственная спелость (возраст, в котором достигается максимум стоимости среднего прироста древесины). С экономической точки зрения она наиболее приемлема для лесного хозяйства, поскольку в общую оценку входит стоимость общего количества древесины [2].

Среди всех древостоев наиболее представленными в лесном фонде являются сосняки мшистые – 38,7% среди сосняков и 19,4% среди покрытых лесом земель лесного фонда Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. Поэтому по таблицам динамики таксационных показателей сосновых древостоев В. Ф. Багинского для II класса бонитета (сосняки мшистые, брусничные и черничные) определили изменение стоимости среднего прироста древесины сосны с возрастом.

Для этого по товарным таблицам (для 1-го класса товарности) установили выход древесины по категориям крупности, и по таксовым ценам (по 1-му разряду такс) рассчитали стоимость каждой категории древесины. С использованием уравнения параболы 2-го порядка установили связь стоимости среднего прироста древесины ( $\bar{Z}_{cm}$ ) сосны с возрастом ( $A$ ). Данное уравнение характеризуется коэффициентом корреляции равным 0,93; критерием Фишера 31,6 и является статистически обоснованным. Общий вид уравнения приведен в формуле (1).

$$\bar{Z}_{cm} = 11,78013 + 0,56631 \times A - 0,00277 \times A^2, \quad (1)$$

График связи стоимости среднего прироста древесины сосны с возрастом приведен на рисунке 1.



**Рисунок – Связь стоимости среднего прироста древесины сосны с возрастом**

Как видно из графика в определенный момент роста древостоя наступает максимум его среднего прироста. Если рубить древостой в данный момент времени, то можно получить наибольшую (максимальную) стоимость срубленного запаса.

Однако, если рубить в другой момент времени, то данная стоимость будет не максимальной и возникнут потери. Чтобы оценить потери с 1 га в стоимости древесины от несвоевременного поступления древостоев в сплошнолесосечную рубку В. П. Машковский предложил

следующее уравнение (2) [3], учитывающее возраст рубки древостоя ( $A_p$ ), а также максимум среднего прироста ( $\bar{Z}_{Cm,max}$ ) и средний прирост в возрасте рубки ( $\bar{Z}_{Cm,A_p}$ ).

$$П = A_p (\bar{Z}_{Cm,max} - \bar{Z}_{Cm,A_p}), \quad (2)$$

В нашем случае для модальных сосняков II класса бонитета хозяйственная спелость, т. е. максимум стоимости среднего прироста древесины, наступает в 102 года и потери в данный год равняются нулю. С 81 года до 102 лет наблюдается уменьшение потерь с 1 га от несвоевременной сплошнолесосечной рубки с 101,04 до 0 руб. (возраст максимума стоимости среднего прироста древесины). Затем данные потери начинают обратно увеличиваться и в 120 лет достигают величины 105,04 руб./га.

Если рубить перестойные древостои, то наблюдается более резкое увеличение потерь, которые к 140 годам достигают величины 553,44 руб./га.

В заключении можно сделать вывод, что определение оптимальных возрастов рубки древостоев является исключительно важной задачей, поскольку позволяет минимизировать потерь при составлении планов рубок главного пользования. Данные задачи согласуются с требованиями рационального (устойчивого) лесопользования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Лесной кодекс Республики Беларусь: 24 декабря 2015 г. № 332-3: принят Палатой представителей 3 декабря 2015 г.: одобрен Советом Респ. 9 декабря 2015 г. – Минск: Амалфея, 2015. – 70 с.

2 Машковский, В. П. Техническая и хозяйственная спелость еловых древостоев / В. П. Маковской, П. В. Севрук // Труды Белорус. гос. технол. ун-та: сб. науч. ст. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2016. – Вып. 1. С. 14–18.

3 Машковский, В. П. Методика оценки потерь от несвоевременного поступления древостоев в рубку / В. П. Машковский // Труды Белорус. гос. технол. ун-та: сб. науч. ст. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2008. – Вып. XVI. С. 21–25.

УДК 630\*432:630\*587

Студ. И.П. Юрени; вып. Е.А. Акимова; студ. П.С. Зверев  
Науч. рук.ст. преп. Н.Я. Сидельник  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

**ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
КЛАССОВ ЛЕСНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ  
ГЛХУ «БЕРЕЗИНСКИЙ ЛЕСХОЗ»  
ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ**

В Республике Беларусь одной из наиболее актуальных проблем для лесного хозяйства является охрана лесов от пожаров. Лесные насаждения на территории Беларуси отличаются высокой пожароопасностью, более 70 % из них отнесены к наиболее высоким (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].

Лесные пожары под воздействием множества условий распределяются по территории и во времени очень неравномерно.

Условия, влияющие на возникновение и поведение пожара, можно подразделить на три основные группы: лесорастительные (постоянные), метеорологические (переменные), а также дополнительные, к которым относятся грозовая активность и антропогенная нагрузка. Воздействие этих условий выражается оценкой лесопожарной опасности, т.е. системой, которая отображает влияние существующих или ожидаемых значений факторов пожарной опасности в виде одного или более числовых индексов, которые являются критериями необходимости защиты территории от пожара. [1, 2].

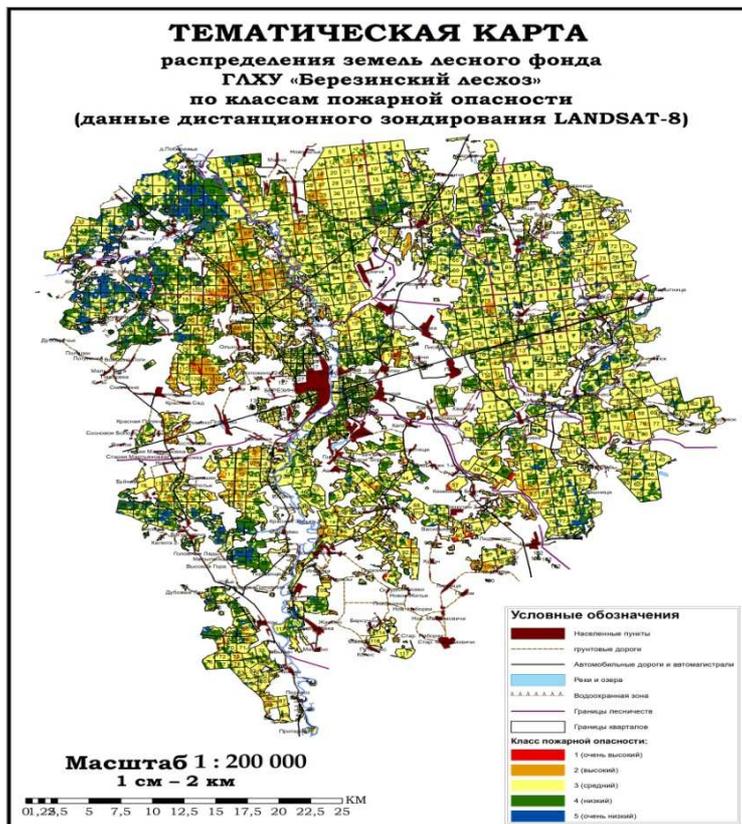
В настоящее время мониторинг и прогнозирование лесных пожаров осуществляется в соответствии с СТБ 1408–2003 на основании шкалы оценки типов леса и лесных участков по степени природной пожарной опасности для условий Беларуси (И.С. Мелехова, модифицированная И.Э. Рихтером), на основе которой ЛРУП «Белгослес» создается карта-схема распределения территории лесхоза по классам пожарной опасности по кварталам (рисунок 1). Данный класс природной пожарной опасности корректируется шкалой загораемости лесов Н.А. Диченкова, позволяющей определить класс пожарной опасности лесного фонда лесхозов по условиям погоды (производится Гидрометеоцентром на основании полученных данных с метеостанций) [1].

Краткосрочный (до 3-х дней) прогноз загораемости лесов по областям и районам в виде изолиний различной окраски по классам пожарной опасности наносятся на синоптические карты и передается органам лесного хозяйства.





ционного) индекса» объекта строится изображение, соответствующее значению индекса в каждом пикселе, что и позволяет оценить состояние объекта. В настоящее время существует более 160 вариантов вегетационных индексов [2]. При оценке пожарной опасности лесов на основании данных космической съемки (по исследованиям кафедры лесоустройства [2]) определяются ключевые вегетационные индексы, связанные с растительностью, влажностью и температурой [2]. Для оценки пожарной опасности использовалась геоинформационная система с рядом дополнительных программных модулей, а в качестве исходных данных – космический снимок системы Landsat 8 (июнь 2018 г.) и данные лесоустройства. В результате вышеописанных действий будет создана тематическая карта классов пожарной опасности в пределах заданного полигонального картографического слоя таксационных выделов (лесных кварталов) (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Тематическая карта классов пожарной опасности лесного фонда ГЛХУ «Березинский лесхоз»**

Полный цикл лесоустройства включает подготовительные, полевые и камеральные (например, изготовление картографической информации, в том числе и карт пожарной опасности лесхоза) работы. Создание карт пожарной опасности в ЛРУП «Белгослес» включает следующие этапы: создание неокрашенных планов; проверка и редак-

тирование окрашенных планов; создание окрашенных карт-схем; проверка и редактирование окрашенных карт-схем; ввод информации в базу данных; изготовление в электронном виде изображение (растров) карт-схем. Затраты на создание карты пожарной опасности лесоуст-ройством представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Сравнительная экономическая оценка определения классов пожарной опасности**

Наименование работ	Норма времени, чел.-ч	По данным лесоуст-ройства для лесхоза, чел.-ч	По данным дистанционно-го зондирования для лесхоза, чел.-ч
Площадь ГЛХУ «Березинский лесхоз», тыс. га	108,73		
Проверка и редактирование окрашенных планов, на 1000 га	1,05	114,16	2,0
Создание окрашенных карт-схема, на 1000 га	0,08	8,69	1,0
Проверка и редактирование окрашенных карт-схем, на 1000 га	0,24	26,09	0,5
Ввод информации в БД на 1 квартал	0,01	10,32	1,0
Изготовление в электронном виде изображение (растров) карт-схем (на 1 карту-схему)	0,10	0,10	0,1
Итого	–	159,36	5,1

На определение классов пожарной опасности (таблица 1) лесоустройство затратило 159,36 чел.-ч, это больше на 31,5 раза, чем по данным космической съемки (5,1 чел.-ч). Также можно отметить, что по данным лесоустройства классы пожарной опасности для лесхоза определяют 1 раз в 10 лет (один раз за ревизионный период), а по данным космической съемки – можно определять динамично практически на любой период. Таким образом определение пожарной опасности по данным космической съемки способствует повышению производительности труда, снижению трудоемкости, улучшению оперативности реагирования на изменение пожароопасной обстановки, а также снижению затрат на заработную плату инженерного персонала при выполнении противопожарных работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Усеня, В.В. Лесная пирология: учеб. Пособие / В.В. Усеня, Е.Н. Каткова, С.В. Ульдинович / М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, ГГУ им. Ф. Скорины, Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. – 264 с.

2. 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.

УДК 630\*624

Студ. А.В. Тимошко; вып. Е.А. Акимова; студ. А.А. Станкевич  
Науч. рук.ст. преп. Н.Я. Сидельник  
(кафедра лесоустройства БГТУ)

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ГЛХУ «МАЛОРИТСКИЙ ЛЕСХОЗ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

Для организации рационального пользования лесами, их воспроизводства, охраны и защиты, планирования развития лесного хозяйства и размещения лесосечного фонда за счет государства проводится государственный учет лесов и в установленном порядке ведется государственный лесной кадастр. Объектами государственного лесного кадастра являются леса и покрытые ими земли, а также лесные земли, не покрытые лесом, и нелесные земли, образующие лесной фонд. Формы учетной документации государственного лесного кадастра дают характеристику лесного фонда для экономической оценки лесных ресурсов лесного фонда Республики Беларусь. Основными компонентами информационной базы для ведения учетной документации государственного лесного кадастра являются: регистры кадастровой информации, которые включают всестороннюю характеристику конкретного участка лесного фонда (таксационный выдел) и обобщенную на разных уровнях информацию о лесном фонде; картографические материалы лесоустройства. В качестве исходной информации используются материалы лесоустройства, почвенных и геоботанических обследований, а также отраслевая геоинформационная система «Лесные ресурсы» и другая учетная и отчетная документация [1].

Для целей лесного кадастра объектом оценки являются лесные земли и древесный запас растущего леса. В отношении терминов оценки земли выделяют два вида: качественная оценка (бонитировка) почв по их естественному плодородию и экономическая оценка земли как важнейшего средства производства в лесном хозяйстве [1].

Данная оценка лесных земель рассматривается как единый процесс определения производительной способности земель, обусловленной естественными и приобретенными свойствами почв, местоположением участка и интенсивностью производства. Бонитировка почв устанавливает их относительную пригодность для выращивания основных лесобразующих пород в республике. Экономическая оценка лесных земель характеризует их производительную способность как средства производства с помощью системы стоимостных показателей (коэффициент хозяйственной ценности, цена балла) [1].

В Республике Беларусь предложено две системы эколого-экономической оценки лесов и лесных земель (А.Д. Янушко,

М.М. Санкович), по которым выполняется качественная и экономическая оценка лесных земель [1, 2]. Качественная оценка сосновых древостоев ГЛХУ «Малоритский лесхоз» выполнена с использованием функциональных возможностей и актуализированной выделительной базой данных геоинформационной системы «Лесные ресурсы». Рассчитывается качественная фактическая и потенциальная оценка земель представляет собой оценку свойств почв, устойчиво коррелирующих с продуктивностью лесонасаждений ( $\text{м}^3/\text{га}$ , руб./га), качественными показателями (баллами). Потенциальная продуктивность спелых сосновых древостоев определена на основании таблиц хода нормальных сосновых древостоев (В.Ф. Багинский, Ф.П. Моисеенко) [2]. Критерий оценки – экономическая продуктивность единицы площади лесных земель в среднем за год оборота рубки.

Для качественной оценки сосновых лесов нужно выделить спелые сосновые выдела по группам и типам леса с использованием ГИС «Лесные ресурсы». Каждый выдел произрастает в определенном ТУМ, который имеет свой балл для древесной породы. Максимальная продуктивность древостоев за оборот рубки (для сосновых лесов I группы – 120 лет, для II группы – 90 лет) показывает потенциальную производительность данных условий местопроизрастания. С этой целью были установлены средние таксационные показатели в зависимости от бонитета (типа леса) [2]. Для качественной оценки лесных почв Беларуси проф. А.Д. Янушко принял за 100 баллов максимальную экономическую продуктивность дубового древостоя в возрасте главной рубки в условиях снытевого типа леса [1].

В связи с тем, что объектом исследования являются сосновые древостои, в качестве максимального показателя экономической эффективности используется значение для максимально продуктивного соснового насаждения в наиболее благоприятных условиях местопроизрастания – сосняк кисличный, произрастающий по Ia классу бонитета. Его экономическая эффективность составила в I группе лесов – 99,97 руб./га, а для II группы лесов – 106,32 руб./га.

Для характеристики степени использования потенциальных возможностей лесных земель используют коэффициент использования почвенного плодородия.

Результаты качественной оценки сосновых древостоев ГЛХУ «Малоритский лесхоз» представлены в таблице 1.

Фактическая продуктивность сосновых древостоев I и II группы лесов ГЛХУ «Малоритский лесхоз» оценивается в 31 941 балла, потенциальная продуктивность – 35 539 балла. Расчеты свидетельствуют о том, что потенциальные возможности сосновых древостоев I и II группы лесов ГЛХУ «Малоритский лесхоз» используются только на 86%.

**Таблица 1 – Качественная оценка спелых сосновых древостоев  
ГЛХУ «Малоритский лесхоз»**

Тип леса	Пло- щадь, га	Фактическая продуктивность			Потенциальная продуктивность			K <sub>исп</sub>
		Э <sub>i</sub> , руб.	B <sub>i</sub> , %	общий балл	Э <sub>i</sub> , руб.	B <sub>i</sub> , %	общий балл	
<i>I-я группа лесов</i>								
С. вересковый	70,7	40,15	40	2 828	44,34	44	3 111	0,90
С. долгомошный	127,9	33,13	33	4 221	44,34	44	5 628	0,75
С. кисличный	3,6	76,10	76	274	99,97	100	360	0,76
С. мшистый	78,8	54,40	54	4 255	54,41	54	4 255	1,0
С. орляковый	13,7	60,25	60	822	70,35	70	959	0,86
С. лишайниковый	25,0	28,12	28	700	28,12	28	700	1,0
С. черничный	232,7	52,55	53	12 333	54,41	54	12 566	0,98
С. осоковый	63,3	25,72	26	1 646	26,34	27	1 709	0,96
С. осоково-сфагновый	34,2	7,39	7	239	16,25	16	547	0,44
С. багульниковый	84,0	19,78	20	1 680	28,12	28	2 352	0,71
<i>II-я группа лесов</i>								
С. вересковый	6,0	48,09	45	270	54,10	54	324	0,83
С. долгомошный	6,1	68,77	64	390	77,37	72	439	0,89
С. мшистый	13,2	68,77	64	845	77,37	73	964	0,87
С. лишайниковый	0,6	32,16	30	18	36,18	34	21	0,88
С. приручейно-травяной	0,4	48,68	44	18	54,10	50	20	0,88
С. черничный	20,0	72,54	68	1 360	81,61	77	1 540	0,88
С. багульниковый	1,1	40,05	38	42	42,19	40	44	0,95
Итого	781,3	–	44	31 941	–	51	35 539	0,86

Это означает, что у лесхоза имеются резервы для повышения эффективности использования земель. Лесохозяйственная деятельность должна быть направлена на максимальное использование почвенного плодородия и тем самым увеличивать доходность лесного хозяйства.

Экономическая оценка древесных запасов на корню выполнена с использованием качественной цифры в зависимости от средних таксационных показателей исследуемых спелых сосновых древостоев ГЛХУ «Малоритский лесхоз» на основании товарных таблиц [2]. Оценивание проведено в разрезе типов условий произрастания покрытой лесом площади лесхоза с использованием ГИС «Лесные ресурсы» по таксам на древесину основных лесобразующих пород (таблица 2).

В результате общая экономическая стоимость древесного запаса спелых сосновых древостоев ГЛХУ «Малоритский лесхоз» составляет 2346,8 тыс. руб. или 1096,6 тыс. долларов США (по курсу НБ РБ на 26.12.2018 г.). Средняя стоимость одного гектара земли спелых сосновых древостоев ГЛХУ «Малоритский лесхоз» составляет 2757,3 руб. или 1288,5 долларов США. Средняя стоимость 1 м<sup>3</sup> древесины в спелых сосновых древостоях равна 12,4 руб. или 5,8 доллара США.

**Таблица 2 – Экономическая оценка древесных запасов  
сосновых лесов ГЛХУ «Малоритский лесхоз»**

Тип леса	Общая площадь, га	Общий запас, м <sup>3</sup>	Экономическая оценка запаса, тыс. руб.	Средняя стоимость 1 м <sup>3</sup> , руб.	Средняя стоимость 1 га, руб.
<i>I-я группа лесов</i>					
С. вересковый	70,7	16 287	204,9	12,58	2 898,2
С. долгомошный	127,9	32 251	405,7	12,58	3 172,0
С. кисличный	3,6	1 012	16,4	16,25	4 555,6
С. мшистый	78,8	21 143	299,6	14,17	3 802,0
С. орляковый	13,7	4 105	58,5	14,26	4 270,1
С. лишайниковый	25,0	3 500	43,5	12,42	1 740,0
С. черничный	232,7	61 813	875,9	14,17	3 764,1
С. осоковый	63,3	11 724	125,2	10,68	1 977,9
С.осоково-сфагновый	34,2	4 161	26,5	6,38	774,9
С. багульниковый	84,0	15 480	133,6	8,63	1 590,5
<i>II-я группа лесов</i>					
С. вересковый	6,0	1 365	17,2	12,58	2 866,7
С. долгомошный	6,1	1 452	20,6	14,17	3 377,0
С. мшистый	13,2	3 189	45,2	14,17	3 424,2
С. лишайниковый	0,6	72	0,9	12,42	1 500,0
С. приручейно-травяной	0,4	72	0,8	10,82	2 000,0
С. черничный	20,0	4 972	70,5	14,17	3 525,0
С. багульниковый	1,1	165	1,8	10,68	1 636,4
Итого	781,3	182 763	2 346,8	12,4	2 757,3

Эффективность использования лесных ресурсов, а также увеличение объема лесопользования во многом определяются возрастной структурой лесного фонда.

Используя материалы распределения покрытой лесом площади по типам леса и породам, а также шкалу качественной оценки по потенциальной и фактической продуктивности, можно решать вопросы повышения общей продуктивности лесов на перспективу за счет замены одних пород другими, что может привести к наибольшему экономическому эффекту. Достижение оптимальной породной структуры может быть решено в течение оборота рубки.

#### ЛИТЕРАТУРА

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

2. Атрощенко, О.А. Управление лесами и лесными ресурсами: учеб.пособие / О.А. Атрощенко, Н.П. Демид, Н.Я. Сидельник. – Минск: БГТУ, 2014. – 83 с.

## **ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ: НАЦИОНАЛЬНАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЛЕСОВ В ГЕРМАНИИ**

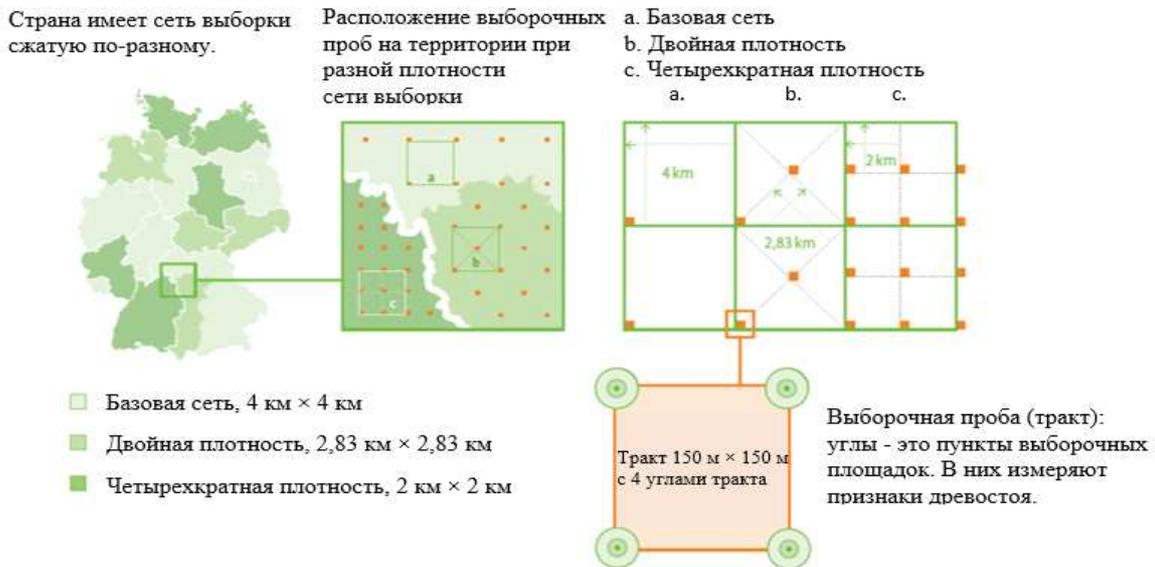
Изучение опыта зарубежных лесных стран является важной составляющей процесса совершенствования методов и технологий лесотаксационных и лесоинвентаризационных работ в нашей стране. Как следует из данных публикаций в средствах массовой информации (отраслевой лесной журнал, лесная газета), сотрудники Министерства лесного хозяйства в сотрудничестве со специалистами ФАО, изучают перспективы проведения выборочной лесоинвентаризации в нашей стране. В этой связи нами выполнен анализ зарубежного опыта проведения национальной инвентаризации леса (НИЛ), в частности представлены краткие обобщенные результаты анализа немецкого опыта организации, методики проведения НИЛ в Германии. По данным открытых публикаций [1], в лесах Германии растет около 90 миллиардов деревьев, из которых около 7,6 миллиарда деревьев имеют диаметр на высоте груди более 7 см – слишком много, чтобы измерить каждое из них в отдельности. НИЛ построена на работе со случайной выборкой. Они охватывают небольшую, но репрезентативную часть леса и получают информацию о немецком лесе [1].

В 2011/2012 году федеральная инвентаризация лесов проводилась в третий раз. Предыдущие инвентаризации проводились в 1986-1988 и 2001/2002 годах. Федеральная инвентаризация лесов повторяется каждые десять лет. На третьей федеральной инвентаризации леса 60 таксационных команд во всей Германии измерили примерно 420 000 деревьев в 60 000 пунктах выборочных оценок и измерений, и дали оценку многим показателем площади (территории), характеристик состава и древесных показателей. Но прежде чем таксационные команды начнут работу и соберут данные в лесу, ученые отвечают на многие методологические вопросы. Как распределить выборки по лесу? Какие и сколько признаков деревьев нужно записывать на участке (пробной площадке)? Какие процедуры являются эффективными и недорогими? Как обеспечить качество данных? Какие методы оценки дают статистически подтвержденные результаты?

Методика инвентаризации постоянно развивается учеными института Тюнен лесных экосистем и экспертами страны (рис. 1).

Федеральная инвентаризация лесов представляет собой наземную выборку с постоянными точками отбора проб. Таксационные команды осуществляют сбор данных в лесу в одних и тех же точках отбора проб (площадок).



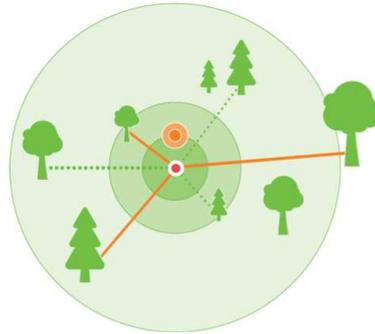


**Рисунок 1 – Сеть выборочных проб в Германии**

Высококвалифицированный персонал осуществляет сбор данных в лесу. Это происходит по территории всей страны и лесах всех форм собственности по единой методике каждые 10 лет [2]. Чтобы создать репрезентативный образ немецкого леса, авторы федеральной инвентаризации леса уже в 1980-ые годы положили сеть выборочных проб со схемой четыре на четыре километра по территории всей страны, которая используется повторно при каждой инвентаризации. В его узловых пунктах находятся выборочные пробы. В некоторых регионах страны дополнительно уплотнена сеть выборочных проб. Каждая выборочная проба, также называемая трактом, представляет собой квадрат с длиной стороны 150 м. На каждом из углов, в точках выборочных проб, таксационные команды собирают данные (рисунок 2).

Для каждой точки выборочной пробы предварительно собирается информация, которая не распознается в полевых условиях. Используя картографические материалы, данные ДДЗ, кадастровые карты, информация местных органов управления лесным хозяйством и другие источники информации, определяются такие характеристики, как форма собственности, площадные характеристики корпоративного и частного леса, ограничения на использование древесины, например, из-за природных заповедников. Реласкоп Биттерлиха и ультразвуковой дальномер используются для определения деревьев на выборочной пробе угловыми измерениями. В Германии используют полнотомер (Haglof HEC-R) от компании Haglof и ультразвуковой дальномер Haglof DME [3]. Пункты выборочных проб невидимы и отмечены металлическими стержнями. Для определения местоположения точки

пробы используются спутниковая навигация, карта, компас, используется металлодетектор, чтобы найти точку (через десять лет).



- ... Реласкопическая проба с фактором 1 или 2 для деревьев с высоты от 4 м.
- Пробный круг с радиусом  $r = 5$  м для сухостоя.
- Пробный круг с радиусом  $r = 10$  м для деревьев высотой до 4 м, кустарников и наземной растительности.
- Пробный круг с радиусом  $r = 25$  м для описания признаков территории и опушек леса
- Реласкопическая проба с счетным фактором 4 для деревьев от 7 см диаметра на высоте груди.
- Пробный круг с радиусом  $r = 1$  м для деревьев от 20 см до 50 см в высоту (если деревьев меньше 4: радиус  $r = 2$  м).
- Пробный круг с радиусом  $r = 2$  м для деревьев от 50 см в высоту и с диаметром на высоте груди меньше 7 см.

**Рисунок 2 – Съёмка в пункте выборочной площадки**

Оснащенные полевыми компьютерами и измерительными инструментами, таксационные команды в каждой точке выборочных проб собирают более 150 характеристик в соответствии с единой процедурой. К ним относятся, например, виды деревьев, высота и диаметр модельных (выбранных) деревьев, тип и количество сухостоя, и др.

Качество собираемых полевых данных определяет последующие результаты и, собственно, значение лесоинвентаризационных данных. Поэтому контроль качества начинается со сбора данных в лесу. Основан на трехступенчатой системе управления: а) контроль при вводе данных: таксаторы работают с электронными инструментами, минимизируется т.н. «человеческий» фактор ошибок, многие данные фиксируются с мобильных полевых компьютеров.

Проверки правдоподобности (логичности) данных в программном обеспечении осуществляются уже в лесу (и предупреждают таксатора о возможных ошибках данных). Таким образом, сотрудники инвентаризации уже на месте могут исправить данные, и собранные корректные (более правильные) путем повторного измерения показателя, или домерить «забытый» показатель. б) Контроль сбора данных:

национальное руководство инвентаризации контролирует сбор данных (таксацию) на конкретной территории, – по крайней мере 5% объема выборочной таксации, при этом выполняется независимая повторная (контрольная) таксация вне зависимости от опыта и др. данных проверяемой таксационной команды. с) проверка достоверности: данные в банке данных полевой лесоинвентаризации передаются в центральную базу данных. С помощью тестовых прогонов с фиксацией результатов в «журналах ошибок» руководство инвентаризации (на федеральном уровне (уровень отдельной Земли), и уровне страны) контролирует качество собранных данных. Сотрудники руководства НИЛ либо сами исправляют обнаруженные ошибки (если это возможно), либо требуют корректировки силами соответствующих таксационных команд.

В процессе полевых работ не ставится задача автоматизировать каждое измерение и оценку таксатора. Например, диаметр (вернее, периметр с последующим расчетом диаметра) каждого пробного дерева измеряется мерной рулеткой Hultafors, а высота дерева определяется высотомером Haglof Vertex IV/360 [3] (или другим ультразвуковым измерительным устройством); определяется объем ствола дерева для расчета запаса древесины. Полевые компьютеры широко используются для сбора данных, и контроля качества лесоводственно-таксационных данных.

Ученые института лесных экосистем Тюнен оценивают отдельные данные при поддержке экспертов страны. Перед анализом они структурируют данные для экстраполяции, и выполняют многочисленные подготовительные расчеты. Рассчитываются как постоянные показатели, так и показатели, которые следует проанализировать в динамике, – для анализа изменений, которые происходят в развитии леса. Весь анализ данных требует обширных материалов (в том числе вспомогательных в виде нормативно-справочных материалов, табличных данных в виде лесотаксационных моделей и др.), дополнительных интерпретаций, а также независимых экспертиз.

Между циклами НИЛ – 10 лет. Сопоставимость их результатов является одним из важнейших критериев при разработке проекта последующего цикла НИЛ.

Таким образом, это динамичный процесс, проект новой НИЛ должен корректироваться. Технический прогресс, новые научные знания и новые проблемы должны быть приняты во внимание.

Различия (в сравнении с ранее уже опубликованными результатами) могут возникнуть при применении новых методов статистической оценки. Поэтому ученые анализируют данные инвентаризации 2002 года, используя текущие методы, чтобы результаты можно было

сравнить с инвентаризацией лесов 2012 года и правильно оценить изменения. Размер и объем выборочных проб НИЛ является репрезентативным, и дает достоверную информацию для уровня страны. В то же время для отдельных регионов (страт), где выборка была «мала», выводы могут быть статистически менее достоверными, однако для каждой страты (выборки, региона) просчитывается своя точность результирующего показателя. Результаты федеральной инвентаризации лесов играют важную роль на международном и национальном уровнях страны. Для федерального правительства и правительств отдельных Земель (Bundesland) инвентаризация является ключевым источником информации для формирования и осуществления лесной политики. Их данные отражают интересы лесного хозяйства в Европейском союзе (например, на переговорах по климату) и предоставляют экономике данные планирования, например, для развития и строительства перерабатывающих мощностей.

Кроме того, данные являются неотъемлемой частью международных докладов (Киотский протокол, Конвенция по изменению климата и др.). Важной частью результатов НИЛ является получение информации о состоянии лесов в рамках лесного мониторинга, в процессе полевых работ также широко оцениваются параметры биологического разнообразия лесов.

В процессе обработки данных дается оценка показателям углерода-фиксирующей функции лесов. Таким образом, национальная инвентаризация лесов – система сбора разносторонней качественной и количественной информации о лесных ресурсах страны, служит основой стратегического планирования и принятия важных управленческих решений.

Отдельные Земли Федерации тесно сотрудничают в разработке процедуры национальной инвентаризации лесов. Интенсивное сотрудничество и регулярный обмен данными обеспечивают единообразный методический и процедурный подход в планировании инвентаризации лесов, обеспечивает высокое качество результатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.bmel.de/>. – Дата доступа: 15.03.2019.
2. Klaus von Gadow, Forsteinrichtung. Analyse und Entwurf der Waldentwicklung / Klaus von Gadow – Universitätsverlag Göttingen, 2005.
3. Haglof [Электронный ресурс] / Haglof Sweden. – Режим доступа: <http://www.haglofcg.com/>. – Дата доступа: 16.03.2019.

УДК 630\*624.1

Студ. Е.С. Борисик  
Науч. рук. доц. С.И. Минкевич  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ХОЗЯЙСТВЕННОГО УЧЕТА ЗАГОТОВЛЕННЫХ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

Основополагающим документом, устанавливающим принципы ведения лесного хозяйства и регулирующим лесопользование, в том числе лесозаготовки, является Лесной кодекс Республики Беларусь [1, 2]. В настоящее время леса находятся в управлении следующих министерств и ведомств: Министерство лесного хозяйства, Министерство обороны, Национальная академия наук Беларуси, Министерство образования Республики Беларусь, Управление делами Президента Республики Беларусь, городские исполнительные и распорядительные органы. Министерство лесного хозяйства. Контроль за состоянием, использованием, охраной, защитой лесного фонда и воспроизводством лесов осуществляется Министерством лесного хозяйства, Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и их территориальными органами, другими государственными органами [1, 2].

Правила отпуска древесины и ее заготовки в лесах Республики Беларусь. Согласно Указу Президента Республики Беларусь № 214 от 7 мая 2007 г. [1] установлен порядок отпуска древесины на корню; порядок выдачи лесорубочных билетов для заготовки древесины; указаны требования к технологической карте на заготовку древесины на лесосеке, регламентированы сроки и порядок заготовки древесины; необходимость обмера, маркировки, сортировки, штабелевки, учета деловой древесины в заготовленном виде, дров и древесных хлыстов, применение способов и сроков хранения древесины в соответствии с техническими актами; условия вывозки заготовленной древесины, а также требования к лесопользователям по предоставлению информации о количестве заготовленной на лесосеке древесины.

Закон Республики Беларусь «О бухгалтерском учете и отчетности» [1] и Положение о Министерстве лесного хозяйства Республики Беларусь (далее, Минлесхоз) [1, 2]. На основании указанных правовых актов разработана и утверждена Инструкция по учету лесоматериалов в организациях, подчиненных Министерству лесного хозяйства Республики Беларусь [2, 3], в которой определен порядок учета лесоматериалов в целях обеспечения сохранности, достоверности и своевременного учета. Правовые аспекты учета древесины в исследовании

рассмотрены применительно к следующим этапам учета: 1) лесоустройство, 2) отвод и таксация лесосек; 3) выдача лесорубочного билета или ордера, 4) учет заготовленной древесины в лесу, 5) вывозка древесины с лесосеки (промежуточного склада) к месту потребления или переработки; 6) освидетельствование мест рубок. Ведение лесного хозяйства и заготовка древесины возможно только при наличии у организации, ведущей лесное хозяйство, лесоустроительного проекта [1, 2, 4–6]. Подготовка лесоустроительных проектов выполняется предприятием РУП «Белгослес». Материалы отвода и таксации лесосек, наряду с материалами лесоустройства, являются первичными документами по учету древесины на лесосеке. Методы отвода и таксации лесосек установлены отдельным нормативно-правовым актом (Правила отвода и таксации лесосек) [3–6].

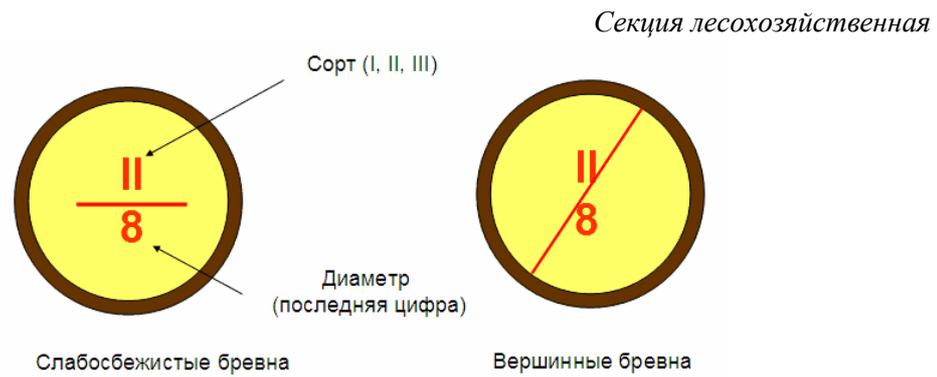
Учет древесины на корню, подлежащий заготовке, ведется по количеству (пл. м. куб.), по качеству (деловая древесина по категориям, дрова), по породно. На сплошнолесосечных рубках учету подлежат оставляемые на лесосеке деревья биологического разнообразия. На основании данных таксации выполняется расчет материально-денежной оценки лесосек.

Определение объема древесины, подлежащей заготовке, выполняется по специальной методике, изложенной в в нормативных документах [3], на основании различных сортиментных таблиц.

По данным материальной оценки выполняется денежная оценка. Величина таксовой стоимости устанавливается Советом Министров Республики Беларусь [1, 2, 4–6].

Форма разрешительных документов установлена Постановлением Совета Министров [1, 2]. Бланки лесорубочного билета и ордера являются документами строгой отчетности, содержат номер и серию, выполнены с элементами защиты от подделки. Лесорубочный билет и ордер выдаются юридическим лицом, ведущим лесное хозяйство.

В соответствии с требованием нормативных документов лесопользователь должен вести обмер, маркировку, сортировку, штабелевку, учет древесины в заготовленном виде (сортименты, дрова и древесные хлысты) в соответствии с техническими нормативными актами. На предприятиях Минлесхоза (самая крупная группа лесопользователей в республике) учет заготовленной древесины в лесу ведется на основании отраслевой Инструкции [2, 3, 4]. Маркировка древесины выполняется, как правило, мастерами: сортность указывается римской цифрой (всего три категории сорта I, II, III), внизу под маркировкой сортности проводится черта под которой записывается последняя цифра значения диаметра, выраженного в сантиметрах (рисунок 2).



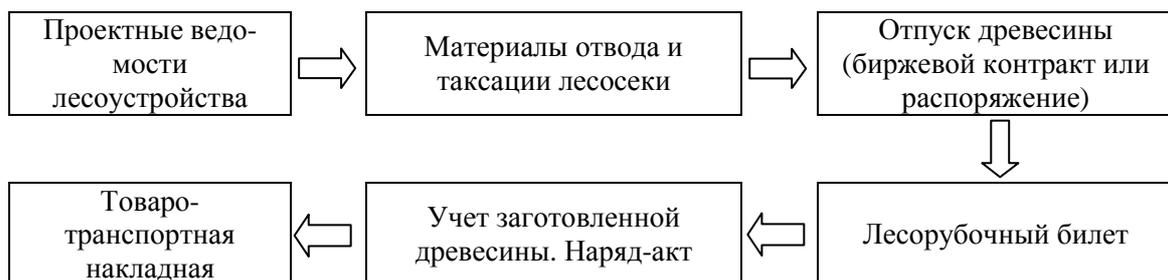
**Рисунок 1 –Маркировка древесины при поштучном методе учета**

Информация об объеме заготовки (наименование лесоматериалов, их количество в плотных м. куб.) оформляется мастером или иным уполномоченным лицом документом Акт приемки-передачи лесопродукции и передается на хранение леснику обхода, где данная лесопродукция расположена [2–5].

Лесник является материально-ответственным лицом и несет ответственность за сохранность лесопродукции. На основании данных Акта приема-передачи лесопродукции заполняются данные о фактически заготовленных лесоматериалах в Нарядах-актах на производство работ.

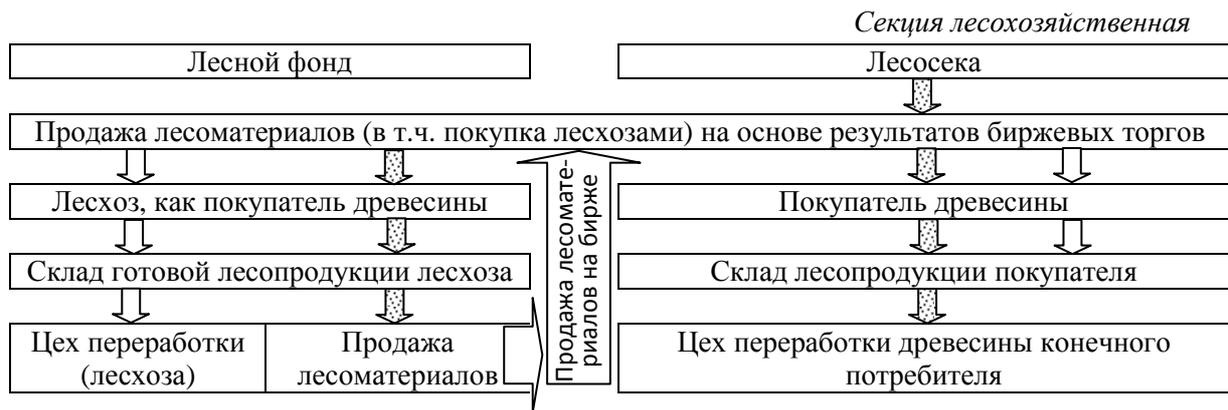
Наряд-акт составляется мастером и утверждается лесничим (или другим руководителем структурного подразделения). В Наряде-акте указывается номер лесорубочного билета, по которому была осуществлена заготовка древесины.

Современную отечественную систему учета заготовленной лесопродукции можно представить в виде последовательности взаимосвязанных элементов, при этом исходящие параметры одного элемента становятся входными сведениями для другого (рисунок 2).



**Рисунок 2– Схема основных этапов учета древесины в Беларуси**

Этим обеспечивается непрерывность учета, возможность проследить цепочку поставки древесины, начиная с ее отпуска на корню и заканчивая поставкой готовой лесопродукции потребителю (рисунок 3).



**Рисунок 3 –Схема организации реализации древесины**

На основании проведенного анализа можно сделать следующий вывод. В Республике Беларусь действует законодательно установленная система учета древесины (лесоматериалов) на всех технологических этапах ее отпуска и заготовки, начиная от планирования заготовки и заканчивая поставкой потребителю.

Соблюдение требований законов, инструкций и правил обеспечивается многократным контролем независимых ведомств. Обеспечен контроль правоприменения на практике.

Следует отметить громоздкость и многократность выполнения обмеров древесины (на разных стадиях).

Целесообразно рассмотреть вопросы упрощения и перехода на учет в заготовленном виде.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный Интернет-портал [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/> – Дата доступа: 27.03.2019.

2. Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Минлесхоз Респ. Беларусь. – Минск, 2019. – Режим доступа: <http://www.mlh.by/> – Дата доступа: 29.03.2019.

3. Национальный фонд технических нормативных правовых актов [Электронный ресурс] / Технические нормативные правовые акты. – Минск, 2019. – Режим доступа: <http://www.tnra.by/> – Дата доступа: 30.03.2019.

4. Атрощенко, О.А. Лесная таксация: учебное пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство», «Лесоинженерное дело» / О.А. Атрощенко. – Минск: БГТУ, 2009. – 468 с.

5. Багинский, В.Ф. Лесная таксация: учебное пособие / В. Ф. Багинский. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 400 с.

6. Лясная таксация: тэксты лекцый па аднайменнай дысцыпліне для студэнтаў спецыяльнасці 1–75 01 01 «Лясная гаспадарка» завочнай формы навучання / С.І. Мінкевіч – Мінск: БДТУ, 2015 – 230 с.



УДК 630\*307

Студ. В.А. Прищепов  
Науч. рук.доц. С.И. Минкевич  
(кафедра лесоустройства БГТУ)

## СОВРЕМЕННЫЕ ЛЕСОТАКСАЦИОННЫЕ ВЫСОТОМЕРЫ, ПРЕДЛАГАЕМЫЕ РАЗЛИЧНЫМИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ

Основной производственной задачей лесхоза является таксация лесосек при подготовке соответствующих производственных материалов для выдачи древесины в соответствии с нормативными документами. В данной работе представлены высотомеры наиболее известных компаний, таких как Haglof Sweden, Laser Technology, Nikon, Suunto. Выполнен анализ высотомеров как однофункциональных (измерение только высоты), так и многофункциональных (измерение высот, расстояний и углов) [1–3, 5–7].

Ранее нами был проведен анализ отдельных высотомеров [4]. В первую очередь рассмотрим высотомеры компании HaglofSweden.

**Высотомер HaglofVertexIV**(рисунок 1). С помощью высотомера Vertex IV можно измерять высоты (фактически, неограниченное количество), расстояния и углы.

Vertex использует ультразвук для измерения дистанции. В отличие от мерных лент и лазерных инструментов, ультразвук работает в отсутствии ясной видимости реперной точки. Ультразвук выбирает кратчайший путь в обход кустарников и прочих препятствий.

Высота вычисляется тригонометрически с использованием переменных, полученных при измерении угла и дистанции. Автоматически предполагается, что объект измерения расположен перпендикулярно земле. Сам высотомер имеет алюминиевый корпус, сбоку которого расположен буквенно-числовой дисплей. Встроенный датчик наклона позволяет точно измерять высоту на склонах или холмах. С помощью системы Bluetooth можно напрямую передать результаты измерения для внешнего хранения или обработки [3]. Высотомер Haglof Vertex IV используется совместно с транспондером T3, представленным на рисунке 1.



Рисунок 1– Haglof  
Vertex IV



Рисунок 2 – Haglof  
Vertex Laser Geo

**Высотомер Haglof Vertex laser 360** (рисунок 2). Главной отличительной особенностью данного высотомера является использование как ультразвука, так и лазера. Для открытой местности используется лазер, а для густого леса с плотным подлеском – ультразвук. Vertexlaser .Geo способен измерять по горизонтали на 360 градусов. Диапазон измерений составляет до 400 м. Использование отражателя увеличивает диапазон измерений до 900 м. Также высотомер-дальномер оборудован 4 кратным зумом-искателем. Встроенный инфракрасный порт позволяет переносить данные на карманный или стационарный компьютер для дальнейшей обработки [5].

Далее рассмотрим высотомеры компании LaserTechnology.

С помощью **высотомера LaserTrupulse 200** возможно проводить измерения на расстоянии до 2000 метров (без отражателя до 1000 метров). Встроенный инклинометр позволяет измерять уклоны, высоты и недоступные вертикальные расстояния. Так как Trupulse 200 не обладает дисплеем, то все измерения и настройки показываются в поле зрения. Высотомер оборудован 7 кратным зумом.

Функция определения высоты объекта по 3-м измерениям позволяет определять высоту недоступного объекта, даже если он частично невидим. Для этого необходимо сначала измерить горизонтальное расстояние до цели, а затем сделать еще два измерения, которые определяют только вертикальные углы.

Наличие Bluetooth позволяют передавать данные измерений на внешнее записывающее устройство (внешний контроллер).

Степень пыле и влагозащищенности IP54 (дальномер не боится попадания влаги на корпус и может использоваться даже под дождем).

Данный высотомер-дальномер возможно устанавливать на фотоштатив или монопод, с помощью которого обеспечивается удобное прицеливание и получение точных результатов при измерениях на больших расстояниях [6].

**Высотомер Laser Trupulse 360** является безотражательным лазерным дальномером. Он обеспечивает измерение расстояний



Рисунок 3– Laser Trupulse 200



Рисунок 4- Laser Trupulse 360

до 2000 метров до любых объектов с точностью около 30 см. Обладает встроенным инклинометром, который позволяет легко измерять не только наклонное расстояние, но также горизонтальное расстояние или высоту объекта. В прибор встроен электронный компас, что позволяет измерять вертикальные углы (азимут) и расстояния (например, ширину кроны) (рисунок 4).

Данный высотомер может использоваться автономно или совместно с электронным дендрометром Criterion RD 1000, и контроллером или КПК как недорогая, полностью автоматическая система регистрации данных.

Все измерения и настройки показываются в поле зрения, что гарантирует точное измерение до нужного объекта. Выбор режимов измерений производится с помощью одной кнопки на приборе [6].

**Высотомер NikonForestry 550** – лазерный дальномер, измеряющий расстояния до 500 метров. Удобной особенностью дальномера является наличие двух ЖКИ мониторов. На внутреннем мониторе, предназначенном для оперативного контроля измеренных данных отображаются отдельные результаты измерений; на втором большом боковом дисплее в течение 30 секунд сохраняются все результаты последнего измерения. Управление дальномером – двумя кнопками [7].



Рисунок 5– Nikon forestry 550

Сравнение характеристик высотомеров, рассмотренных в данной статье, представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение характеристик разных высотомеров

Показатель	Vertex IV	Vertex Laser Geo	TruPulse 200	TruPulse 360	Forestry 550
Функция Bluetooth	+	+	+	+	–
Дальность измерений	1000м	900м	2000м	2000м	500м
Увеличение оптической части	x1	x4	x7	x7	x6
Использование ультразвука	–	+	–	–	–
Точность	0,1м	0,1м	1,0м	0,3м	1,0м
Встроенный компас	–	+	–	+	–

В заключении представлены наши краткие выводы и рекомендации для использования рассмотренных лесотаксационных инструментов в практике лесного хозяйства Беларуси.

Электронные высотомеры-дальномеры (Haglof Vertex IV, Laser

TruPulse 200, NikonForestry 550) могут применяться для таксации лесного фонда (оснащение таксаторов). Также перспективно использование данных высотомеров для обеспечения мобильных бригад, специализирующиеся на подготовке лесосек главного пользования.

В зарубежных странах данные и аналогичные высотомеры находят применение для сбора полевых данных в системе выборочной национальной инвентаризации леса (НИЛ) (исходя из имеющихся публикаций, Минлесхоз изучает перспективы проведения НИЛ в Беларуси по примеру других стран). Аналогично, «многофункциональные» электронные высотомеры HaglofVertexLaser 360, LaserTruPulse 360 целесообразно применять для таксации лесного и лесосечного фонда.

Рекомендованы к использованию в системе выборочной инвентаризации леса, проведении научных исследований (работы на постоянных пробных площадях), сбор лесотаксационных данных для разработки нормативных таблиц (сортиментные таблицы, таблицы хода роста и пр.).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атрощенко О.А. Лесная таксация: учебное пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство», «Лесоинженерное дело»/О.А. Атрощенко – Минск, БГТУ, 2005.– 468 с. .
2. Багинский, В.Ф. Лесная таксация: учебное пособие / В. Ф. Багинский. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 400 с.
3. Лясная таксацыя: тэксты лекцый па аднайменнай дысцыпліне для студэнтаў спец. –75 01 01 «Лясная гаспадарка» завочнай формы навучання / С.І. Мінкевіч – Мінск: БДТУ, 2015 – 230 с.
4. Прищепов, В. А. Современные высотомеры компании Haglof Sweden AB для лесного хозяйства / В. А. Прищепов // 69-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов, 2-13 апреля 2018 г., Минск: сборник научных работ: в 4 ч. Ч. 1 / БГТУ. – Минск: 2018. – С. 88-90.
5. Haglof Digitech [Электронный ресурс] / Haglof Sweden. – Режим доступа: <http://www.haglofcg.com/>. – Дата доступа: 24.03.2019.
6. LaserTechnology[Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://www.lasertech.com/>.- Дата доступа: 24.03.2019.
7. Nikoncorporation[Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.nikon.ru/>. – Дата доступа 24.03.2019.

УДК 630\*651.7

Студ. Н.С. Таболич  
Науч. рук. доц. С.И. Минкевич  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## **АНАЛИЗ ONLINE ДАННЫХ БЕЛОРУССКИХ ДЕРЖАТЕЛЕЙ МЕЖДУНАРОДНЫХ ЛЕСНЫХ СЕРТИФИКАТОВ**

Добровольная лесная сертификация – это важный механизм сохранения лесов на нашей планете [1–5].

За последние годы сфера применения добровольной лесной сертификации расширилась и включила в себя ряд смежных процессов, например: отслеживание цепочек продукции, маркетинг сертифицированной продукции, развитие закупочных политик сертифицированной продукции – как корпоративных, так и муниципальных и государственных [1].

Сертификация лесов началась более 20 лет назад. В 1993 г. была образована первая организация в области лесной сертификации – ForestStewardshipCouncil (FSC, Лесной попечительский совет), а первые леса были сертифицированы в 1996 г [1].

Лесная сертификация – одно из направлений деятельности Министерства лесного хозяйства, которое способствует обеспечению продуктивности и устойчивости древостоев, повышению биологического разнообразия в лесах, минимизации отрицательного воздействия лесохозяйственного производства на окружающую среду, повышению экспортного потенциала лесной отрасли, снятию технических барьеров в международной торговле [2].

Лесная сертификация в Республике Беларусь осуществляется в соответствии с требованиями международной схемы Лесного попечительского совета FSC и в рамках Системы лесной сертификации Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь признанной Европейским советом по лесной сертификации (PEFC) [2]. Лесная сертификация проводится на добровольной основе по инициативе юридических лиц – заявителей путем заключения договора между ними и органом по лесной сертификации.

FSC – это независимая международная система сертификации и экологической маркировки продукции, существующая с 1993 г. Ее цель – содействие экологически ответственному, социально ориентированному и экономически устойчивому лесопользованию и управлению мировыми лесными ресурсами. FSC поддерживается благотворительными организациями, профсоюзами, представителями лесной промышленности и природоохранным сообществом.

Сертификация по схеме FSC является важным средством сохра-

нения биологического разнообразия эксплуатируемых лесов, т. е. лесов, в которых лесопользование ведется с целью получения древесины [1].

С учетом требований международной схемы Лесного попечительского совета (FSC) по состоянию на 1 января 2017 года сертифицирован 90 лесхозов, или 7,7 млн. га лесного фонда (92,1 % всего лесного фонда Министерства лесного хозяйства) [2].

Анализируя публичную базу данных о сертификатах FSC [3] нами получены следующие сведения о количестве выданных сертификатов лесопользования и цепочек поставок (FM/COC) и цепочек поставок (COC) (табл. 1).

**Таблица 1 – Количество действующих сертификатов по схеме FSC**

Показатель	Тип сертификата			
	FM/COC		COC	
	групповой	индивидуальный	всего	в том числе с контролируемой древесиной
Количество, шт.	6	39	128	31

Выдано 6 групповых сертификатов, которые объединяют 56 лесохозяйственных учреждений.

**Таблица 2 – Количество несертифицированных ГЛХУ по ГПЛХО Министерства лесного хозяйства следующие**

ГПЛХО	Общее количество лесхозов, шт.	Количество сертифицированных лесхозов, шт.	Количество несертифицированных, шт.
Брестское	14	14	–
Витебское	19	18	1
Гомельское	21	19	2
Гродненское	11	11	–
Минское	20	19	1
Могилевское	13	13	–

Леса, находящиеся в Управлении делами Президента (УДП) составляют около 8% лесного фонда Беларуси. В ведении Управления делами Президента Республики Беларусь находятся четыре Национальных парка – «Беловежская пуца», «Нарочанский», «Припятский», «Браславские озера», Березинский биосферный заповедник, а также ГЛХУ «Тетеринское» и ГЛХУ «Красносельское» (табл. 3). По данным из таблицы видно, что ГЛХУ «Красносельское» Управления делами Президента не имеет сертификат по схеме FSC. Следует отметить, что на продукцию, сертифицированную по схеме PEFC, также имеется спрос. PEFC – это программа взаимного признания нацио-

нальных и региональных систем лесной сертификации (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes), первоначально основанная как Панъевропейская система лесной сертификации (Pan-European Forest Certification Schemes).

**Таблица 3 – Количество действующих сертификатов организаций Управления Делами Президента Республики Беларусь по схеме FSC (на январь 2018 (числитель) и 2019 (знаменатель))**

Показатель	Всего, шт		Тип сертификата
	общее количество	количество не-сертифицированных	
Национальные парки	$\frac{4}{4}$	–	Совмещенный (на лесоправление и цепочку поставок)
Заповедники	$\frac{1}{1}$	–	
Государственные лесохозяйственные учреждения	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{1}$	

Она возникла в 1999 г. как добровольная инициатива частных владельцев леса, предоставляющих гарантии покупателю, приобретающему лесную продукцию, в том, что она происходит из независимо сертифицированных лесов, управляемых в соответствии с Операционными критериями устойчивого лесоправления. PEFC – зонтичная система, в ее основе – применение минимальных обязательных требований и использование общего логотипа для лесопродукции [1].

По схеме PEFC сертифицированы по системе лесоправления и лесопользования 93 лесхоза Министерства лесного хозяйства на площади 7,9 млн. га лесного фонда [2].

По базе данных сертификатов PEFC [4] получается следующая информация (табл. 4).

Количество сертифицированных лесхозов по базе данных равняется 78, что отличается от данных МЛХ. Это может свидетельствовать о том, что информация в базе данных не актуальна.

**Таблица 4 – Количество лесхозов, сертифицированных по схеме PEFC**

Показатель	Тип сертификата		
	FM/COC		COC
	групповой	индивидуальный	
Количество, шт.	56	12	10

В процессе лесной сертификации решаются следующие основные задачи: предотвращение сокращения, истощения, а также восстановление лесных ресурсов и связанных с ними экосистемных функций

леса; внедрение технологических процессов, систем лесоуправления и методов ведения лесного хозяйства, лесозаготовок, обеспечивающих сохранение биологического разнообразия и связанных с лесом ресурсов; повышение качества лесной продукции и продуктов её переработки и обеспечение их безопасности для жизни, здоровья, имущества населения и окружающей среды; подтверждение соответствия показателей качества продукции, заявленных изготовителем (продавцом), конкретным техническим нормативным актам; повышение качества и конкурентоспособности продукции, содействие ее экспорту путем документального подтверждения ее происхождения из устойчиво управляемых лесов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольная лесная сертификация: учеб.пос. для вузов / А.В. Птичников, Е.В. Бубко, А.Т. Загидуллина и др.; под общ. ред. А.В. Птичникова, С.В. Третьякова, Н.М. Шматкова; Всемирный фонд дикой природы (WWF России). – М., 2011. – 180 с.
2. Министерство лесного хозяйства [Электронный ресурс] / Министерство лесного хозяйства. – Минск, 2018. – Режим доступа: <https://www.mlh.by/>. – Дата доступа: 26.03.2018.
3. FSC Public Search [Electronic resource] / FSC. – Bonn, 2018. – Mode of access: <http://info.fsc.org/>. – Date of access: 30.03.2018.
4. PEFC Certified [Electronic resource] / PEFC. – Geneva, 2018. – Mode of access: <http://pefc.org/>. – Date of access: 30.03.2018.
5. Минкевич, С. И. Международные процессы сертификации и «зеленые инновации» в лесном хозяйстве Беларуси / С. И. Минкевич, П. В. Севрук // Актуальные направления научных исследований XXI теория и практика: материалы междунар. заочной науч.-практ. конф., Воронеж, 23–25 сентября 2015 г. / Воронежская гос. лесотехническая академия; редкол.: В. М. Бугаков (гл. ред.) [и др.]. – Воронеж, 2015. – Часть 2. – С. 284–287.



УДК 630\*307Студ. Д.С. Зельвович

Науч. рук.доц. С.И. Минкевич  
(кафедра лесоустройства БГТУ)

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ MASSER OY FINLAND ДЛЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА**

В предыдущей работе нами рассмотрены технические характеристики электронных мерных вилок Masser OY Finland [1].

В настоящее время существуют несколько крупных фирм, занимающихся разработкой технических решений и программным обеспечением для нужд лесного хозяйства. Такой фирмой является компания Masser OY Finland, которая предлагает различные направления использования своей продукции. В частности, данная фирма разработала линию электронных мерных вилок, которые предназначены не только для измерения диаметра дерева, но и для выполнения других функций. Также компания занимается программным обеспечением для мобильных устройств и для анализа данных харвестера (рис. 1).



**Рисунок 1 – Калибровка считывающего механизма харвестера**

Таким образом, предлагаются технические решения по следующим направлениям практических задач лесного хозяйства:

- калибровка и контроль данных считывающим механизмом харвестера;
- таксация леса;
- таксация заготовленных круглых лесоматериалов (отдельные бревна);
- определение объема штабеля выборочным методом.

Калибровка харвестера является обязательной во многих странах, где харвестер используется в лесозаготовке, и древесина идет на продажу непосредственно с лесного промежуточного склада. Masser занимается разработкой системы калибровки с тех пор, как первые харвестеры начали измерять диаметр и длину для расчета объема. Основатели компании разработали уже в 1981 году те принципы измерения и расчета объема, которые используются в настоящее время во всех современных харвестерах. Для этих целей используют следующие электронные мерные вилки: BT Caliper, Excaliper II, Excaliper II VH, Rasal BT, TWC II BT (рис. 1).

Для инвентаризации леса Masser предлагает различные устройства и системы сбора данных. Система инвентаризации может быть полной инвентаризацией (все деревья подсчитаны), или измерения

могут быть основаны на выборке.

Электронные мерные вилки Masser используются для инвентаризации по всему миру. Компания разработала линейку различных мерных вилок с различными характеристиками и выполняемыми функциями: BT Caliper; Excaliper HC; Excapiler HCV; Excaliper II; Excaliper II VH; Racal II BT; TWC II BT; Sonar; EXL. Для измерения отдельных бревен Masser рекомендует использовать электронную мерную вилку с двумя ручками. Пользователь может выбрать, нужно ли ему измерять только один раз или два измерения под углом 90 градусов). Расчет объема может быть выполнен непосредственно в мерной вилке и распечатан на переносном принтере. Также измерения могут быть переданы на ПК для дальнейших вычислений. В данном случае используются такие мерные вилки, как BT Caliper, Excaliper HC, Excaliper II, Excaliper II VH, EXL.

Для расчета объема штабелированной древесины пользователю необходимо измерить среднюю высоту, ширину и длину бревна и указать коэффициент пересчета для твердого объема. Пользователь также может измерить средний диаметр бревен путем отбора проб. Определив длину бревна, можно рассчитать средний объем бревна в штабеле. Умножение этого среднего объема бревна на их количество даст общий объем. Производитель рекомендует использовать для этой операции следующие мерные вилки BT Caliper, Excaliper HC, Excaliper II, Excaliper II VH.



Рисунок 2 – Мобильное приложение

Существует несколько перспективных направлений использования электронных мерных вилок компании Masser OY Finland:

- инвентаризация лесного фонда выборочными методами;
- таксация лесосечного фонда;
- таксация заготовленной лесопродукции;
- калибровка считывающих механизмов харвестера.

Во всех вышеперечисленных случаях использование электронных мерных вилок облегчает и ускоряет работу таксатора. Вместе с тем гарантируется высокая точность измерений при правильной работе с вилкой. Это важно как для работы в лесу, так и при научных исследованиях [2].

Masser разработал новую компьютерную программу для считывания, составления отчетов, анализа и контроля точности измерений харвестера. Masser Harvester Analysis может обрабатывать большие базы данных и создавать стандартные форматы, легко читаемые от-

четы. Программа позволяет отслеживать точность харвестера во времени и выявлять причины ползучести измеренных значений. Выполнять такую функцию могут: Excaliper HC; Excaliper HCV; Excaliper II; Excaliper II VH.

Приложение Mobile Caliper может хранить различные данные, например, виды деревьев, высоту, длину, диаметр, качество, GPS и т. д. [3]. Приложение Mobile Caliper для Android записывает местоположение каждого измерения с помощью GPS-модуля смартфона с максимально доступной точностью. Координаты можно использовать на мобильном телефоне или позже, используя Google Maps или ГИС-систему в офисе. Собранные данные хранятся в формате, который можно прочитать в программе электронных таблиц. Рекомендуется использовать: BT Caliper; Excaliper II; Excaliper II VH; Rascal II BT; TWC II BT.

Таким образом, компания Masser OY Finland предлагает линию электронных мерных вилок, имеющие различные функциональные возможности, для решения разных задач лесного хозяйства. В связи с этим возможно их использование в различных направлениях лесного хозяйства: лесоинвентаризация, таксация лесоматериалов, работа с данными учета харвестером. Также данная фирма разрабатывает мобильное приложение, которое позволяет инженеру лесного хозяйства хранить большое количество информации в удобном формате. Программа Masser Harvester Analysis позволяет контролировать и анализировать работу харвестера, что повышает качество работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зельвович Д.С., Минкевич С.И. Технические средства и технологические решения компании Masser OY Finland для лесного хозяйства, 2018 – 5 с.
2. Атрощенко О.А. Лесная таксация: учебное пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство», «Лесоинженерное дело»/О.А. Атрощенко – Минск, БГТУ, 2005.– 468 с.
3. Багинский, В.Ф. Лесная таксация: учебное пособие / В. Ф. Багинский. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 400 с.
4. Лесная таксация: тексты лекций по одной из дисциплин для студента спец. –75 01 01 «Лесная гаспадарка» заочной формы навучання / С.І. Мінкевіч – Минск: БДТУ, 2015 – 230 с.
5. Masser Products [Электронный ресурс] / Masser Precision. – Режим доступа: <http://www.massier.fi/>. – Дата доступа: 23.03.2019.

УДК 630\*307

Маг. А.В. Шебушев  
Науч. рук. доц. С.И. Минкевич  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ЛЕСОТАКСАЦИОННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ТАКСАЦИИ ЛЕСНОГО ФОНДА**

Для выборочной таксации леса мы рекомендуем использовать следующие лесотаксационные инструменты: электронный клинометр-высотометр с функцией реласкопа Haglof HEC-R, электронный ультразвуковой дальномер Haglof DME (Haglof Sweden), электронный дендрометр Criterion RD 1000 и лазерный дальномер TruePulse 360 от компании LaserTechnology, а также электронные полнотомеры компании Savcor (калькулятор-полнотомер MasserRC2 и полнотомер-эклиметр MasserRC3H) [1, 2].

Наиболее простой современный полнотомер представила компания Haglof – это измерительный инструмент многоцелевого назначения Haglof HEC-R. Позволяет выполнять измерение высоты деревьев, уклонов линий, определение запаса и суммы площадей сечений насаждения на одном гектаре. Фактически прибор представляет собой модернизированную версию высотомера Haglof HEC оснащенную цепным полнотомером Haglof Factor Gauge (Haglof HEC-R, рис. 1).



**Рисунок 1 – Полнотомер Haglof HEC-R**

В ходе наших исследований были также проанализированы функциональные возможности инструмента Haglof DME (Haglof Sweden) в контексте направлений использования для выборочной таксации леса, таксации лесосечного фонда (ультразвуковой дальномер DME (1 или 2 шт.), транспондер, адаптер, штатив) [3].

Наличие двух ультразвуковых дальномеров в команде таксаторов позволяет использовать один из инструментов в качестве транспондера (отражателя) (необходимо заранее выставить в меню опцию

работы «в качестве приемника-отражателя», отпадает необходимость в транспондере). Для измерения расстояния используется технология ультразвуковых импульсов, скорость распространения сигналов зависит от нескольких показателей, например, влажность воздуха, атмосферное давление, наибольшее влияние на точность измерений оказывает температура воздуха. Для правильного измерения расстояний ультразвуковой дальномер Haglof DME имеет встроенный датчик температуры, который компенсирует влияние изменений температуры воздуха. Как следует из анализа литературных и интернет источников, электронный ультразвуковой дальномер Haglof DME – наиболее часто применяется для измерения расстояний, а также для закладки круговых пробных площадок (КПП) при выборочной таксации леса и лесоинвентаризации.

На рисунке 2 представлен ультразвуковой дальномер компании Haglof с комплектующими.



1 – ультразвуковой дальномер Haglof DME; 2 – транспондер; 3 – адаптер (конусный переходник на 360°); 4 – штатив для измерения пробной площади

**Рисунок 2 – Ультразвуковой дальномер компании Haglof**

Наш опыт также свидетельствует о том, что электронный ультразвуковой дальномер Haglof DME целесообразно использовать для закладки круговых пробных площадок и измерения расстояний, например, для таксации древостоя лесосеки круговыми пробными площадками постоянного радиуса – в условиях «недостаточной видимости». При использовании дальномера Haglof DME нет необходимости ручного промера расстояний до центра площадки. Haglof DME целесообразно использовать для закладки реласкопических круговых пробных площадок, инструмент имеет встроенную опцию с различными значениями факторов полнотомера (автоматически вычисляется критическое значение расстояния до дерева в зависимости значения фактора полнотомера и измеренного диаметра ствола) и круговых

площадок постоянного радиуса (с проверкой пограничных деревьев).

Электронный дендрометр Criterion RD 1000 – это высотомер, угломер, полнотомер разработанный для измерения: диаметра дерева бесконтактным способом на расстоянии (на любой высоте), абсолютной полноты (с проверкой «граничных» деревьев), высоты дерева, на которой находится необходимый диаметр (заданное значение). Хороший результат достигается при использовании вместе с дендрометром Criterion RD 1000 дальномера TruePulse 360 [4].

На рисунке 3 представлена портативная станция для измерения таксационных показателей с помощью дендрометра Criterion RD 1000 и дальномера TruePulse 360 на одном штативе.



1 – дендрометр Criterion RD 1000; 2 – дальномер TruePulse 360

**Рисунок 3 – Дендрометр Criterion RD 1000  
и дальномер TruePulse 360 на одном штативе**

При подключении через серийный порт американского лазерного дальномера Laser Technology – TruPulse 360 – горизонтальное расстояние до деревьев автоматически передается в Criterion RD 1000 и можно легко определить находятся ли «пограничные» деревья в или вне участка. Однако расстояние может быть измерено с помощью мерной ленты или портативного дальномера и введено вручную.

Использование дендрометра Criterion RD 1000 и дальномера TruePulse является удобным и эффективным решением сбора детальной информации о лесных объектах (в том числе для сбора полевого материала в проектах разработки и совершенствования национальных лесотаксационных и лесостроительных материалов, при научно-исследовательских работах).

Финской компанией Savcor предложен оригинальный прибор для сбора и обработки данных реласкопической таксации: калькулятор-полнотомер MasserRC2 и модернизированная модель MasserRC3H

позволяет повысить качество полевых работ за счет сбора и хранения данных таксации в электронном виде [5].

На рисунке 4 изображены электронные полнотомеры компании Savcor: калькулятор-полнотомер MasserRC2 и полнотомер-эклиметр MasserRC3H.



а) Калькулятор-полнотомер  
MasserRC2

б) Полнотомер-эклиметр  
MasserRC3H

**Рисунок 4 – Электронные полнотомеры компании Savcor**

В таблице 1 приведены результаты анализа и подбора лесотаксационных инструментов для выборочной таксации леса.

**Таблица 1 – Результаты анализа и подбора лесотаксационных инструментов для выборочной таксации леса**

Название инструмента	Технические возможности измерения			
	диаметров	высот	сумм площадей сечения	расстояния
Haglof НЕС–R	–	+ / до 999 м	+	–
Haglof DME	–	–	+	+ / до 30 м
Criterion RD 1000	+ / от 5 до 254 м	–	+	–
TruePulse 360	–	+	–	+ / до 2000 м
MasserRC2	–	–	+	–
MasserRC3H	–	–	+	–

Использование электронного прибора для обработки результатов измерений на реласкопической пробе устраняет риск ошибки расчетов – каждое учтенное дерево нажатием кнопки заносится в память устройства. С использованием вышеперечисленных лесотаксационных приборов и инструментов значительно повышается точность таксации леса при лесоустроительных работах, снижая при этом трудозатраты на выполняемую работу в лесу, все это в совокупно-

сти позволяет повысить качество и эффективность лесотаксационных работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атрощенко, О.А. Лесная таксация: учебное пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство», «Лесоинженерное дело» / О.А. Атрощенко. – Минск: БГТУ, 2009. – 468 с.
2. Багинский, В.Ф. Лесная таксация: учебное пособие / В.Ф. Багинский. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 400 с.
3. Лясная таксацыя: тэксты лекцый па аднайменнай дысцыпліне для студэнтаў спец. –75 01 01 «Лясная гаспадарка» завочнай формы навучання / С.І. Мінкевіч – Мінск: БДТУ, 2015 – 230 с.
4. Naglof DME [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://geotop.by/>. – Дата доступа: 27.03.2019.
5. Laser Measurement [Электронный ресурс] / Laser Tech. – Режим доступа: <http://www.lasertech.com/>. – Дата доступа: 01.04.2019.
6. Masser Precision [Электронный ресурс] / Masser OY Finland. – Режим доступа: <http://www.masser.fi/>. – Дата доступа: 07.04.2019.

УДК 630\*624.3

Студ. Д.Н. Кубарев  
Науч. рук.ассист. В.В. Коцан  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

#### **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ НА ПРИРОСТ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ГЛХУ «БЫХОВСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Вопрос изучения пространственной структуры и ее влияния на таксационные показатели древостоев рассматривался различными авторами. Существует множество подходов к решению данной задачи.

Основная трудность при изучении пространственной структуры насаждений, заключается в ее структурированности и сильной неоднородности. Эта проблема решается с помощью имитационного и аналитического моделирования, показывающих возникновение неоднородного пространственного распределения, которое объясняется неустойчивой динамикой пространственной структуры и процессами хаотической самоорганизации.

Для анализа лесотаксационных показателей древостоев в автоматическом режиме, проектирования и контроля проводимых лесохозяйственных мероприятий, а также оценки влияния пространственной структуры древостоев на таксационные показатели было принято использовать Quantum GIS (QGIS).



С целью сбора экспериментального материала в ГЛХУ «Быховский лесхоз» было заложено 6 пробных площадей, на одной из которых была проведено картирование местоположения всех деревьев и их горизонтальных проекций крон и взяты керны у каждого 5 дерева (состав 10С; площадь 0,2 га; возраст 50 лет; бонитет 1; полнота 0,9; тип леса мшистый). Данные полевых изысканий были загружены в ГИС для дальнейшей обработки.

С использованием QGIS были измерены и рассчитаны показатели пространственной структуры древостоя на исследуемой пробной площади. Для анализа полученных результатов все данные были выгружены из ГИС. Полученный файл включает в себя информацию о каждом дереве: номер дерева на пробной площади, средний диаметр ствола, высота ствола, объем ствола, площадь горизонтальной проекции кроны, класс конкуренции дерева, номера и таксационные характеристики деревьев конкурентов, показатели пространственной структуры (высота начала кроны, площадь роста, площадь пересечения площадей роста, процент пересечения площадей роста, среднее расстояние до средних деревьев) и индексы конкуренции [1]. Описательные статистики пространственных показателей представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Описательные статистики пространственных показателей**

Показатель	Количество наблюдений	Среднее	Максимум	Стандартное отклонение
Высота начала кроны, м	205	17,97	19,50	1,57
Площадь роста, м <sup>2</sup>	205	12,42	34,19	7,08
Площадь пересечения площадей роста, м <sup>2</sup>	205	19,04	84,26	17,85
Процент пересечения площадей роста, %	204	141,60	460,70	91,78
Среднее расстояние до соседних деревьев, м	205	1,15	3,93	0,71

Из таблицы 1 видно, что высота начала кроны имеет среднее значение 17,97 метров, стандартное отклонение 1,57. Среднее расстояние до соседних деревьев имеет значение 1,15 метров, а стандартное отклонение 0,71 (самый минимально не варьируемый показатель). У показателя процент пересечения площадей роста самое большое значение стандартного отклонения (91,78), это значит, что данный показатель очень изменчив.

Для определения наиболее тесных связей между показателями с помощью программы Statistica 10.0 была рассчитана корреляционная матрица таксационных и пространственных показателей (таблица 2).

Анализируя таблицу 2 можно сказать, что высота зависит от диаметра и площади роста, коэффициент корреляции равен 0,770 и 0,611 соответственно; диаметр зависит от площади роста, коэффициент корреляции равен 0,574; площадь роста зависит от площади пересечения площадей роста и среднего расстояния до соседнего дерева, коэффициент корреляции равен 0,823 и 0,659 соответственно; пересечения площадей роста зависит от среднего расстояния до среднего дерева, коэффициент корреляции равен 0,659; радиальный среднепериодический прирост за 10 лет зависит от высоты, диаметра и площади роста, коэффициент корреляции равен 0,466, 0,447 и 0,323 соответственно.

Для исследования конкурентных отношений между деревьями в своей работе мы использовали классификация деревьев, разработанная в своей кандидатской диссертации Коцаном В.В. основываясь на работах Вайса, Усольцева, Дылиса, Колобова. Данная классификация учитывает пространственную структуру древостоя и отражает конкурентные отношения между деревьями [2].

**Таблица 2 – Корреляционная матрица таксационных и пространственных показателей**

Показатель	Высота	Диаметр	Площадь роста	Площадь пересечения площадей роста	Среднее расстояние до средних деревьев	Радиальный среднепериодический прирост за 10 лет
Высота	1,000	0,770	0,611	0,464	0,264	0,466
Диаметр	0,770	1,000	0,574	0,423	0,188	0,447
Высота начала кроны	0,595	0,326	0,137	0,130	0,044	0,272
Площадь роста	0,611	0,574	1,000	0,823	0,692	0,323
Класс конкуренции	–	–	–	–0,286	–0,376	–0,263
Площадь пересечения площадей роста	0,464	0,423	0,823	1,000	0,659	0,275
Среднее расстояние до средних деревьев	0,264	0,188	0,692	0,659	1,000	0,080
Радиальный среднепериодический прирост за 10 лет	0,466	0,447	0,323	0,275	0,080	1,000

На основании данной классификации все деревья на пробной площади были разделены на три класса конкуренции деревьев (доминирующие, средние, угнетенные). Пополученным результатов было смоделировано 3 варианта проведения в исследуемом древостое проходной рубки. В исходном древостое полнота составляла – 0,88, средняя высота – 20,2 м, средний диаметр – 19,1 см, сумма площадей сечения – 30,3 м<sup>2</sup>/га.

При первом варианте в рубку отбирались только угнетенные деревья. После проведенной рубки полнота составила – 0,73, средняя высота – 20,5 м, средний диаметр – 20,2 см, сумма площадей сечения – 25,1 м<sup>2</sup>/га.

Во втором варианте в рубку отбирались угнетенные и средние деревья. После проведенной рубки по второму варианту полнота составила – 0,74, средняя высота – 20,4 м, средний диаметр – 19,9 см, сумма площадей сечения – 25,2 м<sup>2</sup>/га.

В третьем варианте в рубку отбирались угнетенные, средние и доминирующие деревья. После проведенной рубки по третьему варианту полнота составила – 0,70, средняя высота – 20,2 м, средний диаметр – 19,3 см, сумма площадей сечения – 24,0 м<sup>2</sup>/га. Полнота оставшейся части древостоя не опускалась ниже 0,7. Проанализировав таксационную и пространственную характеристику оставшейся части древостоя был смоделирован рост насаждения до возраста рубки главного пользования (81 год). После рубки по первому варианту таксационные показатели оставшегося древостоя к возрасту главного пользования имеют следующие показатели: сумма площадей сечения – 41,4 м<sup>2</sup>/га, средний диаметр – 25,9 см.

После рубки по второму варианту таксационные показатели оставшегося древостоя к возрасту главного пользования имеют следующие показатели: сумма площадей сечения – 41,6 м<sup>2</sup>/га, средний диаметр – 25,5 см.

После рубки по третьему варианту таксационные показатели оставшегося древостоя к возрасту главного пользования имеют следующие показатели: сумма площадей сечения – 39,8 м<sup>2</sup>/га, средний диаметр – 28,4 см.

На основании приведенных результатов можно сделать вывод о том, что при выборке угнетенных деревьев средний диаметр оставляемой части увеличивается относительно исходного древостоя. При комбинированном варианте средний диаметр уменьшился. После моделирования прироста древостоя на основании пространственной структуры оставляемой части сумма площадей сечений при трех вариантах рубок примерно одинаковая, а средний диаметр в третьем ва-

рианте на 2,9 см больше чем при втором и на 2,5 см от первого варианта. Общая таксовая стоимость по первому способу рубки составила 5 619,75 руб., из нее стоимость крупной древесины составляет 1 929,5 руб. По второму способу рубки составила 5 607,65 руб., из нее стоимость крупной древесины составляет 1 861,1 руб. По третьему способу рубки составила 5 415,5 руб., из нее стоимость крупной древесины составляет 1 663,9 руб., стоимость средней древесины вышла на сумму 3 365,95 руб. Представленный расчет подтверждает более высокую эффективность лесовыращивания при применении первого варианта рубок в сравнении со вторым и третьим вариантами при практически одинаковых расходах на лесохозяйственные мероприятия и охрану леса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Севко, О.А. Оценка зависимости текущего прироста сосновой части смешанных сосново-березовых древостоев от их пространственной структуры. // Труды БГТУ. 2015. № 1; Лесное хоз-во. 2015. С. 41–45.
2. Коцан, В.В. Классификация деревьев на основании пространственной структуры при назначении в рубки ухода // Труды БГТУ. 2015. № 1: Лесное хоз-во. С. 24–27.

УДК 388.48

Студ. А.В. Рубис

Науч. рук. доц. О.В. Бахур

(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

#### **АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ВЕЛОСИПЕДНОГО ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ ГЛХУ «СТОЛБЦОВСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Велосипедный туризм – является одним из видов экологического туризма.

Долгое время его не выделяли в отдельное направление, а считали составной частью других экологических туров. Но в последнее время в связи с популяризацией велосипедного транспорта вошло в повседневный обиход понятие «велотуризма».

Велосипедный туризм – комплексный вид туризма, сочетающий в себе однодневные и многодневные, различные по сложности самостоятельные или организованные походы, слеты, экспедиции, прогулки и путешествия велотуристов, а также спортивные категорийные и некатегорийные велотуры по различной местности, преследующие разнообразные цели.

Велосипед является одним из самых популярных наземных

средств передвижения в современном обществе. Во многих странах Европы и Восточной Азии велосипед заменяет обычные средства транспорта, в том числе и в туристических целях [1].

В Республике Беларусь набирает обороты тенденция развития внутреннего туризма. Одним из перспективных направлений для развития внутреннего туризма является велосипедный туризм.

Обладая богатым рекреационным потенциалом, страна имеет все шансы стать велосипедной республикой, ведь не каждая страна может похвастаться сочетанием благоприятного климата, густой сетью дорог, богатым историко-культурным наследием и комфортным рельефом местности.

В Республике Беларусь все это гармонично сочетается и представляет собой благоприятные условия для развития велосипедного туризма [2].

Велотуризм отличается от других видов туризма тем, что он в меньшей степени влияет на природу – велосипед признан экологическим видом транспорта.

Велосипедные путешествия характеризуются расширенной культурной программой – благодаря высокой маневренности транспорта можно в любой момент отклониться от намеченного маршрута и посетить достопримечательности, расположенные недалеко от него.

Путешествие на велосипеде раздвигает те рамки, которые ограничивает пешеходное и иные путешествия [3].

К одной из существенных особенностей следует отнести то, что как вид туризма велотуризм является единственным, который входит в одну из спортивных федераций – Международная федерация любительского велосипедного спорта [4].

Нами был проведен анализ велотропы на территории ГЛХУ «Столбцовский лесхоз».

Экологическая велотропа проходит по наиболее живописным уголкам Столбцовского района и знакомит своих посетителей с флорой и фауной белорусских лесов, историко-культурными достопримечательностями, ручьями и реками.

Протяженность маршрута – 25 км, количество стоянок – 8.

Первая стоянка «Охотничий комплекс», расположена возле охотничьего комплекса лесхоза, который расположился близ д. Хотова. Данная стоянка позволяет туристам ознакомиться со схемой маршрута экологической тропы, узнать немного об истории Столбцовского района.

Вторая стоянка «Родник Красный» является гидрологическим памятником природы местного значения.

На третьей стоянке демонстрируется дорого из бутового камня – «брусчатка», которая сохранилась на протяжении нескольких сотен метров.

Этот вид покрытия не характерен для нашего времени и является своеобразным «проводником» в прошлое края.

Четвертый объект велотропы старая водяная мельница, которая находилась в рабочем состоянии и приносила огромную пользу жителям близлежащих деревень вплоть до конца 70-х гг. XX в.

В настоящее время она находится в «режиме ожидания» своей второй, новой жизни.

Пятая стоянка «Ручей Козелец». Ручей Козелец – небольшой, но постоянный водоток, с шириной русла от одного до нескольких метров.

Здесь участники экологической тропы могут отдохнуть в уютно обустроенном месте, набраться сил, услышать голос птиц, звук переливающегося ручья, увидеть в его чистых водах кусочки болотной руды и потрогать (оставшиеся от тех далеких времен Налибокского лимана) кусочки шлака в виде зеленовато-синих камешков.

Каждый сможет окунуться в те далекие времена, когда производство литья, стекла и хрусталя в Налибокской пуще гремело с начала XVII в. на всю Европу в течение 150 лет.

На шестой стоянке туристам отрывается «Каскад трех озер». Место очень своеобразное, красивое и живописное.

Седьмая стоянка мемориальный комплекс «Дзержиново» – родина одного из самых известных революционеров Феликса Эдмундовича Дзержинского – Железного Феликса.

Последняя стоянка река Уса.

Место очень красивое, как и вся Столбцовщина, крутой поворот реки, высокие берега, золотистый песок, отличное место для отдыха и купания [5].

Посетив экологическую велотропу в ГЛХУ «Столбцовский лесхоз» можно сделать вывод, что она проходит по самым живописным местам Столбцовского района.

Проехав по этой тропе, турист сможет не только отдохнуть на свежем воздухе, но также узнать что-то новое для себя.

Общение с природой, да с такой неповторимой, как здесь, – это и здоровье, и позитивный настрой, и приятные впечатления, которые будут жить долгое время и снова звать сюда.

Состояние экологической тропы хорошее. На протяжении всего маршрута имеются указатели.

Информационные стенды оформлены в одном стиле.

Видно, что работники лесхоза уделяют значительное внимание ее поддержанию.

Территория ГЛХУ «Столбцовский лесхоз» обладает достаточно большим природным и историко-культурным потенциалом, поэтому могут быть разработаны новые велосипедные маршруты, что привлечет новые потоки туристов в Столбцовский район.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Малько, Р. Проект велосипедных гонок по территории РБ для развития и популяризации велосипедного туризма в стране: материалы международной научно-практической конференции, проводимой в рамках VII Форума творческой и научной интеллигенции государственных участников СНГ/ Бел. гос. ун-т физ. культ.; редкол.: Т.Д. Полякова (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУФК, 2013. Ч 2. – 139 с.

2. Локотко, А.И. Историко-культурные регионы Беларуси /А.И. Локотко. – Минск: ЕГУ, 2002. – 226 с.

3. Турист на велосипеде. – Москва: Физкультура и туризм, тип. «Кр. воин», 1937. – 110 с

4. Соколов, В.А. Велосипедный туризм / В.А. Соколов. – Москва: рекл-информ. Бюро «Турист», 1992. – 155 с.

5. Экологический туризм [Электронный ресурс] / Велотропа. – Режим доступа: <http://stolbzyles.by/produkcija-i-uslugi/ohotnichestvo/eko-logicheskaya-velotropa/>. – Дата доступа: 19.04.2019.

УДК 388.48

Маг. К.А. Вильчинская; студ. Д.А. Микулич

Науч. рук. доц. О.В. Бахур

(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

## **ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ Г. МИНСКА**

На территории парковых комплексов г. Минска экологический туризм является одним из перспективных и быстроразвивающихся направлений туризма.

Уникальной особенностью г. Минска является его водно-зеленый диаметр – система парков, водоемов, бульваров и скверов с обеих сторон реки Свислочь, которая пересекает г. Минск с северо-запада на юго-восток. В состав диаметра входят свыше 20 «зеленых зон» (парк Победы, сквер А.С. Пушкина, парк им Я. Купалы, сквер М. Казея, Центральный детский парк им. М. Горького и др.), среди которых встречаются как высоко урбанизированные территории, так и отрезки, сохранившие черты естественных природных экосистем.

По данным Института экспериментальной ботаники им. Купчевича НАН Беларуси, на территории парковых комплексов зеленого диаметра растет более 200 видов растений, из которых более 20 видов являются редкими для городской среды.

По данным Научно-практического центра НАН Беларуси по биоресурсам, на территории диаметра можно встретить не менее 200 видов птиц, из которых не менее 10 видов занесены в Красную книгу Беларуси.

Здесь гнездятся такие редкие птицы как большая выпь, сизая чайка, пустельга обыкновенная, коростель, зимородок и др., также в период миграции наблюдались черный аист, серый журавль и малый подорлик.

Развитию экологического туризма на территории г. Минска способствует создание экологических троп. В настоящее время в Минске функционирует 8 экологических троп [1]:

– 2 экологические тропы в Московском районе, которые проходят вблизи водоемов, поэтому на них размещаются площадки, посвященные водоплавающим птицам и другим обитателям водоемов, установлены стенды с информацией о растениях, вдоль троп размещены домики для птиц и летучих мышей;

– тропа «Город птиц» в Ленинском районе, на территории которой развешены искусственные гнездовья для разных видов птиц, оборудованы информационные стенды, рассказывающие о орнитофауне;

– экологическая тропа «Цна» в Советском районе представляет



собой организованный маршрут, который включает шесть тематических зон, которые знакомят с флорой, фауной и орнитофауной, характерной для данного района;

– экологическая тропа «Чижовка» была создана в 2018 г. На специальном маршруте, на протяжении которого размещены образовательные информационные стенды, можно узнать об флоре и фауне различных природных зон, а также узнать об экологических проблемах современности;

– экологическая тропа «Медвежино» создана в районе пересечения ул. Пономаренко и ул. Горецкого. На территории тропы установлены стенды, содержащие информацию о местных растениях, животных, насекомых, птицах.

– тропа вдоль береговой линии пруда «Лебязий», которая была создана в 2010 г. для проведения экскурсий и организации наблюдений за живой природой.

– тропа в Фрунзенском районе, располагающаяся возле храма святителя Н. Японского.

Кроме того, планируется создание еще нескольких экологических троп:

– экотропа в Октябрьском районе, протяженностью 1,15 км;

– две экотропы в Партизанском районе: в лесопарке «Степянка» и в районе сквера Слепянской водной;

– экотропа в Первомайском районе.

При организации любого вида туризма, важное значение имеет инфраструктура. Несмотря на то, что в зоне водно-зеленого диаметра открыли 12 сентября 2009 г. Минскую велосипедную дорожку, также были устроены и лыже-роллерные трассы в отдельных парках, реконструкции отдельных парков, водно-зелёный диаметр всё же имеет ряд направлений для улучшения его привлекательности для жителей города и гостей, среди которых можно выделить улучшение инфраструктуры отдыха и спорта; развитие безбарьерная среда для жителей; вовлечение парковых территорий в сферу экологического туризма.

Кроме того, не предпринимаются меры сохранить и использовать достоинства естественной флоры, характерной для местных широт, что подчеркнуло бы национальный характер природной среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Экологические тропы г. Минска [Электронный ресурс] / Республиканский центр экологии и краеведения. Отделение экологии. – Режим доступа: [http://eco.unibel.by/news/ekologicheskie\\_tropyi\\_goroda\\_minska.html](http://eco.unibel.by/news/ekologicheskie_tropyi_goroda_minska.html).–Дата доступа: 16.04.2019.

УДК 388.48

Студ. Д.А. Микулич, маг. К.А. Вильчинкас

Науч. рук. доц. О.В. Бахур

(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ОРНИТОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСКУРСИЙ НА ПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ г. МИНСКА**

Экологический туризм имеет множество различных направлений, одним из которых является орнитологический туризм, активно развивающийся в настоящее время.

Этот вид туризма включает в себя такие направления как бёрдвотчинг, фотобёрдинг, орнитологическая фотоанималистика.

Орнитофауна парковых территорий отличается по характеру миграций, что стоит учитывать при проведении экскурсий. По характеру сезонных переселений среди птиц различают оседлых, кочующих и перелетных птиц.

Оседлыми называют птиц, которые придерживаются определённой небольшой территории и за пределы её не перемещаются. Подавляющее большинство видов таких птиц обитает в условиях, где сезонные изменения не влияют на доступность корма.

Кочующими называют птиц, которые вне сезона размножения постоянно перемещаются с места на место в поисках пищи на десятки, сотни и тысячи километров, и возвращаются весной для гнездования.

Перелетные птицы – это птицы, которые совершают регулярные сезонные перемещения между местами гнездовий и местами зимовок. Большинство птиц средних широт относится к данной группе птиц.

Основными особенностями состояния зимней орнитофауны, которые необходимо учитывать при организации зимних орнитологических экскурсий являются бедность видового состава, низкая численность и неравномерность распределения птиц по территории.

В зимний период примерно две трети всех видов улетает в более южные широты. С севера же прибывают лишь свиристель, чечетка, щур, пуночка, оляпка.

Также улетают почти все птицы водно-болотных и открытых стадий обитания.

Общая численность птиц зимой также невысока, что связано с тем, что даже у так называемых оседлых видов, встречающихся в одном и том же районе круглый год, остается лишь часть особей, остальные откочевывают. Как правило, на местах задерживаются уже гнездившиеся здесь птицы, а молодые перемещаются иногда на значительные расстояния.

Территории парков г. Минска используются для проведения ме-

роприятий по популяризации орнитологического туризма, но больше они направлены на людей уже интересующихся орнитологией.

В апреле 2015 года в Лошицком парке прошла экскурсия, устроенная орнитологами организации «АховаптушакБацькаўшчыны». За время экскурсионной прогулки длиной в час было зафиксировано около 12 видов птиц [1].

В 2016 году на базе парковых территорий города Минска был проведен учебный чемпионат по фотобёрдингу среди студентов специальности «Туризм и природопользование», на котором студенты получили практические навыки организации и участия в подобном рода массовых мероприятиях [2].

В октябре 2017 года проводились осенние дни наблюдений за птицами – EuroBirdwatch-2017, целью которого было познакомить местных жителей с перелетными птицами, их потребностями на местах гнездования, проблемами на пролетных путях и в районах зимовки в Средиземноморье и Африке.

В акции поучаствовали более 2,2 тыс. человек, за два дня участники увидели более 28 тыс. птиц 131 вида.

В EuroBirdwatch-2018 поучаствовали 958 человек, за два дня удалось увидеть 27 262 птиц 118 видов [3].

В 2019 году проводился зимний чемпионат по фотобёрдингу, в котором приняло участие 100 человек. В кадр попали редкие на зимовке виды: лебедь-кликун, шилохвость, большая поганка, белолобый гусь, морская чернеть, морская чайка, камышница, рогатый жаворонок, пуночка, дрозд-деряба, пепельная чечётка.

Таким образом можно сделать вывод, что количество людей, заинтересованных орнитологией и познанием природы постепенно увеличивается, но потенциал парковых территорий используется недостаточно эффективно в этом направлении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 За голосами птиц [Электронный ресурс] / Зялёныпартал. – Режим доступа: <http://greenbelarus.info/articles/20-04-2015/za-golosami-ptic-v-loshickiy-park-vpechatleniya-novichka-v-byordvotchinge>. – Дата доступа: 16.04.2019.

2 Учебный чемпионат по фотобёрдингу [Электронный ресурс] / Белорусский государственный технологический университет. – Режим доступа: <https://www.belstu.by/news/university/uchebnyi-chempionat-po-fotoberdingu.html>. – Дата доступа: 16.04.2019.

3 EuroBirdwatch-2018 / [Электронный ресурс] / EuroBirdwatch. – Режим доступа: <http://eurobirdwatch.eu/stranka/147-Detailed-results-from-EuroBirdwatch-2018.html> / Дата доступа: 16.04.2019.

УДК 630.1.06

Студ. Н.А. Тихомиров; студ. А.Н. Котов

Науч. рук. доц. Д.А. Подошвелев

(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

## **БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ОЛЕНЬИХ**

В настоящее время на глобальном уровне все больше внимание уделяется проблемам биоразнообразия. Интенсивное развитие человечества, урбанизация приводят к истощению числа видов животных и деградации экосистем, с которыми они взаимодействуют. Влияние крупных фитофагов на различные биогеоценозы изучается различными учеными во всем мире. Причем изучается комплексное взаимодействие различных видов по причине того, что различные виды занимают различную экологическую нишу в экосистеме и оказывают свое не заменимое влияние на нее.

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

Особое внимание уделяется тому, как комплекс животных будет способствовать восстановлению заброшенных сельскохозяйственных земель, а также деградировавших по той или иной причине лесных экосистем.

Дальнейшее восстановление будет способствовать увеличению содержания органического вещества и водного удерживающего потенциала почвы, что может приводить к увеличению биомассы и плотности земляных червей и других беспозвоночных [2].

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

Все эти факторы в совокупности будут положительно влиять на возвращение крупных млекопитающих. Европейские виды травоядных и плотоядных растут с 1960 года в множестве и распределении как ста-

бильная популяция Восточной Европы естественно колонизирующая заброшенные ландшафты Скандинавии, Средиземноморья и Альп [3].

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

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

Популяция животных определенного вида представляет собой совокупность этих животных которые длительное проживают на определенной территории называемой ареалом или стацией обитания, скрещивающихся между и дающих потомство, а также более или менее изолированная от популяций того же вида географически или репродуктивно.

Исследования проводились в рамках концепции ревайлдинга, которая предусматривает восстановление природных экосистем. В наших условиях мегафауной являются крупные фитофаги относящиеся к семейству оленьих. В основу исследований был положен метод весеннего учета численности оленьих по количеству кучек экскрементов. В ГОЛХУ «Кобринский опытный лесхоз» было заложено 4 учетных маршрута. Общая длина маршрутов составила 17 км, площадь по типам угодий 6,8 га.

Согласно проведенным исследованиям прослеживается четкая связь кормовой базы для лося и его концентрации. Наиболее привлекательными для лося являются чистые лесные культуры сосны.

На подобных участках встречаемость кучек экскрементов была максимальна и составляла более 180 шт./га. Также стоит отметить, что повреждаемость чистых сосновых культур является сильной, а смешанных сосновых культур составом 8С2Б – слабой.

Для оленя приоритетно предпочтение стравозрелых, низкостелых сосняков черничных и мшистых, но кроме, того экскременты оленя встречаются на вырубках, ельнике, сосновых культурах и березняке.

Данные показывают, что наиболее сформированной в районе исследования популяцией вида из семейства оленьих является лось. Влияние лося на древесно-кустарниковую растительность прослежива-

ется наилучшим образом, что подтверждают рассчитанные статистические коэффициенты и плотность (7,2 ос./тыс. га). Для оленя благородного, плотность которого составляет 1,0 ос./тыс. га, также на основании этих данных угодия являются перспективными для развития этого вида так, как район исследования включает в себя по составу разнообразные биотопы.

Стоит отметить, что наибольшая концентрация кучек экскрементов наблюдалась на чистых сосновых культурах (146 шт./га), вырубках (108 шт./га) или границ вырубок (105 шт./га), а также старовозрастных насаждениях с низкой плотной и наличие как следствие подлеска и подроста (83 шт./га).

По типам леса наибольшее предпочтение отдается мшистому и черничному типам леса. Для лося привлекательными являются также заболоченные территории сфагнового и осоково-сфагнового типов лесов.

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

Выше приведенные материалы исследований показывают, что наиболее сформированной в районе исследования популяцией вида из семейства оленьих является лось.

Влияние лося на древесно кустарниковую растительность прослеживается наилучшим образом по сравнению с другими видами этого семейства, что подтверждают рассчитанные статистические коэффициенты и плотность.

Для оленя благородного также на основании этих данных угодия являются перспективными для развития этого вида так, как район исследования включает в себя по составу разнообразные биотопы подходящие в том числе и для оленя благородного.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Rewilding European Landscapes Henrique (M. Pereira, Laetitia M. Navarro).Springer open 2015
2. Rewilding Abandoned Landscapes in Europe (Laetitia M. Navarro and Henrique M. Pereira)
3. Rewilding Europe: A New Strategy for an Old Continent (Wouter Helmer, Deli Saavedra, Magnus Sylvén and Frans Schepers)
4. McNeely, J. A. (1994). Lessons from the past: Forests and biodiversity. Biodiversity and Conservation.

УДК 630\*4

Студ. Е.М. Огур

Науч. рук.ст. преп. А.В. Козел

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ СОВРЕМЕННЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД ОТ ПЛАСТИНЧАТОУСЫХ-РИЗОФАГОВ**

В настоящее время в Беларуси основной документ, регламентирующий проведение защитных мероприятий в лесных питомниках против насекомых-вредителей, в том числе и ризофагов, практически не содержит никакой информации о критериях проведения мер регулирования численности вредных насекомых, о видах истребительных мероприятий и технологиях их проведения. Такая информация также отсутствует в документах, носящих рекомендательный характер. Сложившаяся обстановка приводит специалистов, занимающихся защитой растений в питомниках, а это инженер-лесопатолог и начальник питомника, к тупиковой ситуации. В связи с этим мы посчитали необходимым провести испытания современных средств защиты растений с использованием различных технологий их применения против группы почвообитающих вредителей.

В конце июня (26.06.2018 г.) на лесном круговом питомнике ГЛХУ «Любанский лесхоз» нами совместно с работниками Сосненского лесничества было проведено обследование посевного отделения сосны и ели на наличие повреждений растений почвообитающими вредителями. Места посевных лент с наличием повреждений корневых систем ризофагами маркировались (учетные площадки). На них проводился сплошной пересчет растений по трем категориям состояния: здоровые, ослабленные и усыхающие и усохшие. Причем после пересчета растения второй и третьей категорий удалялись, т. е. были оставлены только здоровые растения. После этого на данные участки вносились химические инсектициды: актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг), террадокс, Г (диазинон, 40 г/кг).

Действующим веществом инсектицида актара, ВДГ является тиаметоксам – относится к химическому классу неоникотиноидов. Тиаметоксам позволяет дополнить или даже заменить обработки инсектицидами из других химических классов (фосфорорганика, карбаматы, пиретроиды), которые, как правило, более токсичны для человека. Данное химическое соединение эффективно против широкого спектра вредителей как при почвенном внесении так и при наземных опрыскиваниях. Тиаметоксам благоприятно влияет на растения повышая уровень и активность специфических функциональных белков, поло-

жительно влияющих на защитные свойства растений. Это позволяет растениям лучше развиваться и противостоять неблагоприятным факторам окружающей среды. При почвенном внесении благодаря системным свойствам, актара, ВДГ поглощается корнями и быстро перераспределяется по всему растению, включая новый прирост, обеспечивая полную и длительную защиту надземной и подземной частей растения. Актара, ВДГ наилучшим образом подходит для почвенного применения по сравнению с другими неоникотиноидами, поскольку меньше поглощается почвенными частицами, следовательно, большее количество вещества всасывается корневой системой растений, поглощение происходит достаточно быстро и практически не зависит от влажности почвы. При внесении в почву актара, ВДГ проявляют системную активность.

Террадокс, Г – универсальный препарат от комплекса почвенных вредителей. Рекомендуются вносить в почву или на ее поверхность, а также обмакивание корней саженцев перед посадкой в торфяно-инсектицидную смесь в зависимости от культуры. Данный инсектицид обладает контактно-кишечным действием, высокой скоростью воздействия и нетоксичен для культивируемых растений в рекомендуемых нормах, сохраняет длительный защитный эффект. Действующее вещество препарата – диазинон – ингибирует синтез фермента ацетилхолинэстеразы, необходимого для функционирования нервной системы насекомых. Диазинон при внесении в почву поглощается корневой системой и поступает во всходы растений, защищая их от почвообитающих вредителей. Это свойство диазинона является очень важным и необходимым.

Препарат актара, ВДГ вносился в виде 0,08%-ной рабочей жидкости под корень растений при помощи ранцевых опрыскивателей Jacto (Бразилия), Stihl (Германия). Норма расхода рабочей жидкости составила 1 л на 1 пог. м пяти строчной посевной ленты. Поскольку инсектицид террадокс, Г имеет гранулированную препаративную форму, его вносили вручную в межстрочное пространство посевных лент в заранее подготовленные борозды, сделанные при помощи мотыги. Норма расхода инсектицида террадокс, Г составила 6 г на 1 пог. м посевной ленты.

Обрабатывались участки посевных лент сеянцев сосны 2018 и 2017 гг. посева, а также посевы ели европейской 2017 г. Для определения эффективности препаратов было заложено 28 учетных площадок длиной 1 пог. м на всю ширину посевной ленты на обработанных участках, а также 9 площадок на посевных лентах, не подвергшихся обработке и выполнявших роль контроля. Оценка эффективности



препаратов проводилась через полтора месяца после внесения. Для этого на учетных площадках, куда вносили препараты, повторно проводили пересчет растений по категориям состояния. За биологическую эффективность была принята величина снижения поврежденности молодых растений личинками хрущей относительно контроля (таблица).

**Таблица – Биологическая эффективность испытываемых инсектицидов**

Вариант опыта	Актара, ВДГ		Террадокс, Г	
	число поврежденных растений на 1 пог. м, шт.	снижение поврежденности относительно контроля после обработки, %	число поврежденных растений на 1 пог. м, шт.	снижение поврежденности относительно контроля после обработки, %
Сосна, СН <sub>2</sub> (1)	0,5	95,6	0,3	97,3
Сосна, СН <sub>1</sub> (2)	6,0	75,0	5,0	79,2
Ель, СН <sub>2</sub> (3)	0,7	96,7	0,8	96,2
Контроль для (1)	11,3	–	11,3	–
Контроль для (2)	24,0	–	24,0	–
Контроль для (3)	21,0	–	21,0	–

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что применение инсектицида актара, ВДГ путем полива 0,08%-ной рабочей жидкостью под корень культивируемых растений и гранулированного препарата террадокс, Г при его внесении в почву в междурядное пространство в заранее подготовленные борозды с последующей заделкой с нормой расхода 6 г на пог. м посевной ленты, эффективно обеспечивают защиту двухлетних сеянцев сосны и ели. Биологическая эффективность при этом составила от 95,6 до 97,3%. Что касается эффективности данных препаратов на однолетних сеянцах сосны, то она получилась заметно ниже и составила 75,0% для актары, ВДГ и 79,2% для террадокса, Г. Вероятно, это связано с тем, что сразу после наступления послевсходовой стадии молодые растения в большей степени уязвимы к воздействию вредных организмов, в том числе и почвообитающих вредителей. В таком случае для повышения эффективности данного защитного мероприятия можно рекомендовать повторную обработку с интервалом 3–4 недели после первой.

УДК 630\*411(476.6)

Студ. В.А. Дайлид  
Науч. рук. доц. А.И. Блинцов

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

**ОЦЕНКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ СОСНЯКОВ  
ЧУДИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ГЛХУ «ГАНЦЕВИЧСКИЙ  
ЛЕСХОЗ» И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ  
ИХ УСТОЙЧИВОСТИ**

При проведении рекогносцировочного обследования сосняков Чудинского лесничества ГЛХУ «Ганцевичский лесхоз» нами получены данные распределения их по классам биологической устойчивости, которые приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Распределение обследованных сосновых насаждений по классам биологической устойчивости**

Класс биологической устойчивости	Площадь	
	га	%
I	741,5	88,8
II	71,2	8,5
III	22,5	2,7
Всего	835,2	100,0

Из данных таблицы видно, что среди обследованных сосняков лесничества основную часть занимают насаждения первого класса биологической устойчивости – 88,8%; сосняки с нарушенной устойчивостью составляют 8,5%; утратившие устойчивость – 2,7%. В насаждениях второго и третьего классов устойчивости было заложено 6 пробных площадей для установления санитарного и лесопатологического состояния обследованных насаждений, в которых отмечались поврежденных корневой губкой и стволовыми вредителями. На пробных площадях производился сплошной пересчет деревьев по ступеням толщины и категориям лесопатологического состояния. При анализе модельных деревьев на пробных площадях обнаружены повреждения стволовыми вредителями, которые приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Видовой состав и встречаемость ксилофагов на сосне**

Виды ксилофагов	Встречаемость, %	Оценка
Отряд жесткокрылые <i>Coleoptera</i>		
Семейство короеды – <i>Scolytidae</i>		
Большой сосновый лубоед – <i>Tomicus piniperda</i> L.	17	низкая
Вершинный короед – <i>Ipsacuminatus</i> Eich.	100	высокая
Шестизубчатый короед – <i>Ips sexdentatus</i> Boern.	67	средняя

Были установлены показатели численности и развития короедов [1]. В таблице 3 представлены показатели численности вершинного короеда.

**Таблица 3 – Популяционные показатели вершинного короеда**

Модель	Плотность		Продукция		Энергия размножения	
	шт./дм <sup>2</sup>	оценка	шт./дм <sup>2</sup>	оценка	абсолютная	оценка
1	6,3	высокая	10,9	высокая	1,7	средняя
2	3,9	средняя	7,2	средняя	1,8	средняя
3	5,3	средняя	9,2	высокая	1,7	средняя
4	5,8	средняя	9,7	высокая	1,7	средняя
5	3,4	средняя	6,8	средняя	2,0	средняя
6	2,5	низкая	5,9	низкая	2,4	средняя

Исходя из таблицы 3 можно сказать, что численность старых жуков у вершинного короеда колеблется от 2,5 до 6,3 шт./дм<sup>2</sup> поверхности коры заселенного дерева, а число отродившихся жуков молодого поколения составляет от 5,9 до 10,9 шт./дм<sup>2</sup>. Энергия размножения у вершинного короеда оказалась близкой к средней, что предполагает наличие благоприятных условий для его развития.

Санитарное состояние сосняков характеризуют объемы текущего и естественного отпада. Оценка состояния сосновых насаждений на наших пробных площадях приведена в таблице 4.

**Таблица 4 – Оценка состояния сосновых насаждений**

Номер пробной площади	Тип леса	Возраст, лет	Отпад, шт./%			
			текущий		общий	
			не заселенные	заселенные	всего	в т. ч. заселенные
1	С. мш.	68	1/2,2	36/39,6	49/53,8	48/52,7
2	С. мш.	70	2/1,9	42/43,7	55/53,4	53/51,5
3	С. мш.	75	8/5,9	49/36,3	69/51,1	61/45,2
4	С. бр.	73	3/3,1	22/22,9	33/34,4	30/31,3
5	С. вер.	80	6/5,2	39/33,6	53/45,7	47/40,5
6	С. чер.	75	2/2,2	9/9,7	14/15,1	12/12,9

В сосновых насаждениях текущий отпад по сравнению с естественным значительно выше на всех пробных площадях и он полностью не заселен. Наблюдается накопление общего отпада, что свидетельствует о необходимости проведения санитарно-оздоровительных мероприятий. Выше отпад в мшистых сосняках.

В результате обследований в Чудинском лесничестве составлена база данных сосновых древостоев, нуждающихся в проведении санитарно-оздоровительных и других защитных мероприятий. Для этих насаждений разработаны соответствующие мероприятия, позволяющие повысить устойчивость и улучшить состояние сосняков (таблица 5).

**Таблица 5 – Проект мероприятий по защите сосновых насаждений от стволовых вредителей**

Наименование мероприятий	Номер квартала	Объем работ
<b>Надзор за вредителями</b>		
Текущее лесопатологическое обследование, га	6, 8, 17, 18, 20, 27, 41, 42, 44, 45, 52	741,5
Рекогносцировочный надзор, га	1, 2, 4, 16, 17, 18, 19, 26, 27, 41, 46, 48, 49, 54, 55	71,2
Детальный надзор, га	1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 18, 19, 20, 26, 27, 40, 41, 44, 46, 48	22,5
Феромонный надзор, га	1, 2, 5, 16, 26, 40, 41, 44, 46	45,3
<b>Санитарно-оздоровительные мероприятия</b>		
Выборочные санитарные рубки, м <sup>3</sup> /га	1, 2, 4, 16, 19, 26, 41, 46, 48, 49, 54, 55	698/44,4
Сплошные санитарные рубки, м <sup>3</sup> /га	1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 18, 19, 20, 26, 27, 40, 41, 44, 46, 48	6 172/22,5
Очистка леса от захламленности, м <sup>3</sup> /га	1, 2, 17, 18, 26, 27, 46	440/26,8

Основным показателем, характеризующим экономическую эффективность планируемых мероприятий, является их окупаемость. Нами рассчитаны основные технико-экономические показатели планируемых мероприятий которые приведены в таблице 6.

**Таблица 6– Техничко-экономические показатели мероприятий**

Показатель	Вид рубки	
	выборочная санитарная рубка	сплошная санитарная рубка
Объем работ всего, м <sup>3</sup> /га	698 / 44,4	6 172 / 22,5
В т. ч. на 1 га	80,0	274,3
Себестоимость рубок, руб.		
– на 1 га	1 371,36	4 247,71
– всего	60 888,38	95 573,48
Трудозатраты, чел.-дн.		
– на 1 га	7,33	5,99
– всего	325,45	134,78
Доходы от реализации ликвидной древесины, руб.		
– на 1 га	1 914,0	6 951,0
– всего	84 981,6	133 897,5
Окупаемость	1,4	1,4

Окупаемость при проведении выборочных санитарных рубок и сплошных санитарных рубок в сосняках составляет 1,4.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Харитоновна, Н.З. Лесная энтомология / Н.З. Харитоновна. – Минск: Высшая школа, 1994. – 356 с.

УДК 632.78:565.78

Маг. В.С. Смурага

Науч. рук. доц. А.И. Блинцов

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ КАШТАНОВОЙ  
МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ – ВРЕДИТЕЛЯ КОНСКОГО  
КАШТАНА ОБЫКНОВЕННОГО В г. МИНСКЕ**

Каштановая минирующая моль, или охридский минёр (*Cameraria ohridella* (Desh. et Dimic) – инвазивный вид чешуекрылых из семейства молей-пестрянок, являющийся в настоящее время главным вредителем конского каштана обыкновенного, повреждающим его листву. В Минске, где кроме каштана обыкновенного встречается и каштан конский мясокрасный, значительно повреждаются оба вида. В результате такого рода повреждений снижаются не только декоративность, но и устойчивость растений конского каштана.

Впервые имаго охридского минёра были отмечены в 1984 г. в окрестностях Охридского озера в Македонии югославскими энтомологами. В 1986 году этот минер описан ими в качестве нового для науки вида по сборам 1984-1985 гг., проведенным в районе Охридского озера [1].

Македония не является родиной этого фитофага, но точных сведений о его происхождении в настоящее время нет. Предположительно каштановая моль могла попасть в Македонию из Китая или Северной Америки, где произрастает 15 видов каштанов этого рода. Спустя некоторое время было зафиксировано постепенное распространение вида на север. На протяжении всего нескольких лет каштановая минирующая моль заселила территории Хорватии. В последующие годы вид распространился дальше на восток (Венгрия), север (Чехия) и запад (Австрия и Германия) [2].

Позже появился в Нидерландах, Бельгии. После 2000 г. его ареал значительно расширился, захватил Центральную и Восточную части Европы, в том числе Венгрию, Францию, Грецию, Болгарию, Румынию, Италию, Швецию, Польшу, Англию, Данию [3].

Каштановый минер осуществлял экспансию по территории континента в первые годы со скоростью 50–70 км, в последующие – до 100 км в год [4].

На территорию нашей стране предположительным временем проникновения *C. ohridella* можно считать 2001–2002 гг., когда он достиг пограничных с Брестской областью регионов Польши и Украины. К 2014 году каштановая минирующая моль завершила экспансию по территории Беларуси, продолжив ее по сопредельным регио-

нам Российской Федерации. По мнению ряда специалистов основным способом расселения является транспортировка бабочек, укрывшихся в складках тентов грузовых автомобилей, либо иное перемещение транспортными средствами (в салонах автомобилей, пассажирских железнодорожных вагонах, перемещаемых неплотно упакованных контейнерах и т.д.) [5].

В 2018 году нами в ходе исследований по оценке состояния интродуцированных древесных растений в озеленении г. Минска, имаго первого поколения было обнаружено 26 мая в парке Челюскинцев на стволах конского каштана обыкновенного. Основная масса бабочек концентрировалась на освещенной солнцем стороне. На листьях были обнаружены первые мины, характерные для развития личинок первого возраста. К 12 июня половина листьев была поражена минами. Уровень повреждения листовых пластинок минами превышал 50% (а местами достигал 75%), что существенно снижало декоративные качества конского каштана обыкновенного. Начало окукливания вредителя было отмечено в середине июня и продолжалось до начала июля.

Различия в образе жизни и питании гусеницы *Cameraria ohridellana* разных стадиях развития отразились на форме, окраске и размере образуемых мин, а также на форме и окраске экскрементов – признаках, которые широко используются для идентификации минирующих молей. Это позволяет определять возраст гусениц каштановой минирующей моли непосредственно в полевых условиях, что значительно облегчает проведение мероприятий по мониторингу этого вредителя.

В сквере Янки Купалы 4 июля в минах находились гусеницы старших возрастов и куколки и было обнаружено появление из куколок первых бабочек. Это можно считать началом развития второго поколения. В первой декаде сентября в сквере Янки Купалы наблюдался лет имаго 2-го поколения, и свежие мины гусениц первого возраста. Проведенный нами в ноябре анализ соотношения уходящих на зимовку в опадающих листьях гусениц и куколок *Cameraria ohridella* приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Соотношение гусениц и куколок, уходящих назимовку**

Место сбора материала	Количество гусениц в листьях, %	Количество куколок в листьях, %
Сквер Янки Купалы	17,7%	82,3%
Ул. Волгоградская, 4а	10,9%	89,1%
Ул. Свердлова, 24	41,7%	58,3%

Из данных таблицы 1 следует, что большинство гусениц успевают окуклиться к зиме. В то же время, мы не можем оценить состояния гусениц в опавших листьях. Можно предположить, что часть из них успеет окуклиться, а остальные – погибнут, а возможно перезимуют.

Нами составлена фенограмма развития вредителя *Cameraria ohridella* в г. Минске (рисунок 1).

Месяцы	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь			Ноябрь-апрель																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	декады	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	Зимовка																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1 год (2018)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

УДК 630\*4

Студ. Н.В. Стрижок  
Науч. рук. доц. Н.П. Ковбаса

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАПАСЫ ЧЕРНИКИ В ФАЛИЧСКОМ  
ЛЕСНИЧЕСТВЕ ГОЛХУ «СТАРОДОРОЖСКИЙ  
ОПЫТНЫЙ ЛЕСХОЗ» И МЕРОПРИЯТИЯ  
ПО ПОВЫШЕНИЮ ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ**

**Введение.** Биологические запасы самой распространенной на территории Беларуси лесной ягоды – черники составляют более 30 тыс. тонн. Она обладает высокими пищевыми и ценными лекарственными свойствами, благодаря чему пользуются повышенным спросом, как на внутреннем, так и на внешнем рынках нашей страны.

В последние десятилетия дикорастущие ягодные растения подвержены сильному антропогенному воздействию (интенсификация лесного хозяйства, радиоактивное загрязнение лесов, осушительная мелиорация, массовые хищнические заготовки, лесные пожары и др.). На состояние ягодных зарослей и их продуктивность отрицательное влияние оказывает парниковый эффект и глобальное изменение климата. Все это приводит к снижению ресурсного потенциала дикорастущих ягодных растений. В связи с этим, требуются научно обоснованные мероприятия по рациональному использованию и охране дикорастущих ягодников.

Целью работы являлось изучение особенностей распространения черники в Фаличском лесничестве, и разработка мероприятий по повышению продуктивности и рациональному использованию данного ягодного растения.

**Основная часть.** Черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) относится к семейству брусничные. Наряду с другими видами этого семейства – голубикой, клюквой, брусникой – она очень широко распространена в лесах республики. По данным Д. А. Телишевского [1] черника растет преимущественно на бедных песчаных почвах, обычно кислых с незначительным количеством извести. Самые лучшие условия для черники имеются в сосновых и сосново-еловых лесах, где она в зависимости от их возраста образует сплошные заросли. По сведениям В. И. Парфенова и др. [2], в Беларуси черника встречается в брусничных, черничных и сфагновых типах леса, наибольшая урожайность отмечена в условиях В<sub>3</sub> и В<sub>3</sub>-В<sub>4</sub>, в Литве основные массивы черничников сосредоточены в условиях В<sub>2</sub>-В<sub>3</sub> [3, 4].

Для изучения распространения черники в Фаличском лесничестве из таксационного описания, базирующегося на материалах лесоуст-



ройства 2016 г, были выбраны и занесены в базу данных, созданную в системе Windows MS Excel, все выдела насаждений, где проективное покрытие черники равнялось или превышало 5%.

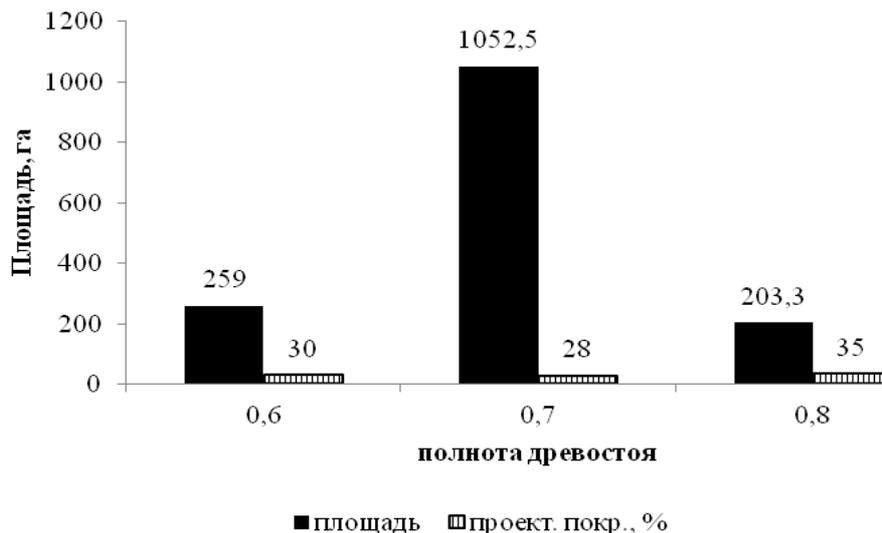
В таблице 1 приводится распределение черничников в древостоях разного породного состава.

**Таблица 1 – Распространение черничников лесничества по породам, га/%**

Порода	Площадь		Средневзвешенное проективное покрытие, %
	га	%	
сосна	1 401,4	89,7	24
береза	135,1	8,7	39
ель	22,3	1,4	–
дуб	1,2	0,1	–
осина	2,2	0,1	–
Итого	1 562,2	100,0	29

Как видно из таблицы, ягодники черники занимают в лесничестве площадь 1562,2 га. Черничники выявлены с сосновых, еловых, березовых, дубовых и осиновых древостоях. Однако практически 90% всех ягодников сосредоточено в сосняках. В березняках имеется всего 135,1 га черничников или 8,7%. В остальных насаждениях этот показатель очень не значителен. Среднее проективное покрытие составляет 24%. В Березняках этот показатель немного больше – 31%.

На рисунке 1 показано распространение черничников и их среднее проективное покрытие в насаждениях разной полноты.

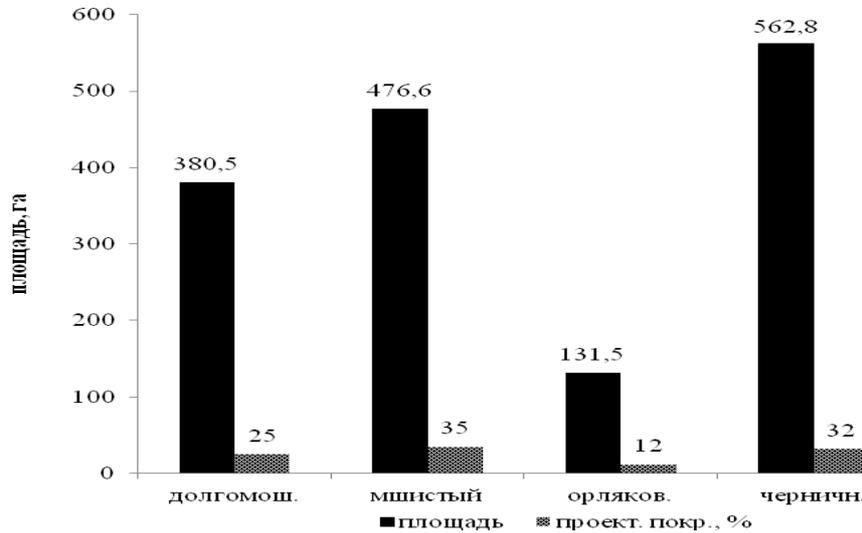


**Рисунок 1 – Площади и проективное покрытие ягодников в насаждениях разной полноты**

В древостоях с полнотой 0,7 сосредоточено 67,6 % всех черничников, с полнотой 0,8–13,0 % черничников, с полнотой 0,6–16,6 %. Средневзвешенное проективное покрытие черничников в этих насаж-

денях колеблется от 28 до 35%.

Среднее проективное покрытие черничников в мшистых и черничных типах леса наибольшее – 30,8 и 36,5% соответственно, здесь ягодники чаще всего встречаются (рисунок 2) и наиболее распространены. Меньше всего этот показатель в орляковых типах леса.



**Рисунок 2 – Распространение черничников и проективное покрытие ягодников в насаждениях разных типов леса**

Наиболее благоприятными являются эдафотопы  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ , здесь сосредоточено 78% всех ягодников лесничества.

На территории Фаличского лесничества нами выделены хозяйственно-ценные участки леса, где проективное покрытие ягодника не менее 30% и площадь занимаемая ягодниками не менее 9 га. (таблица 2). Здесь целесообразно не только планировать промышленную заготовку ягод, но также проводить лесохозяйственные мероприятия по повышению продуктивности ягодников, организовывать фенологические наблюдения для прогнозирования урожая черники.

**Таблица 2 – Биологический и эксплуатационный запас черники по Фаличскому лесничеству**

Показатели	Всего по лесничеству	Хозяйственно ценные участки
Площадь, га.	1 563,8	228,6
Запас черники биологический, т.	42 3512,6	63 221,8
Запас черники эксплуатационный, т.	211 756,3	31 610,9

Общая площадь хозяйственно-ценных участков составляет 228,6 га. Эксплуатационный урожай черники здесь равен 31 610,7 кг.

С целью создания лучших условий для произрастания черники, были подобраны участки насаждений с полнотой 0,8, имеющие хозяй-

ственно-ценные заросли ягодников. Полнота материнского полога этих насаждений снижается проведением проходных рубок до 0,7.

Рубки следует проводить зимой по снежному покрову с использованием колесной техники и вывозке древесины в сортиментах, что снижает повреждение ягодников.

Расчет экономических показателей проведения запланированной проходной рубки показал, что показатель окупаемости затрат составил 1,7.

Изреживание материнского полога древостоя и создание оптимального светового режима для нижних ярусов растительности приводит к возрастанию урожая ягод черники за 4–6 лет в среднем в два раза.

Это повышение урожая будет определяться двумя факторами:

1) увеличение репродуктивной способности черники из-за улучшения светового режима на второй и третий годы: в среднем это увеличение составит примерно по 20% ежегодно;

2) с четвертого по шестой год будет действовать фактор, связанный с появлением молодых растений черники и вступлением их в фазу плодоношения, то есть увеличится проективное покрытие ягодника. Прогноз биологического урожая черники после проведения рубок показывает, что на шестой год после рубки он превысит в два раза тот, который был до ее проведения и составит 6096 т.

Вырастет и прибыль от заготовки и реализации ягод черники: если в 2109 г до проведения рубок она составит 1453 руб., то на 6-ой год после рубки – 2896 руб.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Телишевский Д.А. Заготовка недревесной продукции леса. – М., 1973. – 110 с.

2. Парфёнов В.И., Козловская Н.В., Шабанский Н.И. Распространение и перспективы использования дикорастущих ягодников Белоруссии. – Киров, 1972. – 145 с.

3. Буктус В.Ф., Бурюнене Д.К., Бальчюнене В.А. Распространение важнейших ягодных растений в Литовской ССР и изменение их площадей с 1962 по 1972 год: Обзор.информ./ АН. Латвийская ССР. – Вильнюс, 1976. – 170 с.

4. Телишевский Д.А. Комплексное использование недревесной продукции леса. – М., 1990. – 218 с.

УДК 630\*443.3

Студ. А.В. Бубен, студ. П.В. Пацукевич  
Науч. рук.ассист. М.О. Середич, декан ЛХФ В.А. Ярмолевич  
(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШТАММА ГРИБА *ASPERGILLUS SP3 IN VIVO* В ЗАЩИТЕ ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ОТ ВЕРШИННОГО КОРОЕДА**

В настоящее время основой лесозащитных мер в комплексных очагах усыхания сосны является проведение санитарных рубок, которые не всегда являются эффективными. В связи с этим особую актуальность приобретает поиск новых методов и средств защиты, в частности, выявление естественных «врагов» вершинного и других видов короедов и применение их в насаждениях для сдерживания роста и снижения численности вредителей. В частности, актуальным является поиск энтомопатогенных грибов, перспективных для использования в качестве регуляторов численности короедов. К примеру, некоторые виды грибов рода *Aspergillus* в природе составляют особую группу патогенов насекомых. Эти грибы, в основном, типичные сапрофиты, однако они также способны развиваться, плодоносить и выделять токсины в тканях живых насекомых, вызывая их гибель с типичными симптомами [1].

Для поиска энтомопатогенного вида в очагах комплексного усыхания нами были собраны коллекции особей вершинного короеда. Из ослабленных и мертвых жуков вершинного короеда в лабораторных условиях были выделены чистые культуры грибов и идентифицированы по морфологическим признакам. Для данной работы нами был отобран один из изолятов гриба, *Aspergillus sp.3*, ввиду того, что он чаще всего выделялся из мертвых особей ксилофага (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Погибший вершинный короед, инфицированный грибом *Aspergillus sp.3***

Обработка штабелей заготовленной древесины водным смывом спор гриба *Aspergillus* sp.3 в трех различных концентрациях ( $1 \times 10^6$ ,  $2 \times 10^6$ ,  $3 \times 10^6$ ) проводилась в Литвянском лесничестве Негорельского учебно-опытного лесхоза в 196 квартале 20 выделе.

Трехметровые сортименты были заготовлены после проведения сплошных санитарных рубок. Через три недели после опрыскивания сортименты переносили в лабораторию и проводили анализ смертности жуков, также измеряли количество маточных камер и длину ходов. Результаты опыта приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Биологическая эффективность штамма *Aspergillus* sp.3 от вершинного короеда на заготовленной древесине**

Вариант опыта (концентрация спор)	Количество жуков, шт				Эффективность, %
	живые		мертвые		
	молодые	взрослые	молодые	взрослые	
Контроль (вода)	21	12	2	2	12,1
$1 \times 10^6$	125	36	11	7	11,2
$2 \times 10^6$	102	7	21	4	22,9
$3 \times 10^6$	173	20	12	10	23,7

В полевых условиях проводили обработку *Aspergillus* sp.3 разной концентрации, что значительно повлияло на смертность молодых (15%) и взрослых (42%) особей вершинного короеда. Соответственно смертность взрослых особей выше, так как они больше времени находилась под влиянием гриба. Молодые особи выводились по мере течения опыта на 14 и 21 день.

Влияние водных растворов *Aspergillus* sp.3 разной концентрации на развитие жуков под корой (количество маточных камер и длину ходов) приведено в таблице 2.

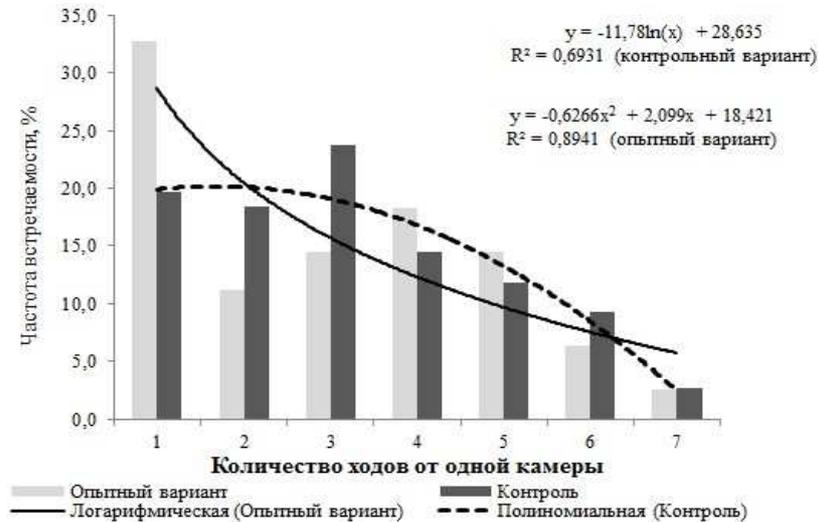
**Таблица 2 – Влияние *Aspergillus* sp.3 на длину ходов и количество маточных камер**

Вариант опыта	Количество маточных камер, шт	Средняя длина хода, см
Контроль (вода)	17	6,0±0,6
$1 \times 10^6$	43	3,5±0,5
$2 \times 10^6$	30	4,1±0,5
$3 \times 10^6$	24	4,9±0,5

Наименьшее количество маточных камер оказалось в сортиментах, обработанных высокой концентрацией спор (24 штуки на 3 метра), что на 41% больше, чем в контроле, при этом средняя длина маточных ходов в контроле больше на 1 см.

Анализ частоты встречаемости количества маточных ходов в

каждой семье показал (рисунок 2), что в опытном варианте преобладают семьи с одним маточным ходом, в контроле же доминировали семьи с тремя, реже одним или двумя ходами.



**Рисунок 2 – Частота встречаемости количества маточных ходов в семье в контрольном и опытном варианте, %**

Проведенные исследования подтверждают патогенность выделенного изолята гриба *Aspergillus* sp.3 по отношению к особям вершинного короеда и перспективность проведения дальнейших его исследований для оценки возможности разработки биопрепарата. Обработка водным смывом спор ветвей сосны обыкновенной не предотвращает заселения древесины короедами, однако не позволяет им вылететь из древесины из-за массовой гибели. Полевые опыты перспективно продолжить, используя различные концентрации суспензии спор и разную кратность обработки древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Сазонов А.А., Звягинцев В.Б. Биологический пожар в сосновых лесах // Лесное и охотничье хозяйство – 2016. – № 6. – С. 9–13.

2 Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию ; сост. : Л. И. Прищепка, Н. И. Микульская, Д. В. Войтка. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип., 2008. – 56 с.

УДК 630\*443.3

Студ. А.А. Бурда; студ. А.А. Семенюк  
Науч. рук. ассист. М.О. Середич, декан ЛХФ В.А. Ярмолович  
(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИ  
АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАСТЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ  
IN VITRO ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ  
ОТ СТВОЛОВЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ**

Одной из глобальных проблем современности является массовое усыхание хвойных насаждений. С 1992 года на территории Республики Беларусь началось масштабное усыхание ели европейской, которое продолжается и по настоящее время. За несколько последних лет усыханию стала подвержена и наша основная лесообразующая порода – сосна обыкновенная. Кроме того, в связи с вступлением в силу новой редакции «Лесного кодекса» расчетная лесосека во многих лесхозах увеличилась почти вдвое. В результате в определенные периоды возникают большие объемы лесозаготовок, древесину с которых своевременно вывезти и переработать на базе существующих мощностей не всегда предоставляется возможным, а значит, ее нужно защитить от заселения стволовыми вредителями.

Давно замечено, что многие растения или отдельные их органы выделяют особые летучие биоактивные вещества – фитонциды, которые угнетают не только вредную микрофлору, но и отпугивают определенные виды насекомых. К сожалению, опыт и регламент применения таких нативных препаратов и летучих биологических веществ растений в защите от ксилофагов в Республике Беларусь в настоящее время отсутствуют. Поэтому необходим поиск натуральных биологических веществ, которые при соответствующем нанесении на поверхность лесоматериалов могли бы дезориентировать ксилофагов или отпугивать их, тем самым снижая вероятность и оттягивая начало заселения и повреждения заготовленной древесины.

Научная гипотеза данной работы заключается в том, что в защите растений от стволовых вредителей одним из основных направлений применения биологически активных веществ растений-нехозяев является дезориентация самцов с целью прерывания половой коммуникации насекомых [1]. Дезориентация насекомых возможна при обработке древесины вытяжками из растений-нехозяев позволит оттянуть сроки заселения заготовленной древесины стволовыми и техническими вредителями.

В качестве растений-нехозяев брали размельченные листья березы пушистой, листья черного чай и молотый кофе. Растительный

материал замачивали горячей водой в отношении 5 грамм на 100 мл воды и настаивали в течении 3-х часов. После этого брали ветви здоровой сосны обыкновенной, обильно смачивали с помощью кисточки полученным раствором. Для сравнения брали отечественные биологические препараты бактериальной природы (таблица 1), которые используются в сельском хозяйстве для защиты зерновых культур от вредителей (10% рабочий раствор).

**Таблица 1 – Перечень и характеристика используемых в опыте препаратов**

Название	Действующее вещество	Концентрация рабочего раствора, %
Бактовен, Ж	споры и продукты метаболизма бактерий <i>Bacillus subtilis</i>	10
Кофе	кофейные масла, кофеин, минеральные соли, кислоты: хлоргеновая, яблочная, уксусная, кофейная, лимонная, никотиновая, тригонеллин (алкалоид)	5
Листья березы	эфирное масло, небольшое количество смолистых веществ, аскорбиновая кислота, флавоноидов и сапонины	5
Ксантрел, Ж	споры и продукты метаболизма бактерий <i>Bacillus subtilis</i> и спорово-кристаллический комплекс <i>Bacillus thuringiensis</i>	10
Чай	алкалоиды, эфирные масла, дубильные вещества, фенольные соединения, аминокислоты, тиамин (В1), рибофлавин (В2), пантотеновая кислота (В3), аскорбиновая кислота (витамин С), никотиновая кислота (РР)	5

Ветвям давали высохнуть в течении 45 минут, затем их помещали в самодельные пластиковые контейнеры (сделанные на основе ПЭТ бутылок), В каждый контейнер клали по 15 особей вершинного короеда, затем контейнеры зарывали герметизирующей пленкой Parafilm M. Повторность опыта трехкратная. Контейнеры помещали в климатическую камеру и результаты инокуляции веток сосны смотрели на 3, 5, 7 и 14 сутки.

Лабораторные опыты показали, что биопрепарат Бактовен, Ж предотвращает заселение более половины объема обработанных ветвей, а его биологическая эффективность составляет 38,9% (таблица 2).

Водная вытяжка из листьев березы не предохраняет древесину от заселения вершинным короедом, однако наличие буровой муки в относительно небольших количествах указывает на то, что жуки неохотно втачиваются в такую древесину.



**Таблица 2 – Показатели заселенности обработанной древесины  
вершинным короедом на 5-й день опыта**

Название	Заселено фрагментов ветвей, %	Биологическая эффективность препарата по отношению к контролю, %
Контроль	72,7	–
Бактовен, Ж	44,4	38,9
Кофе	60,0	17,5
Береза	72,7	0,0
Ксантрел, Ж	66,7	8,3
Чай	63,6	0,0

Следует сказать, что ветви сосны, которые обработаны раствором черного кофе, были заселены примерно так же, как и контроль (на 17,5% меньше), однако интенсивность питания жуков в этом варианте увеличилась в несколько раз.

Полученные данные указывают на перспективу дальнейшего поиска летучих биологически активных веществ растений-нехозяев для защиты заготовленной древесины.

Биопестицид Бактовен, Ж в лабораторных условиях показал довольно высокую биологическую эффективность – 38,9%, что делает его перспективным для последующих испытаний в полевых условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Применение новых подходов в контроле численности лесных насекомых-филлофагов / А. В. Ильиных // Проблемы лесной фитопатологии и микологии = Problems of forest phytopathology and mycology: материалы IX Меж.конф. посвященной 90-летию со дня рождения профессора Н.И. Федорова

УДК 630\*4

Студ. М.И. Шукалович, Д.А. Васильева

Науч. рук. доц. А.В. Хвасько

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОГО  
СОСТОЯНИЯ СУХОДОЛЬНЫХ И ПОЙМЕННЫХ  
ДУБРАВ ПОЛЕССКО-ПРИДНЕПРОВСКОГО  
ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО ОКРУГА**

Дубравы Республики Беларусь подвергаются негативному воздействию комплекса патологических факторов, в результате которых большинство дубовых древостоев характеризуются пониженной биологической устойчивостью. Среди патологических факторов, снижающих устойчивость дубовых насаждений, наибольшее значение имеют фитопатогенные грибы и насекомые-вредители.

Из болезней, вызывающих ослабление пойменных дубрав, наибольшее распространение имеют мучнистая роса, белая заболонная гниль корней, желтовато-белая полосатая и красно-бурая призматическая ядровые гнили, опухолевидный поперечный рак.

Наиболее опасными вредителями являются листогрызущие, галлообразующие, сосущие, минирующие и стволовые.

Целью нашей научно-исследовательской работы было сравнение фитопатологического состояния суходольных и пойменных дубрав Полесско-Приднепровского геоботанического округа.

В ходе полевых исследований в 2016–2018 гг. были проведены рекогносцировочные обследования на площади 768,9 га в пойменных дубовых насаждениях и на площади 1217,6 га в суходольных дубовых насаждениях. В ходе обследования насаждения распределяли по 3 классам биологической устойчивости. Среди обследованных пойменных насаждений преобладали насаждения с нарушенной устойчивостью. Среди суходольных насаждений преобладали устойчивые насаждения. Насаждения, утратившие устойчивость в обоих случаях отсутствовали.

В результате анализа распределения данных рекогносцировочного и детального обследований пойменных дубовых насаждений по причинам повреждения было отмечено, что наиболее распространенными патологическими факторами, вызывающими ослабление пойменных дубрав, являются отмирание ветвей в кроне, происходящее под воздействием ряда абиотических и биотических факторов, и развитие мучнистой росы, поражение дуба желтовато-белой полосатой ядровой гнилью и красно-бурой призматической ядровой гнилью.

Распространенность усыхания ветвей в пойменных дубравах составила 100% независимо от лесоводственно-таксационных показателей насаждений.

Наибольшая площадь пойменных дубрав, пораженных мучнистой росой дуба, отмечается в насаждениях в возрасте от 21 года до 80 лет, а также от 100 до 120 лет (встречаемость болезни – 100%).

Исследования также показали, что в обследованных пойменных дубравах встречаемость мучнистой росы листьев колеблется от 51,0% (при полноте 0,7) и до 100% (при полноте 0,3). При этом четкой зависимости встречаемости болезни от полноты насаждения не наблюдается. В насаждениях с полнотой 0,3 встречаемость составила 100%, что свидетельствует о формировании благоприятных условий для распространения спор гриба в низкополотных насаждениях.

Обследованные пойменные дубравы были представлены насаждениями трех типов леса: дубрава пойменная, дубрава злаково-пойменная и дубрава прируслово-пойменная. В дубравах пойменных и злаково-пойменных встречаемость мучнистой росы листьев составила 100%, а в прируслово-пойменных встречаемость мучнистой росы листьев находилась в пределах от 28,4% до 100%.

С повышением возраста древостоя пойменные дубравы в значительной степени поражаются гнилевыми болезнями, в первую очередь стволовыми и корневыми гнилями. Встречаемость желтовато-белой полосатой ядровой гнили составляет 100,0% как в редине с полнотой 0,3, так и в насаждениях с полнотой 0,5–0,6. С уменьшением примеси других пород в составе пойменного дубового насаждения увеличивается его пораженность желтовато-белой полосатой ядровой гнилью. Так с примесью 2–3 единицы в составе насаждения встречаемость данного заболевания составляет 47,9%, а в чистых дубравах или с примесью других пород в количестве одной единицы – 100,0%. Также установлено, что с повышением продуктивности насаждения наблюдается снижение поражения дуба желтовато-белой полосатой ядровой гнилью.

Красно-бурая призматическая ядровая гниль встречается как в чистых, так и в смешанных высоковозрастных (110 лет и старше) дубовых насаждениях, средне- или низкополотных, произрастающих по третьему или четвертому классу бонитета в типе леса дубрава прируслово-пойменная. С увеличением возраста насаждений увеличивается и их пораженность патогеном. Такая же закономерность наблюдается в средне- и высокополотных насаждениях, что связано с близким расположением и соприкосновением корневых систем, создающих благоприятные условия для передачи инфекции от зараженных

корней к здоровым.

Кроме этого на дубе были отмечены морозные трещины (встречаемость 13,6%), которые являются следствием резкого снижения температур в зимний период.

В дубравах по суходолу среди наиболее распространенных патологических факторов выявлены мучнистая роса (встречаемость – 68,1%), опухолевидно-поперечный рак (10%) и желтовато-белая полосатая ядровая гниль (12,4%). Кроме этого на дубе были отмечены морозные трещины (3,8%).

Наиболее существенный ущерб насаждениям причинен в результате поражения ложным дубовым трутовиком, который вызывает желтовато-белая полосатая ядровая гниль.

Лесопатологическое обследование показало, что интенсивность поражения ложным дубовым трутовиком зависит от возраста древостоя и других лесоводственных факторов.

Поражение насаждений дуба отмечено уже в III классе возраста, однако, наибольшие площади пораженных дубрав – в насаждениях VI–VII классах возраста, произрастающих в черничном (35,9%) и папоротниковом (27,0%) типах леса.

С увеличением полноты насаждений встречаемость больных деревьев снижается. Наибольший процент пораженных ложным дубовым трутовиком дубрав наблюдается при полноте 0,6 и 0,7 или 35,6% и 27,8% соответственно от площади обследуемых древостоев.

Наиболее сильно поражены насаждения II класса бонитета (46,9%). Повышенное заражение связано с ухудшением условий местопроизрастания, низким уровнем грунтовых вод.

Таким образом, можно отметить, что патологические факторы, оказывающие влияние на фитопатологическое состояние дубрав Беларуси и в конечном итоге приводящие к их ослаблению, достаточно многообразны:

- изменение погодно-климатических условий;
- нарушение паводково-гидрологического режима поймы в результате хозяйственной деятельности человека;
- повреждение ослабленных деревьев дуба вследствие влияния комплексов болезней и стволовых вредителей;
- периодически повторяющееся интенсивное объедание листвы дуба комплексом листогрызущих насекомых.

В связи с этим возникает необходимость в постоянном контроле лесопатологического состояния как суходольных, так и пойменных дубрав, чтобы на ранних стадиях развития патологических процессов с большей эффективностью применять защитные меры.

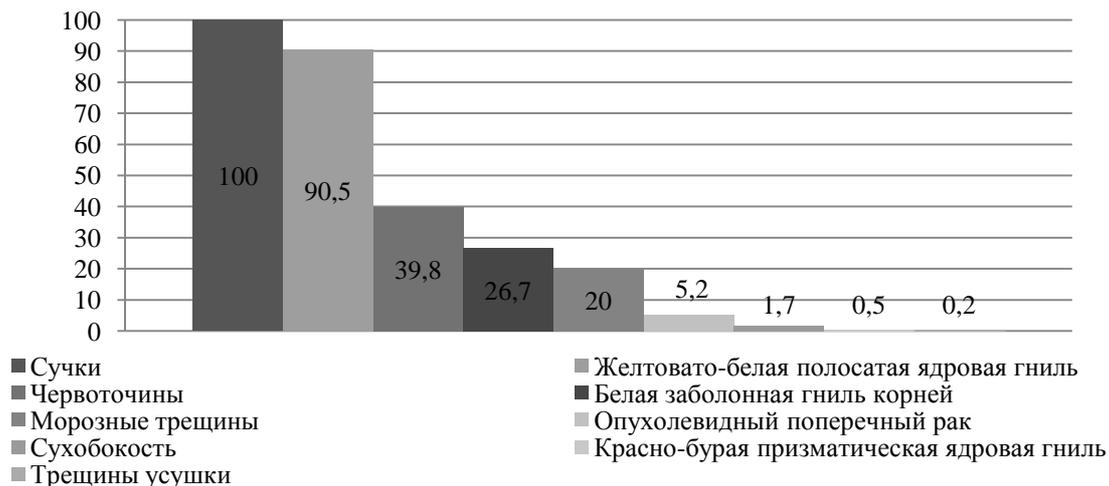
УДК 674.038.15

Студ. М.И. Шукалович, И.Н. Кухта,  
 Науч. рук.: доц. А.В. Хвасько; ассист. Ю.А. Ларина  
 (кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

## ВЛИЯНИЕ СРОКОВ УСЫХАНИЯ ДЕРЕВЬЕВ ДУБА В ПОЙМЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НА ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И КАЧЕСТВЕННЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ

Цель работы – выявить основные пороки, возникающие в сухойстойкой древесине дуба в поймах рек и оценить их влияние на физико-механические свойства и качество заготавливаемых круглых лесоматериалов.

Основные видимые пороки древесины дуба устанавливали по ГОСТ 2140-81 [1]. Распространенность пороков (фаутов) деревьев дуба в пойменных насаждениях оценивалась на растущих деревьях на 14 пробных площадях (всего осмотрено 1324 дерева), а также на заготовленных круглых лесоматериалах, хранящихся на территории ДПК «Лясковичи». Оценка распространенности пороков растущих деревьев дуба показала (рисунок), что основными из них являются сучки (встречаемость 100,0%), морозные трещины (20,0%), трещины усушки (0,2%), червоточины (39,8%), сухобокость (1,7%), опухолевидный поперечный рак (5,2%). Среди грибных поражений на 90,5% деревьев на пробных площадях встречалась желтовато-белая полосатая ядровая гниль, на 0,5% – красно-бурая призматическая ядровая гниль, на 26,7% – белая заболонная гниль корней.



**Рисунок – Встречаемость пороков древесины дуба  
 в пойменных насаждениях, %**

Для оценки физико-механических свойств древесины дуба разного состояния из пойменных насаждений нами было отобрано по

3 модельных дерева из деревьев без признаков ослабления, ослабленных, усыхающих, свежего и старого сухостоя.

Так как согласно Санитарным правилам [2] в пойменных дубравах возможна рубка деревьев только пятой и шестой категорий состояния (свежий и старый сухостой), а перед нами стояла задача провести анализ изменения свойств древесины разного состояния, то для ее выполнения были отобраны модельные деревья без признаков ослабления, ослабленные и усыхающие в суходольных дубравах, наиболее близко расположенных к тем участкам пойменных дубрав, где отбирались модели.

С модельных деревьев брали кряжи длиной 1,5 м на расстоянии 1,3–2,8 м от комля, из которых впоследствии после кондиционирования при комнатных условиях и достижения необходимой влажности изготавливали образцы для определения физико-механических свойств древесины.

Показатели физико-механических свойств древесины определяли в лаборатории кафедры лесозащиты и древесиноведения БГТУ по общепринятым стандартным методикам [3–9] с использованием универсальной испытательной машины MTS Insight 100 и маятникового копра. Вывод данных и их обработка осуществлялись в программах Test Works 4 и Microsoft Excel. Полученные показатели были приведены к нормализованной влажности (12%).

Одним из наиболее важных и объективных физических показателей состояния и качества древесины является плотность. Оценка плотности древесины позволяет с достаточной степенью точности предопределить и другие ее физические, механические и технические свойства. Между плотностью и прочностными свойствами древесины существует тесная связь, т.е. древесина с повышенной плотностью характеризуется и более высокими механическими свойствами.

Плотность древесины при влажности в момент испытания и плотность при влажности 12% определяли на 250 образцах с размерами 20×20×30 мм, по 50 образцов для каждой взятой для анализа категории состояния деревьев дуба.

При использовании древесины в различных отраслях хозяйствования она подвергается воздействию внешних механических нагрузок. Способность древесины сопротивляться действию данных нагрузок характеризуется механическими свойствами. Наибольшее значение имеют такие механические показатели как прочность древесины при сжатии и изгибе, твердость и ударная вязкость [10].

Предел прочности при сжатии вдоль волокон определяли на 250 образцах с размерами 20×20×30 мм, по 50 образцов для каждой

взятой для анализа категории состояния деревьев дуба; предел прочности при сжатии поперек волокон – на 200 образцах с размерами 20×20×30 мм, по 40 образцов для каждой взятой для анализа категории состояния деревьев дуба; предел прочности при статическом изгибе – на 200 образцах с размерами 20×20×300 мм, по 40 образцов для каждой взятой для анализа категории состояния деревьев дуба; торцевую статическую твердость – на 100 образцах с размерами 50×50×50 мм, по 20 образцов для каждой взятой для анализа категории состояния деревьев дуба; ударную вязкость – на 200 образцах с размерами 20×20×300 мм, по 40 образцов для каждой взятой для анализа категории состояния деревьев дуба.

Средние показатели основных физико-механических свойств древесины общего отпада в очагах усыхания ели представлены в таблице.

**Таблица – Физико-механические свойства древесины деревьев дуба разного состояния из пойменных насаждений**

Категория состояния	Плотность ( $\rho_{12}$ ), кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа	Предел прочности при сжатии поперек волокон, МПа	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Торцевая статическая твердость, Н/мм <sup>2</sup>	Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup>
Деревья без признаков ослабления	685,4	57,5	5,8	107,9	67,4	76,0
Ослабленные	685,0	53,6	5,5	106,7	65,9	75,5
Усыхающие	680,1	52,9	5,2	104,8	62,4	73,7
Свежий сухостой	663,7	51,6	5,1	97,3	61,5	68,9
Старый сухостой	640,1	48,9	4,9	96,6	60,7	68,1

При влажности 12% плотность древесины свежего и старого сухостоя по сравнению с древесиной без признаков ослабления снижается на 3,2 и 6,6% соответственно, предел прочности при сжатии вдоль волокон – на 10,3 и 15,0%, предел прочности при сжатии поперек волокон – на 12,1 и 15,5%, предел прочности при статическом изгибе – на 9,8 и 10,5%, твердость – на 8,8 и 9,9%, ударная вязкость – на 9,3 и 10,4% соответственно.

Анализ динамики физико-механических свойств показал, что с увеличением продолжительности времени после образования сухостоя эти показатели уменьшаются. Причиной их снижения является возникновение и развитие дереворазрушающих грибов, действие стволовых вредителей, а также воздействие сезонных изменений дру-

гих биотических и абиотических факторов. В местах развития стволовых вредителей и грибов кора быстро отмирает и отслаивается от ствола дерева, активно происходит развитие синевы и заболонной гнили.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения: ГОСТ 2140-81. – Введ. 01.01.1982. – Москва: Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР, 1981. – 144 с.

2 Санитарные правила в лесах Республики Беларусь: постановление М-ва лесного хозяйства Респ. Беларусь от 19.12.2016 № 79 // Нац. правовой интернет-портал Респ. Беларусь. – 31.12.2016. – 8/31603.

3 Древесина. Метод отбора модельных деревьев и кряжей для определения физико-механических свойств древесины насаждений: ГОСТ 16483.6–80. – Введ. 01.01.81. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1986. – 7 с.

4 Древесина. Метод определения плотности: ГОСТ 16483.1–84. – Введ. 01.07.85. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1986. – 7 с.

5 Древесина. Метод определения статической твердости: ГОСТ 16483.17–81. – Введ. 01.01.83. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1986. – 6 с.

6 Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон: ГОСТ 16483.10–73. – Введ. 01.07.74. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1986. – 7 с.

7 Древесина. Методы определения условного предела прочности при сжатии поперек волокон: ГОСТ 16483.11–72. – Введ. 01.01.73. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1986. – 7 с.

8 Древесина. Методы определения предела прочности при статическом изгибе: ГОСТ 16483.3–84. – Введ. 01.07.85. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1986. – 7 с.

9 Древесина. Методы определения ударной вязкости при изгибе: ГОСТ 16483.4–73. – Введ. 01.07.74. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1986. – 5 с.

10 Федоров, Н. И. Древесиноведение и лесоматериалы. Практикум / Н. И. Федоров, Э. Э. Пауль. – Минск: БГТУ, 2006. – 292 с.



УДК 595.768.24

Студ. П.А. Рыжкин; студ. Н.В Николаенко; студ. Т.С. Милейко,  
Науч. рук.ст. преп. В.Н. Кухта  
(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

**ПОКАЗАТЕЛИ ЧИСЛЕННОСТИ И РАЗВИТИЯ  
ВЕРШИННОГО КОРОЕДА (*IPS ACUMINATUS* GYLL.)  
НА ЛОВЧЕЙ ДРЕВЕСИНЕ**

**Введение.** В настоящее время в сосняках Беларуси наблюдается вспышка массового размножения вершинного короеда (*Ips acuminatus* Gyll.). В 2017 г. санитарно-оздоровительные мероприятия в ослабленных сосняках были проведены на площади более 121 тыс. га, а в 2018 г. на площади почти 189 тыс. га. За эти годы было вырублено 7,1 и 11,5 млн. м<sup>3</sup> древесины соответственно. Однако рубка усыхающих и сухостойных сосен, заселённых вершинным короедом, с характерными симптомами усыхания обеспечивает в вегетационный период уничтожение только молодого поколения. Родительское к этому времени мигрирует на другие деревья, которые не имеют внешних признаков заселения, и не могут быть выявлены в первый месяц после нападения на них короедов.

Ловчая древесина, выложенная в очагах вершинного короеда, позволяет привлечь как родительских, так и молодых особей. Своевременная утилизация такой древесины позволяет провести борьбу одновременно и с молодым, и с родительским поколениями короедов, не допуская их миграции за пределы очага. Наблюдения за популяцией вершинного короеда проводились с целью получения данных по его численности и развитию на ловчей древесине. В последствии их сравнивали с аналогичными на растущих деревьях. Такой подход позволил дать заключение о целесообразности применения ловчих деревьев для регулирования численности вершинного короеда.

**Методика работ.** В работе использовали данные, полученные в Негорельском учебно-опытном лесхозе. Лесхоз расположен в центральной части республики. Сбор материала проводили в апреле – первой половине июля 2018 г. В это время было проанализировано 7 ловчих деревьев сосны, выложенных в марте как деревья с кронами. Деревья были выложены на вырубке и находилась в условиях хорошей освещенности. Они подвергались энтомологическому анализу по принятым в лесной энтомологии методикам [1].

**Результаты и обсуждение.** В таблице 1 отражены параметры микропопуляций вершинного короеда в период его развития на ловчих деревьях.

Таблица 1 – Популяционные показатели вершинного короеда

Показатель	N	M	min	max	Оценка	
Плотность поселения, экз./дм <sup>2</sup>	♂	7	3,17±0,57	2,42	4,08	высокая
	♀	7	12,74±2,37	9,16	17,45	высокая
	общая	7	15,91±2,90	11,58	21,53	высокая
Коэффициент полигамности	7	4,02±0,29	3,55	4,35	–	
Продукция, экз./дм <sup>2</sup>	7	9,20±4,34	3,82	14,53	средняя	
Короедный запас, экз.	7	14257±6758	6362	25941	–	
Короедный прирост, экз.	7	7763±4663	2815	16947	–	
Энергия размножения	7	0,57±0,24	0,25	0,94	низкая	
Протяженность района поселения, м	7	11,4±2,2	7,8	14,7	–	
Длина маточного хода, мм	342	58±3	16	160	средние	

Таким образом, на ловчих деревьях плотность поселения *I. acuminatus* оценена как высокая [1], продукция – средняя, энергия размножения – низкая. Однако самки этого вида заселяют последовательно как минимум 2 дерева, значит, энергию размножения для поколения необходимо удвоить, то есть на ловчих деревьях численность вершинного короеда не убывает. Значения коэффициента полигамности говорит о том, что в семье среднем на 1 самца приходится 4 самки. На 1 ловчем дереве селится более 14 тыс. родительских особей, а отрождается почти 8 тыс. молодых жуков. Маточные ходы по длине оценены как короткие (55,9%), средние (33,0%) и длинные (11,1%) [1]. Преобладание первых, вероятно, связано с высокой плотностью поселения родительских жуков.

В таблице 2 дано сравнение средних показателей численности и развития вершинного короеда на ловчих и на растущих деревьях.

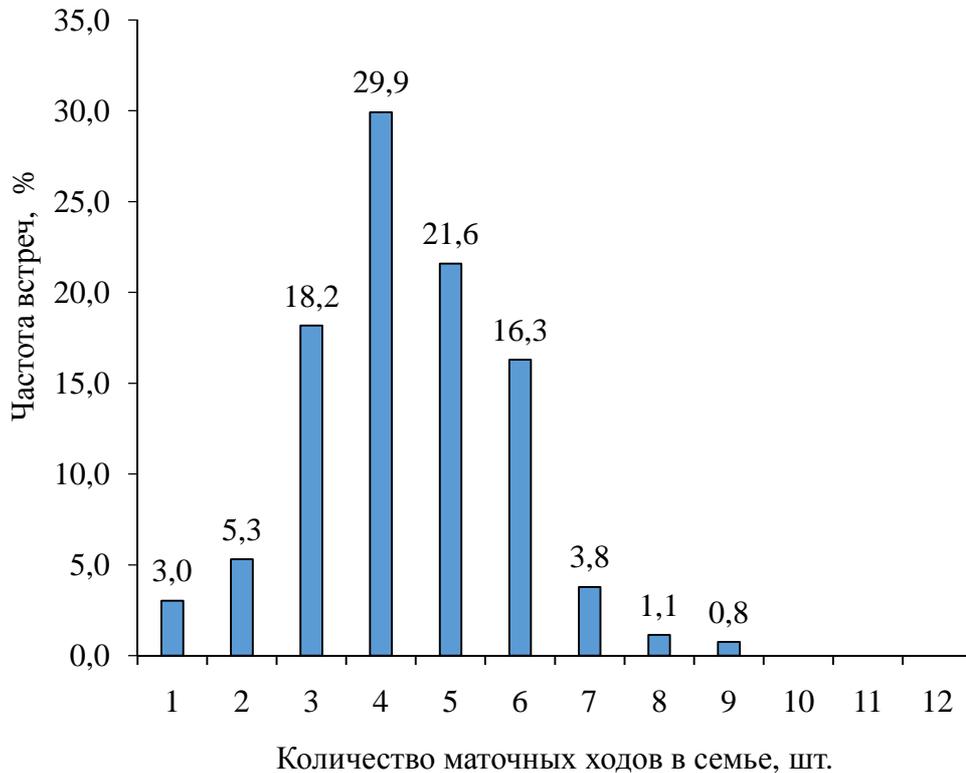
Таблица 2 – Сравнение средних популяционных показателей *I. acuminatus* на ловчих и растущих деревьях

Показатель	Ловчие деревья	Растущие деревья	
Плотность поселения, экз./дм <sup>2</sup>	♂	3,17±0,57	3,00±0,47
	♀	12,74±2,37	13,60±2,33
	общая	15,91±2,90	16,60±2,79
Коэффициент полигамности	4,02±0,29	4,51±0,19	
Продукция, экз./дм <sup>2</sup>	9,20±4,34	8,66±2,05	
Короедный запас, экз.	14257±6758	15245±9909	
Короедный прирост, экз.	7763±4663	7497±4428	
Энергия размножения	0,57±0,24	0,51±0,07	
Протяженность района поселения, м	11,4±2,2	11,5±3,9	
Длина маточного хода, мм	58±3	68±6	

Анализируя данные таблицы 2, можно сказать, что, в Негорельском лесхозе развитие вершинного короеда происходит одина-

ково как на ловчих, так и на растущих деревьях. Количество особей, заселяющих ловчие деревья практически такое же, как и на растущих деревьях. Иначе говоря, применение ловчих деревьев для отлова жуков вершинного короеда может иметь определенный эффект.

На рисунке показана частота встреч количества маточных ходов в семье вершинного короеда на ловчих деревьях.



**Рисунок – Частота встреч количества маточных ходов в семье вершинного короеда на ловчей древесине**

Мы видим, что семьях вершинного короеда преобладают 3–5 маточных ходов, причем диапазон их количества в семье изменяется от 1 до 9 шт. Похожая ситуация отмечена и на растущих деревьях.

**Выводы.** Развитие вершинного короеда происходит одинаково как на ловчих, так и на растущих соснах. Привлекательность ловчих деревьев для жуков *I. acuminatus* позволяет использовать данный вид ловчего материала как для мониторинга численности, так и для отлова и последующего своевременного уничтожения особей этого вида.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Катаев, О.А. Лесопатологические обследования для изучения стволовых насекомых в хвойных древостоях: уч. пособие / О.А. Катаев, Б.Г. Поповичев; отв. ред. А.В. Селиховкин. – Спб.: Изд-во СПбГЛТА, 2001. – 72 с.

УДК 595.768.24

Маг. И.А. Борисенко,

Науч. рук. ст. преп. В.Н. Кухта

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ВЕРШИННОГО КОРОЕДА  
(*IPS ACUMINATUS* GYLL.) В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ  
БЕЛАРУСИ В 2017–2018 ГГ.**

Весной, по достижении максимальной суточной температуры воздуха +18...+20°C начинается массовый лёт вершинного короеда и заселение перезимовавшими жуками деревьев сосны. Жуки вбуравливаются под кору не только стволов, но и активно осваивают крона деревьев. После спаривания самки прокладывают под корой ходы, которые плотно забиты буровой. В результате этого короедная семья вскоре после заселения быстро распадается. Самки проделывают в ходах ряд отверстий наружу. Они одновременно могут выполнять роль вентиляционных, а также способствовать для доступа самцов и их участия в последующем оплодотворении. Наличие большого количества таких отверстий не дает достоверной информации о численности родительского или молодого поколения вершинного короеда, как и подсчет таких отверстий. В конце хода самки выгрызают площадку неправильной формы, с целью прохождения возобновительного питания [1].

К началу июня подкоровое пространство оказывается полностью освоенным, и жуки покидают ходы, нападая на другие деревья и продолжая откладку яиц. Внешним признаком наступления этой стадии служит появление свежеусохших деревьев в начале или середине июня с ярко-рыжей кроной. Молодое поколение вершинного короеда в это время находится на стадии куколки, реже молодого жука и личинки (как правило встречаются все стадии с преобладанием куколок). Поэтому выборка свежезаселенных деревьев и прочие мероприятия, проводимые с целью регулирования численности короедов, будут направлены сдерживать численность только молодого поколения и мало воздействовать на родительских особей. После того, как перезимовавшие жуки отработают эти деревья, их дальнейшая судьба неизвестна: возможно, они вместе с молодыми участвуют в заселении новых сосен; возможно – погибают.

Поскольку родительские особи последовательно заселяют как минимум 2 дерева, и откладка яиц на них происходит постепенно, то и формирование молодого поколения растягивается на срок не менее месяца. После отрождения молодые жуки здесь же под корой проходят дополнительное питание, а затем вылетают и нападают на новые деревья. В 2017 г. выход из-под коры первых молодых жуков отмечен

10 июля (Любанский лесхоз), а в 2018 г. – уже 18 июня (Негорельский учебно-опытный лесхоз).

К первой декаде августа 2017 г. и второй декаде июля 2018 г. жуки первого поколения уже успели заселить новые деревья, хотя выход из-под коры молодых жуков на деревьях, повторно заселённых родительскими особями, ещё продолжался. Начиная с середины июля до начала августа, образование в древостоях пятен рыжего леса приостанавливается, что объясняется окончанием усыхания деревьев, которое было вызвано развитием на них перезимовавших особей вершинного короеда. Но в конце июля и до середины августа начинается появление новых пятен рыжего леса, которые образуются в результате нападения молодых жуков первого поколения. Этот процесс растянут и больший по масштабам, чем воздействие на сосновые древостои весеннего заселения перезимовавшими особями, он достигает своего максимума в октябре, когда дальнейшее нарастание усыхания деревьев приостанавливается в результате понижения температуры воздуха.

Предполагается, что жуки первого поколения также могут как минимум дважды нападать на деревья, хотя возможно это делают и не все особи. На зимовку в осенний период уходят как жуки первого поколения, которые уже однажды или дважды успели заселить деревья, так и их потомство – второе поколение.

Вершинный короед зимует как на ветвях в кроне заселенного дерева, так и на опавших ветвях, вблизи заселенных деревьев. Кроме ветвей, вершинный короед для зимовки активно заселяет порубочные остатки. В работе использовали собранные в Любанском, Быховском, Пинском и Негорельском лесхозах ветви (57 шт.), заселенные вершинным короедом, особи которого на них зимуют. Ветви собраны и проанализированы с середины ноября 2017 г. до середины марта 2018 г. Снимая кору с таких ветвей, мы отделяли светлых и темных особей. Отдельно подсчитывали мертвых особей, находившихся под корой.

При вскрытии коры было отмечено, что в осеннее время ветви являются благоприятным субстратом не только для размножения вершинного короеда, но и для зимовки взрослых жуков. Под корой встречались молодые светлые жуки (второе поколение), которые после отрождения не вылетели, а прокладывали беспорядочные углублённые в древесину ходы дополнительного питания, в которых и оставались на зимовку, проделывая углубления в древесину. Так же поступали и тёмные жуки родительского поколения, которые прокладывали ходы дополнительного питания после завершения откладки яиц. Иногда жуки встречались в маточных ходах, которые только недавно начали прокладывать, но, не успев отложить яйца,

углубились в древесину и ушли на зимовку. Большое количество жуков обоих поколений под корой свидетельствует, что не только родительские и молодые особи, заселившие и отродившиеся на порубочных остатках, остаются там зимовать. Имеет место налёт жуков вершинного короеда и внедрение их в ветви из сопредельных лесных массивов с целью дополнительного питания и зимовки в благоприятных условиях кормовых ходов. Под корой ветвей в небольшом количестве также встречались куколки и личинки.

В таблице дано сравнение показателей численности и развития вершинного короеда в течение 2017–2018 гг. на растущих деревьях.

**Таблица – Средние показатели численности и развития вершинного короеда**

Показатель		Весеннее и ранне-летнее заселение		Летне-осеннее заселение	
		<i>n</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>n</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
2017 г.					
Плотность поселения, экз./дм <sup>2</sup>	♂	4	3,13±0,51	15	5,00±0,95
	♀	4	13,40±3,34	15	25,79±5,71
	общая	4	16,53±3,84	15	30,85±6,58
Коэффициент полигамности		4	4,26±0,42	15	5,10±0,28
Продукция, экз./дм <sup>2</sup>		4	19,81±13,16	15	4,65±2,71
Энергия размножения		4	1,20±0,73	15	0,18±0,09
Протяженность района поселения, м		4	7,6±4,6	15	10,8±1,4
Длина маточного хода, мм		52	87±8	–	–
2018 г.					
Плотность поселения, экз./дм <sup>2</sup>	♂	9	4,21±1,43	10	5,71±1,06
	♀	9	15,26±5,19	10	28,34±6,47
	общая	9	19,47±6,44	10	34,05±7,45
Коэффициент полигамности		9	3,69±0,77	10	4,93±0,42
Продукция, экз./дм <sup>2</sup>		9	17,62±9,13	10	13,32±9,09
Энергия размножения		9	1,06±0,56	10	0,47±0,40
Протяженность района поселения, м		9	8,9±3,0	10	12,8±2,3
Длина хода, мм		104	68±6	125	49±3

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод, что на протяжении двух лет наблюдений в пределах периодов активного развития ксилофагов наблюдалась схожая тенденция. Средняя плотность поселения самок вершинного короеда при весеннем и раннелетнем заселениях была существенно ниже (почти в 2 раза), а продукция и энергия размножения выше. Причем последний показатель превышал 1, то есть наблюдался рост численности вида. В летне-осенний период резко обострялась внутривидовая конкуренция, по-видимому связан-

ная с повышенной численностью вершинного короеда и ограниченным количеством кормовой базы. Коэффициент полигамности при летне-осеннем заселении принимал значения в пределах 5, в то время как при весеннем и раннелетнем – в пределах 4. В летне-осенний период увеличивались средние значения длины районов поселения и сокращалась длина маточных ходов короедов.

Наши наблюдения показывают, что если плотность поселения родительских особей вершинного короеда (суммарно самцов и самок) находится в диапазоне 10–20 экз./дм<sup>2</sup>, то молодое поколение на таких деревьях формируется успешно и обычно не уступает в численности родительскому. Но при более высоких плотностях поселения внутривидовая конкуренция тормозит развитие молодого поколения, и его численность будет меньше родительского. Это создает возможность разработать экспресс-метод учёта численности вершинного короеда на заселённых деревьях, позволяющий производить упрощённые учёты только родительского поколения (оценку плотности поселения), и по этому показателю судить о продукции и энергии размножения микропопуляции короеда, отвечая на вопрос: произошло ли увеличение популяции вредителя на этом дереве или нет? После соответствующего апробирования этот метод может быть использован для постановки краткосрочного прогноза усыхания сосновых древостоев [2].

Таким образом, сложный цикл развития и высокая миграционная активность вершинного короеда затрудняют проведение мероприятий по регулированию численности его популяций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кухта, В.Н. / Жизненный цикл и параметры микропопуляций вершинного короеда *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) в сосняках Белорусского Полесья // В.Н.Кухта, А.А. Сазонов // X Чтения памяти О.А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах / Т. 1. Насекомые и прочие беспозвоночные животные: матер.международ. конф., Санкт-Петербург, 22–25 октября 2018 г., СПбГЛТУ, 2018. – С. 57–58.

2. Борисенко, И.А. Динамика развития подкорового энтомокомплекса в усыхающих сосновых лесах Беларуси в 2017–2018 гг. / И.А. Борисенко, В.Н. Кухта, А.А., Сазонов // X Чтения памяти О.А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах. Т. 1. Насекомые и прочие беспозвоночные животные: матер.международ. конф., Санкт-Петербург, 22–25 октября 2018 г., СПбГЛТУ, 2018. – С. 16–17.

УДК 595.768.24

Студ. Н.В Николаенко; студ. П.А. Рыжкин; студ. Т.С. Милейко

Науч. рук.ст. преп. В.Н. Кухта

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

**ПОКАЗАТЕЛИ ЧИСЛЕННОСТИ И РАЗВИТИЯ  
ШЕСТИЗУБЧАТОГО КОРОЕДА (*IPS SEXDENTATUS*VOERN.)  
НА ЛОВЧЕЙ ДРЕВЕСИНЕ**

В последнее десятилетие в лесах Беларуси набирает масштаб «короедное усыхание сосны». По интенсивности развития и своим последствиям оно превышает все известные патологии. В настоящее время это явление наиболее распространено в Полесском регионе Беларуси и Украины, затрагивает сопредельные территории Польши и России, продвигаясь в северном, восточном и южном направлениях, и охватывая новые регионы. Не обошло оно и ряд других европейских стран. Сообщения об усыхании сосновых насаждений с похожими признаками в период с 2003 по 2017 гг. поступали из Испании, Германии, Румынии, Словакии, Франции, Швейцарии, Италии, Финляндии [1, 2, 3].

Так, в Беларуси усыхание за 2016 г. составило 1 млн м<sup>3</sup> на площади более 38,5 тыс. га, в т.ч. порядка 3 тыс. га пришлось вырубать сплошными санитарными рубками. В 2017 г. усыхание продолжилось, и санитарно-оздоровительные мероприятия в сосновых насаждениях были проведены уже на площади свыше 121 тыс га в объеме 7,1 млн м<sup>3</sup>, а в 2018 г. – на площади почти 189 тыс. га. За эти годы было вырублено 7,1 и 11,5 млн. м<sup>3</sup> древесины соответственно.

Одним из наиболее опасных стволовых вредителей сосны является шестизубчатый короед, или стенограф (*Ips sexdentatus*Voern.), который отмечался в очагах усыхания в республике еще Б.В. Рывкиным [4]. Данные по численности этого вида в Беларуси немногочисленны. Одним их обязательное наличие является одним из необходимых условий успешной защиты леса и обеспечивает понимание динамики численности лесных насекомых.

В работе использовали данные, полученные в Негорельском учебно-опытном лесхозе. Лесхоз расположен в центральной части республики. Сбор материала проводили в апреле – первой половине июля 2018 г. В это время было проанализировано 7 ловчих деревьев сосны, выложенных в марте как деревья с кронами. Деревья были выложены на вырубке и находилась в условиях хорошей освещенности. Они подвергались энтомологическому анализу по принятым в лесной энтомологии методикам [5].



В таблице отражены параметры микропопуляций шестизубчатого короеда в период его развития на ловчих деревьях.

**Таблица – Показатели численности и развития стенографа на ловчей древесине**

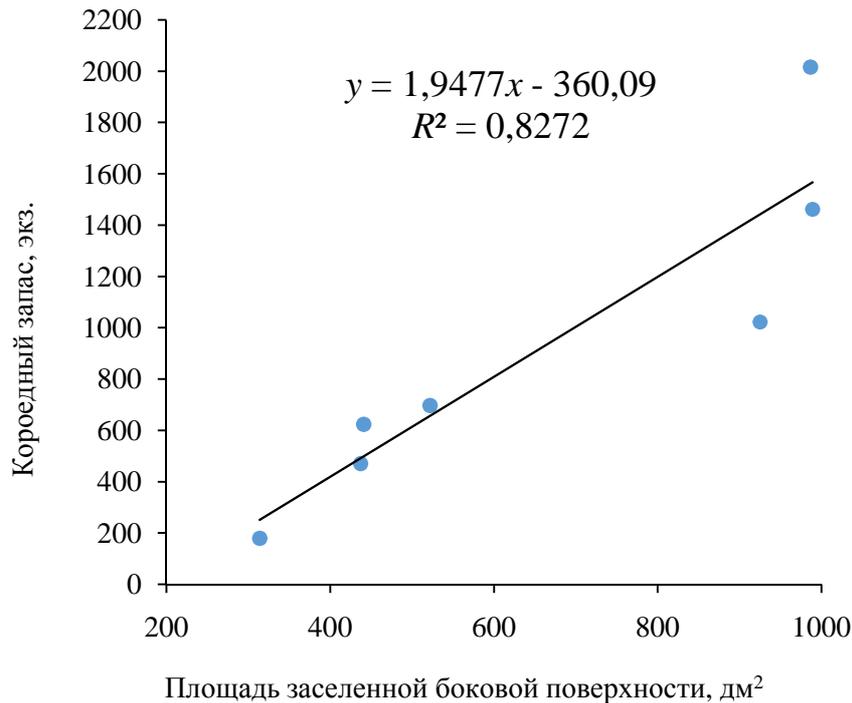
Показатель	N	M	min	max	Оценка	
Плотность поселения, экз./дм <sup>2</sup>	♂	7	0,46±0,22	0,15	0,92	средняя
	♀	7	0,83±0,21	0,42	1,13	средняя
	общая	7	1,29±0,42	0,57	2,04	средняя
Коэффициент полигамности	7	2,04±0,52	1,23	2,79	–	
Продукция, экз./дм <sup>2</sup>	7	2,71±1,91	0,78	6,90	средняя	
Короедный запас, экз.	7	924±584	179	2015	–	
Короедный прирост, экз.	7	1809±1229	341	3603	–	
Энергия размножения	7	2,18±1,44	0,73	5,18	средняя	
Протяженность района поселения, м	7	8,3±3,5	4,0	13,7	–	
Длина маточного хода, мм	342	152±26	35	311	средние	

Таким образом, на ловчих деревьях плотность поселения *I. sexdentatus*, продукция и энергия размножения оценены как средние [5]. Причем значение энергии размножения свидетельствует о росте численности шестизубчатого короеда на ловчих деревьях. Значения коэффициента полигамности говорит о том, что в семье среднем на 1 самца приходится 2 самки. На 1 ловчем дереве селится около 1 тыс. родительских особей, а отрождается почти 2 тыс. молодых жуков. Маточные ходы по длине оценены как короткие (24,1%), средние (51,7%) и длинные (24,1%) [5]. Преобладание средних по длине ходов, вероятно, связано с относительно умеренной плотностью поселения родительских жуков.

Кормообеспеченность маточных ходов или площадь поверхности кормового субстрата, приходящаяся на одну самку, находящаяся в диапазоне величин, обратных максимальному и минимальному значениям плотности поселения самок, изменяется в пределах 0,88–2,38 дм<sup>2</sup>.

Минимальная и средняя площади кормового субстрата, рассчитанные как величины, обратные соответствующим значениям продукции (таблица) на единицу заселенной поверхности, которые обеспечивают выход одного молодого жука, у стенографа равны соответственно 0,14 и 0,37 дм<sup>2</sup>.

На рисунке отражена связь короедного запаса этого вида с площадью заселенной боковой поверхности ловчих деревьев.



**Рисунок – Связь короедного запаса стенографа с площадью заселенной боковой поверхности ловчих деревьев**

Таким образом, достаточно хорошая привлекательность ловчих деревьев для жуков стенографа позволяет использовать данный вид ловчего материала для мониторинга, отлова и последующего своевременного уничтожения особей этого вида под корой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сазонов, А. «Биологический пожар» соснового леса / А. Сазонов, В. Звягинцев // Лесное и охотничье хозяйство. – 2016. – № 6. – С. 9–13.
2. Сазонов, А. Как тушить «биологический пожар»? / А. Сазонов, В. Звягинцев // Лесное и охотничье хозяйство. – 2016. – № 8. – С. 26–32.
3. Мешкова, В. Сосна всихає. Хто винен? / В. Мешкова // Лісовий вісник. – 2016. – № 2. – С. 8–10.
4. Рыўкін, Б. У. Заражанаць лясоў БССР шкоднікамі (па даных лесаэнтэмомолёгічнага абследваньня 1930 году) / Б. У. Рыўкін. – Менск: Сельгасэктар, 1933. – Вып. VII. – 88 с.
5. Катаев, О.А. Лесопатологические обследования для изучения стволовых насекомых в хвойных древостоях: уч. пособие / О.А. Катаев, Б.Г. Поповичев; отв. ред. А.В. Селиховкин. – Спб.: Изд-во СПбГЛТА, 2001. – 72 с.

УДК 630\*443.3 Студ. С.Н. Харкунов

Науч. рук.ст. преп. В.Н. Кухта

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

## **ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОСТРОВЕЦКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

В Островецком лесничестве ГЛХУ «Островецкий лесхоз» основную долю покрытой лесом площади занимают сосновые насаждения. В результате рекогносцировочного обследования, проведенного в сосняках на площади 843,2 га, было установлено, что основными причинами ухудшения лесопатологического состояния сосновых древостоев лесничества являются грибные болезни – пестрая ситовая гниль корней и смоляной рак, а также стволовые вредители. Значительное влияние на санитарное состояние сосняков оказывают ветровал и бурелом.

Наибольшая площадь сосновых насаждений, пораженных корневой губкой, составляет 122,2 га (120,7 га с нарушенной биологической устойчивостью и 1,5 га утративших устойчивость) или 14,5% обследованной площади. Смоляным раком поражено 35,3 га или 4,2 % обследованной площади. На площади 17,1 га в очагах корневой губки было обнаружено заселение деревьев стволовыми вредителями и прежде всего вершинным короедом, большим и малым сосновыми лубоедами. Бурелом и ветровал выявлены на площади 49 га, что составляет 5,8 % от всех насаждений с неудовлетворительным санитарным состоянием.

Пестрая ситовая гниль корней сосны, вызываемая грибом *Heterobasidion annosum*(Fr.) Bref. (русское название – корневая губка), является наиболее распространенным и вредоносным заболеванием сосновых насаждений. Вызываемая корневой губкой пестрая ситовая гниль корней причиняет ущерб из-за ослабления и преждевременного усыхания сосновых древостоев, снижения их продуктивности и технических качеств древесины, увеличения затрат на проведение санитарно-оздоровительных мероприятий и лесовосстановительных работ [1]. Изучение биоэкологических особенностей этого патогена и в первую очередь закономерностей распространения и развития пестрой ситовой гнили корней в сосновых насаждениях с разными лесоводственно-таксационными показателями актуально с точки зрения понимания патологических процессов в сосняках и обоснования защитных мероприятий.

Насаждения Островецкого лесничества поражены корневой губкой в разной степени (таблица 1).

**Таблица 1 – Распределение площади сосновых насаждений, пораженных пестрой ситовой гнилью корней, по степени зараженности**

Степень зараженности	Площадь поражения	
	га	%
Слабая	86,6	70,9
Средняя	34,1	27,9
Сильная	1,5	1,2
Итого	122,2	100,0

Слабая степень выявлена на площади 70,9%, средняя – 27,9%, насаждения пораженные корневой губкой в сильной степени составляют 1,2%, они же отнесены к III классу биологической устойчивости.

Наибольшая пораженность корневой губкой отмечается в насаждениях II и III класса возраста и составляет 17,2 и 17,9% соответственно (таблица 2).

**Таблица 2 – Распределение пораженных пестрой ситовой гнилью корней сосны насаждений по классам возраста**

Класс возраста	Обследованная площадь		Площадь поражения	
	га	%	га	%
I	43,7	5,2	2,4	5,5
II	108,0	12,8	18,6	17,2
III	444,4	52,7	79,6	17,9
IV	231,8	27,5	21,6	9,3
V	15,3	1,8	–	–
Итого	843,2	100,0	122,2	14,5

С увеличением возраста повышается устойчивость сосны к заболеванию. В спелых древостоях очагов данной болезни не обнаружено.

Корневая губка в большей степени распространена в чистых по составу сосняках, которые поражены на 17,4% (таблица 3).

**Таблица 3 – Распространение пестрой ситовой гнили корней в сосновых насаждениях в зависимости от состава**

Состав насаждений	Обследованная площадь		Площадь поражения	
	га	%	га	%
10С–9С	523,7	63,1	92,6	17,4
8С–7С	214,3	25,5	23,2	10,8
6С–5С	96,2	11,4	6,4	6,7
Итого	843,2	100,0	122,2	14,5

Устойчивость сосновых насаждений к возбудителю корневой гнили в значительной степени обусловлена долей участия в древостоях лиственных пород. Так в сосняках с участием в составе примеси лиственных в количестве 2–3 единиц поражены на 10,8%, 4–5 – только на 6,7%.

Максимальная пораженность корневой губкой наблюдается в

сосняках мшистых (21,2% площади насаждений данного типа леса), лишайниковых (19,3%) и вересковых (12,0%). В меньшей степени поражены сосняки орляковые (10,1%) и черничные (5,5%). В Островецком лесничестве наиболее сильно поражены насаждения I – II класса бонитета, которые занимают 117,3 га или 96% от пораженных корневой губкой насаждений. Преимущественно это сосняки мшистые.

По данным обследования корневой губкой в большей степени поражены высокополнотные насаждения, где доля пораженной площади составляет 16,9–21,4% от обследованной. Это объясняется тем, что близкое расположение и соприкосновение корневых систем в древостоях высокой полноты создает благоприятные условия для заражения здоровых сосен от больных. Кроме того, уменьшение доступа солнечных лучей, повышение влажности почвы, образование мощного слоя неразложившейся подстилки в таких насаждениях во многом способствует созданию оптимальных условий для распространения патогена [1]. Последующее развитие корневой губки приводит к значительному снижению полноты и, как правило, расстройству древостоев.

С целью оздоровления сосновых насаждений Островецкого лесничества запроектированы мероприятия, которые позволят повысить их биологическую устойчивость. Их основу составляют санитарно-оздоровительные мероприятия, включающие в себя выборочные и сплошные санитарные рубки (запроектированы на площади 123,9 га и 1,5 га соответственно), уборку захламленности (38 га), выкладку ловчей древесины (10 м<sup>3</sup>). Текущее лесопатологическое обследование рекомендуется провести на площади 843,2 га, рекогносцировочный надзор – 246,1 га, детальный – 10,2 га. Насаждения, требующие проведения рубок ухода занимают площадь 43,3 га. Окупаемость затрат, при проведении запроектированных мероприятий (рубок ухода и выборочных санитарных рубок) составит 1,3 и 1,4 соответственно.

Запроектированные санитарно-оздоровительные и истребительные мероприятия позволят в значительной степени улучшить санитарное и лесопатологическое состояние сосновых насаждений Островецкого лесничества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Негруцкий, С.Ф. Корневая губка / С.Ф.Негруцкий. – Минск: Лесная промышленность, 1973. – 200 с.

УДК 630\*221

Маг. А.С. Маслаков  
Науч. рук. доц. М.В. Юшкевич  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

## **АНАЛИЗ НОРМАТИВОВ РУБОК УХОДА НА СООТВЕТСТВИЕ СОВРЕМЕННЫМ ЛЕСОВОДСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ**

Уход за лесными насаждениями, в т.ч. рубки ухода за лесом, имеет большое значение для лесного хозяйства, он помогает выращивать необходимые лесные растения, обеспечивает защиту от пожаров и выполнение санитарных требований. Нормативные документы, регламентирующие проведение рубок ухода, в последние годы изменялись и дополнялись, приводились в соответствие с требованиями лесной сертификации. Поэтому оценка соответствия организационно-технических элементов рубок ухода современным лесоводственно-экологическим требованиям является весьма актуальной проблемой, требующей исследования и предложения путей ее решения.

Для оценки соответствия основных организационно-технических элементов действующим нормативным документам сравним нормативные показатели с полученными данными на пробных площадях, а также дадим характеристику проведенным проходным рубкам.

На пробной площади 1 рубка проводилась низовым методом – это более подходящий способ для этого состава (удаляются малоценные и отстающие в росте деревья). После рубки состав древостоя стал следующим – 8С1Е1Б. Полнота после рубки – 0,88. Такая высокая полнота обусловлена наличием молодого поколения ели (его количества не хватает для выделения второго яруса). Она существенно выше чем минимально допустимая после рубки (0,7). На вырубке произрастают деревья, подлежащие удалению (кривые, многовершинные и сильно сбежистые), в количестве 16 шт./га (3%) – это удовлетворительный показатель. Помимо этого, на участке есть сухостойные деревья. Способ очистки места рубки – укладка порубочных остатков на волокни. Этот способ очистки выбран не правильно, так как в республике зафиксировано значительное повреждение сосняков вершинным короедом. Поэтому порубочные остатки необходимо было сжечь. Возможно, из-за неправильного способа очистки через один год на вырубке появился очаг усыхания сосны.

На пробной площади 2 полнота до рубки составляла 0,8, полнота после рубки – 0,67 (практически соответствует нормативу). Количество деревьев, подлежащих удалению – 14 шт./га (2%) – это допус-

тимый показатель. Способ очистки места рубки – комбинированный, а именно сбор и сжигание остатков на одной части лесосеки и разбрасывание на другой. Этот способ назначен правильно, и соответствует всем санитарным требованиям.

На пробной площади 3 состав до рубки был 10С+Б+Е, после рубки состав – 9С1Б+Е. Это говорит о неправильно выбранных деревьях в рубке, потому что березу следовало удалить полностью. Полнота на выделе после рубки соответствует нормативу – 0,74. Присутствуют деревья, подлежащие удалению, но их количество допустимо (1,5% от общего количества деревьев). Способ очистки места рубки – комбинированный, а именно сбор порубочных остатков в кучи диаметром до 2,5 м и высотой до 1 м и сжигание остатков на одной части лесосеки и разбрасывание на другой. Этот способ назначен правильно, и соответствует всем санитарным требованиям.

На пробной площади 4 все нормативные требования соблюдены, а все мероприятия назначены правильно. На рубке имеются деревья искривленные, многовершинные и сильно сбежистые в количестве 13 шт./га, они должны были быть удалены в первую очередь. Способ очистки места рубки – комбинированный, а именно сбор порубочных остатков в кучи диаметром до 2,5 м и высотой до 1 м и сжигание остатков на одной части лесосеки и разбрасывание на другой. Этот способ назначен правильно, и соответствует санитарным требованиям.

На пробной площади 5 состав (10С+Б) после рубки не изменился. Полнота до рубки по лесоустроительному проекту – 0,9; после рубки полнота – 0,79(соответствует нормативу). На рубке имеются деревья кривые, многовершинные и сильно сбежистые в количестве 14 шт./га они должны были быть удалены в первую очередь. Сбор в кучи (диаметром до 2,5 м и высотой до 1 м) и сжигание остатков на одной части лесосеки и разбрасывание на другой. Этот способ назначен правильно, и соответствует всем санитарным требованиям.

На пробной площади 6 до начала рубки находился чистый состав – 10С, после рубки состав не изменился. Полнота (0,79) соответствует нормативу. Количество подлежащих удалению деревьев – 1,4% от общего количества (допустимая величина). На участке применялся комбинированный метод очистки: сбор всех порубочных остатков в кучи (диаметром до 2,5 м и высотой до 1 м), но сжигание только некоторых из них. Нарушений по выполнению очистки нет.

На пробной площади 7 до рубки состав был – 10С+Е+Б, после – 10С+Б, полнота после рубки – 0,72 (соответствует нормативному показателю). Способ очистки – сбор всех порубочных остатков в кучи (диаметром до 2,5 м и высотой до 1 м), но сжигание только некоторых

из них. Этот способ назначен правильно, и соответствует всем санитарным требованиям. На вырубке произрастают деревья, подлежащие удалению (кривые, многовершинные и сильно сбежистые), в количестве 5 шт./га (1,1%), что является хорошим показателем.

На пробной площади 1 доля здоровых деревьев составляет 38,9%, а ослабленных и сильно ослабленных, соответственно, – 28,8% и 16,2%, сухостоя на участке 8,7%. Усыхающих также достаточно много – 5,6%. Исходя из вышеуказанного, на участке необходимо провести выборочную санитарную рубку, так как преобладают сильно поврежденные и ослабленные деревья (доля здоровых менее 40%). Таким образом, можно сказать, что проходная рубка не привела к улучшению санитарного состояния и, возможно, к его ухудшению. Вполне вероятно, что в будущем этот участок потребует назначения сплошной санитарной рубки.

На пробной площади 2 доля здоровых деревьев составляет 79,1%, а ослабленных и сильно ослабленных, соответственно, – 13,7% и 1,9%, сухостоя на участке 4,5%. Исходя из долевых соотношений, насаждение следует отнести к первому классу биологической устойчивости (жизнеспособное насаждение). На пробной площади 3 доля здоровых деревьев составляет 81,8%, а ослабленных и сильно ослабленных, соответственно, – 8,9% и 2,6%, сухостоя на участке 4,5%. Исходя из долевых соотношений, насаждение следует отнести к первому классу биологической устойчивости (жизнеспособное насаждение).

На пробной площади 4 доля здоровых деревьев составляет 79,2%, ослабленных и сильно ослабленных, соответственно, – 11,9% и 1,5%, сухостоя на участке 4,1%. Исходя из долевых соотношений, насаждение следует отнести к первому классу биологической устойчивости (жизнеспособное насаждение). На пробной площади 5 доля здоровых деревьев составляет 73,1%, ослабленных и сильно ослабленных, соответственно, – 8,1% и 1,2%, сухостоя на участке достаточно много 14,5%. Такое большое количество сухостоя говорит о некачественном удалении деревьев на рубке. В целом насаждение следует отнести ко второму классу биологической устойчивости. Чистый сосновый древостой на пробной площади 6 на 74,9% состоит из вполне здоровых деревьев. Ослабленные деревья 19,5% – в основном из числа отставших в росте экземпляров. Сильно ослабленные деревья почти отсутствуют – 0,3%. Количество сухостойных деревьев составляет 4,7%. Исходя из долевых соотношений, насаждение следует отнести к первому классу биологической устойчивости (жизнеспособное насаждение). На пробной площади 7 доля здоровых деревьев составляет 79,4%, ослабленных и сильно ослабленных, соответственно, – 13,7% и



2,2%, сухостоя на участке 2,9%. Исходя из долевых соотношений, насаждение следует отнести к первому классу биологической устойчивости (жизнеспособное насаждение).

В обследованных древостоях отмечено увеличение числа деревьев, пораженных стволовыми гнилями настоящего трутовика. Это является характерным практически для каждого обследуемого соснового насаждения. Также обнаружена незначительная пораженность березы повислой березовым трутовиком. Доля повреждений остающихся деревьев достигает 4,5% от общего количества. Часть повреждений возникает при валке и обработке харвестером, остальная – приходится на нарушение технологии использования форвардеров.

Основными видами повреждений с разрушением древесины и без такового были: ошмыг ствола, слом сучьев, обдир коры и порезы ствола, ветвей. Чаще всего повреждалась только кора. Наибольшее количество повреждений приходится на корневую шейку и комлевую часть дерева на высоте 0,3–1,0 м. На пробных площадях 2 и 6 при валке использовалась многооперационная машина харвестер Амкодор 2551. Состояние живого напочвенного покрова говорит о том, что машинная валка более экологична, чем ручная валка.

В целом, можно отметить, что важнейшие организационно-технические элементы при проведении проходных рубок соблюдаются на обследованных участках в полном объеме. Полнота древостоя чаще выше, чем минимально допустимая по «Правилам рубок леса в Республике Беларусь» (на отдельных участках на 12,9–25,7%). Метод рубки ухода на всех обследованных участках соответствует лесоводственным требованиям. Состав после рубок ухода формируется оптимальным и не противоречит требованиям «Правил рубок леса в Республике Беларусь». Имеется незначительное количество деревьев (от 1,1% до 3,0%), подлежащих удалению (многовершинные, сильно-сбежистые и т.д.). Очистка мест рубок на большей части выделов соответствует нормативам. По лесопатологическому состоянию исследуемые сосновые насаждения на большинстве пробных площадей по существующей классификации относятся к категории насаждений с ненарушенной биологической устойчивостью, с преобладанием деревьев без признаков ослабления. В целом, преобладают здоровые деревья (72,3%), имеется некоторое количество ослабленных (14,9%). На участке 5 наблюдается значительное ухудшение санитарного состояния (насаждение с нарушенной устойчивостью). На участке 1 насаждение утратило биологическую устойчивость, т.е. одна из основных целей рубка ухода не была выполнена.

УДК 630\*221

Студ. Д.С. Мисюля; маг. А.С. Маслаков  
Науч. рук. доц. М.В. Юшкевич  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РУБОК УХОДА  
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ  
В ГЛХУ «ПРУЖАНСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Государственное лесохозяйственное учреждение «Пружанский лесхоз» Брестского Государственного производственного лесохозяйственного объединения расположено в северо-западной части Брестской области на территории Пружанского района.

Климатические условия территории, где располагается лесхоз умеренно-континентальные, по сравнению с остальной территорией Беларуси. Они вполне благоприятны для успешного произрастания таких древесных пород как сосна, ель, береза, осина, ольха черная, дуб, ясень и др. Из климатических условий, отрицательно влияющих на рост и развитие древесной растительности, следует отметить:

- поздние весенние (конец июня) и ранние осенние (конец сентября) заморозки;
- неравномерность выпадения осадков;
- периодические засушливые годы.

Объектом проектирования явились сосновые насаждения Линовского лесничества ГЛХУ «Пружанский лесхоз», нуждающихся в проведении рубок ухода за лесом. Линовского лесничества расположено в северо-западной части Брестской области. Сосновая формация в Линовском лесничестве занимает 75,1% от общей площади покрытых лесом земель.

В рубках ухода нуждаются участки на площади 857,3 га, в том числе проходная рубка будет проводиться на площади 460,6 га, прореживание – 198,4 га и прочистка – 132,4 га, что составляет соответственно 53,7%, 23,1% и 15,4%. Среди участков, нуждающихся в рубках ухода, преобладают сосняки мшистые и орляковые, занимающие 72,0% и 10,0% соответственно. Также присутствуют сосняки вересковые (7,3%), лишайниковые (6,3%), в незначительном количестве встречаются сосняки багульниковые (1,4%). Преобладают насаждения с полнотой 0,9, которые составляют 59,1%.

Для оценки возможностей проведения рубок ухода, проектирования нормативов рубок, включая технологию ухода, было заложено шесть пробных площадей. На пробной площади б запроектирована прочистка. Метод рубки проектируем низовой, так как данный древостой относиться по составу к группе чистых (8С2Б). Способ рубки

ухода – вырубка деревьев, бензопилами «Stihl MS 361».

Максимально допустимая интенсивность при проведении прочистки в чистом сосняке мшистом 25%, а минимальная полнота после ухода 0,7, в связи с тем, что полнота до рубки 0,81, интенсивность рубки проектируем 10%.

Интервал повторяемости проведения прочисток согласно «Нормативам рубок ухода» – 7–10 лет. Так как мы снижаем полноту древостоя до минимальной, то проектируем повторяемость 9 лет.

Так как проектируем низовой метод рубки, то в рубку будем отбирать худшие деревья березы и сосны. Древостой относится к группе «чистых» древостоев, поэтому рубку проводим в третью очередь.

Исходя из позиций экологичности, современности, производительности, а также безопасности труда, при проведении прочисток с наличием ликвидной древесины на примере пробной площади 6 проектируем следующую технологию разработки лесосеки: технологические коридоры устраиваем через 30 м, ширину их принимаем равной 4 м. В качестве технологических коридоров (волоков) в первую очередь используем имеющиеся дороги, просеки. Для валки деревьев и очистки стволов от сучьев используем бензиномоторную пилу «Stihl MS 361». Срезанные деревья разделяются на полупасеках на дрова также бензиномоторной пилой «Stihl MS 361». Ликвидная древесина после очистки ее от сучьев вручную выносятся и складироваться в пачки вдоль технологического волока, а затем трелелюется МПТ–461.1 на погрузочную площадку.

Порубочные остатки измельчаем и разбрасываем по пасекам с одновременным прижиманием их к земле для лучшего перегнивания. Площадь, занятая порубочными остатками, не должна превышать 60% от площади пасеки.

На пробной площади 5 запроектировано прореживание. Метод рубки проектируем низовой, так как древостой по составу относится к группе чистых древостоев. Будем вырубать отставшие в росте деревья сосны и березы. Способ рубки ухода – вырубка деревьев, бензопилой «Stihl MS 361». Максимально допустимая интенсивность при проведении прореживания в чистом сосняке мшистом 20%, а минимальная полнота после ухода 0,7, поэтому проектируем снижение полноты до 0,71 и интенсивность рубки 20%.

Интервал повторяемости проведения прореживания согласно «Нормативам рубок ухода» – 7–10 лет. Интенсивность рубки по запасу умеренная и снижается до полноты 0,71, поэтому проектируем повторяемость 10 лет. Так как проектируем низовой метод рубки, то в рубку намечаем отставшие в росте, сухостойные, искривленные дере-

вья сосны и березы. Насаждение относится к группе «чистых и с примесью до 2 единиц ...», поэтому рубку проводим в третью очередь.

Разработка лесосеки начинается с ближнего конца. Ширина полупасеки равна длине вылета стрелы манипулятора и обычно не должна превышать 10 м. Технологический коридор посередине пасеки шириной 5 м прокладывается машиной в процессе работы. По обе стороны от технологического коридора условно планируется 3-х метровая сортиментная полоса без сплошной вырубki, в которой складываются сортименты, исключая при этом повреждение растущих на ней деревьев. Объем пачки должен быть не менее 0,5 м<sup>3</sup>.

Опасные деревья спиливаются и приземляются машиной в процессе разработки лесосеки. Не допускается срезать деревья, диаметр которых больше предусмотренного техническим паспортом машины. Такие деревья срезаются бензиномоторной пилой.

Расстояние между пачками сортиментов одного назначения устанавливается не менее 5 м. Отбор деревьев на пасеке, срезание, обрезка сучьев, раскряжевка хлыстов производится процессором, управляемом специально обученным оператором. Трелевка или вывозка заготовленных сортиментов до ближайшей трассы или потребителю производится машиной погрузочно-транспортной (МПТ-461.1).

Возможно, проводить прореживание и по традиционной технологии. Ширина трелевочного волока – 4 м. Под трелевочные волокна следует использовать существующие лесные дороги, просеки.

Валка деревьев на трелевочном волоке начинается с ближнего от верхнего склада (погрузочной площадки) конца. Затем убираются намеченные в рубку деревья на полупасеках. Валка деревьев производится вершиной к волоку под углом не более 40°. Валку деревьев производим бензиномоторной пилой «Stihl MS 361» в просветы между кронами растущих деревьев.

Обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов осуществляется непосредственно на пасеках бензиномоторной пилой «Stihl MS 361». Полученные сортименты окучиваются в пачки, а затем трелюются на погрузочную площадку машиной МПТ-461.1.

Порубочные остатки измельчаем и разбрасываем по пасекам с одновременным прижиманием их к земле для лучшего перегнивания. Площадь, занятая порубочными остатками, не должна превышать 60% от площади пасеки.

Использование современных лесозаготовительных машин при трелевке заготовленной древесины, а также при валке деревьев, обрезке сучьев и раскряжке позволяет повысить производительность труда и отвечает максимальным требованиям техники безопасности.

УДК 630\*221

Студ. В.А. Климец, маг. А.С. Маслаков  
Науч. рук. доц. М.В. Юшкевич  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

### **ФОРМИРОВАНИЕ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ РУБКАМИ УХОДА В ГПУ НП «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»**

Государственное природоохранное учреждение “Национальный парк “Беловежская пуца” расположен в юго-западной части Республики Беларусь, по границе с Республикой Польша, на территории 3 административных районов: Свислочского – Гродненской области, Каменецкого и Пружанского – Брестской области.

Район расположения лесхоза характеризуется теплым, умеренно-влажным климатом с продолжительным периодом вегетации. По сравнению с климатом территорий прилегающих с севера, климат района значительно теплее и мягче.

При подборе участков для исследований по Хвойникскому лесничеству ГПУ НП «Беловежская пуца» были проанализированы материалы лесоустройства, книга рубок ухода. В рубках ухода нуждаются участки на площади 380,2 га. Более 80% площади всех участков, в которых должны быть проведены рубки ухода, представлены средне-возрастными древостоями.

Наименьшие площади занимают древостои Ia и III класса бонитета 0,5 и 11,0% соответственно. Древостоев Ib и IV классов бонитета среди отобранных участков не оказалось, а поскольку рубки ухода не проводятся в низкопродуктивных насаждениях, то древостоев V класса бонитета также. Среди нуждающихся в проведении рубок ухода сосняков преобладают насаждения с полнотой 0,9, которые составляют 53,0%. Значительная доля насаждений с полнотой 0,8 – 42,0%. Наиболее распространенным типом леса среди отобранных участков под рубки ухода является сосняк мшистый – 56,2% площадей. Основную, оставшуюся, долю составляют насаждения представленные сосняком черничным (23,8%) и долгомошным (15,0%).

Для исследования формирования сосняков рубками ухода в лесах лесничества было заложено 6 пробных площадей. В типологическом отношении пробные площади заложены в сосняках черничных и мшистых, т. к. в лесном фонде лесничества эти типы леса имеют наиболее широкое распространение.

Пробная площадь 1 была заложена под прочистку в 49 квартале 14 выделе. Древостой характеризуется следующими основными показателями: состав – 6С4Б, возраст – 17 лет, тип леса – сосняк черничный, тип лесорастительных условий – В<sub>3</sub>, средняя высота – 8,4 м,

средний диаметр – 7,1 см, полнота – 0,84, класс бонитета – I, запас – 105 м<sup>3</sup>/га. Пробная площадь 2 заложена под прореживание в 44 квартале 13 выделе. Древостой характеризуется следующими показателями: состав – 7С1Д2Б, возраст – 21 год, тип леса – сосняк мшистый, произрастает по II классу бонитета, тип условий местопроизрастания – А<sub>2</sub>, средняя высота – 9,2 м, средний диаметр составляет – 8,5 см, полнота – 0,83, запас – 108 м<sup>3</sup>/га. Пробная площадь 3 заложена под прореживание в 64 квартале 25 выделе. Древостой характеризуется следующими показателями: состав – 6С2Б2Д, возраст – 21 год, тип леса – сосняк черничный, класс бонитета – I, тип условий местопроизрастания – В<sub>3</sub>, средняя высота – 9,5 м, средний диаметр – 8,2 см, полнота – 0,86, запас – 110 м<sup>3</sup>/га. Пробная площадь 4 заложена под проходную рубку в 8 квартале 13 выделе. Древостой характеризуется следующими показателями: состав – 8С2Б, возраст – 47 лет, тип леса – сосняк мшистый, произрастает по II классу бонитета, тип условий местопроизрастания – А<sub>2</sub>, средняя высота – 17,1 м, средний диаметр – 19,5 см, полнота – 0,92, запас – 248 м<sup>3</sup>/га. Пробная площадь 5 заложена под проходную рубку в 53 квартале 29 выделе. Древостой характеризуется следующими показателями: состав – 10С, возраст – 49 лет, тип леса – сосняк мшистый, тип условий местопроизрастания – А<sub>2</sub>, средняя высота – 16,4 м, средний диаметр – 19,4 см, полнота – 0,96, класс бонитета – II, запас – 262 м<sup>3</sup>/га. Пробная площадь 6 также закладывалась под проходную рубку в 44 квартале 21 выделе. Древостой характеризуется следующими показателями: состав – 10С, возраст – 49 лет, тип леса – сосняк мшистый, тип условий местопроизрастания – А<sub>2</sub>, средняя высота – 17,2 м, средний диаметр – 19,3 см, полнота – 0,95, класс бонитета – II, запас – 268 м<sup>3</sup>/га.

Все участки, на которых были заложены пробные площади, подверглись соответствующему виду рубок ухода. В результате чего произошли изменения в некоторых лесоводственно-таксационных показателях.

На пробной площади 1 была проведена прочистка. При этом на участке удалялись из насаждения отставшие в росте экземпляры сосны, которые, главным образом, составляют нижнюю часть полога древостоя, из березы отбирались деревья больших диаметров, а соответственно и больших высот, которые мешают росту главной породы. Таким образом, получаем верховой метод рубки. В общей сложности выбранная масса на пробной площади 1 составила 12 м<sup>3</sup>/га (из нее 3 м<sup>3</sup>/га составили худшие экземпляры сосны). Площадь питания одного дерева после проведения прочистки увеличилась на 12,7%, т. к. количество деревьев по площади сократилось на 10,9%. Полнота древо-

стоев снизилась на 0,11 (13,1%). При этом интенсивность рубки по запасу составила 11,4%. На пробной площади наблюдается улучшение состава на одну единицу – до 7С3Б.

На пробной площади 2 и 3 проводились прореживания низовым методом. Из насаждений убирались худшие экземпляры сосны, дуба и наиболее крупные экземпляры березы. В целом был выбран запас 13 м<sup>3</sup>/га и 15 м<sup>3</sup>/га. Количество деревьев уменьшилось на 16,4% на пробной площади 2 и на 18,7% на пробной площади 3, что в свою очередь привело к увеличению площади питания одного дерева на 19,7 и 23,3% соответственно. Полнота снизилась на 0,12 или 14,5% на пробной площади 2 и 0,14 или 16,3% на пробной площади 3. При этом интенсивность данной рубки по запасу составила 12% для пробной площади 2 и 13,6% для пробной площади 3.

На пробных площадях 4, 5 и 6 была проведена проходная рубка. Проходная рубка проводится в насаждениях с целью уборки деревьев, отставших в росте или мешающих лучшим, в целях увеличения прироста древесины. Метод ухода на всех пробных площадях низовой, т.к. в рубку намечаем отбор худших деревьев главной и второстепенной породы с меньшими диаметрами, которые, в основном, составляют нижнюю часть полога, а также сухостойные, фаутные, отмирающие и другие нежелательные деревья, достигшие верхней части полога. На пробной площади 4 вырубаемая масса составила 48 м<sup>3</sup>/га; на пробной площади 5 – 31 м<sup>3</sup>/га; на пробной площади 6 – 31 м<sup>3</sup>/га. Количество деревьев, оставленных на участке, сократилось на 26,5; 16,2 и 17,8%, в результате чего площади питания одного дерева увеличились на 35,9; 20,1 и 22,0% соответственно на пробных площадях 4; 5 и 6. Полнота на пробной площади 4 снизилась на 0,20 (21,7%), на пробной площади 5 – на 0,12 (12,5%), на пробной площади 6 – на 0,13 (13,7%). Интенсивность по запасу также разная: 19,4% на пробной площади 4; 11,8% на пробной площади 5 и 11,6% на пробной площади 6.

Состав на пробных площадях 5 и 6 остался неизменным – 10С, а на пробной площади 4 наблюдается улучшение состава на одну единицу – до 9С1Б.

Таким образом, после проведения рубок количество деревьев в пересчете на 1 га уменьшилось. При этом увеличивается площадь питания одного дерева – в среднем на 22,3% по всем видам рубок. Именно количество оставленных на 1 га деревьев как важнейший показатель должно играть роль при проведении рубок ухода. В результате рубок ухода изменяется состав древостоя, повышается жизнеспособность насаждений, своевременно используется древесина.

УДК 630\*221

Студ. В.Д. Шершень; маг. А.С. Маслаков  
Науч. рук. доц. М.В. Юшкевич  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

### **РУБКИ УХОДА В СОСНЯКАХ ДЕМБРОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ГЛХУ «ЩУЧИНСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Государственное лесохозяйственное учреждение «Щучинский лесхоз» Гродненского ГПЛХО расположено в центральной части Гродненской области на территории Щучинского, Мостовского и Лидского административных районов.

Климат района расположения лесхоза характеризуется как благоприятный для основных пород-лесообразователей: сосны, ели, лиственницы, дуба, ясеня, клена, березы, осины, ольхи черной, о чем свидетельствует высокая продуктивность насаждений и сформировавшийся породный состав древостоев. Большая часть территории лесхоза характеризуется холмистым рельефом. Господствующее положение в лесхозе занимают дерново-подзолистые полугидроморфные почвы, занимающие 45,2% всей площади лесхоза.

Сосновые насаждения в лесном фонде лесхоза составляют 58,7% от покрытых лесом земель. В пределах возрастных групп доминирующее положение занимают средневозрастные и приспевающие насаждения. В Дембровском лесничестве сосняки также занимают доминирующее положение. Среди участков, которые нуждаются в проведении рубок ухода, преобладают сосновые древостои класс бонитета которых – I, они занимают 67,1%. Наиболее распространенным типом леса среди нуждающихся в рубках ухода является сосняк орляковый – 64,4%. Также значительную долю (28,7%) составляет сосняк мшистый. Преобладают насаждения с полнотой 0,8, которые составляют 81,9%.

Сосновые насаждения лесничества интенсивно используются местным населением для отдыха. В этой связи возникает необходимость при рубках ухода формировать состав из целевых ландшафтоформирующих пород, к которым относится и береза бородавчатая.

Для исследования влияния рубок ухода на лесоводственно-таксационные показатели сосновых насаждений было заложено двенадцать пробных площадей до и после проведения рубок.

Прочистка с интенсивностью 17% на первом участке привела к изменению некоторых таксационных показателей. Количество деревьев уменьшилось на 315 шт. или 14,8% и стало равным 1783 шт. Рубку проводили низовым методом. Состав не изменился.

Древостой на втором участке после проведения прореживания с



интенсивностью 22% стал характеризоваться следующими показателями: состав – 10С, средняя высота – 13,3 м, средний диаметр – 22,6 см, полнота – 0,82, класс бонитета – I, запас на 1 га – 176 м<sup>3</sup>. Все показатели, кроме высоты и диаметра, уменьшились. Полнота на 9,9%, запас на 7,9%. Количество деревьев стало равным 624 шт. Высота увеличилась на 2,3%, а диаметр на 6,1%. Метод рубки – низовой.

На 3–5 участках в ходе прореживаний и проходных рубок наблюдается близкие результаты.

В ходе осветления с интенсивностью 25% на шестом участке изменился состав, снизилась полнота с 0,93 до 0,70. В первую очередь вырубали березу, а затем нежелательные деревья сосны. Рубку проводили верховым методом с повторяемостью 5 лет. Доля березы была снижена с 50% до 30%. Такое участие березы вполне обосновано с хозяйственной и рекреационной точки зрения.

В ходе исследований было установлено, что в результате проведения рубок ухода в большинстве случаев происходит увеличение средней высоты и среднего диаметра, средней площади питания одного дерева; уменьшается количество деревьев на 1 га и сумма площадей сечения соответственно, а также снижается полнота насаждения.

Большая часть сосняков лесничества представлено чистыми по составу древостоями или смешанными с малой примесью березы, что несколько снижает их декоративность. В таких насаждениях рубками ухода необходимо поддерживать или увеличивать примесь березы.

Что касается фактических объемов рубок ухода по лесничеству за последние 5 лет, то ими было пройдено около 517,0 га. Проанализировав объемы рубок ухода, которые были проведены в лесничестве за последние 5 года, можно сделать вывод о том, что запроектированный размер пользования не превышает возможности лесничества по проведению лесосечных работ.

При расчете ежегодных объемов рубок ухода в насаждениях лесничества запроектировано проведение осветлений на площади 6,6 га с выбираемым запасом при этом 29 м<sup>3</sup>, для прочисток эти цифры равны соответственно 7,0 га и 28 м<sup>3</sup>, прореживаний – 29,7 га и 842 м<sup>3</sup>, проходных рубок – 62 га и 2403 м<sup>3</sup>.

Рекомендовали проводить уход верховым и низовым методами. Верховой метод необходимо использовать для проведения осветления, при этом удалять часть деревьев второстепенных пород (прежде всего осину и худшие экземпляры березы), которые мешают росту главной породы.

Деревья с причудливой формой кроны и ствола необходимо оставлять. При проведении прочисток, прореживаний и проходной руб-

ки рекомендуем низовой метод. Удаляли отставшие в росте экземпляры сосны, которые главным образом находились в нижней части полога древостоя, а также сухостойные, фаутные, отмирающие и другие нежелательные деревья, достигшие верхней части полога. Отдельные экземпляры березы оставляем.

Для проведения рубок ухода нами были предложены актуальные технологии лесосечных работ. Основные операции на прочистках и осветлениях (валка деревьев, обрезка сучьев, раскряжевка) проектируются выполнять при помощи бензиномоторной пилы, а также мотокустореза (на прочистке). На прореживании и проходной рубке (валка деревьев, обрезка сучьев, раскряжевка) проектируется выполнять харвестерами. Трелевка осуществляется в полностью погруженном состоянии транспортно-погрузочной машиной МПТ-461.1 или форвардером.

Выполнена экологическая оценка мест рубок. Поэтому, опираясь на принципы экологичности, производительности и безопасности труда, при проведении рубок ухода в лесничестве рекомендуем для трелевки вместо тракторов, оборудованных канатно-чокерной оснасткой, использовать транспортно-погрузочные машины или форвардеры. Использование сортиментной заготовки древесины при рубках ухода позволяет в оптимальной степени снизить отрицательное воздействие на окружающую среду трелевочных механизмов, что является заметным шагом на пути к стандартизации и сертификации лесной продукции.

По охране труда предусмотрены мероприятия по созданию более благоприятных условий труда, улучшения производственной санитарии, а также обеспечения безопасности проведения лесосечных работ и усиление контроля за их выполнением.

Для запроектированных видов рубок ухода составлены нормативно-технологические карты и рассчитаны технико-экономические показатели. По каждому виду рубок ухода был произведен расчет окупаемости их выполнения. Коэффициент окупаемости по видам рубок составил: прочистка – 0,6, прореживание – 0,9 и проходная рубка – 1,6.

Анализируя хозяйственную деятельность ГЛХУ «Щучинский лесхоз», следует отметить за 2017 г. производственные затраты составили 3 680 тыс. руб., или на 64 тыс. руб. меньше чем было запланировано. Показатель рентабельности по промышленному производству составляет 11,2%.

Фонд заработной платы в сравнении с предыдущим годом вырос на 34,0%, средняя заработная плата возросла на 32,0%. За 2017 г. коэффициент окупаемости составил 0,73. Это говорит о том, что пока нет возможности перехода к самофинансированию.

УДК 689\*181

Маг. О.Г. Бельчина  
Науч. рук. доц. Г.Я. Климчик  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

## **ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ НИЖНИХ ЯРУСОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СОСНЯКОВ ОРЛЯКОВЫХ И СОСНЯКОВ КИСЛИЧНЫХ**

Исследования биологического разнообразия – важная составляющая часть экологического мониторинга. Мониторинг биоразнообразия – это система регулярных длительных наблюдений в пространстве и времени, дающая информацию о состоянии биоразнообразия во всех его проявлениях с целью оценки прошлого, настоящего и прогноза в будущем параметров. Биологический мониторинг предполагает слежение за биоразнообразием – наличием видов, их численностью и состоянием, появлением видов, не свойственных данным для экосистем и т.д.

Напочвенная растительность является главным компонентом лесной экосистемы, поскольку содержит большую часть общего лесного биоразнообразия, играет роль в круговороте воды и питательных веществ и взаимодействует с другими биотическими компонентами. Таким образом, исследования динамики растительности позволяют получить информацию об изменениях других переменных лесной экосистемы [1].

В состав лесной растительности нижних ярусов, как известно, входят: живой напочвенный покров, подрост, подлесок.

Живой напочвенный покров является показателем лесорастительных условий, а значит свойств леса, его продуктивности. Важнейшими признаками живого напочвенного покрова являются: видовой состав растений, флористическое богатство, множество, проективное покрытие соотношения между ними (количественные и качественные), ярусность и др.

Видовой состав – наиболее важный признак живого напочвенного покрова, поэтому при описании следует учитывать по возможности все виды. Порядок описания состава живого напочвенного покрова происходит по рекомендации А.Г. Воронова.

Список растений рекомендуется вести по жизненным формам: сначала кустики, затем полукустики, многолетние травы, однолетние травы, мхи, лишайники.

Таким образом, определяется флористическое богатство – количество видов, которые входят в состав напочвенного покрова фитоценоза.

Множеством – это количество экземпляров какого-нибудь вида в пределах пробной площади. Такая количественная оценка бывает часто сильно кропотливой, поэтому применяют методы косвенного учета, при которых оценивается не само множество вида, а какая-нибудь его особенность. Такими особенностями являются: проективное покрытие вида; наименьшее либо среднее расстояние между экземплярами, площадь, которую занимают особи вида.

Очень часто с косвенными методами совмещают визуальные, которые дополняют друг друга. Примером может служить шкала О. Друдэ, которая широко применяется при описании живого напочвенного покрова. Эту шкалу мы предлагаем совместить со шкалой П.Д. Ярошенко, которая дает представление количества экземпляров каждого вида на занимаемой им площади и А.А. Уранова в зависимости от расстояния между растениями.

Как уже говорилось ранее, одним из косвенных методов учета множества является определение проективного покрытия. Проективное покрытие – это процент площади, покрываемой проекциями надземных частей растений.

Самый простой способ изменения биоразнообразия двух участков – расчет коэффициентов сходства или индексов общности. Списки видов могут быть представлены как конечные множества (или поля), элементами которых будут составляющие их виды.

Одним из методов определения флористического разнообразия является сравнение списков видов, где отмечается присутствие того или иного вида на исследуемом участке.

Опираясь на коэффициенты сходства или различия, обследованные участки объединяются в обоснованно различные группы. Коэффициент сходства (также мера сходства, индекс сходства) — безразмерный показатель, применяемый в биологии для количественного определения степени сходства биологических объектов. Также известен под названиями «мера ассоциации», «мера подобия» и др.

Использование коэффициента для классификации участков зависит от поставленных целей и задач. Результат будет получен при максимально полных списках. На практике мы всегда имеем дело только с выборкой из реально существующей флоры.

Большинство коэффициентов нормированы и находятся в диапазоне от 0 (сходство отсутствует) до 1 (полное сходство). Сходство и различие взаимодополняют друг друга.

Из существующих показателей наиболее простой и понятный показатель сходства – коэффициент Жаккара (1901), называемый также коэффициентом флористической общности:

$$K_j = \frac{c}{a + b - c}$$

$a$  – число видов на первом участке ( $x + c$ );  $b$  – число видов на втором участке ( $y + c$ );  $c$  – число видов встречающихся и на первом и на втором участках (число общих видов);  $x$  – число видов, встречающихся, на первом участке, но отсутствующих на втором;  $y$  – число видов, встречающихся на втором участке, но отсутствующих на первом.

Смысл этого коэффициента состоит в определении доли общих видов по отношению к числу видов объединенного списка двух участков. Чем больше общих видов ( $c$ ), тем больше сходство.  $K_j$  может меняться

от 0 (отсутствие общих видов) до 1 (полное видовое сходство участков) [2].

Впоследствии в самых различных областях науки предлагались различные коэффициенты (меры, индексы) сходства. Один из них коэффициент Серенсена (обозначения те же):

$$K_j = \frac{2c}{a + b}$$

Индексы общности, учитывающие негативные совпадения, используются обычно при сравнении коллекций, когда известны полные видовые списки. Применение этой группы индексов в экологических и биогеографических исследованиях подвергается серьезной критике. Их ограниченное использование связано с большой зависимостью от редких видов, которые могут не попадать в выборки [3, 4].

Равномерность размещения видов на пробной площади характеризуется понятием встречаемости вида. Общепринятым для определения встречаемости является метод Раункиера, т.е. закладка в пределах пробной площади учетных площадок в количестве 20 штук размером 1м<sup>2</sup>.

На каждой из учетных площадок регистрируют все виды растений, после чего для каждого вида вычисляют коэффициент его встречаемости, который представляет собой процентное отношение числу площадок, где встречается данный вид, к общему числу всех площадок [5].

Долговременные исследования динамики растительности на постоянных пунктах наблюдения позволяют получить информацию об изменениях других переменных лесных экосистем (почвенные, микроклиматические и др.).

Нами было заложено 2 пробные площади в сосняке кисличном (Р. *Oxalidosum*) и сосняке орляковом (*Pinetumpteridiosum*) Станьковского лесничества Минского лесхоза, которое относится Северо-восточной части Неманского геоботанического района Неманско-предполесского лесорастительного округа. Исследования проводились с целью описания биоразнообразия живого напочвенного покрова выше изложенным методом.

Флора живого напочвенного покрова исследуемых участков составила 38 видов: 6 видов относящихся к отделу мохообразные (*Bryophyta*), 32 вида – высших сосудистых растений, в числе которых 1 плаун, 3 папоротника, 29 покрытосеменных.

Видовое разнообразие пробных площадей оценивалось через предложенный показатель Жаккара. Материалом для анализа флористического разнообразия послужило геоботаническое описание таких же типов леса, исследованных ранее в Северо-восточной части Неманского геоботанического района Неманско-предполесского лесорастительного округа.

На этих участках (сосняк орляковый – *Pinetumpteridiosum*, С. кисличный – *Р.Оxalidosum*), установлено довольно большое количество видов растений – 107, в том числе 1 лишайник (С. орл.), 14 мохообразных и 92 вида высших сосудистых растений, в числе которых 2 плауна, 4 папоротника и

86 покрытосеменных. Здесь следует отметить, что степень изученности участков различна. Исследуемые пробные площади Станьковского лесничества имеют характер начальной стадии изученности, и растения, относящиеся к эфемерам и эфемероидам могут не попадать в список, обнаруженных видов. В то время как сравниваемые с ними участки посещались исследователями неоднократно на протяжении всего вегетационного сезона, в разные его периоды.

Данное обстоятельство, конечно же, вносит некоторые различия в полноте видовых списков сравниваемых фитоценозов. Еще один немаловажный фактор, на который следует обратить внимание это различие по возрастной структуре. Мы исследовали участки в возрасте спелости.

Составление списков растений в данных типах леса проводились учеными в молодняках, средневозрастных и приспевающих древостоях. Конечно же, все эти факторы вносят свои коррективы в расчет показателей сходства или различия, не смотря на однородность лесорастительных условий данных участков в этих типах леса.

Таким образом, мы определили видовое разнообразие и показатель сходства – коэффициент Жаккара, равный  $K_j = 0,54$  индекса. Значение Жаккара более 0,5 считается показателем сходства сообществ, а менее 0,5 – различия. Коэффициент сходства по Серсену вышел несколько выше – 0,84. Исходя из результата можно сделать вывод, что исследуемые участки по степени сходства подобны, но учитывая вышеизложенные различия, должны быть изучены более полно в дальнейшем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кулагин А. П., Кузьменков М. В., Красовский В. Л. Мониторинг состояния лесов в Беларуси. Мониторинг и оценка состояния растительного мира. Материалы научной конференции. Минск, 22-26 сентября 2008 г. / Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2008.–С.179–181.

2. Н.В. Костина Применение индексов сходства и различия для районирования территорий на основе локальных флор. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 15, №3 2013г.С.2160–2168.

3. Смуров А.В. Максимов В.С. География и мониторинг биоразнообразия. Серия учебных пособий “Сохранение биоразнообразия”. Раздел III. Колл. Авторы. М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. С. 178–182.

4. Лебедева Н.В. Криволицкий Д.А. География и мониторинг биоразнообразия. Серия учебных пособий “Сохранение биоразнообразия”. Раздел I. Колл. Авторы. М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. С. 62–65.

Алехин В. В., Сырейщиков Д. П. Методика полевых исследований. Изд-во Северный Печатник. Вологда 1926 г. 80 с.

УДК 630\*221

Студ. А.В. Кремень  
 Науч. рук. доц.К.В. Лабоха  
 (кафедра лесоводства, БГТУ)

## **ФОРМИРОВАНИЕ БЕРЕЗОВО-СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ СПЛОШНЫХ САНИТАРНЫХ РУБОК В СОСНЯКАХ ЛЮБАНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

В настоящее время в качестве основного метода лесовосстановления сосновых насаждений в Республике Беларусь чаще всего применяется искусственное лесовосстановление (создание лесных культур). Это требует значительного вложения материальных и трудовых ресурсов. Лесовосстановление не покрытых лесом земель далеко не обязательно производить при помощи создания лесных культур. Восстановление сосняков на основе использования различных способов естественного возобновления леса может снизить затраты и позволит сформировать насаждения, более устойчивые к негативным природным и антропогенным воздействиям. Поэтому в условиях современных технологий лесосечных работ подобрать наиболее эффективные мероприятия по содействию естественному возобновлению сосновых насаждений на этапе «рубка–возобновление леса». Целью данного исследования стала оценка формируемых насаждений после проведения сплошных санитарных рубок на территории Любанского лесничества ГЛХУ «Любанский лесхоз».

Динамика объемов сплошных санитарных рубок в Любанском лесничестве ГЛХУ «Любанский лесхоз» за 2008–2017 гг. приведена в таблице 1.

**Таблица 1 – Динамика сплошных санитарных рубок в Любанском лесничестве**

Объем сплошных санитарных рубок по годам учета, га									
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
–	–	–	–	1,7	1,9	–	3,5	50,6	160,4

Доля сплошных санитарных рубок леса по лесничеству за период с 2008 по 2017 гг. увеличилась. И если сравнивать 2016 и 2017 годы, то можно увидеть, что объем сплошных санитарных рубок в 2017 году увеличился в 3 раза по сравнению с 2016 годом. Это связано с массовым короедным усыханием сосновых насаждений.

В 2017 году по всему лесхозу было проведено содействие естественному возобновлению общей площадью 37 га. Минерализация почвы проводится трактором МТЗ 82 в агрегате с плугом ПКЛ 70.

В Любанском лесничестве были заложены пробные участки, на которых производился учет деревьев формируемого насаждения после проведения сплошных санитарных рубок. Характеристика сосновых

насаждений Любанского лесничества до проведения сплошных санитарных рубок приведена в таблице 2.

**Таблица 2 –Характеристика сосновых насаждений Любанского лесничества до проведения сплошных санитарных рубок**

№ кв № выд	Площадь, га	Лесоводственно-таксационные показатели насаждения до рубки					Год рубки
		состав	возраст, лет	тип леса ТЛУ	бонитет полнота	запас, м <sup>3</sup> /га	
74/25, 29, 30	0,6	9С1Б+Г+Д+Е+Кл	79	С. мш./А <sub>2</sub>	II/0,9	383	2016
61/29	0,3	10С+Кл+Б+Олч	54	С. чер./А <sub>3</sub>	II/0,7	290	2016
63/16, 17, 22, 23, 24, 30	1,9	10С+Б+Олч+Е+Д+О с+Г	44	С. мш./А <sub>2</sub>	II/0,8	167	2016
45/19	0,6	10С+Б+Д+Ос+Г+Кл	54	С. мш./А <sub>2</sub>	II/0,8	360	2016
1/29, 30	0,7	5С2Б1Е1Д1Ос+Г+Кл	47	С. ор./В <sub>2</sub>	I/0,7	178	2016
1/21, 26	2,8	9С1Е+Ос+Д+Б+Лп+ Кл	69	С. мш./А <sub>2</sub>	II/0,7	289	2016

Пробная площадь № 1 (квартал 74, выдела 25, 29, 30, эксплуатационные леса). Формируется березово-сосновое насаждение: возраст – 1–3 года, состав – 7С3Б, высота – 0,05–1,50 м, густота – 5200 шт./га. Данные по характеристике формируемых сосновых молодняков представлены в таблице 3.

Пробная площадь № 2 (квартал 61, выдел 29, эксплуатационные леса). Формируется березово-сосновое насаждение: возраст – 1 – 4 года, состав – 6С4Б+Кл+Ос, высота – 0,05–1,85 м, густота – 17 300 шт./га.

Пробная площадь № 3 (квартал 63, выдел 16, 17, 22, 23, 24, 30, эксплуатационные леса). Формируется березово-сосновое насаждение: возраст – 1–3 года, состав – 8С2Б, высота – 0,05–1,55 м, густота – 20 100 шт./га.

Пробная площадь № 4 (квартал 45, выдел 19, эксплуатационные леса). Формируется березово-сосновое насаждение: возраст – 1–4 года, состав – 6С4Б, высота – 0,05–1,70 м, густота – 7100 шт./га.



**Таблица 3 – Характеристика формируемых сосновых молодняков после проведения сплошных санитарных рубок**

№ПП	Площадь, га	Тип леса до рубки ТЛУ	Порода	Количество экземпляров лесных культур на 1 га, шт		Количество экземпляров самосева на 1 га, шт.	Общее количество на 1 га, шт.
				по данным инвентаризации 1 года на 15.10.2017 г.	по данным учета на 25.10.2018 г		
1	0,6	С. мш./А <sub>2</sub>	сосна	4 373	2 200	1 500	3 700
			береза	1 093	1 500		
2	0,3	С. чер./А <sub>3</sub>	сосна	3 325	2 700	7 100	9 800
			береза	1 425	7 100		
3	1,9	С. мш./А <sub>2</sub>	сосна	4 798	11 500	4 800	16 200
			береза	1 200	3 700		
4	0,6	С. мш./А <sub>2</sub>	сосна	3 733	3 000	1 600	4 600
			береза	1 600	2 400		
5	0,7	С. ор./В <sub>2</sub>	сосна	4 880	1 900	1 100	3 000
			береза	1 220	5 700		
6	2,8	С. мш./А <sub>2</sub>	сосна	2 855	1 000	900	1 900
			береза	1 223	3 600		

Пробная площадь №5 (квартал 1, выдел 29, 30, эксплуатационные леса). Формируется сосново-березовое насаждение: возраст – 1–3 года, состав – 7БЗС+Д, высота – 0,05–2,00 м, густота – 8900 шт./га.

Пробная площадь №6 (квартал 1, выдел 21, 26, эксплуатационные леса). Формируется сосново-березовое насаждение: возраст – 1–3 года, состав – 7БЗС, высота – 0,05–1,30 м, густота – 6 000 шт./га.

Таким образом, в результате анализа естественного возобновления на исследованных пробных площадях, можно сделать следующие выводы:

– на участках с площадью до 0,5 га с наличием источников обсеменения и окруженных стеной леса с преобладанием сосны целесообразно применять естественный метод возобновления леса.

– в типе условий местопроизрастания А<sub>2</sub> можно создавать лесные культуры путем посева семян.

– факторами, оказывающими наибольшее влияние на успешное естественное возобновление сосны, являются: освещённость, богатство (бедность) почв, наличие источников обсеменения на расстоянии не более 50 м, совпадение времени содействия с семенным годом, малая интенсивность живого напочвенного покрова.

– исследованный сосновый подрост достаточно высокого качества, большого количества повреждений выявлено не было.

УДК 630\*221

Студ. И.С. Придыбайло  
Науч. рук.ассист. Ю.А. Ларина  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

**РУБКИ УХОДА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ  
ЗЕЛЕНКОВИЧСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
ГЛХУ «ГЛУССКИЙ ЛЕСХОЗ»**

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

Цели рубок ухода – создание определенного экологического режима, благоприятного для ускорения роста оставляемых деревьев, формирования стволов и отложения дополнительного прироста на них; осуществление элементарной массовой селекции; улучшение качества древесины; выращивание древостоя заданного назначения.

Научно-исследовательская работа была направлена на изучение опыта ГЛХУ «Глусский лесхоз» по проведению рубок ухода, разработку лесоводственно, экологически и экономически обоснованных нормативов рубок ухода, включая технологию их проведения.

ГЛХУ «Глусский лесхоз» Могилевского ГПЛХО расположен в юго-западной части Могилевской области на территории Глусского административного района. Общая площадь лесхоза составляет 76 252 га, в том числе покрытые лесом земли – 69 957 га или 91,7% [1]. Согласно геоботаническому районированию леса лесхоза относятся к Центрально-Предполесскому району, входящему в Березинско-Предполесский геоботанический округ подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов [2]. Формационный состав лесов Глусского лесхоза следующий: сосняки занимают 68,8% от всей покрытой лесом площади, ельники – 4,0%, дубравы – 3,2%, березняки – 14,1%, черноольшанники – 8,0%, прочие – 1,9%. Доля молодняков в насаждениях лесхоза составляет 18,5%, средневозрастных – 46,2%, приспевающих – 26,1%, спелых – 9,2% [1].

Объектом нашей научно-исследовательской работы были выбраны сосновые насаждения Зеленковичского лесничества, нуждающиеся в рубках ухода. При подборе конкретных участков для исследований были проанализированы материалы лесоустройства, книга рубок ухода, действующие нормативные документы, оценены применяемые в лесничестве технологии, результаты завершенных рубок ухода [1, 3].

В таблице 1 приведено распределение участков лесного фонда

Зеленковичского лесничества, которые были отобраны для проведения рубок ухода, в разрезе видов рубок.

**Таблица 1 – Распределение участков, нуждающихся в проведении рубок ухода, в гектарах**

Вид рубки ухода				Итого
осветление	прочистка	прореживание	проходная рубка	
2,8	18,9	499,1	378,4	899,2

Как видно из таблицы, в рубках ухода нуждаются участки на площади 899,2 га.

Основную часть участков, на которых должны быть проведены рубки ухода представляют молодняки второго класса возраста (54,5%), далее следуют средневозрастные древостои (32,5%), молодняки первого класса возраста (12,4%). Насаждения в возрасте старше 61 года, нуждающиеся в рубках ухода, составляют по лесничеству только 0,6%.

Наименьшую площадь занимают древостои IV класса бонитета – 0,9%, а наибольшую – II класса бонитета – 39,5%. Среди отобранных участков насаждения I и III класса бонитета составляют соответственно 38,7 и 13,7%, I<sup>a</sup> класса – 7,2%.

Среди нуждающихся в проведении рубок ухода сосняков преобладают насаждения с полнотой 0,9, которые составляют 66,0%. Значительная доля насаждений с полнотой 0,8 – 25,0%. В небольшом количестве присутствуют насаждения с полнотой 1,0 (9,0%).

Наиболее распространенным типом леса среди отобранных участков под рубки ухода является сосняк мшистый – 62,0% площадей. Далее следует сосняк вересковый – 20,8%, сосняки орляковый и черничный – 7,7 и 7,1% соответственно. В наименьшей степени представлены сосняки брусничный и лишайниковый – 1,5 и 0,9%.

На основании ведомости сосновых насаждений, требующих проведения рубок ухода по лесничеству, произведен расчет ежегодных объемов их проведения по видам (таблица 2).

Из таблицы 2 видно, что на ревизионный период лесничеством рубки ухода должны быть проведены на площади 899,2 га, а учитывая среднюю повторяемость рубок, ежегодно необходимо осуществлять их на площади 84,6 га.

В выделах, где намечено проведение рубок ухода, было заложено 6 пробных площадей (осветление и прочистка – по 1 пробной площади, прореживание и проходная рубка – по 2 пробные площади). В типологическом отношении все пробные площади заложены в сосняках мшистых, орляковых и черничных. Для данных участков были за-

проектированы технологии проведения рубок ухода: для валки деревьев, обрезки сучьев и раскряжевки хлыстов на сортименты рекомендуем использовать бензопилу «STIHLMS 361» или харвестер Ам-кодор 2541, а для трелевки – МПТ-461.1.

**Таблица 2 – Ежегодный объем рубок ухода по Зеленковичскому лесничеству**

Вид рубки	Площадь насаждений, подлежащих уходу, га	Выбираемый запас, м <sup>3</sup>	Средняя повторяемость, лет	Ежегодный размер рубок ухода	
				по площади, га	по запасу, м <sup>3</sup>
Осветление	2,8	17	4,0	0,7	4
Прочистка	18,9	225	7,7	2,5	90
Прореживание	499,1	12 840	9,1	54,8	1 411
Проходная рубка	378,4	23 448	14,2	26,6	1 651
Итого	899,2	36 539	–	84,6	3 156

Рассчитана экономическая эффективность проводимых лесничеством прореживаний и проходных рубок, при выполнении работ одно- и многооперационной техникой. Коэффициент окупаемости для прореживания с использованием схемы «бензодвигательная пила + МПТ-461.1» составил 1,13, для прореживания с использованием системы машин «харвестер + МПТ-461.1» – 1,22, для проходной рубки 1,26 и 1,43 соответственно. Проведенные расчеты экономической эффективности выполнения рубок ухода показали, что как единовременное мероприятие прореживания и проходные рубки полностью окупаются и дают достаточно высокую прибыль за счет реализации заготовленной древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Проект организации и ведения лесного хозяйства ГЛХУ «Глусский лесхоз» на 2014–2023 гг. – Т. 1: Пояснительная записка. – Минск, 2013. – 357 с.
- 2 Гельтман, В.С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1982. – 326 с.
- 3 Об утверждении Правил рубок леса в Республике Беларусь: постановлением М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 68. Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – 8/31584.

УДК 630\*221

Студ. А.Н. Сивцова  
Науч. рук. доц. Д.В. Шиман  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

## **ОПЫТ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СЛОБОДСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ГОЛХУ «МОЗЫРСКИЙ ОПЫТНЫЙ ЛЕСХОЗ»**

Лесное хозяйство в Беларуси ориентируется на принципы непрерывности, неистощительности и многоцелевое лесопользование, экологизацию производства, формирование высокопродуктивных и устойчивых насаждений к негативным природным и антропогенным воздействиям, сохранение их биологического разнообразия, повышение экономической эффективности лесохозяйственных мероприятий.

Многие нормативно-правовые документы в области лесного хозяйства Республики Беларусь регламентируют основы воспроизводства, охраны и защиты лесов, а также направлены на рациональное и устойчивое использование лесных ресурсов, сохранение и усиление средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, рекреационных и других полезных функций лесов.

Достаточно сильное воздействие на лес оказывают рубки главного пользования, особенно сплошнолесосечные, при которых из лесной экосистемы удаляют за один прием ее главный компонент – древостой. После этого, как правило, прерывается на время средообразующая функция лесов.

Поэтому в современном лесоводстве особое внимание уделяется формированию насаждений путем их естественного возобновления, а наличие подроста хозяйственно ценных древесных видов под пологом припевающих и спелых древостоев, его количество, характер распределения по площади и жизненное состояние определяют виды назначаемых в этих насаждениях рубок леса и даже позволяют установить их возможные объемы.

Согласно геоботаническому районированию территории республики, леса лесхоза относятся к Припятско-Мозырскому геоботаническому району Полесско-Приднепровского округа подзоны широколиственно-сосновых лесов.

Площадь лесхоза составляет 96 495,7 га, в т.ч. покрытые лесом земли – 87 465,2 га. Преобладающей породой является сосна – 65,4%. Наиболее распространена черничная и мшистая серии типов леса (33,4 и 22,3%, соответственно), средняя полнота насаждений лесхоза равна 0,70, средний класс бонитета составляет I,5.

Изученный опыт проведения сплошнолесосечных рубок с со-

хранением подроста и равномерно-постепенных РГП в Мозырском опытном лесхозе показывает, что на постепенных рубках леса, проводимых в сосняках, валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты производится лесозаготовительной бригадой с бензиномоторными пилами STIHL MS-361 и STIHL MS-362, трелевка – форвардером Амкодор 2661, реже МПТ-461.1 или МТПЛ 5-11. На сплошнолесосечных рубках с сохранением подроста, проводимых в сосняках, валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты производится харвестером Амкодор 2551, трелевка – форвардером Амкодор 2661, реже МПТ-461.1 или МТПЛ 5-11.

Очистка лесосек от порубочных остатков выполняется путем сбора их в кучи на свободных от подроста местах, на волок и оставления на перегнивание.

Вывозка заготовленных сортиментов осуществляется сортиментовозом МАЗ 6303А8 с прицепом или МАЗ 6317F9.

За последние 3 года ежегодный вырубаемый объем древесины варьируется от 82,3 до 90,3 тыс. м<sup>3</sup>.

В результате выполнения работы обобщены литературные сведения об особенностях предварительного и сопутствующего естественного возобновления под пологом и на вырубках спелых сосняков. Установлено, что основными методами восстановления сосновых лесов являются правильный выбор вида и технологии рубки главного пользования, позволяющих содействовать возобновлению главных пород и сохранению их подроста.

Разработана методика, основанная на общепринятых в лесоводстве и лесной таксации методов исследований.

В лесах ГОЛХУ «Мозырский опытный лесхоз» заложено 6 пробных площадей в спелых сосновых насаждениях после проведения в них сплошнолесосечных рубок с сохранением подроста и первых приемов равномерно-постепенных рубок.

Наибольшее количество подроста учтено в сосняке мшистом (ПП 4) после проведения сплошнолесосечной рубки с сохранением подроста и составило 4 400 шт./га, наименьшее количество подроста было в сосняке черничном (ПП 2) после проведения первого приема равномерно-постепенной рубки – 2 100 шт./га.

Максимальная доля подроста сосны среди всех возобновляющихся древесных видов отмечена в сосняке мшистом на ПП 4 после проведения сплошнолесосечной рубки с сохранением подроста, что составило 91,7%, а минимальная – в сосняке черничном на ПП 2 после проведения первого приема равномерно-постепенной рубки – 78,8%.

Наибольшая доля мелкого подроста сосны приходится на сосняк

мшистый (ПП 4) после проведения сплошнолесосечной рубки с сохранением подроста. Минимум участия мелкого подроста отмечен в сосняке черничном (ПП 2) после проведения первого приема равномерно-постепенной рубки. Больше всего среднего подроста сосны было в сосняке мшистом на ПП 6 после проведения сплошнолесосечной рубки с сохранением подроста – 50%, крупного – в сосняке мшистом на ПП 1 после проведения первого приема равномерно-постепенной рубки – 61,8%.

Полученные нами результаты показывают, что исследованные сосняки после проведения в них первых приемов равномерно-постепенных рубок и сплошнолесосечных рубок с сохранением подроста возобновляются без смены главной древесной породы.

Количество учтенного подроста свидетельствует о возможности формирования на участках после проведения сплошнолесосечных рубок с сохранением подроста новых насаждений естественного происхождения из главных древесных пород, а на участках равномерно-постепенных рубок для более успешного возобновления их главными древесными породами при проведении заключительных приемов необходимо назначить соответствующие мероприятия по содействию естественному возобновлению леса.

При проведении равномерно-постепенных рубок в сосняках по предложенной нами технологии рентабельность достигает 29,4%.

Расчеты экономической эффективности показали, что с экономической точки зрения проведение равномерно-постепенной рубки бензопилой STIHL-MS362и форвардером Амкодор 2661 более предпочтительно по сравнению с технологией на базе многооперационных машин – харвестера Амкодор 2551 и форвардера Амкодор 2661.

После проведения равномерно-постепенных рубок и сплошнолесосечных рубок с сохранением подроста не нужно будет создавать лесные культуры, что не приведет за собой последующих финансовых вложений. Пока остается не выраженным в денежном эквиваленте сохранение лесной среды при лесозаготовках, что позволяет лесным насаждениям в большей степени выполнять свои полезные экологические функции в растущем состоянии.

В связи с этим можно рекомендовать более широко применять равномерно-постепенные рубки леса и сплошнолесосечные рубки с сохранением подроста в лесхозе, что позволит при растущих объемах лесозаготовок сохранить устойчивость лесов к различным неблагоприятным факторам окружающей среды, заготавливать нужные объемы древесины, реализуемой как в Республике Беларусь, так и за ее пределами.

УДК 630\*221

Студ. С.В. Чака  
Науч. рук. доц. Д.В. Шиман  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

## **ОПЫТ РАВНОМЕРНО-ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ БЛУЖСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ГЛХУ «ПУХОВИЧСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Лесохозяйственная деятельность все больше ориентируется на применение экологически безопасных технологий, средств, машин и оборудования. Лесовыращивание, тем более заготовка спелой древесины, осуществляется с применением разнообразных рубок леса (рубок ухода за лесом, санитарных рубок, рубок главного пользования и др.). Наиболее сильное воздействие на лесную экосистему оказывают рубки главного пользования, результатом которых является удаление из экосистемы ее лесообразующего компонента – древостоя. После такой рубки, чаще всего, временно прерывается средообразующая функция леса и лесовод приступает к возобновлению молодого поколения леса. Смягчение стрессового воздействия главной рубки лесоводы видят в применении способов несплошных рубок леса. Сегодня можно говорить о широкомасштабных в лесном фонде республики объемах несплошных рубок при освоении эксплуатационного фонда.

Многие статьи свидетельствуют о возможностях лесоводства на этапе «рубка – возобновление» успешно решать задачи лесовосстановления с сохранением непрерывной средообразующей функции леса на основе правильного выбора и проведения рубок главного пользования разными способами, имея ввиду несплошные рубки главного пользования.

Практика последних лет, переход на экологически ориентированное лесоводство, устойчивое управление лесами, лесную сертификацию послужили поводом к разделению РГП на сплошные и несплошные РГП. К несплошным в условиях Беларуси относятся равномерно-постепенные, группово-постепенные (группово-выборочные), длительно-постепенные, добровольно-выборочные рубки и полосно-постепенные рубки, обеспечивающие постоянное проявление средозащитных функций леса.

По геоботаническому районированию территории Республики Беларусь леса ГЛХУ «Пуховичский лесхоз» относятся к Центрально-Березинскому геоботаническому району Березинско-Предполесского округа подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов. Площадь лесхоза составляет 91 430,0 га, в т.ч. покрытые лесом земли – 81 498,0 га. Преобладающей породой является сосна – 47,5%. Леса первой группы



занимают площадь 53 231,0 га (58,2%), второй – 38 199,0 га (41,8%). Наиболее распространена осоковая, орляковая, мшистая, и черничная серии типов леса (15,0%, 13,7%, 12,3% и 11,1% соответственно), преобладают насаждения с полнотой 0,6–0,7 (63,7%), средний класс бонитета составляет II,2.

Изученный опыт проведения равномерно-постепенных РГП в Пуховичском лесхозе показывает, что на постепенных рубках леса, проводимых преимущественно в сосняках, валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты производится лесозаготовительной бригадой с бензиномоторными пилами STIHL MS-361 и STIHL MS-362 или харвестером Амкодор-2551, трелевка – форвардером Амкодор-2661, реже МПТ-461.1 или МТПЛ-5-11.

Очистка лесосек выполняется путем сбора порубочных остатков в кучи на свободных от подроста местах и оставления их на перегнивание.

Вывозка сортиментов осуществляется сортиментовозом МАЗ-6303А8 с прицепом или МАЗ-6317Ф9.

За последние 3 года ежегодный вырубаемый объем древесины варьируется от 44,3 до 75,2 тыс. м<sup>3</sup>, а в среднем заготавливается 52,5 тыс. м<sup>3</sup> с 226,6 га в год.

В результате выполнения дипломной работы обобщены литературные сведения об особенностях предварительного и сопутствующего естественного возобновления под пологом и на рубках спелых сосняков.

Установлено, что основными методами восстановления сосновых лесов являются правильный выбор вида и технологии рубки главного пользования, позволяющих содействовать возобновлению главных пород и сохранению их подроста.

Разработана методика, основанная на общепринятых в лесоводстве и лесной таксации методов исследований.

В лесах ГЛХУ «Пуховичский лесхоз» заложено 6 пробных площадей в спелых сосновых насаждениях после проведения в них первых приемов равномерно-постепенных рубок. Наибольшее количество подроста учтено в сосняке кисличном (ПП 4) после проведения первого приема равномерно-постепенной двухприемной рубки, что составило 4 700 шт./га, наименьшее количество подроста было в сосняке черничном (ПП 5) – 3 200 шт./га. Максимальная доля подроста сосны среди всех возобновляющихся древесных видов отмечена в сосняке черничном на ПП 3 после проведения первого приема равномерно-постепенной рубки, что составило 61%, а минимальная – в сосняке черничном на ПП 1 – всего 34%.

Наибольшая доля мелкого подроста сосны приходится на сосняк кисличный на ПП 1 после проведения первого приема равномерно-постепенной рубки.

Минимум участия мелкого подроста отмечен в сосняке черничном на ПП 5 после проведения первого приема равномерно-постепенной рубки. Больше всего среднего подроста сосны было в сосняке черничном на ПП 5 после проведения первого приема равномерно-постепенной рубки – 33%, крупного – в сосняке кисличном на ПП 4 – 36%.

Таким образом, можно констатировать, что исследованные сосняки черничные и сосняки кисличные после проведения в них первых приемов равномерно-постепенных рубок возобновляются преимущественно без смены главной древесной породы, или со сменой на ель в сосняке кисличном (ПП 1).

Количество учтенного на данных участках самосева и подроста свидетельствует о возможности формирования на данных участках новых насаждений естественного происхождения из ценных древесных пород при проведении заключительных приемов равномерно-постепенных рубок и назначении и проведении соответствующих мероприятий по содействию естественному возобновлению.

При проведении равномерно-постепенных рубок в сосняках по предложенной нами технологии рентабельность достигает 29,8%.

Расчеты экономической эффективности показали, что с экономической точки зрения проведение равномерно-постепенной рубки бензопилой STIHL-MS362 и форвардером Амкодор 2661 более предпочтительно по сравнению с технологией на основе многооперационных машин – харвестера Амкодор 2551 и форвардера Амкодор 2661.

После проведения равномерно-постепенных рубок не нужно будет создавать лесные культуры, что не приведет за собой последующих финансовых вложений.

Сохранение лесной среды при лесозаготовках позволяет лесным насаждениям в большей степени выполнять свои полезные экологические функции в растущем состоянии.

Поэтому можно более широко применять равномерно-постепенные рубки леса в лесхозе, что позволит при растущих объемах лесозаготовок сохранить устойчивость лесов к различным неблагоприятным факторам окружающей среды, заготавливать необходимое количество древесины в соответствии со спросом мировых и внутренних ее потребителей.

УДК 630\*221

Студ. С.В. Пальченко  
Науч. рук. доц. Д.В. Шиман  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

**ОПЫТ РАВНОМЕРНО-ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК  
В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ПАСЕКСКОГО  
ЛЕСНИЧЕСТВА ГОЛХУ «СТАРОДОРОЖСКИЙ  
ОПЫТНЫЙ ЛЕСХОЗ»**

Лесная отрасль Беларуси сегодня отличается поиском новых подходов к организации лесохозяйственного производства. Многие нормативно-правовые документы в области лесного хозяйства Республики Беларусь регламентируют основы воспроизводства, охраны и защиты лесов, а также направлены на рациональное и устойчивое использование лесных ресурсов, сохранение и усиление средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, рекреационных и других полезных функций лесов. Лесохозяйственная деятельность ориентируется на принципы непрерывности, неистощительности и многоцелевое лесопользование, экологизацию производства, формирование высокопродуктивных и устойчивых насаждений к негативным природным и антропогенным воздействиям, сохранение их биологического разнообразия, повышение экономической эффективности лесохозяйственных мероприятий.

На современном этапе развития лесного хозяйства Беларуси многие исследователи отмечают возможность успешно решать задачи лесовосстановления с сохранением непрерывного выполнения полезных функций лесами благодаря правильному выбору и проведению несплошных рубок главного пользования.

Переход на экологически ориентированное лесоводство и устойчивое управление лесами, а также сертификация лесохозяйственного производства все больше создают условия для применения несплошных рубок главного пользования.

Программа развития лесного хозяйства до 2015 г. предусматривала внедрение несплошных рубок леса и доведение их доли в общем объеме РГП до 17%, и данная задача уже выполнена. В Беларуси к несплошным РГП относят добровольно-выборочные, равномерно-постепенные, группово-постепенные, длительно-постепенные и полосо-постепенные рубки

По геоботаническому районированию территории Республики Беларусь леса лесхоза относятся к Центрально-Березинскому и Центрально-Предполесскому геоботаническим районам Березинско-Предполесского округа подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов.

Площадь лесхоза составляет 70 514,0 га, в т.ч. покрытые лесом земли – 64 873,1 га. Преобладающей породой является сосна – 69,3%, хвойные породы занимают 75,6%. Лесистость территории – 50,5%. Эксплуатационные леса занимают 55 615,2 га (78,9%), защитные леса – 9 729,4 га (13,8%), природоохранные леса – 4 183,4 га (5,9%), рекреационно-оздоровительные леса – 986,0 га (1,4%). Наибольшую распространена мшистая серия типов леса и черничная (38% и 20% соответственно), преобладают насаждения с полнотой 0,71, средний класс бонитета I,7.

Изученный опыт проведения постепенных РГП в Стародорожском опытном лесхозе показывает, что на постепенных рубках леса, проводимых преимущественно в сосняках, валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты производится лесозаготовительной бригадой в составе 38 вальщиков с бензиномоторными пилами STIHL MS-361 и харвестера Ponsse Ergo, трелевка – форвардером Амкодор-2661, МПТ-461.1.

Очистка лесосек производится путем сбора порубочных остатков в валы на свободных от подроста местах и оставления их на перегнивание. Вывозка сортиментов осуществляется сортиментовозом МАЗ-6303А8 с прицепом.

За последние 5 лет ежегодная вырубаемый объем древесины варьируется от 41,7 до 114,2 тыс. м<sup>3</sup>, а в среднем заготавливается 84,3 тыс. м<sup>3</sup> с 280,0 га в год.

В результате выполнения дипломной работы обобщены литературные сведения об особенностях предварительного и сопутствующего естественного возобновления под пологом и на вырубках спелых сосняков. Установлено, что основными методами восстановления сосновых лесов являются правильный выбор вида и технологии рубки главного пользования, позволяющих содействовать возобновлению главных пород и сохранению их подроста. Разработана методика, основанная на общепринятых в лесоводстве и лесной таксации методов исследований.

В лесах ГОЛХУ «Стародорожский опытный лесхоз» заложено 7 пробных площадей в спелых сосновых насаждениях до и после проведения первых приемов равномерно-постепенных рубок.

Наибольшее количество подроста наблюдается в сосняке мшистом (ПП 5) после проведения первого приема равномерно-постепенной двухприемной рубки, что составило 8 000 шт/га, наименьшее – в сосняке черничном (ПП 1) до проведения первого приема равномерно-постепенной двухприемной рубки, что составило 2 800 шт/га. Максимальная доля подроста сосны среди всех возобнов-

ляющихся древесных видов отмечена в сосняке черничном на ПП 1 до проведения первого приема равномерно-постепенной рубки, что составило 89%, а минимальная – в сосняке черничном на ПП 2 – всего 19%.

Наибольшая доля мелкого подроста сосны приходится на сосняк мшистый на ПП 5 после проведения первого приема равномерно-постепенной рубки – 42%.

Минимум участия мелкого подроста отмечен в сосняке кисличном на ПП 2 до проведения первого приема равномерно-постепенной рубки.

Больше всего среднего подроста сосны было в сосняке черничном на ПП 1 перед проведением первого приема равномерно-постепенной рубки – 100%, крупного – также в сосняке черничном на ПП 3 – 87%.

Отсюда следует, что исследованные сосняки мшистые и сосняк кисличный после проведения в них первых приемов равномерно-постепенных рубок возобновляются без смены главной древесной породы, а количество учтенного на данных участках самосева и подроста свидетельствует о возможности формирования на данных участках новых насаждений естественного происхождения из ценных древесных пород при проведении заключительных приемов равномерно-постепенных рубок и назначении и проведении соответствующих мероприятий по содействию естественному возобновлению.

При проведении равномерно-постепенных рубок в сосняках по предложенной нами технологии рентабельность достигает 58,7%. Расчеты экономической эффективности показали, что с экономической точки зрения проведение равномерно-постепенной рубки при помощи бензопилы STIHL-MS361 и форвардера Амкодор 2661 более предпочтительно по сравнению с технологией на базе многооперационных машин – харвестера Ponsse Ergo и форвардера Амкодор 2661.

После проведения равномерно-постепенных рубок не нужно будет создавать лесные культуры, что не приведет за собой последующих финансовых затрат.

Таким образом, основными методами сохранения лесов или их восстановления в первую очередь являются правильный выбор способа и технологии главной рубки, позволяющих содействовать возобновлению главных пород и сохранению их подроста. Поэтому можно рекомендовать более широко применять несплошные рубки леса в лесхозе, что позволит при повышении объемов лесозаготовок сохранить устойчивость лесов к различным неблагоприятным факторам и заготавливать древесину в необходимых объемах.

**Секция  
ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ  
ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

УДК 630\*

Студ. А.А. Духовник, М.Д. Фирьян  
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Е.А. Леонов  
(кафедра лесных машин, дорог и технологий  
лесопромышленного производства, БГТУ)

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. В.В. Игнатенко  
(кафедра высшей математики, БГТУ)

### **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА НА ТЕРМИНАЛЕ МИНИ-ТЭЦ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

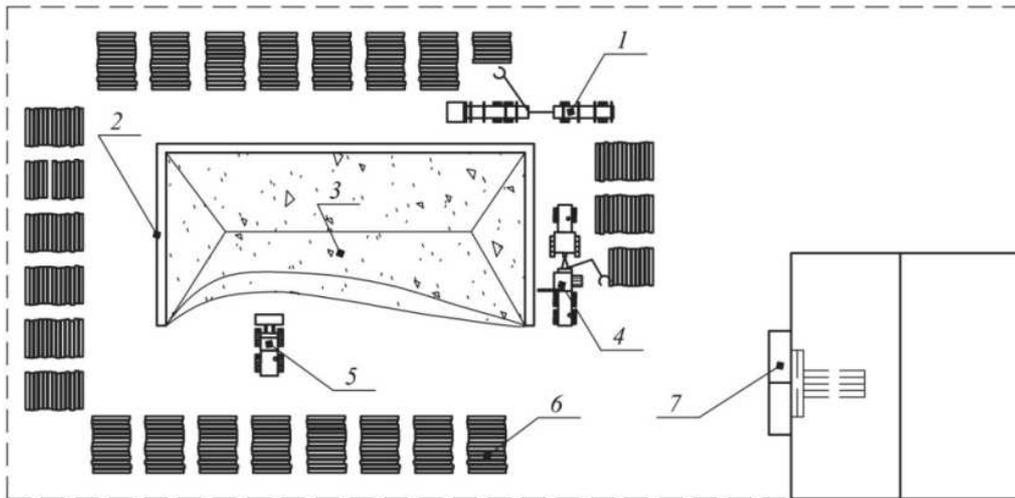
Производственный опыт предприятий поставляющих и потребляющих топливную щепу в Республике Беларусь показывает, что низкокачественная древесина и образующиеся в процессе основной производственной деятельности древесные отходы могут концентрироваться непосредственно на лесосеках, верхних и промежуточных складах, а также на терминалах сезонного хранения древесного топлива у потребителей. При этом от места концентрации древесного сырья для энергетических целей зависит выбор технологии и применяемых машин.

Отличительной особенностью рассматриваемых технологических процессов, при которых поставщиком древесного сырья являются предприятия Министерства лесного хозяйства РБ, а потребителями – предприятия Министерства жилищно-коммунального хозяйства или Министерство энергетики РБ, являются неравномерный в течение года характер заготовки топливной древесины и ярко выраженный сезонный характер ее потребления [1].

Вместе с тем с целью снижения себестоимости производства продукции на многих деревообрабатывающих предприятиях «Холдинга организаций деревообрабатывающей промышленности» функционирует ряд отраслевых мини-ТЭЦ. Их особенность состоит в выработке энергии для собственных технологических нужд при производстве древесных плит, сушке пиломатериалов и т.д. за счет сжигания древесных отходов, образующихся в процессе основной производственной деятельности. При этом, в отличие от мини-ТЭЦ предприятий Минэнерго и МинЖКХ, данные энергетические объекты характеризуются устойчивым в течение года спросом на древесное топливо [2].

На рис. показана перспективная технологическая схема функционирования терминала отраслевой мини-ТЭЦ, на котором производимая топливная щепа накапливается и хранится совместно с готовыми для сжигания отходами деревообработки, доставляемыми авто-

транспортом со смежно работающими производственными цехами или участками.



- 1 – лесовозный автопоезд, 2 – сплошной забор, 3 – бурт древесного топлива, 4 – рубильная машина, 5 – лесопогрузчик, 6 – штабели дровяного долготья, 7 – расходные бункеры для котлов мини-ТЭЦ

**Рисунок – Технологическая схема терминала древесного топлива мини-ТЭЦ деревообрабатывающего предприятия**

Работа на терминале древесного топлива отраслевой мини-ТЭЦ деревообрабатывающего предприятия осуществляется в следующем порядке. Прибывающий с лесосеки автопоезд 1 осуществляет выгрузку и укладку дровяного долготья в штабели временного хранения 6, располагаемые по периметру огражденной забором 2 площадки измельченного древесного топлива 3. После предварительной атмосферной сушки по мере необходимости дровяное долготье измельчается передвижной рубильной машиной 4 на топливную щепу с ее отсыпкой в бурт 3, куда также доставляются готовые для сжигания отходы от деревообрабатывающих участков и цехов (кусковые отходы, опилки, стружка, отсев и пр.). По мере потребления древесное топливо из бурта 3 колесным ковшовым погрузчиком загружается в расходные бункеры котлов 7 мини-ТЭЦ [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федоренчик, А. С. Лесоэнергетические терминалы: оптимизация параметров / А. С. Федоренчик, Е. А. Леонов // Лесное и охотничье хозяйство. - 2013. - № 9. - С. 10-15.

2. Леонов, Е. А. Производство топливной щепы на лесоэнергетических терминалах деревообрабатывающих предприятий / Е.А. Леонов, Д. В. Клоков // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – Минск: БГТУ, 2019. - № 1 (216). - С. 95-99.



УДК 630\*

Студ. А.А. Духовник, М.Д. Фирьян

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Е.А. Леонов

(кафедра лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

### **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРМИНАЛА ОТРАСЛЕВОЙ МИНИ-ТЭЦ**

Производственный опыт предприятий Республики Беларусь, положительно решил вопрос о способах хранения древесного сырья и топливной щепы в пользу открытого кучевого хранения. При этом современные технические средства, среди которых высокопроизводительные мобильные рубильные машины и лесопогрузчики, дешевые пленочные покрытия, эффективные средства проветривания и огнезащиты, позволяют успешно функционировать открытым терминалам при минимальной стоимости капитальных вложений и эксплуатационных затрат [1].

Площадка терминала для хранения древесного топлива должна иметь твердое покрытие (асфальтовое или бетонное) на достаточно прочном основании с тем, чтобы в процессе работы рубильных машин и лесопогрузчиков не происходило образование колеи. При этом продольные оси штабелей древесного сырья и буртов щепы должны быть направлены в сторону естественного стока ливневых вод. Уклон покрытия площадки терминала в поперечном направлении в обе стороны от продольной оси штабеля (бурта) должен составлять 8-10%, вдоль штабеля (бурта) в сторону стока – 1,5-2%.

На основании проведенных исследований [1] установлено, что основной (межсезонный) запас древесины на терминале целесообразно хранить в штабелях в виде неизмельченного дровяного долготья, а текущий (страховой) запас топливной щепы, включая кусковые или мягкие отходы, – в кучах. При этом стволую древесину, предназначенную для измельчения в топливную щепу, до самого измельчения желательнее хранить в крупных штабелях с целью минимизации негативного воздействия от атмосферных осадков.

При складировании древесного сырья из свежесрубленной древесины для повышения ее теплотворной способности необходимо установить следующие сроки его атмосферной сушки перед измельчением: для стволую древесины с диаметром более 20 см – до 6-8 мес., для тонкомерной стволую древесины – до 4-6 мес.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Леонов, Е. А. Исследование хранения древесного топлива у потребителей / Е. А. Леонов // Труды БГТУ. Сер. 2, Лесная и деревообр. пром-ть. 2019. Вып. XVII. С. 89-93.

УДК 692.232.7

Студ. М. В. Казакевич

Науч. рук. доц. О. К. Леонович

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ В ДЕРЕВЯННЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ**

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 5 апреля 2013 г. № 267 «О Концепции государственной жилищной политики Республики Беларусь до 2016 года» целью государственной жилищной политики до 2016 года является создание условий для удовлетворения гражданами потребности в доступном и комфортном жилье сообразно их индивидуальным запросам и финансовым возможностям, формирование полноценного рынка жилья. Наряду со строительством крупнопанельного домостроения, планируется разрабатывать и реализовывать проекты строительства экологических быстровозводимых домов по технологии Massiv-Holz-Mauer, без применения каких-либо клеевых композиций, с учетом использования преимущественно отечественных новых материалов с высокими техническими характеристиками.

Целью исследовательской работы является расчет стеновых конструкций деревянных основных типов деревянных домов производимых в Беларуси.

При строительстве домов необходимо проектировать ограждающие конструкции у которых термическое сопротивление теплопередаче не ниже нормативного  $R_{т.норм.} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-43-2006 и изменениями к нему. Определение характеристик тепловой защиты при проектировании жилых и общественных зданий проводится в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-196-2010 «Тепловая защита зданий.»

Расчет данной ограждающей конструкции на сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции проводился по формуле:

$$R_k = \frac{1}{\alpha_g} + R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{\alpha_n},$$

где  $R_k$  – термическое сопротивление ограждающей конструкции;  $\alpha_g, \alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции;

$$R_k = \frac{\lambda}{\delta},$$

где  $\delta$  – толщины однослойной однородной конструкции или слоя многослойной конструкции

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности материала однослойной или теплоизоляционного слоя многослойной ограждающей конструкции в условиях эксплуатации.

Расчет проводили для следующих исходных данных. Регион – моголевская область; населенный пункт – Могилев; помещение – жилое помещение; вид конструкции – стена; температура холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 –  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; продолжительность отопительного периода 204 суток; средняя температура воздуха отопительного периода –  $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; условия эксплуатации помещения – Б; количество градусо-суток отопительного периода (ГСОП) – 4468  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ . Требуемое сопротивление теплопередаче: санитарно-гигиенические требования [Rс] – 1,26 ( $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ )/Вт; нормируемое значение поэлементных требований [Rэ] – 1,87 ( $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ )/Вт; базовое значение поэлементных требований [Rт] – 2,96 ( $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ )/Вт.

В результате получено расчетное значение сопротивления теплопередаче для стены рассматриваемой конструкции – 3,33 ( $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ )/Вт.



### Выводы:

1. Освоена методика расчета теплотехнических характеристик ограждающих конструкций деревянных домов.

2. Установлено, что стеновые ограждающие конструкции изготовленные по технологии Massiv-Holz-Mauer с применением утеплителя БЕЛТЕРМО соответствуют нормативным требованиям по термическому сопротивлению и являются экологически безопасными для проживания людей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования.» Минск, «Стройтехнорм». – 2006

2. Леонович О.К. Концепция развития экологически безопасного деревянного домостроения в республике Беларусь// Божелко И. К./ Архитектура и строительные науки № 1,2 (22,23) 2019, С 60-64

УДК 621.1

Студ. А.Д. Кардашов

Науч. рук. ст. преп. С.В. Здитовецкая

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## **УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ**

Проблема энергосбережения является одной из актуальных проблем развития энергетики и народного хозяйства. Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и создание условий для целенаправленного перевода экономики на энергосберегающий путь развития является важнейшей задачей.

В Беларуси использование ВЭР является важным для обеспечения энергетической безопасности страны в связи с недостатком собственных энергетических ресурсов; насыщенностью энергоемкими промышленными предприятиями и большим потреблением энергии и топлива. Большое количество топливных ресурсов потребляет промышленность строительных материалов: цемента, керамики, кирпича, стекла, железобетонных изделий. Потери теплоты достигают 40–50%.

Проблема использования тепловых ВЭР на предприятии ОАО «Керамин» решается путем внедрения установки рекуперации теплоты отходящих газов от печей обжига керамической плитки. Теплота отходящих газов используется для горячего водоснабжения производственных цехов. Ранее вся теплота отходящих газов выбрасывалась в атмосферу и значительная часть теплоты просто утрачивалась. Также немаловажным фактором является то, что снижается вредная нагрузка на экологическую ситуацию в республике, так как снижаются тепловые выбросы в атмосферу.

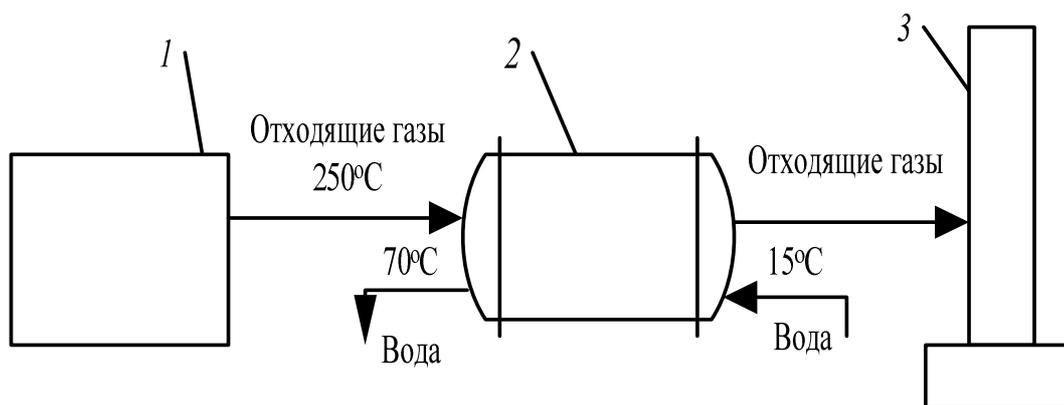
Наиболее рациональной схемой работы предприятия является следующая:

- в зимнее время производство работает на тепловой энергии, полученной от рекуператоров, и горячей воде, поступающей от центральной котельной ОАО «Керамин»;
- в летнее время практически всю потребность в тепловой энергии обеспечивается за счет утилизации теплоты промышленных печей; при недостатке мощности рекуператоров дополнительная тепловая энергия подводится от встроженных котлов.

Отходящие газы, как теплоноситель, обладают следующим преимуществом – независимостью их температуры от давления (возможность использования газов с высокой температурой при атмо-

сферном давлении). Недостатком отходящих газов являются малая транспортабельность (необходимость использования их на месте получения), низкий коэффициент теплоотдачи, сложность регулирования процесса теплообмена, загрязнение и повышенный износ поверхности теплообмена.

На предприятии в качестве утилизатора предполагается использовать кожухотрубчатый теплообменник, который подключается в систему выброса отходящих газов. В теплообменный аппарат подается холодная вода с начальной температурой  $15^{\circ}\text{C}$ , которая отходящими газами нагревается до требуемой температуры на выходе около  $70^{\circ}\text{C}$ . Температура уходящих газов  $200\text{--}250^{\circ}\text{C}$ . Предлагаемый теплообменный аппарат позволяет получить  $8,5\text{ м}^3/\text{ч}$  горячей воды. Схема утилизации теплоты представлена на рисунке 1.



1 – печь обжига; 2 – утилизатор; 3 – дымовая труба

**Рисунок 1 – Схема утилизации теплоты**

В теплообменном аппарате поверхность теплообмена состоит из пучка биметаллических ребристых труб ( $16\times 1\text{ мм}$ ) с накатными алюминиевыми ребрами. Коэффициент оребрения составляет  $\phi = 9,5$ . Трубки расположены по вершинам равностороннего треугольника в трубных решетках. Нагреваемая вода для горячего водоснабжения направляется в трубное пространство, а греющий теплоноситель движется по межтрубному пространству.

Предварительные экономические расчеты показали, что экономия тепловой энергии за год составит  $58,28\text{ ГДж}$ . Срок окупаемости проекта 4 года.

Утилизация теплоты отходящих газов позволит решить следующие проблемы:

- обеспечить предприятие тепловой энергией на отопление и горячее водоснабжение;
- получить значительную экономию топлива, способствующую уменьшению себестоимости продукции и увеличению прибыли предприятия;
- снизить количество вредных выбросов в окружающую среду и соответственно улучшить экологическую ситуацию.

УДК 674.093.6

Студ. А.Г. Карпович

Науч. рук. доц. А.А. Янушкевич

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ РАДИАЛЬНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПРИ РАСПИЛОВКЕ БРЕВЕН**

В связи с расширением индивидуального строительства малоэтажных деревянных домов возросло внимание к клееным брусам, как к строительным материалам.

Для изготовления клееных брусев используют пиломатериалы радиальной распиловки, которые отличаются повышенной формоустойчивостью, меньше подвергаются короблению и растрескиванию в процессе сушки и при изменении условий эксплуатации изделий, из них изготовленных [1].

Распиловка бревен на радиальные пиломатериалы осуществляется развально-секторным или развально-сегментным способами [2]. Однако при этом выпиливаются доски различной ширины. Нами выбран комбинированный способ распиловки (развально-сегментно-брусовой), который обеспечивает выпилку обрезных радиальных досок заданной спецификации при сравнительно простой технологии [3].

При комбинированном способе в первом проходе выпиливают из центральной части несколько необрезных радиальных досок, а из боковых сегментов выпиливают брусья и необрезные доски тангенциальной распиловки. Во втором проходе брусья распиливают на обрезные радиальные доски требуемой толщины и ширины, и односторонне-обрезные боковые доски смешанной или тангенциальной распиловки.

Целью работы является совершенствование технологии распиловки бревен на радиальные пиломатериалы для клееных брусьев. Для осуществления указанной цели решены следующие задачи:

- определены зоны радиальности бревна и брусьев-сегментов;
- разработана методика и составлены схемы раскроя бревен на радиальные доски и определен объемный выход досок;
- разработана технологическая схема лесопильного цеха по выпуску радиальных пиломатериалов.

Разработанная нами методика составления и расчета поставов на распиловку бревен комбинированным способом на радиальные пиломатериалы включает:

- определение зон радиальности бревна и сегмента по номограмме для составления поставов, приведенной в [4];
- составление и расчет поставов на распиловку бревен и брусьев [2].

Отметим, что теоретические положения по распиловке бревен на радиальные пиломатериалы приведены в [5].

По указанной методике нами были составлены схемы распиловки бревен комбинированным способом на радиальные пиломатериалы по заданной спецификации. Например, для распиловки бревен диаметром 32 см, длиной 4 м на радиальные пиломатериалы сечением 27\*100 и 32\*100 мм постав будет: при первом проходе: 22-100-27-27-100-22, при втором проходе: 16-22-27-32-32-27-22-16. Общий расчетный выход досок составит 61,29 %, в том числе, выход радиальных досок составит 42,95 %.

На основе анализа лесопильного оборудования выполнен выбор и расчет технологического оборудования и транспортных механизмов.

Технологическая схема лесопильного потока включает:

- раскрой бревна с выпилкой бруса и необрезных досок;
- раскрой брусьев на обрезные и необрезные доски;
- раскрой и обрезка необрезных досок с предварительной торцовкой.

Разработанная методика составления и расчета поставов и технологическая схема лесопильного потока с механизацией переместительных операций могут быть использованы при проектировании лесопильных цехов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волынский В. Н., Пластинин С. Н. Первичная обработка пиломатериалов на лесопильных предприятиях. М. : «Ризэл-пресс», 2005. 256 с.

2. Янушкевич А. А. Технология лесопильного производства. Минск: БГТУ, 2010. 330 с.
3. Минеев А. В. Особенности раскрытия крупномерного лиственничного сырья (обзор). ВНИИПИЭЛеспром. М. 1978. 36 с.
4. Янушкевич А. А., Рапинчук Д. Л. Обоснование способа распиловки бревен на пиломатериалы для клееных брусьев // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. 1999. Вып. VII. С. 162-164.
5. Батин Н. А., Янушкевич А. А. К составлению поставок на выпилку радиальных пиломатериалов. // Механическая технология древесины: респ. межвед. сб. Минск, 1971. Вып. 1. С. 3-5.

УДК 674.047

Студ. А.Г. Карпович

Науч. рук. ассист. Д.П. Бабич

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ШПОНА**

Целью исследования является изучение зависимостей процесса сушки изделий из шпона. На процесс сушки влияют многие факторы, такие как: размер и положение штабеля; температура и влажность сушильного агента; продолжительность сушки. Основным технологическим фактором, влияющим на качество изделий, является режим сушки. Если режим определен неверно, то у изделия понижается качество, наблюдается растрескивание и коробление.

Для того, чтобы проследить какое влияние оказывает привычный способ сушки шпона на наше изделие был проведен первый опыт в сушильном шкафу при  $t_1=130^{\circ}\text{C}$  и  $t_2=80^{\circ}\text{C}$ . Данный режим оказался жестким для наших изделий. Наблюдалось растрескивание и коробление образцов, что недопустимо.

Второй опыт был проведен в климаткамере, где есть возможность регулировать влажность сушильного агента. Опыт был проведен на 38 образцах. Образцы, как и в прошлом опыте, были пронумерованы и взвешены. В камеру мы поместили два штабеля, один состоял из 20 образцов, второй – из 18. Параметры сушильного агента:  $t=60^{\circ}\text{C}$ ,  $W=60\%$ .

В ходе эксперимента наблюдалось коробление верхнего и нижнего, по высоте штабеля, образцов. В середине штабеля сушка проходила более равномерно и без дефектов. Процесс сушки занял 570 ми-



нут. Из построенных эмпирических графиков следует, что для сушки при данных параметрах достаточно 300 минут.

Третий опыт также проводился в климаткамере на 38 образцах. Образцы, как и в прошлом опыте, были составлены в два штабеля. Были изменены параметры сушильного агента ( $t=70^{\circ}\text{C}$ ,  $W=50\%$ ).

Опыт занял меньше времени, чем предыдущий, а именно, 300 минут. При построении графиков выяснилось, что при данных параметрах достаточно 150 минут. Дефекты сушки наблюдались такие же, как и в предыдущем опыте.

Исходя из опытов можно сделать вывод, что параметры сушильного агента  $t=70^{\circ}\text{C}$ ,  $W=50\%$  можно считать допустимыми, так как практически не ухудшалось качество изделий и процесс шел более равномерно.

УДК 630\*841.1

Студ. А.Г. Карпович

Науч. рук. м.т.н. А.Ю. Бовтрель

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ АНТИСЕПТИКОВ**

Древесина является природным материалом, который способен разрушаться по различным причинам. Одной из этих причин служат дереворазрушающие и деревоокрашивающие грибы. Антисептирование древесины позволяет временно противостоять поражению грибов различных штаммов.

В ГОСТ 30495-2006 приведены общие технические условия для антисептиков. В работе проводилась оценка эффективности защитного средства против деревоокрашивающих и плесневых грибов в соответствии стандарта ГОСТ 30028.4-2006. Испытания проводились на образцах из древесины размерами  $10\times 55\times 75$  мм (последний размер – по длине волокон).

Образцы древесины пропитывались не позднее чем через 24 ч после изготовления. Пропитка образцов проводилась методом погружения в раствор с выдержкой в нем в течение 60 с. После пропитки вычисляли поглощение защитного средства. Образцы перед испытанием выдерживались в открытых бюксах в комнатных условиях в течение 2,5 ч.

Продолжительность испытания составляла 15 сут. Состояние образцов оценивалось визуально через 5,10 и 15 сут.

При текущей оценке состояния образцов учитывалась (в процентах) среднюю площадь поражения грибами их поверхностей. По окончании испытания дополнительно оценивали стадию развития грибов (в баллах). Среднюю площадь поражения грибами образцов определяли как отношение суммы площадей, пораженных грибами, к общей площади образцов (в процентах). Оценку стадии развития грибов на образцах проводили по шестибальной шкале с учетом характеристик, приведенных в стандарте ГОСТ 30028.4-2006. С учетом полученных результатов эффективность защитных средств по защищающей способности классифицировали по таблице 1 стандарта ГОСТ 30028.4-2006.

Метод оценки коррозионной агрессивности заключается в выдержке пластинок из нелегированной стали в растворе защитного средства и последующей оценке коррозионной агрессивности защитного средства по скорости коррозии образцов или средней глубине ее проникновения. Испытания проводились не менее чем на девяти образцах, каждый из которых помещают в отдельный сосуд.

Образцы зачищают наждачной бумагой до получения однородной поверхности, свободной от коррозии, маркируют механическим способом вблизи от края и промывают последовательно в бензине, спирте и эфире. В цилиндрические сосуды наливают по 250 см<sup>3</sup> раствора защитного средства. Образцы подвешивают на капроновых нитях и помещают в сосуд так, чтобы они не касались друг друга, стенок и дна сосуда. Уровень растворов должен быть на 10 мм выше уровня образцов и оставаться в течение испытания постоянным.

Сосуды с образцами выдерживают в течение 20 сут при температуре (20±2) °С. После этого образцы извлекают из раствора и удаляют продукты коррозии путем выдерживания образцов в течение 30 мин в растворе для травления.

Обработка результатов испытаний проводится согласно ГОСТ 26544-85.

По ГОСТ 16483.3-84 был определен предел прочности при статическом изгибе.

Испытание продолжалось до разрушения образца, определяя максимальное показание стрелки силоизмерителя. Максимальную нагрузку  $P_{max}$  определяли с погрешностью не более 1 %. После испытания определяли влажность образцов. В качестве пробы на влажность брали часть образца длиной (25±5) мм, вырезанную вблизи излома.

Первоначально вычисляли прочность образца в момент испытания, а затем пересчитывали на влажность 12%.

Эффективность антисептика против древоокрашивающих и плесневых грибов была оценена как высокоэффективная. В результате испытаний на проникаемость антисептик имеет пропиточный коэффициент по поглощению древесиной – 0,97; пропиточный коэффициент по глубине проникновения вдоль волокон – 0,92; поперек волокон – 0,89. Проведя испытание согласно ГОСТ 26544, антисептик имеет среднее значение скорости коррозии – 0,1882 г/(м<sup>2</sup>·сут). Испытанные образцы древесины, пропитанной антисептиком, имеют фактический предел прочности при статическом изгибе – 80,17МПа, образцы непропитанной древесины – 83,34 МПа. Снижение прочности составило 3,81 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О.К. Леонович, А.Ю. Антоник «Определение преобладающих культур дереворазрушающих и древоокрашивающих грибов, и их воздействие на древесину» Труды БГТУ, Минск, 2017 г, с.299-304.

УДК 630\*36

Студ. Р.А. Карсюк, А.С. Ярмольчик  
Науч. рук. доцент С.Е. Арико

(кафедра лесных машин, дорог и технологий лесозаготовок, БГТУ)

#### **МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ МАШИН**

В создавшихся условиях с учетом задач, стоящих перед лесным комплексом республики по внедрению новых ресурсосберегающих технологий, исключительно важным является обоснование параметров базовых и четкое представление общей концепции их разработки. При решении вопроса обоснования базовых шасси для специальных лесозаготовительных машин различных групп следует рассматривать возможности их агрегатирования с различным технологическим оборудованием и максимальной унификации с узлами и агрегатами отработанной и выпускаемой серийно продукции, причем с учетом лесных условий эксплуатации и тяжелых нагрузочных режимов.

Концепция разработки лесной машины должна учитывать тягово-энергетическую концепцию базового трактора. В этом случае мощность двигателя должна соответствовать возможностям выполнения как транспортных операций, так и других операций технологического процесса. Форма, размерные параметры, масса машины и технологического оборудования принимаются с учетом существующих

ограничений и возможности обеспечения необходимых вылетов рабочих органов, кинематики их перемещений, компоновки, что имеет большое значение для маневренности машины при движении по лесосеке и в узких коридорах.

При модульном принципе создания лесозаготовительная машина может рассматриваться как система, включающая энергетический и технологический модули. Концепция создания лесной машины предполагает установление проектных параметров шасси и специализированного технологического модуля, а также элементов привода рабочего оборудования. Особенности концепции разработки лесозаготовительной машины, строящейся по блочно-модульному принципу, дают возможность создания новых лесных машин в более короткие сроки и обладающие при этом достаточно хорошими эксплуатационными свойствами. Возможность применения энергетического модуля и базового шасси на его основе для лесного трактора оценивалась при рассмотрении общей системы "базовое шасси – технологическое оборудование" с учетом указанных ранее наиболее важных признаков эффективности, способности нести технологические нагрузки, устойчивости при работе, реверсивности движения, обзорности рабочей зоны, тягово-сцепных свойств, проходимости, маневренности, плавности хода, степени повреждаемости почвы, способности проезда по дорогам общего пользования и др.

УДК 630\*383: 625.7/.8

Студ. Т.Д. Ковток, А.Р. Петько

Науч. рук. доц. Е.И. Бавбель

(кафедра лесных машин, дорог и технологий  
лесопромышленного производства, БГТУ)

### **АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Современная лесная автомобильная дорога – это капитальное долговечное транспортное сооружение. Наиболее живучими, трудно поддающимися реконструкции элементами являются трасса и продольный профиль дороги. Неудачно запроектированные участки дороги эксплуатируются десятилетиями, вызывая прямые экономические потери от снижения скорости, и косвенные, выражающиеся в отрицательном эмоциональном воздействии вида дороги на водителей и пассажиров.

В настоящее время не вызывает сомнения факт, что дорога является не только местом работы людей, средством передвижения их, но и местом отдыха.

Для большинства людей вольно или невольно наблюдаемые очертания дороги очень важный элемент окружающей среды. Нельзя пренебрегать эстетическим началом трассы, эмоциональным воздействием ее на психику людей. Дорога должна не только обеспечивать безопасное движение автомобилей с расчетными скоростями, но и гармонично вписываться в окружающий пейзаж, раскрывать и подчеркивать красоту природного пейзажа с тем, чтобы поездки по дорогам были менее утомительны для водителей и пассажиров. В этой связи проектирование лесных дорог III категории для национальных парков РБ ведут с позиций архитектурно-ландшафтного проектирования.

Целью ландшафтного проектирования дороги является выбор положения трассы и геометрической формы других элементов дороги, обеспечивающих безопасное движение автомобилей с высокими скоростями и плавное гармоничное сочетание ее с ландшафтом местности. При проектировании трассы работа инженера-технолога во многом перекликается с работой архитектора.

Ландшафтное проектирование, как правило, приводит к снижению стоимости строительства дороги за счет уменьшения объемов работ, особенно на косогорных участках. Кроме того, на участках, запроектированных с учетом требований архитектурно-ландшафтного проектирования, выше безопасность движения.

Ландшафтное проектирование предусматривает решение следующих задач:

- Достижение внешней гармонии трассы за счет плавного вписывания дороги и всех ее элементов в ландшафт.
- Достижение внутренней гармонии трассы путем выбора рациональных сочетаний элементов трассы, обеспечивающих ее пространственную плавность.
- Обеспечение зрительной ориентации водителей о дальнейшем направлении трассы средствами оптического трассирования.

Сущность принципов ландшафтного трассирования заключается в следующем:

1. Дорога должна следовать крупным определяющим (доминирующим) линиям ландшафта, не считаясь со множеством мелких де-

талей ландшафта. Дорога хорошо сочетается с ландшафтом, плавно и органически вписывается в него, если она проложена по граничной зоне его крупных элементов (у подножья холмов, по опушке леса) или вдоль естественной обычно искривленной оси ландшафта (по берегам рек, озер или водохранилищ).

2. Наилучшее сочетание дороги с ландшафтом достигается при криволинейном очертании трассы дороги в плане. Как известно, природа редко создает правильные геометрические фигуры и прямые линии, поэтому средствами клотоидного трассирования можно добиться гармоничного сочетания дороги с окружающим рельефом.

Каждый поворот дороги в плане должен быть логически оправдан видимым препятствием прямолинейному движению на этом участке. При отсутствии на местности таких препятствий и необходимости искривления трассы по соображениям обхода участков с необеспеченным водоотводом, неблагоприятными грунтами и т.д.

3. Элементы дороги должны быть соизмеримы с элементами местности – принцип масштабности.

4. Устранение «геометризма» дороги и «придорожной полосы». Постоянную ширину проезжей части, обочин и мостов устранить не представляется возможным. Все же остальные элементы поперечного профиля (откосы, разделительная полоса, кюветы) без ущерба могут быть лишены геометрической правильности очертаний.

5. Как уже указывалось, дорога должна выполнять определенные эстетические функции: способствовать раскрытию перед едущими красоты природного ландшафта, подчеркивать основные элементы ландшафта. При строительстве дороги производят специальную расчистку леса и кустарника, мешающих обзору красивых элементов ландшафта, устраивают специальные смотровые площадки и площадки отдыха, сохраняют красивые деревья, создают придорожные водоемы и т.д.

УДК 674.048

Студ. А.Ю. Короб

Науч. рук. ассистент О.Г. Рудак

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ**

Современное мебельное производство – это быстро развивающаяся отрасль промышленности, которая обладает особой гибкостью и оперативно реагирует на изменение модных тенденций на рынке.

Цель нашей работы: выявить новейшие материалы для производства современной мебели и более подробно изучить их.

*1 Углеродное волокно.* В интерьерный и предметный дизайн этот материал пришел из авиационной и автомобильной индустрии. Легкий, жесткий и прочный – такой набор технических характеристик дал дизайнерам новые возможности. А вместе с высоким сопротивлением к термическим и климатическим воздействиям материал открыл новую эру инновационных решений.

*2 Плексиглас.* Плексиглас (еще его называют прозрачным акриловым стеклом) изначально использовали в строительстве, но дизайнеры не могли не заинтересоваться таким необычным материалом. Он стал хрестоматийным образцом для «космического» дизайна в 60-х годах. Тогда миру были представлены первые невидимые стулья и светильники Acrilica.

Сегодня традиции продолжают свое развитие. Например, прототип «жидкого» стола Захи Хадид. Он изготовлен из прозрачного и полупрозрачного акрилового стекла. Первое впечатление обманчиво, поэтому стоит присмотреться лучше – столешница идеально ровная.

*3 Алькантара.* Алькантара – это обивочный материал. Изобрел его японский химик Миуси Окамото в 1970 году. После этого над выпуском алькантара трудились итальянцы, немцы. Дизайнеры по достоинству оценили все его преимущества: внешне похож на замшу, но при этом гораздо прочнее, не боится грязи, легко моется и не выгорает на солнце. Единственный минус – высокая стоимость материала.

*4 Синтетические смолы.* Синтетическим материалам тоже нашлось место в высокой моде дизайна. Дизайнер Гаэтано Пеше нашел им альтернативное применение – в итоге на свет появился стол Tavolone. Для создания к нему столешницы мастер залил в форму смолы разных цветов, где они смогли по-разному растекаться и перемешиваться между собой.

5 *Мебель из резины.* Мебель из цветной резины [1], выпущенная, озаарила своим присутствием знаменитую выставку современных интерьеров Design Miami/Basel.

Дизайнерское ноу-хау представлено в виде небольших квадратиков резины, которые как будто плавают в воздухе, формируя современную мебель для дома – кресла и консоли. Размеры предметов интерьера вполне компактны: 65×50×80 см – таковы параметры резинового стула и 80×30×80 см – это пропорции шкафа. Прочная резина позволяет сохранить форму изделию. Этот инновационный материал встречается и в других разработках дизайнерского дуэта. Так, например, коллекция журнальных столов, чей силуэт напоминает игру в тетрис, тоже выполнена из данного типа резины.

6 *Laokoön.* Уникальный материал под названием Laokoön [2] представляет собой ультрасовременный текстиль, собранный вручную из продольных пробковых и пластмассовых пластин. Возможность варьировать конфигурации базовых элементов, степень прозрачности и тонировки позволяет создавать из полотна очень необычные и футуристические поверхности.

7 *Метакрил.* Этот инновационный материал, пришедший в дизайн в начале тысячелетия в помощь пластику, благодаря своим свойствам, практически неограниченной цветовой гамме и большим возможностям механической обработки завоевал свое место в дизайнерском мире. Сегодня дизайнеры, не сдерживая полета фантазии, могут создавать самые замысловатые формы с помощью этого легкого пластика.

8 *Кориан.* Известный во всем мире твердый композитный материал кориан, разработанный Дональдом Смокумом в 1967 году, долговечен, словно камень, и гибок, как пластилин. Позволяющий создавать любые формы, этот материал стал излюбленным инструментом Захи Хадид, Рона Арада и Марка Ньюсона, и единственной преградой для его массового использования остается лишь очень высокая цена.

Вывод. При выборе материалов для производства мебели необходимо учитывать как физико-механические, так декоративные и стоимостные показатели.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Мебель из желе [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.abitant.com/posts/mebel-iz-zhele> – Дата доступа: 20.05.2019.



2 Инновационные материалы в дизайне XXI века [Электронный ресурс] – Режим доступа:  
[http://housesdesign.ru/articles/innovatsionnie\\_materiali\\_v\\_dizayne\\_hh%D0%86\\_veka-2521.html](http://housesdesign.ru/articles/innovatsionnie_materiali_v_dizayne_hh%D0%86_veka-2521.html)– Дата доступа: 20.05.2019.

УДК 630\*383

Студ. Корогвич Д.В.

Науч. рук. канд. тех. наук., доц. Протас П.А.

(Кафедра лесных машин, дорог и технологий  
лесопромышленного производства, БГТУ)

### **АНАЛИЗ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ В ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

В данной работе мы проведем анализ комплексного использования древесного сырья в лесозаготовительных предприятиях Республики Беларусь. На данный момент одной из главных проблем всего лесозаготовительного комплекса РБ является, неполное использование древесного потенциала. Эта проблема объясняется: дефицитом инвестиционных ресурсов, высоким моральным и физическим износом действующих производственных мощностей, неэффективным использованием топливно-энергетических ресурсов.

Для решения данных проблем, а также повышения энергетической безопасности страны, являющейся одной из основных в системе экономической безопасности, в Беларуси была разработана Республиканская программа энергосбережения, созданы законодательная база, структуры управления и т.д.

Проведя анализ структуры топливно-энергетического баланса, перспективным направлением является снижение удельного веса природного газа и увеличение доли местных видов топлива. Для реализации ряда поставленных задач в республике будут построены или уже построены ряд энергоисточников (мини-ТЭЦ), работающих на древесном и других местных видах топлива.

Энергетический потенциал по части местных топливных ресурсов в РБ велик. В будущем требуется сделать еще ряд мероприятий по улучшению и модернизации уже существующих технологий. Не мало важным аспектом является улучшение качества труда на предприятиях. Вместе с тем, важно расширять сотрудничество с зарубежными компаниями по части комплексного использования древесного сырья.

УДК 630\*15

Студ. Г.С. Крейза

Науч. рук. проф. П.А. Лыщик

(кафедра лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства)

### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

Транспортно-дорожный комплекс является мощным источником загрязнения природной среды. Из 40 млн. т вредных выбросов 85% приходится на выбросы автомобильного транспорта и предприятий дорожно-строительного комплекса. Кроме того, транспорт является одним из основных источников шума в городах и вносит значительный вклад в тепловое загрязнение окружающей среды. Отработанные газы двигателей внутреннего сгорания содержат более 200 наименований вредных веществ, в т.ч. канцерогенных. Нефтепродукты, продукты износа шин и тормозных колодок, сыпучие и пылящие грузы, хлориды, используемые в качестве антиобледенителей дорожных покрытий, загрязняют придорожные полосы и водные объекты.

В соответствии с различиями в количествах и видах выбрасываемых загрязняющих веществ целесообразно рассматривать в отдельности двигателя внутреннего сгорания. Вредные вещества при эксплуатации подвижных транспортных средств поступают в воздух. На выбросы оксида углерода значительное влияние оказывает рельеф дороги и режим движения автомашины. Минимальное количество оксида углерода выделяется при равномерной скорости автомобиля 60 км/ч. В связи с тем, что отработавшие газы автомобилей поступают в нижний слой атмосферы, а процесс их рассеяния значительно отличается от процесса рассеяния высоких стационарных источников, вредные вещества находятся практически в зоне дыхания человека. Поэтому автомобильный транспорт следует отнести к категории наиболее опасных источников загрязнения атмосферного воздуха.

Загрязнение поверхности земли транспортными и дорожными выбросами накапливается постепенно, в зависимости от интенсивности движения и сохраняется очень долго даже после ликвидации дороги. Накапливающиеся в почве химические элементы, особенно металлы, охотно усваиваются растениями и через них по пищевой цепи переходят в организм животных и человека. Часть их растворяется и выносится стоковыми водами, попадает затем в реки, водоёмы и уже через питьевую воду также может оказаться в организме человека. Наиболее распространённым и токсичным транспортным загрязнителем, считается свинец, его фоновое содержание в придорожных растениях приблизительно 10 мг/кг (на сухую массу). Общесанитарный показатель Г1ДК свинца в почве с

учётом фона - 32 мг/кг. Но некоторым данным содержание свинца на поверхности почвы на краю полосы отвода обычно составляет до 1000 мг/кг. Согласно выполненным латвийскими учёными замеров концентрация металлов в почве на глубине 5-10 см в двое меньше, чем в поверхностном слое до 5 см. Наибольшее число отложений обнаружено на расстоянии 7-15м от края проезжей части. Установлено что через 100 м от проезжей части концентрация приближается к фоновой.

Существует шкала уровней шума от разных источников: 90 дБа - предел нормального физиологического восприятия человека, дальше уже начинаются болезненные явления. Ведь 120 дБа - это избыточное давление в 20 Па. Воздействие транспортного шума на окружающую среду, в первую очередь, на обитание человека, стало проблемой. Общий уровень шума на наших дорогах выше, чем в западных странах. Это объясняется большим относительно числом грузовых автомобилей в составе транспортного потока, для которых уровень шума на 8-10 дБа выше, чем у легковых. Ниже у нас и нормативные требования к выпускаемым автомобилям. Считается, что в городских условиях 60-80% шума создаёт движение транспортных средств. Основными мероприятиями по снижению транспортного шума: - обеспечение равномерного свободного движения; - снижение интенсивности движения, запрет грузового движения в ночное время; - удаление дорог с грузовым движением из жилых зон; - устройство шумозащитных сооружений и зелёных насаждений. Запрет грузового движения даёт снижение уровня шума примерно на 10 дБа. Аналогичный эффект даёт исключение движения мотоциклов.

Наиболее распространённым и вполне логичным способом защиты является создание вдоль дороги полосы зелёных насаждений. Конечно, у этого метода есть и свои недостатки. Специалисты по безопасности движения считают, что однообразные стены вдоль дороги, хотя и зелёные, утомляют водителя, закрывают окрестности и за зелеными насаждениями нужен уход. Ещё одним способом является установка защитных экранов, они выполняют функции защиты от шума шум. Так же, прозрачный экран, несмотря на значительную высоту, не создаёт впечатления замкнутого пространства, негативно влияющего на психологическое состояния водителей. Для улучшения экологической обстановки в мире разрабатываются новые автомобили работающие на альтернативных видах топлива, такие как: двигатели, работающие на сжатом воздухе, на растительном масле (жук), на топливе с водородной основой(мерседес), на этаноле (сузуки), а так же на электроэнергии.

УДК 674.093.075.8

Студ. Д.Н. Соловей, Е.В. Лепешко

Науч. рук. доц. А. А. Янушкевич

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ БРЕВЁН НА ФРЕЗЕРНО-ПИЛЬНЫХ ЛИНИЯХ GIGA 02 ,NEWSAW**

Лесопильная линия GiGa 02, производства A.COSTA. Righi представляет собой фрезерно-профилирующую линию безотходной распиловки тонкомерного и среднемерного круглого материала на обрезной пиломатериал за один проход.

Основным способом переработки круглых лесоматериалов является распиловка с брусочкой. Линия подразумевает выпиливание 4-х кантного бруса, обрезных досок, а также технологической щепы, которая в свою очередь исключает отходы переработки и позволяет наиболее оптимально использовать древесину.

Фрезерно-брусующий станок NewSaw R200 обеспечивает за один проход выпуск точных по размеру обрезных пиломатериалов. Одновременно производится высококачественная щепка для варки целлюлозы. Боковые доски обрезаются либо обрезными фрезами, находящимися на валах циркульных пил, либо фрезерным блоком, выполняющим обрезку после распиловки в развал. Готовые пиломатериалы имеют очень точные размеры и безупречное качество поверхности.

К основным преимуществам линий можно отнести: минимальный состав работ,; управляется одним оператором; производится распил 8 и более брёвен в минуту; производительность 20-100 тыс. м<sup>3</sup> кругляка в год; не требуются дополнительные фундаменты для установки линии. Из недостатков можно выделить следующее: очень высокая стоимость линий; требуется высокая квалификация оператора; определенные трудности в настройке, наладке линии; очень затратны при малых объёмах круглых лесоматериалов; относительно небольшой выход пиломатериалов (Giga 02); большой объёмный выход щепы, что при невыгодном её использовании повлечет убытки.

Целью работы является определение объёмного выхода пиломатериалов и баланса древесины при переработке бревен на фрезерно-пильных линиях, а также определить эффективность переработки.

Для решения этой задачи были составлены и рассчитаны поставки на переработку бревен диаметров 18,20,22 см, длиной 4 м на пиломатериалы и технологическую щепу. При составлении и расчете поставок использовали теоретические положения, разработанные профессором Н.А. Батиным. На основании расчета поставок приведе-

на гистограмма сравнения по объёмному выходу в зависимости от диаметра.

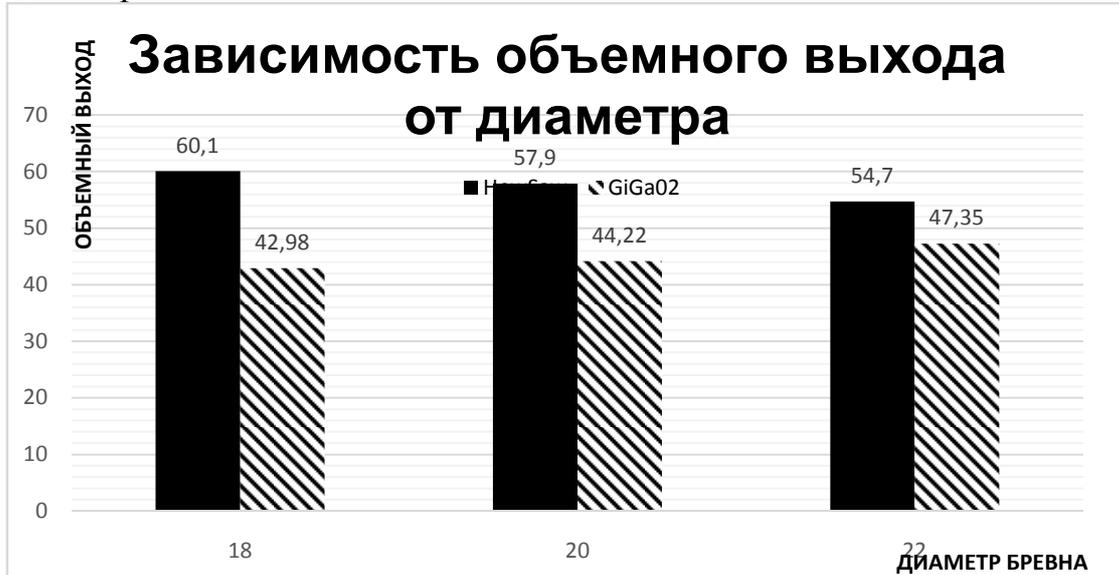


Рисунок 1 – Гистограмма сравнения объёмного выхода линий Giga 02 и HewSaw.

На основании расчетов были сделаны следующие выводы:

1) объёмный выход пиломатериалов на линии HewSaw составляет 55-60% в зависимости от диаметра бревен, а на линии Giga 02 43-48%.

2) объёмный выход щепы из бревна на линии HewSaw составляет приблизительно 25-30% от объёма бревна, а на линии Giga 02 составляет 35-40%.

На основании этого делаем вывод о том что целесообразно устанавливать линию Giga 02 в том случае, если на предприятии имеется цех по использованию щепы, например цех ЦБП, куда данная щепа пойдет на переработку. В свою очередь линия HewSaw будет использована для выработки товарных пиломатериалов. При этом улучшается эффективность переработки бревен.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Янушкевич А.А. Технология лесопильного производства. Практикум: учеб. пособие / А.А.Янушкевич.-Минск: БГТУ, 2012.-168с.

УДК 674.048

Студ. И.В. Лецко

Науч. рук. ассист. А.С. Чуйков

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **МЕБЕЛЬ ДЛЯ ДЕТСКИХ КОМНАТ**

В настоящее время разработано немало примеров тематического оформления детских комнат. В связи с этим цель нашей работы – провести исследование, изучить имеющиеся аналоги и разработать проект детской комнаты.

Создать настоящую сказку для ребенка нетрудно. Стили в интерьере детской отличаются большим разнообразием и яркостью в сравнении с интерьером других помещений. Можно создать универсальный стиль, который будет актуальным в любой возрастной период ребенка, а можно экспериментировать и менять внешний вид комнаты по мере взросления, учитывая его интересы и увлечения.

Условно стили можно разделить на классическую, современную и тематическую группы, которые отличаются мебельной конструкцией, декором, основными цветовыми акцентами.

Для детской комнаты подойдет High-tech, минимализм, классический стиль в зеленых, белых, синих, красных тонах, а также тематический интерьер, который отражает интерес ребенка к футболу, мультфильму или иному увлечению [1].

Минимализм хорош своей универсальностью. Он позволяет менять интерьер по настроению, ведь его основа нейтральна и легко адаптируется практически под любые изменения; визуально увеличить маленькую комнату за счет светлой цветовой гаммы и минимума мебели и декора; усилить освещение в детской с недостатком света; обустроить интерьер в сжатые сроки и при небольшом бюджете [2].

Детская в классическом стиле хороша своим уютом и изобилием натуральных материалов. К тому же, она достаточно универсальна, а поэтому подходит для оформления комнат на вырост или общих спален.

Детская – это комната, где ребенок может уединиться и провести свое свободное время в уютной для себя обстановке. Основной принцип детской комнаты — практичность и многофункциональность. Любая детская комната состоит из следующих элементов: письменный стол, шкаф, кровать, стул, настенная полка, тумбочка.

Комплект мебели для детской комнаты должен удовлетворять следующим наиболее распространенным условиям:

*Удобство.* В этом случае следует выделить два основных направления: характеристики связанные с условиями хранения вещей (предметов) и характеристики связанные с удобством пользования.

*Прочность.* В ходе эксплуатации изделие подвергается постоянным нагрузкам. Нагрузки могут быть статическими и динамическими. В этом плане особое внимание уделяется креплению дверей и полок, которые добавляют устойчивость изделию.

*Функциональность.* Мебель должна вмещать значительное количество вещей, занимать минимум свободного пространства.

*Соответствие окружающей среде.* Мебель должна соответствовать тому интерьеру, в котором она находится.

*Удобство при уборке.* В процессе эксплуатации на мебель оседает пыль. Следует обеспечить доступность наиболее подверженных загрязнению мест.

Детскую мебель изготавливают из разных материалов: MDF плиты, ДСП плиты, натуральные, ламинированные плиты ДСП, ДВП, пластик и пр.

Мебель в детской должна быть соразмерна ребенку. В 5 лет он может дотянуться до полки или вешалки на высоте не более 130 см, в 7 лет – не больше 150 см. Учитывая габариты детской одежды и обуви, глубину шкафа тоже можно уменьшить до 45–50 см – это сэкономит в комнате место. Высота сиденья для ребенка напрямую зависит от его роста, но средние показатели таковы: 26,5 см – для ребенка 5-ти лет и 29 см для семилетнего. Высота стола будет составлять 44,5 см и 48 см соответственно. Ребенок должен свободно открывать дверцы шкафов и выдвигать ящики.

*Вывод.* При проектировании мебели для детской комнаты необходим комплексный учёт всех факторов, при которых изделие рассматривается во взаимосвязи с другими объектами и средой в целом, учитывая социальные, функциональные, эргономические, эстетические и другие аспекты, а также динамику их развития.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Стиль детской комнаты. 10 вариантов оформления интерьера [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://dafix.ru/detskaya/stil-detskoj-komnaty-10-variantov-oformleniya-interera/> – Дата доступа: 20.05.2019.

2. Дизайн детской в стиле минимализм [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mychildroom.ru/design/modern/detskaya-v-stile-minimalizm.html> – Дата доступа: 20.05.2019.

УДК 62-2:674.05

Студ. Литвинович Д.В.

Науч. рук. канд. техн. наук Гаранин В.Н.

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

## **НЕОБХОДИМОСТЬ СОЗДАНИЯ ОБЩЕЙ БАЗЫ ДАННЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ Д/О ОБОРУДОВАНИЯ**

На сегодняшний день практически все оборудование и инструмент для деревоперерабатывающей промышленности изготавливается за границей. 100%-й импорт оборудования ведет к технологической зависимости Республики Беларусь в области деревообработки, превращая страну в ресурсную базу с низкой добавочной стоимостью производства изделий из древесины. С целью нахождения пути решения данной проблемы и представлена данная работа.

На сегодняшний день в Республике Беларусь хорошо развита машиностроительная отрасль, которую можно использовать для создания оборудования для деревопереработки, используя принцип унификации. Для начала, представим составные части, из которых может состоять любое деревоперерабатывающее оборудование (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Элементы деревообрабатывающего станка**

Анализ рынка отечественных производителей элементов для деревообрабатывающего оборудования показал, что в Республике Бе-



ларусь отсутствуют производители пневматических узлов. По остальным позициям можно найти элементы отечественного производства.

Следует отметить, что использование отечественных или даже импортных элементов при создании оборудования именно на территории Республики Беларусь не всегда будет экономически оправданным, однако это позволит снизить ее технологическую зависимость от других стран и быть более независимой в области деревопереработки.

УДК 674.055:539.3

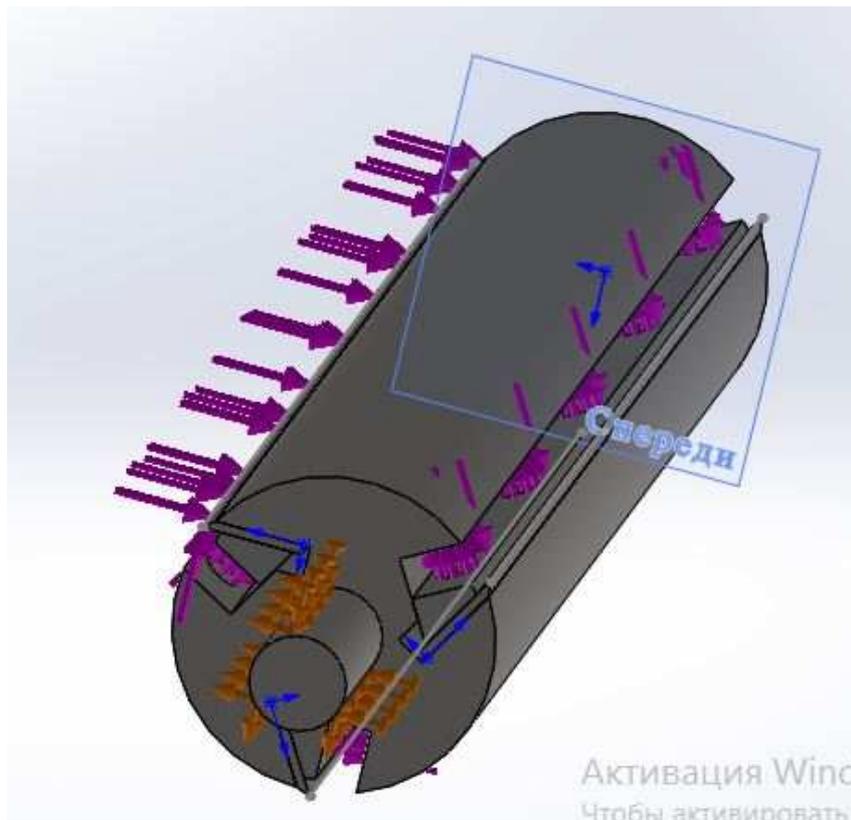
Студ. Ю.Н. Литвинчик

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

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

### **АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА**

На рисунке 1 представлен анализ напряженного состояния фрезерного инструмента в программном пакете SilidWorks



**Рисунок 1 – Анализ напряженного состояния фрезерного вала**

Для получения высокого качества обработки древесины важно учитывать не только точность изготовления инструмент но и то как он

деформируется под действием сил приложенных к нему. В нашем случае мы рассматриваем ножевой вал рейсмусового станка. На него действуют силы, от болтов, которые передаются через клин и нож на стенку паза вала. Так же действует сила резания резанья на режущую кромку ножа и усилия в креплении подшипников. При обычном расчете нам будет сложно учесть все приложенные силы и сложное сечение вала, а также и то что нож вал и клин выполнены из разных материалов. И поэтому расчет упрощают считают сечение вала круглым (без учета пазов ножей и клиньев) принимая при этом коэффициент запаса. В нашей работе мы рассчитываем вал при помощи программы SolidWorks где можно учесть все факторы. Эта программа ведет расчет по критерию максимального напряжения по Мизесу основывается на теории Mises-Ненску или теории энергии формоизменения. В ходе работы мы нагружаем валы с разным количеством пазов под ножи находим зависимость и сравниваем её с коэффициентом запаса берущемся при обычном расчете тем самым находим разницу между упрощённым расчетом и более подробным.

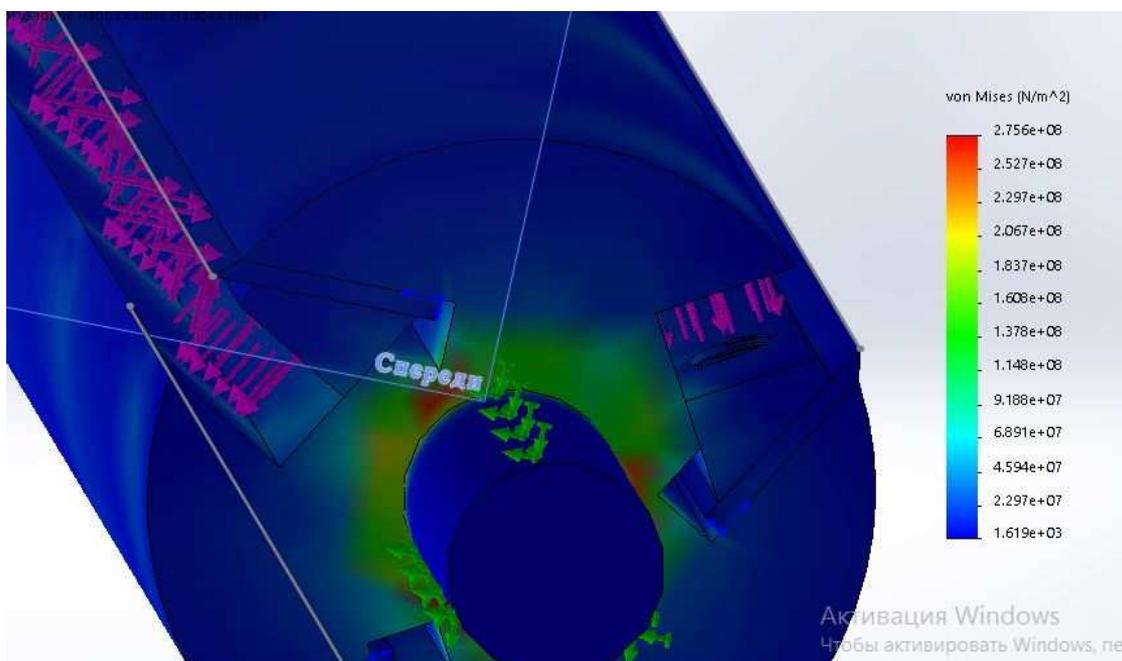


Рисунок 2 – Фрезерный вал под нагрузкой

УДК 747.012

Студ. Е.А. Лосик

Науч. рук. ассист. Е.В. Ручкина

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА**

Золотое сечение в мире встречается везде и всюду: в строении цветка, в строении животных и, конечно, человека. Золотое сечение, как явление, было открыто еще Пифагором в Древней Греции в 4 веке до н.э. Пифагорейцы считали, что в основе мирового порядка заложено именно число, которое имеет необъяснимую магическую силу.

По законам золотого сечения были построены известные сооружения, такие как Парфенон, собор Парижской Богоматери (Нотр-дам де Пари), Смольный собор в Санкт-Петербурге др.

Золотое сечение или золотая пропорция – это такое пропорциональное деление отрезка на две неравные части, при котором весь отрезок относится к большей из частей так, как большая часть относится к меньшей. При этом большая часть приближена к 0,618 от целого, а меньшая к 0,382. Если взять за целый отрезок в 100 частей, то большая часть отрезка будет равна 61,8, а меньшая 38,2. В процентах отношение будет выражено как 62 и 38 % [1].

Так же, как и «золотое сечение», в мире широко используются числа Фибоначчи. Ряд Фибоначчи – это математическая последовательность, каждый элемент которой равен сумме двух предыдущих чисел (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 и т. д.). Отношение двух соседних чисел в этом ряду по мере возрастания их количественной величины сближается с отношением «золотого сечения» – 0,618 [2].

Согласно принципу золотого сечения, можно просчитать наиболее благоприятные пропорции комнаты, можно оформить зону гостиной с диванной группой.

Идеальная форма помещения имеет соотношение ширины к длине как 5 к 8. Если считать округленно, то можно пользоваться отношением 2 к 3. При этом разделять можно больше чем на 2 части – каждое деление тогда должно выполняться таким же образом и делить следует меньшую часть. При делении на три фрагмента в процентах сначала делим на две, получаем 62 и 38 %, 38 % при делении дадут 24 и 14 %. Получается 62 % будет основным, 24 % – вторым и 14 % – третьим по важности. Создание размеров, соответствующих идеальному разделению, при перепланировке комнаты, позволит улучшить эстетическое восприятие дизайна. При зонировании комнаты, секция с

большей площадью не должна превышать  $5/8$  от всего пространства. То же относится и к расположению мебели. Правилу  $62\%$  должны соответствовать: зона отдыха с диваном по отношению к комнате; журнальный столик по отношению к длине дивана; расстояние от потолка до нижней границы декора и настенного освещения. Пропорции подойдут для высоты мелкогабаритной мебели. Она не должна быть больше  $3/8$  от высоты комнаты. Это касается: тумбочек; высоты спинки кресла или дивана; высоты напольных элементов декора [3].

С помощью золотых отрезков можно сделать помещение наиболее приятным и уютным. Для примера возьмем помещение размером  $4 \times 5$  метров и декорируем его. Чтобы было удобно определять наиболее подходящие размеры декоративных элементов, разделим высоту стены по принципу золотого сечения несколько раз подряд, вследствие чего получим ряд чисел удобных в использовании. Примем высоту потолка  $2,5$  метра. Выполним последовательное умножение высоты потолка на  $0,618$  ( $250 \times 0,618$ ).

Получилась такая цепочка:  $250, 154,5, 95,48, 59, 36,46, 22,53, 13,92, 8,6, 5,31$  (см).

Для удобства округлим числа:  $250, 154,5, 95,5, 59, 36,5, 22,5, 14, 8,5, 5,5$  (см).

Теперь, используя только эти числа, мы можем решить, каковы будут наиболее подходящие размеры для декора.

Для начала определим высоту бордюра для стены. В зависимости от стиля и задумки дизайнера, он может находиться на высоте  $154,5, 95,5$  и  $59$  см от пола. В классическом варианте используется высота в  $95,5$  см. Эта планка может являться как нижней, так и высшей точкой отсчета ширины бордюра. В нашем случае бордюр будет находиться ниже поставленной планки.

Бордюр не должен быть массивным, поэтому наиболее подходящие для него размеры  $14, 8,5$  и  $5,5$  см. В классическом варианте мы выбираем золотую середину –  $8,5$  см.

Любой интерьер будет выглядеть наиболее законченным и аккуратным, если в нем будут использованы карнизы. Так же, применяя метод «золотого сечения», мы можем вычислить и оптимальный размер карниза. Наиболее оптимальные размеры из нашего списка будут  $22,5, 14$  и  $8,5$  см. В качестве золотой середины мы возьмем размер в  $14$  см.

Вычислив высоту карниза, мы можем и рассчитать наиболее подходящую ширину плинтуса. При выборе ширины плинтуса, наи-

более верным вариантом будет, если его ширина будет поддержана шириной карниза или бордюра 14 см или 8,5 см. Для нас самый подходящий вариант это 8,5 см.

Сделать комнату ещё уютней и интересней поможет зонирование стен картинами, рамами и зеркалами. Так как мы уже поделили стену бордюром, то от оставшейся большей части стены отнимаем высоту карниза. Для того чтобы рамка получилась оптимальной длины, мы отступаем от карниза и бордюра одинаковое расстояние. Это может быть 22,5, 14, 8,5. В этот раз мы берем 22,5. Отступив, мы получаем длину рамки. От получившейся точки мы отступаем ширину молдинга 8,5, 5,5 см. Мы возьмем 5,5 см. Для того, чтобы рамки на стене не смотрелись монотонно, мы чередуем их ширину. Чтобы найти ширину рамок, мы возьмем средние отрезки, такие как 95,5, 59, 36,5 см. Мы возьмем отрезки 59 и 95,5 см. Телевизор на одну из стен мы тоже обрамляем рамкой шириной 154 см.

По точно такому же принципу мы можем зонировать и нижнюю часть стены. Отступы от бордюра, карниза и плинтуса должны быть в обязательном порядке одинаковыми. В нашем случае это 14 см. Таким же способом мы получаем длину нижней рамки. Его же ширина в классическом варианте не должна отличаться от ширины верхнего. Этот же закон работает и с шириной молдинга.

Завершить интерьер поможет подходящая по стилю потолочная розетка. Главное правило, которым мы должны руководствоваться при выборе подходящего размера диаметра розетки должен примерно равняться диаметру люстры. Его можно рассчитать и согласно принципу «золотого сечения». Для этого ширину потолка умножим на 0,618. В нашем случае диаметр составляет 58 см.

Применив правила «золотого сечения» в интерьере, мы можем не только добиться наиболее приятного и красивого расположения декоративных элементов, но и сможем организовать наиболее уютное пространство, в котором будет комфортно находиться изо дня в день.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Композиция: учебное пособие / В. И. Коваленко, М. П. Шерикова. – Минск: Беларусь, 2014. – 28–30 с., 40–42 с.
2. Основы композиции в дизайне: учеб. пособие для студентов специальностей «Дизайн электронных и веб-изданий», «Дизайн (по направлениям)» / А. А. Барташевич, С. С. Гайдук, А. И. Скродцкий. – Минск: БГТУ, 2019. – 64–68 с.

3. Определение золотого сечения в дизайне [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://dizainvfoto.ru/interer/opredelenie-zolotogo-secheniya-v-dizajne.html> – Дата доступа: 19.05.2019.

УДК 674.047.3

Студ. Е.М. Алисевич; И.Т. Лугин  
Науч. рук. ассист. Д.П. Бабищ

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТАБЛИЧНОГО МЕТОДА РАСЧЕТА  
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛА СУШКИ  
ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В КОНВЕКТИВНЫХ КАМЕРАХ  
ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ**

В ходе выполнения данной работы был произведен анализ 2 методов расчета продолжительности цикла сушки для пиломатериалов размерами  $S = 19$ ,  $b = 100$  различных пород (осина, дуб, ольха, лиственница, сосна, береза), с использованием разных теплоносителей (пар и вода).

Первый метод это табличный.

Второй метод модернизированный и отличается от табличного тем, что в нем отсутствует коэффициент  $A_k$ . Этот метод основан на использовании формулы:

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_{\text{сс}} + \tau_{\text{нп}} + \tau_{\text{пвто}} + \tau_{\text{квто}} + \tau_{\text{ох}}$$

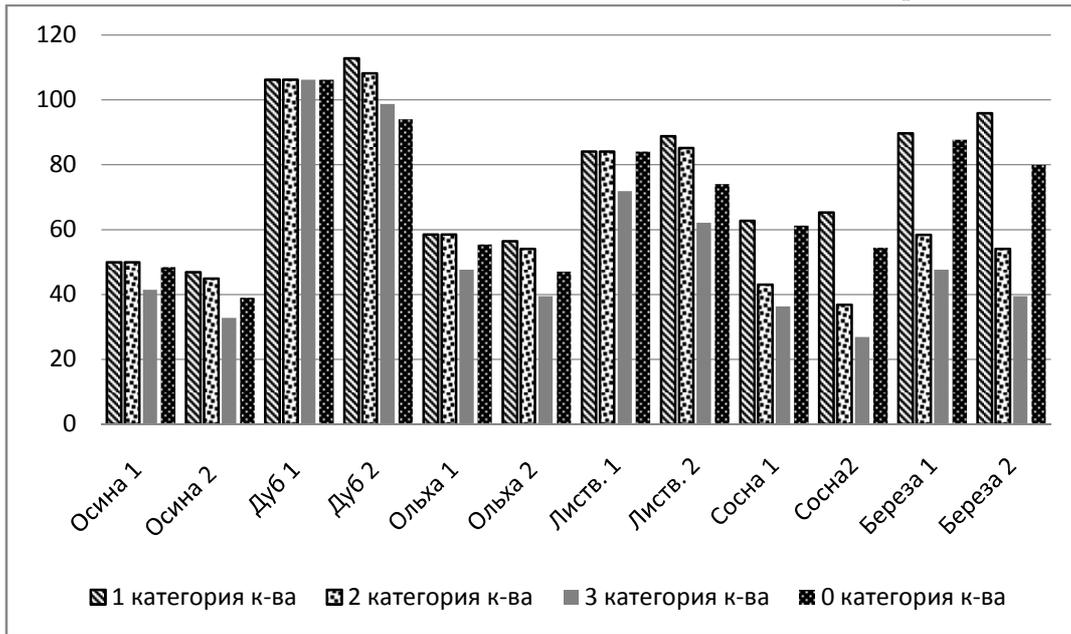
где  $\tau_{\text{сс}}$  – продолжительность собственно сушки, ч;  $\tau_{\text{нп}}$  – продолжительность начального прогрева, ч;  $\tau_{\text{пвто}}$  – продолжительность промежуточной влаготеплообработки, ч;  $\tau_{\text{квто}}$  – продолжительность конечной влаготеплообработки, ч;  $\tau_{\text{ох}}$  – продолжительность охлаждения высушенных пиломатериалов, ч.

Для расчета продолжительности собственно сушки ( $\tau_{\text{сс}}$ , ч) используют формулу:

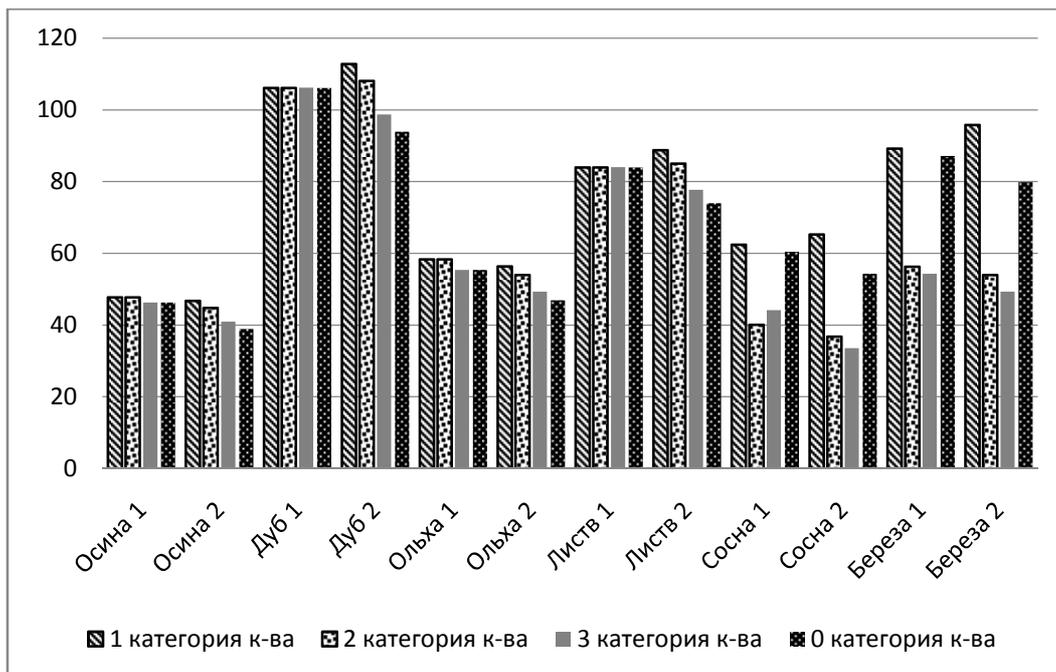
$$\tau_{\text{сс}} = \tau_{\text{исх}} \cdot A_p \cdot A_{\text{ц}} \cdot A_v \cdot A_d$$

Результаты расчета приведены на рисунках 1 и 2. На этих рисунках, указаны обозначение породы с цифрой 1 или 2. 1 – модернизированный метод, 2 – табличный метод.

Из расчетов видно, что наиболее точным является модернизированный метод. В этом методе учитываются очень важные параметры при сушке древесины, такие как: собственная сушка, НП, КВТО, ПВТО.



**Рисунок 1 – Результаты расчета при использовании в качестве теплоносителя пара**



**Рисунок 2 – Результаты расчета при использовании в качестве теплоносителя воды**

### ЛИТЕРАТУРА

1. Снопков В.Б. Гидротермическая обработка и защита древесины. Примеры задач. БГТУ. Минск –2005.

УДК 621.9.02:674.05

Студ. И.С. Лузан

Науч. рук. канд. техн. наук В.В. Раповец

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПОВЫШЕННОГО ПЕРИОДА СТОЙКОСТИ ДЛЯ ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩИХ СТАНКОВ**

Актуальность агрегатной обработки древесины:

- Постоянно возрастающие требования в области энергосбережения, реализации новых ресурсосберегающих технологий и материалов, высокоэнергетических технологий обработки материалов и методологии рационального природопользования представляют собой первостепенную задачу для лесной и деревообрабатывающей промышленности многих стран. Сюда включаются увеличение объемов выпускаемой пилопродукции и технологической щепы производства плитных материалов (ДСтП, ДВП, МДФ и др.)

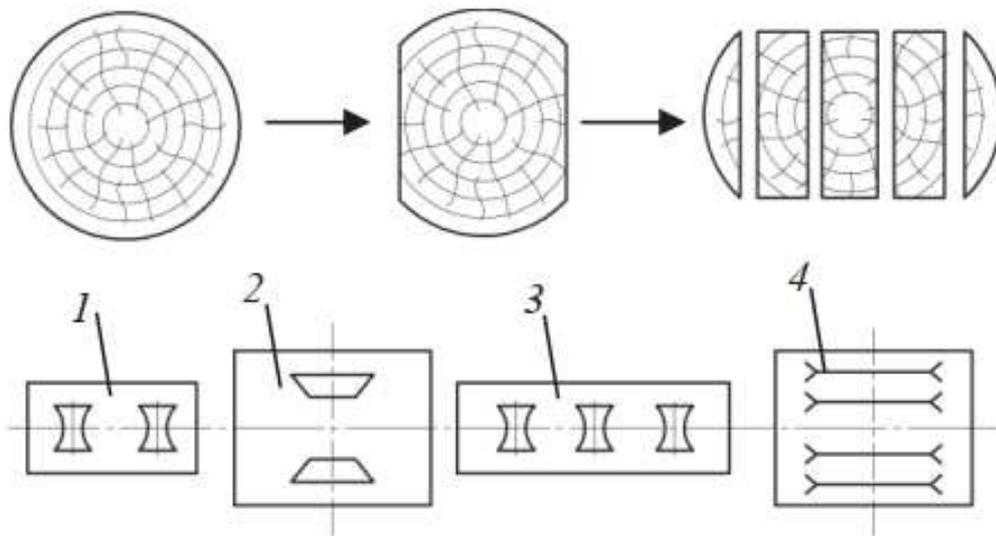
- Существенный вклад в решение обозначенных проблем вносят методы комплексной (агрегатной) обработки древесины получившие широкое распространение не только в Республике Беларусь, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

Методы агрегатной обработки предусматривают попутное получение пилопродукции (двухкантный и четырехкантный брус, обрезные и необрезные доски) из центральной зоны бревна и технологической щепы из боковой горбыльной его зоны. При этом исключается необходимость в транспортировке кусковых отходов. Применение таких методов позволяет увеличивать производительность труда, более полно использовать лесосырьевые ресурсы и в целом упростить технологический процесс. Такие методы обработки древесины наиболее технологичны и экономически оправданы. Из древесины (бревен) целесообразно получать мелкую пилопродукцию, а оставшуюся часть перерабатывать на технологическую щепу. Если на самых лучших рубительных машинах из реек получают до 90% технологической щепы, пригодной для варки целлюлозы, то щепа от агрегатных установок пригодна для этих целей почти полностью.

На существующих лесопильных предприятиях, занятых массовой переработкой древесины, применяют две технологические схемы раскроя : развальную и брусоразвальную .

Более широкое применение нашло распространение развальная технологическая схема (рис.1)





1, 3 – конвейеры; 2- фрезерно-брусующий станок; 4 – многопильный станок  
**Рисунок 1 – Технологическая схема раскря**

Преимуществом метода катодно-ионной бомбардировки (КИБ) по сравнению с другими методами получения покрытий, в т. ч. и физическими способами осаждения покрытий из парогазовой фазы, является интенсивная ионная бомбардировка растущего покрытия в результате которой происходит повышение температуры и интенсификация диффузионных процессов проникновения атомов покрытия в подложку, что значительно улучшает адгезию покрытия к твердым сплавам.

Кроме того, сформированные методом КИБ нитриды тугоплавких металлов Ti, Cr, Zr и другие создают фрикционные плотные оксидные пленки, защищающие поверхность ножей инструмента от окисления и, соответственно, интенсивного износа TiN-, ZrN-покрытия осаждались на поверхность двухлезвийных ножей хвостовых фрез методом КИБ на установке ВУ-1Б «Булат» (рис. 5) на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ в два этапа — с предварительной обработкой ионами металла в вакууме 10—3 Па при потенциале подложки 1 кВ с последующим нанесением покрытий при токе горения дуги катода 100 А и опорном напряжении — 100 В в атмосфере азота при давлении 1—10 Па.

Испытания и выводы:

В период проведения опытно-промышленных испытаний применяли древесину с резко отличающейся влажностью (от 5 до 45 %) и наличием абразивных элементов (песка), что отрицательно сказывалось на работоспособности дереворежущего инструмента по сравнению с обработкой чистой и более однородной по влажности древесины.

Стойкость же опытных ножей упрочненных комбинированным методом (нанесения покрытия TiN с последующей магнитно-импульсной обработкой), превысила стойкость серийных ножей (до 30%), что говорит о высокой эффективности разработанного комбинированного метода упрочняющей обработки.

УДК 536.24

Магистрант А.Ю. Лусто

Науч. рук. к.т.н. А.Б. Сухоцкий

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

**АНАЛИЗ МЕТОДИК ТЕПЛОВОГО И ГИДРАВЛИЧЕСКОГО  
РАСЧЁТА ПОПЕРЕЧНО ОБТЕКАЕМЫХ МАСЛОМ  
ГЛАДКОТРУБНЫХ ПУЧКОВ  
КОЖУХОТРУБНЫХ АППАРАТОВ**

Маслоохладители широко применяются в стационарной и транспортной энергетике. Они конструктивно выполнены в виде кожухотрубных аппаратов. Охлаждающая вода движется внутри гладких трубок, а масло находится в межтрубном пространстве вдоль или поперек трубного пучка. Особенность маслоохладителей заключается в том, что коэффициент теплоотдачи по масляной стороне в 3–5 раз меньше значения коэффициента теплоотдачи по водяной стороне. Для увеличения интенсивности теплопередачи необходимо предпринять меры по интенсификации теплоотдачи масла. В связи с этим продольное течение масла в межтрубном пространстве преобразуют в поперечное течение установкой перегородок «кольцо-диск» или сегментных перегородок. Эффект интенсификации приблизительно одинаковый, а сборка трубного пучка с сегментными перегородками более технологична и менее трудоемка.

При расчете коэффициента теплоотдачи для движения воды внутри трубы не возникает затруднений. Обычно используется известное критериальное уравнение акад. М.А. Михеева, многократно апробированное при проектировании теплообменников. К сожалению, с расчетом коэффициента теплопередачи масла с сегментными перегородками положение дел совершенно иное. В научно-технической литературе [1–7] приводится ряд критериальных уравнений с утверждением возможности их использования при расчетах промышленных охладителей. Возникает вопрос – какое следует применить в на-

шем конкретном случае? Анализ их с заданием конкретных режимно-конструктивных параметров указал на расхождение полученных значений коэффициента теплоотдачи на  $\pm 40-60\%$ . Какое уравнение является достоверным? Ответа нет. Необходимо надежное подтверждение исходя из поверочного расчета реального маслоохладителя с конкретными техническими характеристиками и тепловыми данными промышленного испытания. Заказчиком были представлены также подробные технические данные и результаты теплового испытания заменяемого маслоохладителя.

В результате выполненных тестовых поверочных расчетов было получено, что надежные достоверные результаты могут быть достигнуты с помощью уравнения подобия (1), которое и было применено для расчета маслоохладителя.

Коэффициент Нуссельта вычисляем по критериальному уравнению:

$$Nu = 0,354 Re_1^{0,65} Pr_1^{0,33} \left( \frac{Pr}{Pr_{cr}} \right)^{0,25} \left( \frac{S}{d_1} \right)^{-0,167} \cdot \varepsilon_\psi C_z, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_\psi$  – коэффициент угла атаки маслом труб для  $\psi$ ,  $C_z$  – коэффициент, учитывающий конструктивные особенности пучка и степень турбулентности потока:

$$C_z = \left( 1 + \frac{0,6}{z_x} - \frac{0,1}{z_x} \cdot \frac{S}{d_1} \right)^{-1}. \quad (2)$$

Коэффициент теплоотдачи масла равен:

$$\alpha_1 = \frac{Nu_1 \lambda_1}{d_1}. \quad (3)$$

Проведен тестовый поверочный тепловой расчет заменяемого маслоохладителя, показавший достоверность и надежность примененной методики.

Выполнен тепловой расчет конструкции маслоохладителя, предложенного заказчиком. Данная конструкция аппарата не обеспечивает требуемый тепловой поток 51,4 кВт (тепловую мощность), а также не является энергоэффективной, поскольку не обеспечивает постоянную скорость масла по тракту теплоносителя (имеется большое различие площади продольного и поперечного живого сечения межтрубного пространства).

Таблица 1 – Результаты поверочного расчёта

Параметры	Варианты конструкций		
	базовая	модернизированная заводом	модернизированная расчетчиками
Тепловая мощность, кВт	51,4	43,8	51,4
Кол-во перегородок	13	8	21
Высота зазора между перегородкой и корпусом, мм	59	36	50
Площадь поперечного сечения межтрубного пространства, м <sup>2</sup>	0,00598	0,009164	0,003491
Площадь продольного сечения межтрубного пространства, м <sup>2</sup>	0,00565	0,002243	0,003583
Коэффициент теплоотдачи по маслу, Вт/ (м <sup>2</sup> К)	881,9	978,9	1336
Потери давления по маслу, кПа	79	72	340

Проведен тестовый поверочный тепловой расчет заменяемого маслоохладителя, показавший достоверность и надежность примененной методики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Флореа О., Смигельский О. Расчеты по процессам и аппаратам химической технологии. М.: Химия, 1971 г.
2. Кунтыш В. Б., Сухоцкий А. Б., Миннигалеев А. Ш. Кожухотрубные теплообменные аппараты (расчет и конструирование). СПб.: Недра, 2014.
3. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л.: Химия, 1976.
4. Андреев В. А. Теплообменные аппараты для вязких жидкостей. Л.: Энергия, 1971.
5. Машины и аппараты химических производств: примеры и задачи / И. В. Доманский, В. П. Исаков и др. Л.: Машиностроение, 1982.
6. Хоблер Т. Теплопередача и теплообменники. Л.: Химическая литература, 1961.
7. Маслоохладители в системах масоснабжения турбаустановок: учебное пособие / К. Э. Аронсон, А. Ю. Рябчиков и др. Екатеринбург: Уральский ун-тет, 2013.

Науч. рук. доц., к.т.н. П.А. Протас (Кафедра лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

## **ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПЕРЕДВИЖНЫХ РУБИЛЬНЫХ МАШИН**

Несмотря на значительные объемы древесных отходов и низкокачественной древесины, образуемых в результате работы предприятий лесного комплекса Беларуси их применение в настоящее время в качестве биотоплива является мало развитым направлением использования.

При заготовке биотоплива в условия лесосек передвижными рубильными машинами из-за большого разнообразия основного технологического оборудования (гидроманипулятора и рубильного органа с подающим механизмом) усложняется задача его выбора для обеспечения эффективной работы машины.

### **Выбор гидроманипулятора для подачи сырья.**

Подача сырья в механизм резания рубильной машины – сложный трудоемкий процесс – для машин с небольшой производительностью (до 10 нас. м<sup>3</sup>/час) она может осуществляться вручную. Однако ручная подача, как показывает практика, не обеспечивает полную загрузку и безопасную работу рубильных машин большой производительности (20 нас. м<sup>3</sup>/час и более), в связи с чем, они конструктивно и технологически сочетаются с различными видами подающих механизмов (одним или несколькими).

Для передвижных рубильных машин, предназначенных для производства топливной щепы из различных видов древесных отходов в механизм резания самозатягиванием или под действием собственной тяжести практически невозможно. Поэтому они, как правило, имеют встроенный механизм принудительной подачи сырья к режущему узлу – это или система приводных вальцов, или, чаще всего, продольный транспортер лоткообразной формы, расположенным перед приводными вальцами в зоне приема сырья для непосредственного проталкивания его в механизм резания. При этом желательно, чтобы данный подающий механизм позволял исключить частые переезды рубильной установки с одной стоянки на другую.

### **Выбор типа рубильного агрегата с подающим механизмом**

При измельчении древесины на щепу в рубильных машинах производится продольно-торцевое резание с образованием слоя

стружки толщиной в пределах 10–20 мм. Размеры частиц щепы зависят от кинематики процесса резания, типа и наличия дополнительных устройств в конструкции механизмов резания и удаления щепы, а также от физико-механических свойств и видов измельчаемой древесины.

Дисковые машины при правильной настройке, острых ножах производят щепу высокого качества, удовлетворяющую требованиям целлюлозно-бумажной промышленности после сортировки на специальных просеивающих устройствах.

В барабанных рубильных машинах режущие ножи движутся по цилиндрической поверхности и в процессе резания размеры частиц щепы (длина и толщина) различны, так как угол встречи вектора скорости режущей кромки ножей с направлением волокон древесины постоянно изменяется в пределах 30–85 градусов.

Для производства топливной щепы и переработки её в энергохимических установках, получения из них древесных удобрений, подстилки, строительных и других материалов широко используются барабанные рубильные машины, причем значительная их часть изготавливается в мобильном варианте.

*Целесообразность выбора рубильной машины барабанного типа для производства топливной щепы в природно-производственных условиях Республики Беларусь обусловлена следующими объективными причинами:*

- рубильные машины дискового типа (при идентичных технологических параметрах) более металлоемки, имеют значительные габаритные размеры и повышенный удельный расход энергии. Например, диаметр ножевого диска конструктивно должен быть больше максимальной толщины измельчаемого бревна в 2,2–2,5 раза, тогда как диаметр ножевого барабана может быть только на 10–30% больше максимальной толщины измельчаемого материала;

- дисковые машины конструктивно могут иметь проходное сечение загрузочного патрона размерами не более квадрата со стороной, равной максимальному диаметру измельчаемого бревна (теоретически, а на практике в технической характеристике машины максимальный диаметр измельчаемого бревна указывается меньше в целях предотвращения его заклинивания из-за существующих естественных неровностей строения ствола дерева). В условиях, когда основным сырьем для производства щепы являются древесные отходы различных видов (ствол, сучья, рейки и т.д.), данное обстоятельство, является одним из основных преимуществ машин барабанного типа.

УДК 630\*377.4

Студ. Ю.Д. Малько

Науч. рук. доц. А.Л. Калтыгин  
(кафедра инженерной графики, БГТУ)

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ ГРУЗОНЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

Любой человек, работающий за компьютером, сталкивается с трехмерной графикой. Красивые элементы оформления, 3D-модели и анимированные сцены сопровождают практически все коммерческие программные пакеты, приложения Интернета, презентации.

Развитие поверхностного моделирования стало большим шагом вперед и позволило создавать модели практически любой формы.[1] Трехмерная графика также проникла и в инженерное проектирование.

Помимо лучшего визуального представления (по сравнению с плоским изображением), трехмерные модели очень удобно использовать в инженерных расчетах. Кроме того, любая трехмерная модель всегда точнее описывает объект, чем самое подробное двумерное изображение.

Существует четыре основных подхода к формированию трехмерных формообразующих элементов в твердотельном моделировании. Эти подходы практически идентичны во всех современных системах твердотельного 3D-моделирования.

- Выдавливание. Форма трехмерного элемента образуется путем смещения эскиза операции строго по нормали к его плоскости. Во время выдавливания можно задать уклон внутрь или наружу.

- Вращение. Формообразующий элемент является результатом вращения эскиза в пространстве вокруг произвольной оси. Вращение может происходить на угол  $360^\circ$  или меньше. Ось вращения ни в коем случае не должна пересекать изображение эскиза.

- Кинематическая операция. Поверхность элемента формируется в результате перемещения эскиза операции вдоль произвольной трехмерной кривой. Эскиз должен содержать обязательно замкнутый контур, а траектория перемещения – брать начало в плоскости эскиза. Разумеется, траектория должна не иметь разрывов.

- Операция по сечениям. Трехмерный элемент создается по нескольким сечениям-эскизам. Эскизов может быть сколько угодно, и они могут быть размещены в произвольно ориентированных плоскостях. Эскизы должны быть замкнутыми контурами или незамкнутыми кривыми. В последнем эскизе может размещаться точка.





После копировки полученного чертежа помещаем его в одну из выбранных плоскостей проекций в качестве эскиза. Он послужит основой, с которой можно копировать некоторые элементы для создания формообразующих эскизов в дальнейшем. По опорным точкам и линиям можно размещать необходимые дополнительные плоскости и определять границы проведения операций.

В последующем строим вспомогательные плоскости через указанные прямые перехода поверхности перпендикулярно к плоскости основного эскиза.

Основной контур крюка переводим в пространственный сплайн, используя операцию «Сплайн по объекту». Таким образом, дуга контура превращается в одну кривую, что позволит в дальнейшем использовать ее для поверхностного моделирования.

Через прямые перехода поверхностей в построенных перпендикулярных вспомогательных плоскостях строим окружности и замкнутые кривые поперечных сечений поверхности крюка. Предварительно находим точки пересечения вспомогательных плоскостей со сплайнами основного контура крюка, чтобы концы построенных дуг принадлежали сплайнам основного контура.

В результате получаем пространственную конструкцию, состоящую из сплайнов кривых основного контура крюка и его сечений в месте перехода поверхностей крюка.

Используя операцию «По сечениям», выбираем поперечные сечения, параллельно формируя трехмерную модель. Модель крюка готова.

Предложенная программа позволяет моделировать сечения несущих элементов, используемых в различных отраслях хозяйства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бочков, А. Л. Трехмерное моделирование в системе КОМПАС-3D / А. Л. Бочков. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2007. – 84 с.

УДК 674.048

Студ. А.В. Маркушевская

Науч. рук. доц. Л.В. Игнатович

(Кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

#### **ИННОВАЦИИ В МЕБЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

В рыночной экономике инновации выступают как средство в конкурентной борьбе, повышают имидж производителя. Без инновационной деятельности немислим научно-технический прогресс. Инновационная деятельность – это деятельность по созданию, доведению научно-технических идей, изобретений, разработок до результа-

та, который можно практически использовать и распространять. Огромное значение в повышении эффективности инновации принадлежит менеджменту.

Термин «инновация» стал активно использоваться в экономике Республике Беларусь как самостоятельно, так и для обозначения ряда родственных позиций: «инновационная деятельность», «инновационный процесс», «инновационное решение» и т.п. Благодаря им привычные вещи приобрели новые характеристики и функции. Не исключение и мебель. С наступлением технического прогресса и активной автоматизации труда в технологическом процессе при производстве мебели ее стали производить намного больше, но упростив технологии, мебельщики значительно упростили и внешний вид своих изделий. В XX веке наступила эра имитаций. Благодаря развитию химической промышленности на мировом рынке появились более дешевые, но не менее привлекательные заменители натуральных кожи, бархата, шелка, дерева и стали. Выглядели они, возможно, не настолько богато, как натуральные материалы, да и служили намного меньше, зато и доступны были большему числу потребителей. Современные же имитации – это совершенно другая ступень: мягкая экокожа, качественная ДСтП с различными видами поверхности, имитация камня и керамики. Порой, отличить их от оригинала невозможно даже при ближайшем рассмотрении.

Еще одно направление, в котором не обошлось без применения инновационных мебельных технологий – это декорирование поверхностей корпусной мебели. Здесь, как ни странно, огромная работа проведена в плане создания эффектов состаривания, патинирования, структурирования, эффект краколет, браширование. В последнее время в мебельной сфере популярны разнообразные симбиозы. Несмотря на то, что попытки совместить в одном предмете несколько функций (вспомним, хотя бы, диваны-кровати) были в прошлом, современные модели на голову выше своих предшественников. К примеру, сегодня не редкость мягкая мебель, которая может одновременно выполнять несколько функций – дивана, кровати, пуфов и даже журнального столика. Конструктивно такой диван-трансформер состоит из нескольких секций, которые можно комбинировать по собственному усмотрению. Причем, каждая комбинация отличается внешним видом и функциональностью. Наряду с традиционными решениями, для изготовления современных предметов интерьера используют различные

материалы, которые появились на рынке относительно недавно. Среди них: тамбурат; OSB – ориентированно-стружечная плита; экокожа и экошпон и проч. В производстве мягкой мебели все чаще применяются специальные пропитки, устойчивые к огню. Такие покрытия наносятся на популярный наполнитель для мягкой мебели – пенополиуретан, защищая его от возгорания и плавления. Среди других основных инноваций можно выделить: технология нестинг; лазерные технологии; 3D-печать в мебельном производстве. Целесообразно проанализировать результаты 23-я международной выставки «Мебель. Инновации. Интерьер». В этом году в мероприятии принимают участие более 100 компаний. Среди изобилия мебели, фурнитуры и отделочных материалов можно выделить инновационную мебель, новейший пластик для кухонь и креативные светильники, вешалки и ручки для дверей. Из отделочных материалов необходимо отметить итальянскую ДСС структурированную плиту глубокого тиснения, которая используется для фасадов любой мебели. Особенность заключается в том, что такое глубокое тиснение есть только у этой плиты на европейском рынке. Стоимость колеблется от 29 до 39 долл. США за кв. м.

На выставке было представлено несколько компаний, которые создают кухни под заказ. Одна из них создает кухни из специального инновационного пластика, который более устойчив к внешним воздействиям. Например, если его поцарапать, то можно подставить горячий утюг, и царапина исчезнет. Средняя цена таких кухонь – 6,5 тыс. долл. США.

Один из стендов выставки предлагал диваны с инновационным подходом к созданию. Человек сам собирает себе конструкцию будущего дивана, сам указывает, какие будут подлокотники, какая спинка, подушки и так далее. Плюс, компания готова создавать самые невероятные формы и конструкции, которые только придут в голову покупателю. Белорусские производители используют специальную моющуюся ткань, с которой можно стереть все что угодно. Стоимость самого большого из представленных на выставке диванов – 1700 бел. руб., средняя цена кресел – 600 бел. руб.

Вывод. На сегодняшний день мебельное производство нацелено на сохранение тех качественных характеристик, которые присущи традиционному сырью и борьбу с имеющимися недостатками. При этом остаётся достаточно места для креатива. Новые материалы также пользуются спросом и находят своих поклонников во всём мире.

УДК 674.047.3

Студ. А.И. Медвецкий

Науч. рук. зав. каф. И.К. Божелко

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ КАМЕР ДЛЯ СУШКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ШПОНА**

Ввиду того что рынок сушильных камер не предлагает конкретного решения для сушки изделий из шпона, было принято решение разработать прототип камеры и модель, на основании которых в дальнейшем можно осуществлять сушку изделий из древесного шпона и моделировать процесс сушки древесных материалов.

Для начала надо ответить на невольно возникший вопрос. Почему должна производиться сушка изделий из шпона, а не просто шпона? Проблема заключается в том, что собрать данное изделие, а именно корзинку из шпона можно только из влажного шпона, т.к. сухой в месте изгиба треснет и произойдет разрушение изделия. Ввиду данной причины мы имеем собранную «влажную» корзинку, которую если поставить на рынок в виде «как есть», т.е. не проведя гидротермическую обработку, то она не будет иметь товарный вид, т.к. имеет место развитие коробления изделия и грибных поражений во влажной древесине. Исходя из выше сказанного понятно, почему мы должна производиться сушка именно изделия из шпона.

Отправной точкой для начала разработки явилась потребность в конкретике габаритов камеры. Они обусловлены размером штабеля, сушильным оборудованием. Размер штабеля был рассчитан исходя из требуемой производительности.

Габариты штабеля:  $L_{ш} \times H_{ш} \times B_{ш} = 4,88 \times 2,2 \times 1,72$  м

Габариты камеры:  $L_{к} \times H_{к} \times B_{к} = 5,88 \times 2,2 \times 2,72$  м

Выбор вентилятора производился по габаритным характеристикам и требуемой производительности. Был выбран вентилятор ADW-800[1].

Для нагрева воздуха выбор пал электрокалориферы. Исходя из требований был выбран калорифер СФО-160[2]. Электрокалорифер упрощает эксплуатацию камеры тем, что не требуется подвод к оборудованию горячей воды или пара, что в свою очередь не требует ни котельной, ни трубопроводов. Так же достаточно просто можно осуществлять управление тепловой мощностью калорифера за счет простого отключения ТЭНов.

Имея габаритные размеры камеры, а так же размеры штабеля и оборудования, приступаем к моделированию. Отдельно вычерчиваем стенки камеры и собираем «коробку». Получив очертание камеры, го-

товим модель штабеля, панель для установки вентиляторов и калориферов. Но прежде, чем говорить о самой модели надо разобраться что же такое SolidWorks.

Для продувки мы используем модуль Flow Simulation. SOLIDWORKS® Flow Simulation – это интуитивно понятное решение для вычислительной гидродинамики (CFD), встроенное в SOLIDWORKS 3D CAD, которое позволяет быстро и легко моделировать потоки жидкости и газа вокруг ваших конструкций для расчета производительности и возможностей продукта[3].

Анализируя полученные результаты при продувке, возможно за счет применения дополнительных решений, оптимизировать модель камеры. Таким образом сведя к минимуму завихрения в камере, для обеспечения соблюдения режимов сушки.

Результатом данной работы является оптимальная модель сушильной камеры для изделий из шпона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ADW [Электронный ресурс] / Компания ООО "Белтехком" – Режим доступа: <http://www.btcvent.ru/catalog/osevye-ventilyatory/ventilyatory-dlya-sushilnykh-kamer/adw/>, свободный
2. Электрокалориферы СФО. Производство и продажа [Электронный ресурс] / Предприятие ООО Т.С.Т. – Режим доступа: <http://zao-tst.ru/elektronagrevateli.html>, свободный
3. SOLIDWORKS Flow Simulation [Электронный ресурс] / Dassault Systèmes SolidWorks Corporation – Режим доступа: <https://www.solidworks.com/ru/product/solidworks-flow-simulation>, свободный

УДК 674.048

Студ. В.В. Мельник

Науч. рук. канд. тех. наук, доц. С.А. Голякевич  
(Кафедра лесных машин, дорог и технологий  
лесопромышленного производства, БГТУ)

#### **СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ «NOSTRESS» ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В ПРИВОДАХ РУБИЛЬНЫХ МАШИН**

Основными компонентами системы являются: магнитный датчик Холла (регистрирует частоту вращения коленчатого вала двигателя); электронный блок управления (обрабатывает данные, считываемые датчиком и подает сигнал на электромагнитный клапан управления). – электромагнитный клапан (управляет гидрораспределителем

(дивертором) и останавливает вращение гидромоторов, подключенных к вальцам подачи сырья, на рубильный барабан.

Математическая модель была построена в системе имитационного моделирования MATLAB/Simulink. Моделируемыми компонентами являлись двигатель Deutz TCD 2013 L06 4V, рубильный барабан KeslaC645 и система управления их работой, которые установлены на рубильной машине Амкодор 2904.

Кинематически, двигатель соединён с барабаном с помощью редуктора с передаточным соотношением 2,27. Барабан смоделирован в виде инерционной вращающейся массы, приводимой в движение потоком мощности от редуктора. Внешние силы сопротивления, воздействующие на барабан со стороны измельчаемой древесины заданы как источник момента сопротивления, распределенный во времени (рис. 2).

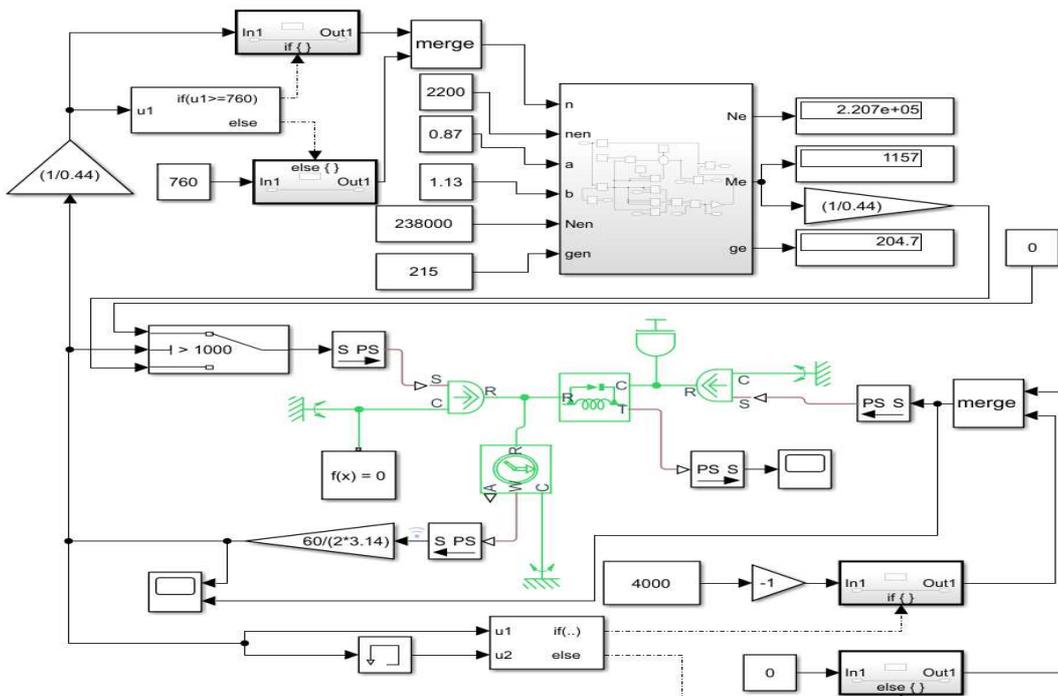


Рисунок 2 - Схема математической модели привода рубильной машины

Задача системы управления останавливать подачу древесного сырья при снижении оборотов двигателя менее 500 об/мин. В математической модели это реализовано следующим образом. Частота вращения барабана регистрируется соответствующим датчиком. Система управления сравнивает частоту вращения в текущий момент времени с предыдущим. Если наблюдается возрастание частоты вращения, и ее

величина не превысила 1000 об/мин, то нагрузка на барабан не подается. При достижении частоты вращения 1000 об/мин нагрузка подводится. В случае, когда регистрируется снижение частоты вращения и она не ниже 500 об/мин – нагрузка подводится. При падении частоты вращения ниже 500 об/мин нагрузка снимается и вновь подается только после достижения частоты вращения барабана 1000 об/мин.

В данной статье даны краткие сведения о реализации математической модели привода барабана рубильной машины под управлением системы No stress. Изложена логика системы управления. Приведена общая логическая схема модели реализованная в программе Matlab/Simulink.

УДК 674.048

Студ. А.С. Панкратович

Науч. рук. канд. тех. наук., доц. П.А. Протас  
(кафедра лесных машин, дорог и технологий  
лесопромышленного производства, БГТУ)

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ С ОЦЕНКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕПЫ**

В настоящее время наиболее важным вопросом для лесозаготовительной и деревообрабатывающей отраслей является необходимость рационального использования древесного сырья. Поэтому, на сегодняшний день целесообразно использовать древесные отходы, которых образуется в большом количестве при заготовке и переработке древесины на предприятиях лесного комплекса.

Практический опыт показывает, что благодаря развитию производств по химической и химико-механической переработке древесины, древесные отходы после их соответствующей обработки могут найти широкое применение как сырье в различных деревоперерабатывающих производствах.

Одним из наиболее перспективных направлений использования вторичного древесного сырья является получение древесного топлива (топливной щепы, брикетов, пеллет). Уже сейчас производство древесного топлива является для большинства лесопромышленных организаций второстепенным видом деятельности. Относительно несложное технологическое оборудование, минимальные затраты на предварительную под-

готовку (сушку) исходного сырья и приемлемые экспортные цены обеспечивают рентабельность выпускаемой продукции.

Развитие производств по углубленной переработке древесины в Республике Беларусь так же способствует увеличению использования древесных отходов, образующихся при переработке древесины.

На основании выполненных исследований, были получены рекомендации для совершенствования процессов переработки древесного сырья и повышения эффективности производства щепы:

- увеличение объемов использования отходов лесозаготовок (сучьев, ветвей, коры, пней и т.д.) для их дальнейшей переработки;
- повышение эффективности сортировки лесоматериалов;
- внедрение производств по получению пеллет, топливных брикетов, мульчи (из коры) и т.д.
- использования щепы при производстве арболита и других строительных материалов;
- развитие углубленной химической переработки вторичного древесного сырья.

УДК 536.24

Магистрант Т.Г. Рудько

Науч. рук. д.т.н. В.Б. Кунтыш

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

### **ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНДЕНСАТОРОВ ПАРА ИНТЕНСИФИКАЦИЕЙ ТЕПЛООБМЕНА ПО ПАРОВОЙ СТОРОНЕ**

Развитие энергетики и теплотехнологических установок на современном этапе стремится к значительному уменьшению потребления топливно-энергетических ресурсов, созданию более эффективных и компактных теплообменников.

Применяемые в настоящее время поверхностные конденсаторы имеют ряд преимуществ и недостатков. К недостаткам поверхностных конденсаторов относятся: значительная металлоемкость и габариты, потребность в чистой воде во избежание засорения трубок.

Создание более эффективных и компактных теплообменников обеспечивает значительную экономию топлива, металла и затрат труда.

Повышение энергетической эффективности, уменьшение габаритов и металлоемкости конденсаторов паровых турбин посредством интенсификации теплообмена по паровой стороне – в этом



заключается в внедрении эффективных способов интенсификации теплообмена со стороны пара с учетом ранее вычисленных коэффициентов сопротивления и теплоотдачи со стороны воды.

Актуальность темы заключается в повышении технического уровня теплообменного оборудования посредством интенсификации теплообмена как со стороны воды, так и пара, для улучшения общих характеристик теплоэнергетических установок.

Наиболее удобной поверхностью теплообмена являются трубы с наружными канавками и внутренними под ними выступами. Технология изготовления как труб с поперечными канавками, так и спиральными освоена промышленностью, но последние более технологичны. Вместе с этим интенсивность теплоотдачи у них ниже лишь на 5-7%.

Трубы с поперечными канавками предложены профессором Дрейцером Г.А.[1] (рисунок 1). Трубы со спиральными канавками разработаны и исследованы в ЦКТИ им. И. И. Ползунова и Ленинградском металлическом заводе (рисунок 2).

Также несколько слов о капельной конденсации пара, сейчас достигнут результат ее поддержания при эксплуатации  $\approx 0,5$  года.

Капельная конденсация происходит в условиях естественного движения, когда конденсат не смачивает поверхности стенки. Это обычно наблюдается на поверхности стенок, покрытых тонким слоем масла, керосина или жирных кислот. При капельной конденсации теплоотдача в 5–10 раз выше, чем при пленочной. Однако пленочная конденсация имеет наибольший практический интерес, поскольку она встречается преимущественно в различные рода промышленных теплообменных аппаратах. Предполагается, что при ламинарном движении пленки конденсата тепло передается через слой пленки теплопроводностью.

Коэффициент теплоотдачи в этих условиях практически не зависит от тепловой нагрузки поверхности охлаждения и возрастает с увеличением скорости пара и уменьшением высоты поверхности конденсации. Чистую капельную конденсацию можно получить в незначительной степени лишь при применении специальных модифицированных материалов только в течение короткого времени. При этом благоприятствующим конденсации обстоятельством является небольшая вязкость высокое поверхностное натяжение конденсирующейся среды. Ввиду того что для обеспечения устойчивой капельной конденсации на поверхность теплообмена нужно непрерывно подавать «смазывающее» вещество, которое к тому же загрязняет эту поверхность, промышленного применения этот спо-

соб организации капельной конденсации не нашел. На практике встречаются в лучшем случае явления смешанной конденсации; этим и объясняется та производительность конденсаторов, которая намного превышает значения, получаемые согласно теории конденсатной пленки. Интересно, что в опытах, проведенных до настоящего времени, наиболее трудным оказалось получение капельной конденсации на алюминиевых и стальных трубках, в отличие от трубок из хромоникелевой стали, на поверхности которых капельная конденсация может быть достигнута легче.

Для устранения недостатков и создание более эффективных и компактных теплообменников необходимо выбрать более подходящий метод интенсификации, с учетом коэффициента теплоотдачи со стороны пара и воды.

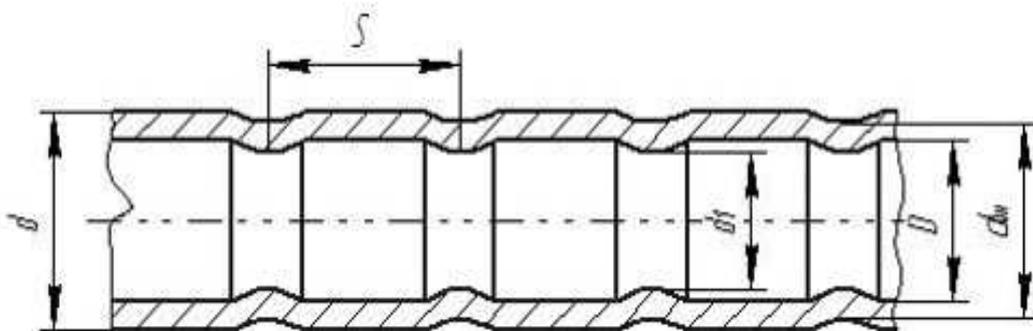


Рисунок 1 – Труба с поперечными канавками

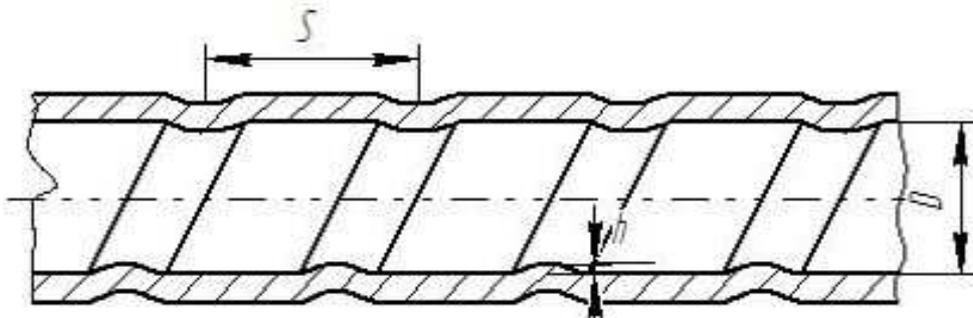


Рисунок 2 – Труба со спиральными канавками

По полученным значениям коэффициентов теплоотдачи и коэффициента трения для труб с поперечными и спиральными канавками по водной стороне  $a_c, a_n$  и  $\zeta_c, \zeta_n$ , при скоростях  $w=1$  м/с и  $w=2$  м/с соответственно равны:

$$a_{1c} = 9597 \frac{Вт}{(м^2 \cdot К)}, \quad (1)$$

$$a_{1n} = 9146 \frac{Вт}{(м^2 \cdot К)}, \quad (2)$$

$$\zeta_{1c} = 0,124, \quad (3)$$

$$\zeta_{1n} = 0,05, \quad (4)$$

$$a_{2c} = 16692 \frac{Вт}{(м^2 \cdot К)}, \quad (5)$$

$$a_{2n} = 15904 \frac{Вт}{(м^2 \cdot К)}, \quad (6)$$

$$\zeta_{2c} = 0,105, \quad (7)$$

$$\zeta_{2n} = 0,047. \quad (8)$$

Приведенное сравнение не учитывает интенсификацию теплоотдачи при конденсации пара, которое влияет также на коэффициент теплопередачи. Поэтому последующие расчеты выполнены с учетом этого процесса. Первоначально нами выполнены расчеты для определения коэффициента теплоотдачи по конденсации водяного пара на гладкой трубе базового конденсатора исходя из того, что коэффициент  $k$  вычислялся по эмпирической зависимости ВТИ.

Весьма эффективными оказались разработанные конструкции труб и в условиях конденсации теплоносителей на их наружной поверхности. По сравнению с другими методами интенсификации при конденсации данные трубы не требуют дополнительного расхода металла на оребрение, обеспечивают интенсификацию теплообмена и внутри труб, а их изготовление отличается технологической простотой.

Повышение технического уровня теплообменного оборудования посредством интенсификации теплообмена улучшает общие характеристики теплоэнергетической установки, включающие интенсифицированные теплообменники. На настоящем этапе развития энергетики, при условии использования современных конструкционных сталей, возможности повышения тепловой экономичности паротурбинной установки и других теплоэнергетических установок путем совершенствования тепловой схемы, повышения начальных параметров пара и повышения КПД турбин и котлов практически исчерпаны. Снижение удельного расхода топлива существенно зависит от совершенства теплообменного оборудования

энергоустановок. Поэтому интенсификации теплообмена служит мощным средством повышения эффективности не только теплообменного оборудования, но и теплоэнергетической установки в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Копп И.З., Мякочкин А.С. Эффективные поверхности теплообмена. М.: Энергоатомиздат. 1998. 408 с.

УДК 674.81.028.9

Студ. В.В. Садовский

Науч. рук. доц. О.К. Леонович

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

#### **ПРИНЦИП КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ И СУШИЛЬНОГО АГЕНТА ПРИ БЕССТУПЕНЧАТЫХ РЕЖИМАХ СУШКИ**

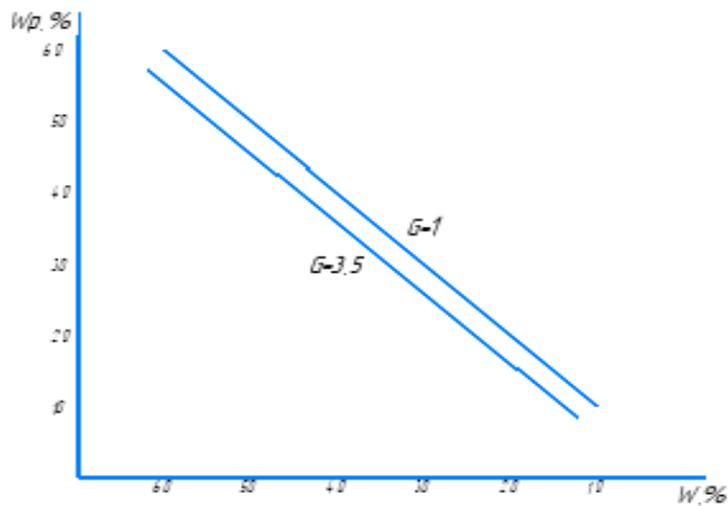
При бесступенчатых режимах сушки уровень испаряемости влаги с поверхности древесины принято оценивать с помощью величины, которая называется градиент или потенциал сушки, который равен:

$$G = \frac{W}{W_p},$$

где  $W$  – влажность древесины, %;

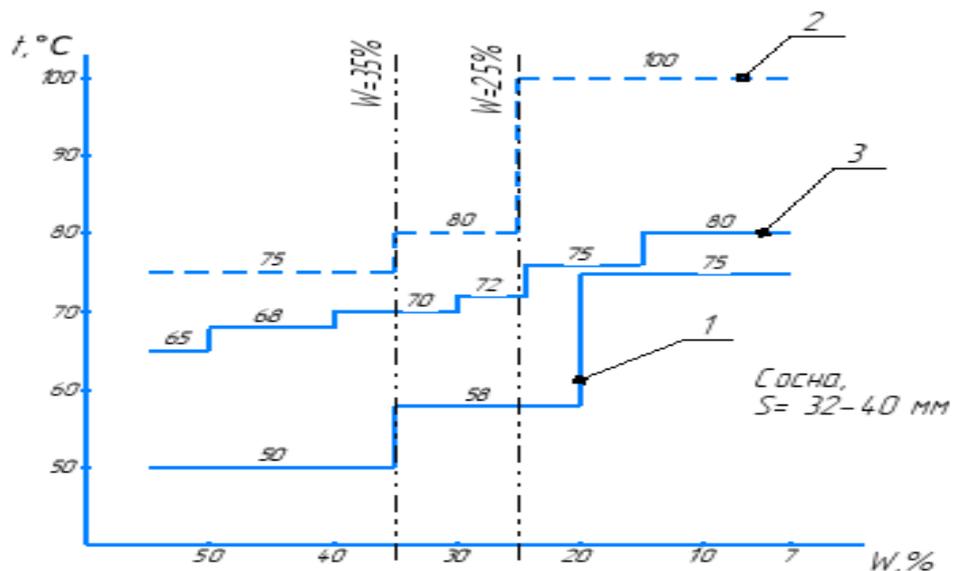
$W_p$  – равновесная влажность древесины для воздуха данного состояния, %;

Если  $G=1$ , то древесина находится в условиях гигроскопического равновесия со средой и изменять свою влажность, т.е. сохнуть не будет. Чтобы сушка происходила, нужно, чтобы выполнялось условие:  $G>1$ . Чем градиент больше, тем быстрее происходит процесс сушки. Для обеспечения высокого качества сушки пиломатериала по результатам последних исследований градиент сушки должен находиться в диапазоне влажности от  $W_n$  до 15% поддерживается постоянным:  $G = \text{const} \approx 3,5$ .

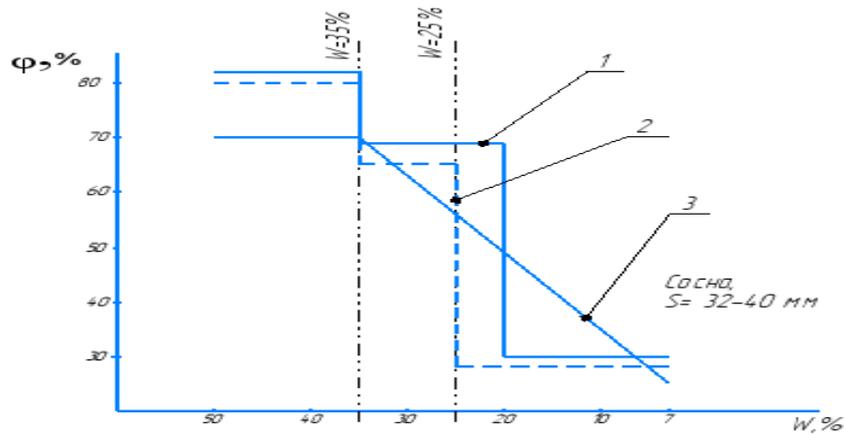


**Рисунок 1 – График градиента сушки**

На графике (рисунок 1) представлена зависимость равновесной влажности древесины от влажности древесины для воздуха данного состояния. Бесступенчатый режим предусматривает поддержание относительной влажности на уровне 70% до достижения древесиной 35%. После этого относительная влажность уменьшается вместе с уменьшением влажности. На рис. 2 и 3 построены графики изменения температуры и степени насыщенности сушильного агента в зависимости от влажности древесины.



1 – мягкий режим 2 – нормальный режим 3 – бесступенчатый режим  
**Рисунок 2 – График изменения температуры от влажности древесины**



1 – мягкий режим 2 – нормальный режим 3 – бесступенчатый режим

**Рисунок 3 – График изменения степени насыщения от влажности древесины**

Выводы: Рекомендована наиболее рациональная сушка древесины по бесступенчатым режимам. Бесступенчатые режимы обеспечивают бездеформативную сушку древесины. Уменьшение деформаций сушки при бесступенчатых режимах достигается за счёт того, что градиент сушки должен быть в диапазоне от 1 до 3,5.

УДК 621.865.8:674

Студ. М.В. Садовский

Науч. рук. канд. техн. наук В.Н. Гаранин

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДВИЖНЫХ РОБОТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ**

В современной деревообрабатывающей промышленности древесина заготавливается при помощи Харвестеров, после чего Форвардером доставляется на завод, где перерабатывается на пиломатериалы, из которых затем делаются изделия.

Данный режим производства имеет множество недостатков, как с экономической, так и с экологической точки зрения.

На данный момент идет активное развитие и внедрение робототехники во все сферы промышленности, что в скором времени может внести существенные изменения и в деревообрабатывающую промышленность. На данный момент в деревообрабатывающей промышленности роботы являются стационарными и используются для получения деталей из древесины, а также при сборке мебели и столярно-строительных изделий.

В данной работе представлен концепт Woodmaster, включающий следующие виды роботов для заготовки древесины (рисунок 1):

– Woodmaster-harvester. Это основной большой мобильный робот, выполняющий одновременно функцию Харвестера и мобильного раскроечного бревнопильного станка.

– Woodmaster-minion. Это малые мобильные роботы, предназначенные для выполнения операций по заготовке древесины, а также для ремонта большого робота в случае необходимости.

– Woodmaster-parasite. Это небольшие роботы, размещаемые внутри основного робота и выполняющие различный мелкий ремонт и мелкие операции, например, замену пил в поставе.

– Woodmaster-drone. Это автоматизированный беспилотный летательный аппарат, предназначенный для доставки полученного пиломатериала из леса на место дальнейшей переработки древесины. Данный робот может использоваться для доставки других роботов на место заготовки древесины.

К преимуществам данного концепта можно отнести

- Экологический аспект: в виду большей проходимости (с шагающим шасси) отсутствует необходимость прокладки дороги и подготовки места под вырубку, поэтому ущерб экосистеме будет меньше чем при использовании традиционных методов заготовок. Кроме того, имеется возможность точечной валки деревьев, что позволяет более рационально вести заготовку древесины.
- Экономический аспект. Долговременное использование комплекса в стандартной комплектации может обойтись дешевле, чем использование бригады рабочих с валочным оборудованием. Отсутствуют расходы на зарплаты вальщикам и станочникам, которые работают на месте валки древесины. Отсутствие «бесхозной» древесины.
- Технологический аспект. Сочетание гибкости и условно высокой производительности оборудования. Имеется возможность получения досок и брусьев различной конфигурации, отсутствует необходимость везти материал на пилораму для получения пиломатериала, поскольку есть возможность получения пиломатериалов на месте. Возможность круглосуточной работы.
- Социальный аспект. Минимальная вероятность производственных несчастных случаев из-за человеческого фактора.



**Рисунок 1 – Общий вид роботов Woodmaster**

Однако следует учесть и отрицательные факторы использования предлагаемого концепта.

Использование концепта предполагает высокие первоначальные вложения. Также, применение робототехники и обширная автоматизация может спровоцировать появление большого числа безработных.

Таким образом, любое технологическое внедрение необходимо анализировать как с точки зрения экономической целесообразности, так и с точки зрения на решение социальных проблем.

УДК 620.22:674.05

Студ. Д.П. Сотниченко

Науч. рук. канд. техн. наук В.Н. Гаранин

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

### **ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТА**

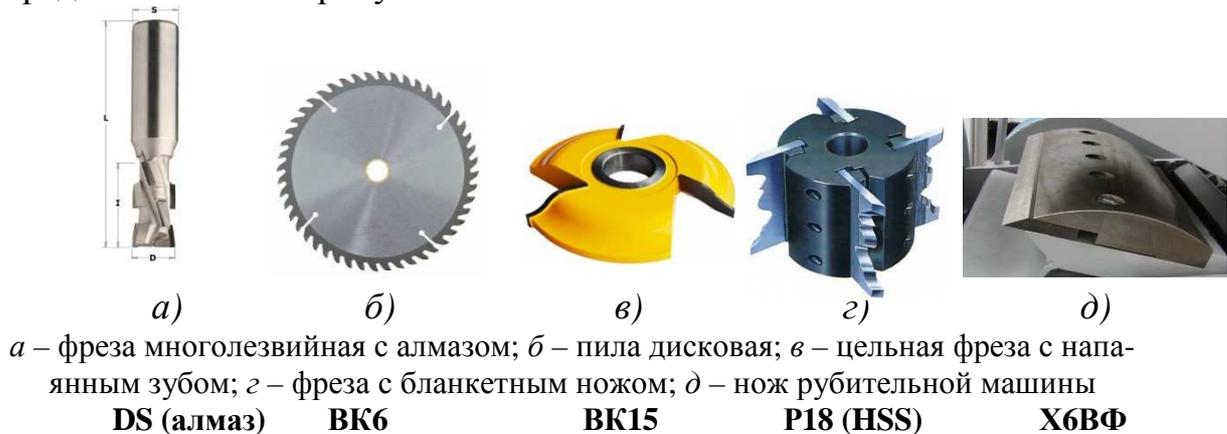
Появление новых материалов безусловно ведет к появлению новых технологий, которые коренным образом меняют уровень развития человечества в целом. Так, появление синтетических материалов при-



вело к широкому их использованию во многих отраслях (от создания игрушек до автомобилей). Не исключением здесь является и деревообработка, которая находит у себя применение все новых и новых материалов.

Целью данной работы является изучение направлений развития материалов, используемых при создании деревообрабатывающего оборудования и инструмента.

В настоящее время для изготовления режущих элементов дереворежущего инструмента используются различные материалы[1]. Наиболее наглядное их использование можно представить в виде, представленном на рисунке 1.



характеристики

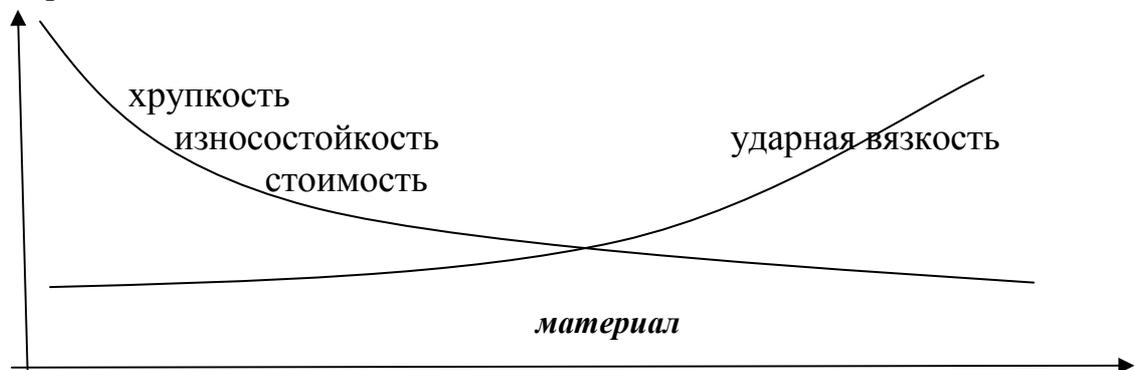


Рисунок 1 – Используемые материалы лезвия дереворежущего инструмента

Как видно из рисунка 1, для инструмента, испытывающего высокие динамические нагрузки, не используются материалы, обладающие хорошими износостойкими характеристиками. Например, для рубительного инструмента, пока не существует хорошей замены инструментальным сталям, хорошо работающим при высоких ударах. Однако стали существенно уступают по стойкости различным композиционным материалам.

Рассматривая направления развития материалов, которые можно использовать в дальнейшем для деревообрабатывающей промышленности, следует обратить внимание на следующие аспекты:

1. Экономическая составляющая.
2. Экологическая составляющая.
3. Социальная составляющая.

С точки зрения экономики, использование материалов обуславливается себестоимостью изготовления, приходящейся на единицу обрабатываемого материала. С этой точки зрения все больше и больше находят себе применение различные композиционные материалы, которые все больше и больше заменяют широко используемые стали (при изготовлении корпусов инструмента, подшипниковых узлов и др.).

С точки зрения экологии, использование материалов обуславливается их влияние на окружающую среду при их производстве, эксплуатации и утилизации. Здесь использование синтетических материалов не является оптимальным вариантом для использования. Зачастую более эффективно с этой точки зрения использовать обычные стали, нежели современные композиционные синтетические материалы, которые после утилизации сильно оказывают влияние на окружающую среду.

С точки зрения социальной составляющей, использование материалов обуславливается тем уровнем технологий, которые готово принять общество, где ведется обработка. Так, использование твердых сплавов требует использование специального оборудования для работы с ними (например, при заточке инструмента необходимо устранять распыление материала, чтобы рабочие не дышали продуктами шлифования).

Таким образом, использование новых материалов для изготовления деревообрабатывающего оборудования и инструмента необходимо рассматривать с учетом трех составляющих: экономической, экологической и социальной. Выбор составляющей в качестве приоритета зависит от общего критерия оценки, который на сегодняшний день не выработан, что и является предметом дальнейших исследований в данном направлении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет – портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.leitz.org/anwendungen.html> – Дата доступа 28.04.2019.

УДК 665.93:674

Студ. Е.В. Ступаков, В.В. Байда

Науч. рук. ассист. Д.П. Бабич

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

**РЕЖИМЫ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В КОНФЕКТИВНЫХ  
СУШИЛЬНЫХ КАМЕРАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ,  
ИСПОЛЬЗУЮЩИХ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ  
ГОРЯЧУЮ ВОДУ**

Сушка пиломатериалов очень важный процесс в сфере деревообработки. Она помогает избежать такие проблемы как растрескивание, коробление, загнивание пиломатериалов, поражение насекомыми, которые возникают вследствие высокой влажности свежесрубленной и распиленной древесины. При организации технологического процесса сушки пиломатериалов очень важно правильно определить режимы сушки.

У нас в стране долгое время в качестве теплоносителя в сушильных камерах использовался пар. Однако, из-за высоких энергозатрат, пар полностью заменили на воду. В связи с этим возникла проблема адаптации режимов сушки с теплоносителем паром, к теплоносителю воде.

В данной работе была предложена следующая методика решения данной задачи. Зная старые режимы сушки пиломатериалов, определялась равновесная влажность древесины, при условии, что температура в камере более  $75\text{ C}^0$ . Далее, при известной равновесной влажности и при температуре  $75\text{ C}^0$  (т.к. при теплоносителе паре температура в камере может достигать более  $75\text{ C}^0$ , а при теплоносителе воде – нет, заменяем все температуры, большие  $75\text{ C}^0$  – равными  $75\text{ C}^0$ . Определяем по диаграммам равновесной влажности древесины рис. 2.1. с. 63 [1], значение относительной влажности. Далее, по таблицам степени насыщенности сушильного агента в зависимости от показаний психрометра табл. 6 с. 215 [1], определяем психрометрическую разность.

Расчеты выполнены для стандартных режимов

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Снопков, В.Б. Гидротермическая обработка и защита древесины. Примеры и задачи: учеб. Пособие / В.Б. Снопков. – Минск: БГТУ, 2005 – 240 с.

УДК 674.05-046.55

Студ. В.Э. Сухоцкий

Науч. рук. канд. техн. наук В.Н. Гаранин

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В МОНИТОРАХ УПРАВЛЕНИЯ Д/О ОБОРУДОВАНИЯ**

Широкое использование систем автоматизации деревообрабатывающего оборудования ведет к широкому использованию различных средств ввода и вывода информации, позволяющих организовать связь человека с машиной. Данные средства должны помогать рабочим «общаться» с оборудованием и не оказывать на него вредного воздействия. К сожалению, любое электронное устройство излучает электромагнитные волны, которые в определенных дозах оказывают влияние на здоровье человека. Использование мониторов не исключение.

Цель представленной работы – сравнительный анализ электромагнитного излучения в мониторах управления д/о оборудования путем измерения и сравнения полученных данных с допустимыми значениями, которые устанавливают нормативные документы.

Согласно [1], предельно допустимые уровни напряженности электрического поля 50 Гц регламентируются следующими значениями:

– предельно допустимый уровень напряженности электрического поля (ЭП) на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м.

–при напряженностях в интервале больше 5 до 20 кВ/м включительно допустимое время пребывания в ЭП Т (час) рассчитывается по формуле:

$$T = (50/E) - 2, \quad (1)$$

где E – напряженность ЭП в контролируемой зоне, кВ/м; T – допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч, –при напряженности свыше 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 мин, – пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.

### **Основные выводы**

Результаты измерения электромагнитного излучения с использованием прибора ЭКОФИЗИКА 110А в мониторах управления д/о оборудо-

дования показали, что напряженность полей находится в пределах допустимых уровней.

Следует отметить, что на уровень излучения от мониторов управления оборудованием большое влияние оказывают рядов стоящие электрические устройства. Также, при нахождении непосредственно около монитора (расстояние менее 40 см) уровень электромагнитных полей сильно возрастает.

## ЛИТЕРАТУРА

1. СанПиН 2.2.4.1191-03 "Электромагнитные поля в производственных условиях".

УДК 674.05:631.06

Студ. И. Г. Хомич;

А. А. Гришкевич, доц., канд. техн. наук

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

### УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСКОВЫХ ПИЛ СО СТАБИЛИЗИРУЮЩИМИ НОЖАМИ

В данной работе рассмотрена дисковая пила с твердосплавными пластинами и стабилизирующими ножами, её недостатки и способ их устранения. Недостатком известных круглых пил со стабилизирующими ножами является тот факт, что эти ножи соединены с корпусом пилы неразъемно, что не даёт возможность затачивать их, как это делается с зубьями пилы. Поэтому в ходе эксплуатации и заточки пилы ширина зуба уменьшается, в отличие от ширины стабилизирующего ножа, и они становятся различны по ширине.

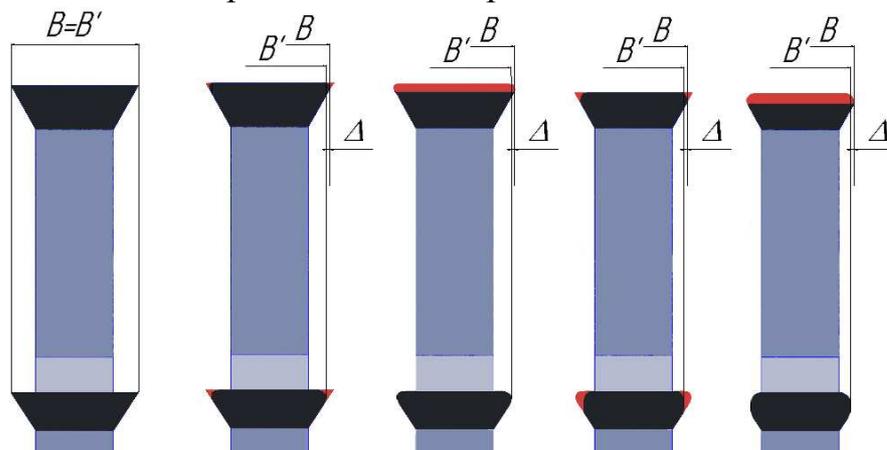
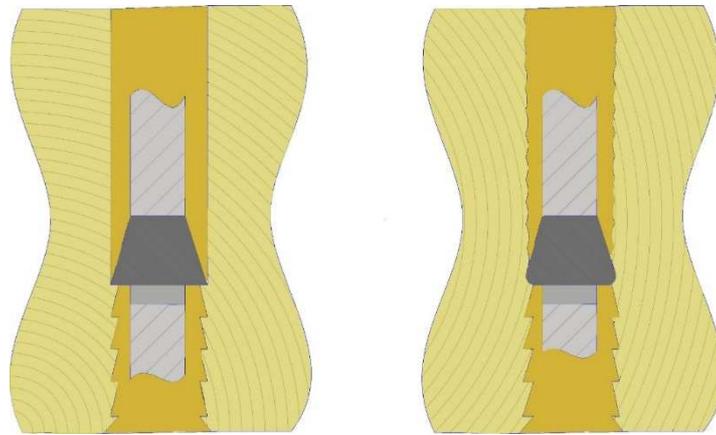


Рисунок 1 - изменение плоскостей движения зубчатого венца и стабилизаторов после переточки

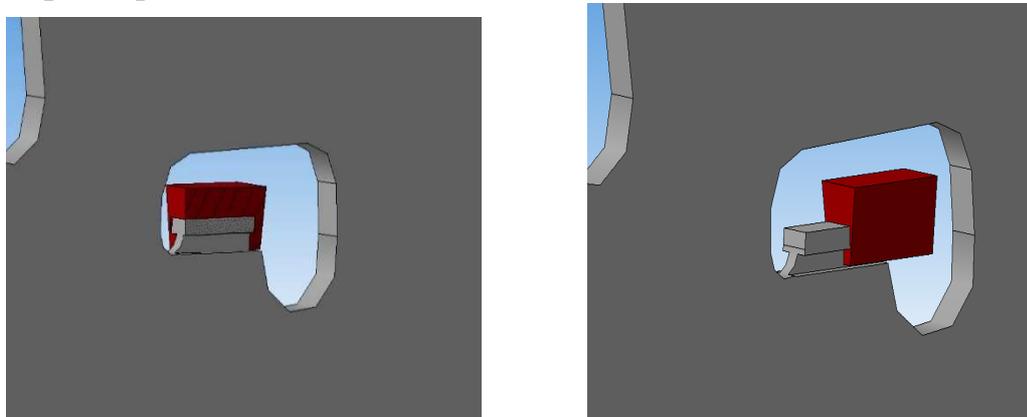
Из-за разности ширины зубчатого венца и стабилизирующих ножей ухудшается качество поверхности пропила.



**Рисунок 2 - Схема пропила новой пилой и пилой после определённого времени работы**

Для улучшения эксплуатационных характеристик дисковых пил со стабилизирующими ножами я предлагаю заменить способ крепления ножей к полотну пилы. Если соединить стабилизирующие ножи с полотном пилы механически, появится возможность при затуплении ножей, без специальных приспособлений, снять их, заточить и также установить обратно. Для выполнения этой задачи необходимо в полотне пилы, где крепится стабилизирующий нож, сделать направляющие пазы, а сам нож изготовить такой конструкции, чтобы он скользил по направляющим и зафиксировался в нужном положении, как это показано на рисунке 3.

Для того, чтобы нож возможно было установить, необходимо увеличить прорезь в полотне пилы, и сделать её незначительно больше по длине, чем сам нож, чтобы он мог беспрепятственно встать в пазы и зафиксироваться на пиле.



**Рисунок 3 – схема крепления ножа к полотну пилы**

**Выводы:** рассчитаны мощности на резание зубчатого венца стабилизирующих ножей восьми пил. На схеме направления сил видно, что касательная оставляющая силы резания прижимает нож к корпусу пилы, а центробежная сила прижимает его к упору, препятствуя его перемещения во время работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гришкевич А. А., Костюк О.И. Методика и результаты исследований по удалению продуктов резания с поверхности шлифовальной шкурки // ДЕРЕВООБРАБОТКА: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды X Междун. евразийского симпозиума. – Екатеринбург, 2015. С. 156-162.

УДК 685.363:796.92(1-87)

Маг. Н.Ю. Шелемет

Науч. рук. проф. А.А. Барташевич

(кафедра технологии дизайна и изделий из древесины, БГТУ)

### **ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЛЫЖ**

Лыжный спорт - один из самых массовых видов спорта, культивируемых во многих странах мира, в том числе в Республике Беларусь. Наибольшей популярностью в силу доступности и характера воздействия на организм пользуются лыжные гонки на различные дистанции.

Между лыжным спортом и производством лыж существует тесная взаимосвязь. От качества, надежности, совместимости, разнообразия и многих других факторов, во многом зависит успешность развития спортсмена, и, следовательно, и его уровень достижений в лыжном спорте. Это связано с тем, что каждой возрастной группе, будь то взрослые или дети, мужчины или женщины, свойственны свои особенности. Так для каждой такой группы можно выделить свои технологии изготовления лыж, а так же используются различные материалы для производства. В связи с этим правильная оптимизация конструкции лыжи, и исследования над лыжами имеют большое значение.

Типы спортивно-беговых лыж:

- беговые лыжи для конькового хода;
- беговые лыжи для классического хода;

- комбинированные лыжи;
- туристические беговые лыжи.

Типы горных лыж:

- трассовые (карвинговые) лыжи;
- универсальные лыжи;
- Freeski [1].

По конструкции (устройству) различают лыжи массивные (из цельной древесины, в настоящее время почти совсем не изготавливаются), двухслойные (состоят по толщине из двух слоев и изготавливаются в небольших объемах, например, детские), многослойные, склеенные из трех и более слоев как по толщине, так и по ширине. По виду применяемых материалов различают лыжи многослойные деревянные (изготовленные полностью из древесины) и деревопластиковые, у которых нижняя, а иногда и верхняя пластины изготовлены из пластмасс-полиэтилена, гетинакса, АБС-пластика [2].

#### *Изготовление гоночных лыж*

Для изготовления гоночных лыж используется метод так компрессионного формования, при котором компоненты соединяются под действием тепла и давления.

Сначала управляемое компьютером лезвие вырезает обратную сторону лыжи – скользящую поверхность. Она изготавливается из собранного заранее ламинированного стекловолокна и полиэтиленового термопласта – материала устойчивого к трению. Материал заливают в нижнюю половину формы, после чего приклеивают стальные края для сцепления. Далее наносится специальный спрей, который позволяет быстрее высушить клейкое вещество. После чего непосредственно наносится клеящая основа – эпоксидная смола. В заднюю часть лыжи вставляется резиновый амортизатор, затем конец укрепляется поворотным протектором.

После этого наклеивается деревянная сердцевина – которая состоит из склеенной вместе древесины березы и осины. Затем следует слой стекловолокна заполненного эпоксидной смолой для дополнительной прочности. Таким образом, деревянная сердцевина заключена между двумя слоями повышенной прочности.

Метод реакционно-инжекционного формования.

Вначале верхний слой лыж из стекловолокна и эпоксидной смолы помещается в форму, затем туда закладывается скользящая поверхность, сделанная из ламината и полиэтилена с подкладкой из вы-



сокопрочного материала, затем форма попадает под пресс, но вместо деревянной сердцевины этот пресс заливает внутрь формы сверхэластичный пластик. Всего за  $t = 3$  с заканчивается стадия впрыска и начинается стадия расширения. Сначала полиуретан расширяется, а затем через  $t = 8$  мин он достаточно застывает, чтобы его можно было извлечь из формы. Лыжу выдерживают в течение  $t = 8$  ч, после чего она имеет достаточную прочность, чтобы выдержать вес лыжника.

Далее 3 компонента: верхний слой, полиуретановая сердцевина и скользящая поверхность склеиваются между собой. Затем лыжа поступает на отделку, где вначале выравниваются края, после скользящая поверхность обрабатывается шкуркой. Вдоль нее вырезается желобок, который придает лыже продольную устойчивость [3].

Большее внимание стоит уделить именно материалам и компонентам из которых производится лыжи, некоторые из технологий представлены. Так для облегчения женских лыж используется технология KOROYD, а для придания лыже большей прочности и легкости используется технология GRAFEN.

Так для детских могут использоваться сердечники из более легкой древесины или же других композиционных материалов.

Сегодня немалую роль играет и использование в лыжах различных флагманских технологий, таких как KERS, которая позволяет накапливать энергию на поворотах, а затем отдавать ее и «подталкивать» лыжи при выхождении из него. Технологии Intelligence и CHIP, стабилизируют лыжи на скорости и улучшают сцепление лыжи с поверхностью.

Оптимизация конструкции лыж производится по результатам испытаний на жесткость, прочность, остаточный прогиб и усталость. Полученные данные сравнивают со стандартами и, при необходимости, изменяют сечение лыжи, либо используют различные усиливающие материалы. Как отмечалось ранее, важную роль играет использование в конструкции лыж новых материалов, которые могут позволить облегчить конструкцию и придать ей большую прочность, повысить их устойчивость и т.д. [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Горные вершины [Электронный ресурс]: Обзор: Типы и характеристики беговых лыж – Режим доступа: <https://mountainpeaks.ru/reviews/begovye-lyzhi/on-the-types-and-characteristics-of-the-cross-country-ski-trail>.

2. Полховский, А. В. Современные конструкции и материалы для лыж / А. В. Полховский, С. А. Прохорчик, С. В. Шетько // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. - Минск : БГТУ, 2019. - № 1. - С. 169-175.

3. SKIMASTER [Электронный ресурс]: Краткий обзор производства горных лыж Fisher, Rossignol, Salomon, Atomic, Volkl– Режим доступа: [http://www.skimaster.ru/info/Kratkiy-obzor-tehnologiy-proizvodstva-gornyh-lyzh-Fischer-Rossignol-Salomon-Atomic-Volkl\\_232\\_article.html](http://www.skimaster.ru/info/Kratkiy-obzor-tehnologiy-proizvodstva-gornyh-lyzh-Fischer-Rossignol-Salomon-Atomic-Volkl_232_article.html).

4. HEAD [Электронный ресурс]: Лыжи HEAD . Технологии. Конструкция – Режим доступа: <http://cast.by/article/tehnologii-ispolzuyemye-v-lyjah-head>.

УДК 637\*344

Студ. А.В. Шиленок

Науч. рук. доц. В.А. Симанович

(кафедра лесных машин, дорог и технологий лесозаготовок, БГТУ)

## **ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ФОРМИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ КОЛЕСНЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН**

Успешное использование колесных трелевочных тракторов и агрегатных машин, созданных на их базе, определяется с одной стороны конструктивными параметрами самих машин и их ходовых систем, а с другой – эксплуатационными условиями. Обычно эта связь имеет характерную зависимость между максимальным объемом перевозимой пачки и тяговым усилием на ведущих органах машины.

В последние годы в ОАО «Амкодор» созданы трелевочные машины моделей 2243 и 2243В, работающие по смешанной технологии заготовки древесины. Машина «Амкодор» 2243 оборудована захватным приспособлением и лебедкой. Такие машины работают в технологических схемах заготовки древесины с использованием бензиномоторных пил. Использование таких машин в конечном итоге сводится к определению нагрузок на мосты транспортного средства.

При распределении 65–68% массы колесного трактора на передний мост обеспечиваются высокие тягово-сцепные качества при его работе по хлыстовой технологии заготовки древесины. Важным фактором при такой компоновке оборудования является высота подъема комлевой части хлыста. Для указанных выше машин «Амкодор» эта величина из-

меняется в пределах 0,8–1,2 м. Высота подъема пачки изменяет нагрузку, приходящуюся на трелевочный волок, оказывает влияние на сопротивление волочению и одновременно увеличивает сцепной вес.

Нагрузку от трелеваемой пачки на трактор наиболее целесообразно оценивать посредством коэффициентов: коэффициента распределения вертикальной нагрузки от веса пачки между тракторами и волоком, а также коэффициента сопротивления волочению.

Проведенный регрессионный анализ выявил следующие зависимости по вертикальной нагрузке  $G$  и сопротивления волочению  $P_T$  от высоты подъема комлевой части  $H$  и рейсовой нагрузки  $Q = 2,4 \text{ м}^3$  для летних условий на трелевочном волоке:

$$G = 168 \cdot H + 345 \cdot Q - 19;$$

$$P_T = -310 \cdot H + 417 \cdot Q + 257.$$

Проведенные расчеты могут быть использованы при проектировании трелевочного оборудования на машиностроительных заводах Республики Беларусь.

УДК 674 817-41

Студ. В.К. Шимченок

Науч. рук. доц. О.К. Леонович

(кафедра технологий и деревообрабатывающих производств, БГТУ)

### **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЙ СТЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЛИТ (ИДВП)**

В настоящее время становится все более актуальным вопрос о применении экологически чистых материалов в строительстве жилых и общественных объектов. Стремясь обеспечить максимально комфортные и безопасные для здоровья человека условия жизни, Белтермо разработали теплоизоляционные плиты, не содержащие в себе смолы ПМДИ.

Изоляционные древесноволокнистые плиты Белтермо – это экологически безопасные материалы, предназначенные для утепления и звукоизоляции, в состав которого входит древесина, преимущественно хвойных пород, полиуретановая безвредная смола и, во влагостойких плитах, парафиновая эмульсия.

Плиты Белтермо производятся в Беларуси на государственном предприятии "Мозырский ДОК" на немецком оборудовании, по той же технологии, как зарекомендовавшие себя бренды Steico и Gutex.

Они имеют европейские сертификаты и поставляются на рынок Европы и России.

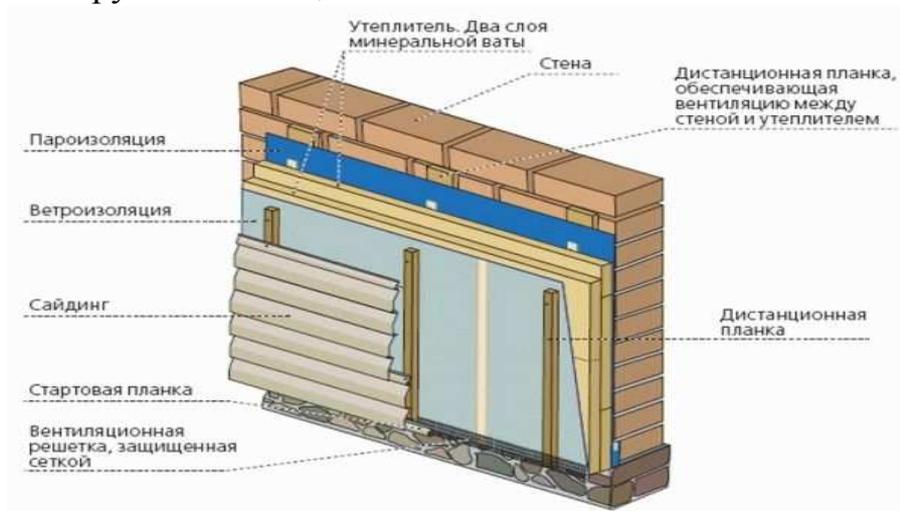
За счет того, что производство данного материала находится в Беларуси и не требует дополнительных затрат на таможенные платежи, его цена значительно ниже, по сравнению с аналогичными материалами.

Рассматривая плиты Белтермо можно выделить ряд преимуществ, таких как: выведение излишек влаги, высокая теплоаккумулирующая способность (защита от перегрева), низкая теплопроводность, соответствие высоким требованиям пожаробезопасности, высокая плотность и открытая пористая структура волокон (высокая звукоизоляция), а так же это экологически чистый и безопасный для здоровья материал.

Монтаж теплоизоляционных плит БЕЛТЕРМО можно производить по способу «Вентилируемый фасад»

Вентилируемые фасады представляют собой конструкцию, в которой теплоизоляционные плиты закрепляются на поверхности фасада при помощи тарельчатых анкеров с обязательным обустройством вентилируемой воздушной прослойки между слоем теплоизоляции и наружной облицовкой.

На изолируемой стене закрепляются несущие кронштейны. ИДВП фиксируются на изолируемой стене в один или два слоя при помощи тарельчатых анкеров. К несущим кронштейнам крепятся вертикальные направляющие, к которым в свою очередь присоединяют элементы наружной облицовки.



Рисунок

При установленных оконных и дверных обрамлениях теплоизоляцию монтируют вплотную к ним (без зазоров), при их отсутствии –

плиты устанавливаются с припуском не менее 50 мм внутрь проема, с последующей подрезкой при монтаже обрамлений

Крепление теплоизоляции к стене производится тарельчатыми анкерами. Анкер, как правило, состоит из двух составных частей: тарельчатого полимерного дюбеля и распорного элемента из углеродистой стали или полимера.

После установки тарельчатого дюбеля в проектное положение, производится окончательная фиксация теплоизоляции путем забивания или завинчивания распорного элемента в дюбель.

В процессе проведенных аналитических исследований была разработана экологически безопасная конструкция для ограждения наружных и внутренних стен кирпичных домов с использованием древесноволокнистого теплоизоляционного материала.

УДК 674.05:631.06

Студ. А.Ю. Юдицкий

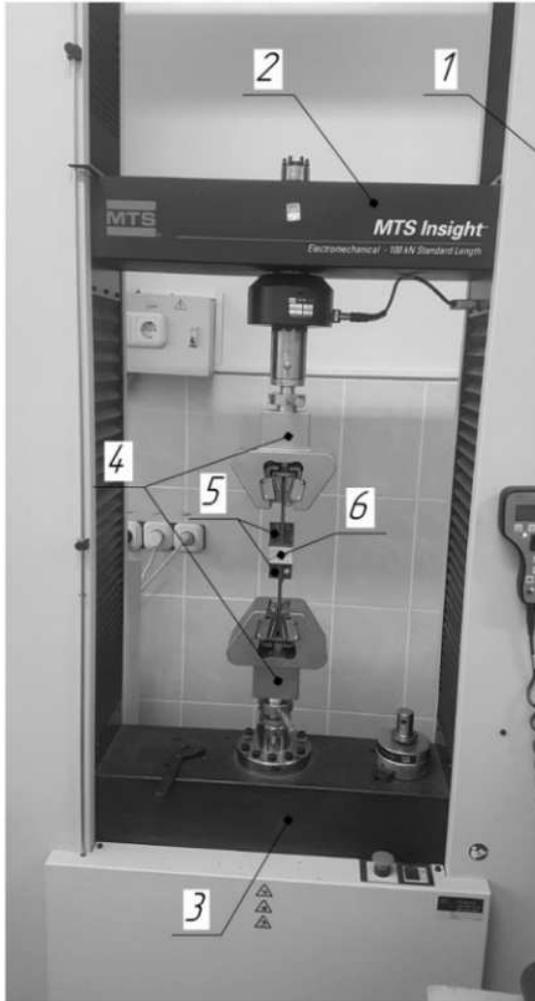
Науч. рук. доц., к.т.н. А.А. Гришкевич; доц., к.т.н., В.Н. Гаранин  
(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ЗЕРНИСТОСТИ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ШКУРКИ НА ВЕЛИЧИНУ ЭНЕРГИИ ОТРЫВА ПРОДУКТОВ РЕЗАНИЯ**

Потеря режущей способности шлифовального инструмента в процессе его работы связана не с радиусом округления лезвия зерна, а величиной заполнения пространства между зернами продуктами резания. Это определяет производительность процесса, увеличение энергопотребления, ухудшение качества обработанной поверхности [1,2,3,4,5].

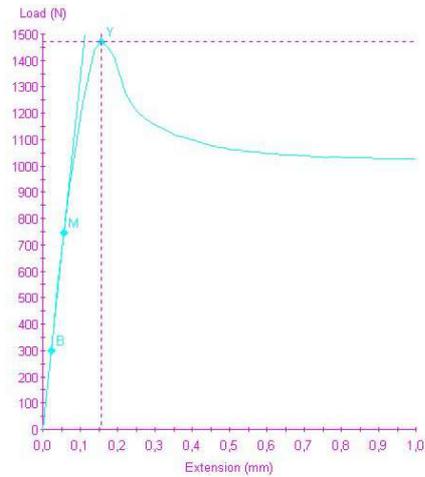
Целью работы является определение величины энергии отрыва продуктов резания из пространства между зернами у шлифовальной шкурки.

Для проведения исследовательских работ используется разрывная машина фирмы MTS Insight<sup>TM</sup> (рисунок 1). В результате опыта было получено, что в среднем необходимая удельная энергия отрыва продуктов резания из шлифовальных шкурок зернистостью 150 и 320 составляет 450 Дж и 310 Дж на 1 м<sup>2</sup> соответственно (рисунок 2).



1 - рама, 2 – верхняя подвижная траверса, 3 – нижняя неподвижная траверса, 4 – захваты, 5 – оснастка крепления образца, 6 – исследуемый образец

**Рисунок 1 – Разрывная машина**



**Рисунок 2 – Результаты эксперимента**

### **Выводы**

1. Определена зависимость влияния зернистости шлифовальной шкурки на величину энергии отрыва продуктов резания.
2. Полученные результаты будут полезны при проектировании механизмов очистки шлифовальной шкурки от продуктов резания, что положительным образом скажется на качестве обработанной поверхности и уменьшении мощности на резание.

### **ЛИТЕРАТУРА**

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

2. Бершадский, А.Л., Цветкова Н.И. «Резание древесины», учебное пособие предназначено для студентов ВТУЗОВ по специальности «Машины и механизмы лесной и деревообрабатывающей промышленности»/ Минск, «Вышэйшая школа», №75-304с.

3. Гришкевич А. А., Костюк О. И. Методика и результаты исследований по удалению продуктов резания с поверхности шлифовальной шкурки // ДЕРЕВООБРАБОТКА: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды X Междун. евразийского симпозиума. – Екатеринбург, 2015. С. 156-162.

4. Костюк, О. И. Результаты экспериментальных исследований по определению касательной составляющей силы резания при шлифовании древесины / О. И. Костюк // Труды БГТУ. - Минск : БГТУ, 2016. - № 2 (184) 2016 год. - С. 281-284.

5. Гришкевич, А.А. Механическая обработка древесины и древесных материалов, управление процессами резания. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 03 «Машины и оборудование деревообрабатывающей промышленности», 1-46 01 02 «Технология деревообрабатывающих производств», 1-08 01 01-04 «Профессиональное обучение (деревообработка)»/ А.А. Гришкевич, В.Н. Гаранин. – Минск: БГТУ, 2014. – 90 с.

УДК 630\*36

Студ. А.С. Ярмольчик, Р.А. Карсюк  
Науч. рук. доц. С.Е. Арико

(кафедра лесных машин, дорог и технологий лесозаготовок, БГТУ)

### **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ЛЕСНЫХ МАШИН**

При работе лесных машин на грунтах с низкой несущей способностью значительного снижаются сцепные свойства и резко возрастает буксование, увеличиваются потери на самопередвижение и использование машины становится неэффективным или вообще невозможным. При этом тягово-сцепные свойства зависят от физических характеристик почвы, конструктивных параметров, сцепного веса и колесной формулы, размеров движителей, давления воздуха в шинах, рабочей скорости и др.

Существуют следующие методы повышения тягово-сцепных свойств: изменение давления воздуха в шинах; установка сдвоенных колес и шин с широким профилем; применение полугусеничного хо-

да; догрузка ведущих колес; применение гидроувеличителя сцепного веса, силовых и позиционных регуляторов; применение автоматической блокировки межосевых и межколесных дифференциалов.

У колесных тракторов с целью снижения давления на почву и буксования применяют шины широкого профиля и низкого давления. На некоторых моделях тракторов применяют сдвоенные колеса. В тракторах с колесной формулой 4К2 эти колеса устанавливают на задние полуоси, а в тракторах с колесной формулой 4К4 — на полуоси обоих ведущих мостов. Трактора с передним ведущим мостом имеют лучшие тягово-сцепные качества, экономические показатели и устойчивость (особенно при работе на склонах). Сравнение тяговых усилий тракторов с колесными формулами 4К4 и 4К2 показывает, что увеличение тягового усилия у тракторов колесной формулы 4К4 составляет около 35%. Привод на передние ведущие колеса не требует переналадок и трудоемких операций для использования в различных условиях и режимах эксплуатации.

Для увеличения сцепного веса трактора применяют балласт и догрузатели ведущих колес. В качестве балласта используют чугунные грузы, навешиваемые на ведущие колеса, и балластную жидкость, которую заливают в камеры ведущих колес. Однако следует отметить отрицательные стороны балластировки трактора. Так, при снижении тяговых усилий и повышении скорости движения трактора балласт способствует увеличению потерь на качение и уменьшению коэффициента полезного действия. Эффективным способом увеличения сцепного веса трактора считают применение догрузателей ведущих колес механического и гидравлического типов. Принцип действия их основан на переносе части веса машины на ведущие колеса трактора.

Наиболее рационально использовать на переувлажненных почвах, по бездорожью и при глубоком снежном покрове является использование полугусеничного и комбинированного типов, которые состоят из двух комплектов резинометаллических гусениц и натяжных устройств устанавливаемых на пневмоколесных ход.

Принципиальное отличие комбинированного типа движителя от колесного это то, что колеса катятся непосредственно по почве, преодолевая неровности и сминая его (образуя колею), а опорные катки гусеничного движителя перекатываются по гладкому, относительно ровному искусственному пути, образуемому выстилающемуся на почве звеньями бесконечной гусеничной цепи. На наружной стороне



звеньев для лучшего сцепления гусеницы с почвой делаются выступы – почвозацепы. Зубья ведущих колес трактора, зацепляясь за гусеницы, стремятся выдернуть их из-под опорных катков трактора. Однако гусеницы прижаты к почве весом трактора, а почвозацепы создают дополнительный упор в почву; поэтому перекаатить трактор по гусеницам легче, чем выдернуть гусеницы из-под опорных катков. В результате ведущие колеса, отталкиваясь от лежащих на почве участков гусениц, обеспечивают передвижение трактора вперед. Одновременно ведущие колеса передают освобождающиеся звенья гусениц вперед, а направляющие колеса укладывают их перед передними опорными катками.

При одинаковых тяговых усилиях буксование гусеничного движителя меньше. Масса гусеничного трактора распределяется по значительно большей опорной поверхности, чем у колесного. Благодаря этому достигается малое удельное давление на почву, из-за чего гусеничные тракторы обладают повышенной проходимостью по рыхлым и влажным грунтам и оказывают меньшее уплотняющее воздействие на почву. Кроме того, на рыхлых и слабых почвах уменьшаются затраты мощности на перекаатывание трактора.

К недостаткам гусеничного движителя в сравнении с колесным относятся: повышенная металлоемкость, сложность конструкции, более высокая стоимость, большие потери на передвижение по твердым почвам, меньшие транспортные скорости из-за больших инерционных нагрузок. В эксплуатации требуются большие затраты при техническом обслуживании и ремонте. Учитывая необходимость достаточно частой перебазировки преимуществом колесного движителя является их высокая мобильность, что требует разработки новых путей повышения их сцепных свойств.

УДК 674.048

Студ. В.С. Астапенко

Науч. рук. доц. Л.В. Игнатович

(Кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Динамичное развитие современной экономики, высоко конкурентный рынок, необходимость наиболее быстрого реагирования и приспособления к изменяющимся условиям хозяйствования, ожиданиям заинтересованных сторон, изменениям в законодательстве все чаще ставят отечественные предприятия перед необходимостью поиска новых подходов к повышению эффективности менеджмента.

Одним из таких подходов выступает сегодня разработка и внедрение систем менеджмента организации на базе международных стандартов.

Определяющим достоинством данного подхода следует считать то, что он основан на разработанных международными организациями нормативных документах, которые направлены на достижение оптимальной степени упорядоченности в сфере менеджмента. Немаловажно и то, что в этих документах обобщен весь накопленный опыт, все ценное в этой области знаний и практической деятельности.

Разнообразие систем менеджмента, построенных в соответствии с требованиями различных международных стандартов, постоянно растет, охватывая все новые сферы деятельности организации. При этом прослеживается тенденция применения организациями требований нескольких стандартов, то есть создания интегрированных систем менеджмента (ИСМ) в целях повышения эффективности своей деятельности.

Под «интегрированной системой менеджмента» предложено понимать часть системы общего менеджмента организации, отвечающая требованиям двух или более международных стандартов на системы менеджмента и функционирующая как единое целое. ИСМ расширяет «географию» системного менеджмента организации, способствуя тем самым повышению степени его упорядоченности; минимизирует функциональную разобщенность, возникающую при наличии самостоятельных, стремящихся к автономии систем.

В результате анализа тенденций на мировых рынках и развития ИСМ было выявлено, что для создания несложной и эффективной модели ИСМ лесопромышленного предприятия необходимы три составляющие: СМК в соответствии со стандартом ISO 9001:2000, СЭМ – по ISO 14001:2004 и система FM и CoC – по FSC.

Наличие СМК объясняется тем, что она:

- позволяет создать систему непрерывного совершенствования деятельности предприятия;
- выполняет функцию связующего звена для разных ее составляющих;
- является концептуальной основой формирования ИСМ предприятия;
- наиболее полно учитывает требования и ожидания потребителей.

Сертификация разработанной и внедренной ИСМ является логическим завершением работ по ее формированию. Для сертификации ИСМ может быть выбран один или несколько органов по сертификации путем последовательной сертификации входящих в ИСМ систем менеджмента. Однако наиболее предпочтительным и экономичным вариантом является сертификация ИСМ одним органом по сертификации.

Среди очевидных преимуществ такой системы можно отметить преимущества внутренней среды:

- обеспечение согласованных действий внутри организации;
- снижение затрат на разработку, функционирование и сертификацию системы управления по сравнению с общими затратами для нескольких систем управления;
- сертификат данной системы полностью отвечает всем требованиям мирового рынка и обеспечивает конкурентоспособность во внешней среде;
- получение своевременных инвестиций и льготных кредитов путем удовлетворения всех требований инвесторов в отношении управления качеством, охраны окружающей среды и охраны труда в организации;
- значительный приоритет перед конкурирующими организациями при прочих равных условиях;
- существенное упрощение получения разрешений, лицензий и других разрешений;
- достижение более высокой степени вовлеченности персонала в улучшение работы организации.

Вывод. Интеграция систем менеджмента на деревообрабатывающих предприятиях Республики Беларусь позволит повысить качество выпускаемой продукции, обеспечить ее конкурентоспособность и расширить ассортимент.

УДК 630\*383: 625.7/.8

Студ. Азаров Ю.И.

Науч. рук. доц. Е.И. Бавбель; ст. преп. А.И. Науменко  
(кафедра лесных машин, дорог и технологий  
лесопромышленного производства, БГТУ)

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕГКОГО БЕТОНА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Согласно ГОСТ 25192-82, бетон называют легким, если его плотность не превышает 1800 кг/м<sup>3</sup>. Это востребованный строительный материал, снижающий общие затраты на замес раствора до 20 %, а трудоемкость – до 50. Его теплоизоляционные, качественные и конструкционные параметры весьма высоки, бонусом применения является способность к обработке и распилу после достижения прочности. Облегченный бетон разделяется в зависимости от компонентов, структуры и подгрупп, объединяемых исключительно пониженной плотностью (рис. 1). Некоторые виды проще купить, чем приготовить самому, другие вполне подходят для замеса своими руками.



**Рисунок 1 – Легкий бетон**

Группа включает в себя смеси на основе пористых наполнителей, снижение веса происходит за счет уменьшения доли цемента и компонентов из твердых горных пород. Размер крупных фракций ограничен 20 мм, в редких случаях добавляется гравий не более 40. В результате материал в 1,5 раза легче гипсовых растворов, и в 2,5 – цементных. Эффект достигается не только за счет смены заполнителя, но и поризации вяжущего, ячеистость легкого бетона доходит до 40 %. Как следствие, ему присуще снижение прочности и минимальная теплопроводность. Состав, рабочие характеристики

Структура и объем вовлеченного в бетон газа или воздуха у разных видов отличаются, их разделяют на: плотные, поризованные и крупноячеистые. Помимо цемента, в качестве вяжущего добавляются: гипс, известь, шлаки, полимеры, обжиговые глины, промышленные отходы.

В зависимости от заполнителя, различают смеси на основе керамзита, перлита, аглопорита, щебня из пористых горных пород, вермикулита, шлаков, зольного гравия.

В качестве мелкофракционного наполнителя, помимо песка, в составы вводятся мраморная крошка, помолы пемзы, вулканического пуфа и известняков. Важную роль играет соотношение воды, легкие материалы на заполнителях, дающих пористость, менее чувствительны к ее избытку, но при превышении определенной доли резко теряют прочность. Модификаторы и пенообразующие ингредиенты регулируют объем вовлекаемого воздуха, морозостойкость и защищенность ячеек от влаги.

Главный материал, применяемый для обустройства дорог – асфальт. Спустя несколько лет такое покрытие нуждается в ремонте, потому его эксплуатационные свойства ежегодно восстанавливаются. Бетонное покрытие гораздо лучше асфальтового, однако применяется оно ограничено. Этому есть свои причины, связанные с недостаточным финансированием, низким производительным уровнем, особенностями климатических условий, недостаточным количеством цемента нужных марок, рельефными участками местности. Однако отметим, что постепенно стоимость данных видов полотна медленно уравнивается. Начинает вестись строительство бетонных дорог (2-я кольцевая дорога), мостов, взлетно-посадочных полос на аэродромах.

Такие покрытия обладают определенными достоинствами:

- дорога из бетона отличается хорошей прочностью, в ремонтных работах не нуждается. Покрытие способно эксплуатироваться не менее четырех десятков лет, а для асфальта этот срок ограничен десятилетием с ежегодными ремонтами;
- автомобильная техника расходует меньшее количество горючего. Связано это с тем, что во время движения большегрузного автомобиля дорожный бетон не подвергается деформированию, от чего транспортному средству необходимо для перемещения на пятую часть топлива меньше;
- покрытие отличается устойчивостью к резким изменениям климатических условий. На него не оказывают влияния проливные дожди либо резкие перепады температурного режима;
- происходит сохранение чистоты воздуха, ведь автомобилям необходимо меньшее количество горючего, выхлопные газы которого загрязняют окружающую среду;
- природные ресурсы расходуются экономно. Для изготовления бетона необходим известняк, а для получения асфальта используется нефть.

УДК 674.815

Студ. Н. А. Басальга

Науч. рук. доц. О. К. Леонович

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

**РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ПЛИТ  
НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ**

Не секрет, что прогресс в самых разных сферах человеческой длительности ушел далеко вперед и впечатляет своими габаритами, а также уровнем. Это все, безусловно, очень хорошо для человечества, но не стоит забывать о последствиях, которые за собой принес этот прогресс. Проблемы экологии – наиболее острый аспект, который беспокоит сейчас весь мир.

Использование разных материалов в строительстве и дальнейшая эксплуатация жилых зданий из них не является исключением в данной проблеме. Именно поэтому сегодня нужно исследовать такую тему, как разработка экологически безопасных плит на основе целлюлозосодержащих сельскохозяйственных отходов.

Цель данной работы заключается в поиске возможных путей производства экологически безопасных плит и сопутствующих в дальнейшем им материалы. Актуальность темы в снижении ущерба окружающей среде путем использования целлюлозосодержащих отходов сельского хозяйства.

Основная мысль работы в том, чтобы найти альтернативу производства строительных плит, которые используются в настоящее время. Выход из данного положения был обнаружен в сфере сельского хозяйства.

Если говорить о производстве обыкновенной древесной плиты, то мы имеем следующий алгоритм: например, в ДСП мы формируем слои из разных фракций, добавляем связующее вещество и затем прессуем. Основными компонентами плит являются древесина (щепа, опилки) и клеи (смолы). Для решения поставленной проблемы было предложено заменить основные производственные материалы на более экологически чистые.

В работе были предложены следующие варианты: плиты из рисовой лузги, плиты из подсолнечной лузги, плиты из искусственной древесной муки, плиты из стеблей хлопчатника.

Учитывая огромное количество отходов хлопчатника проанализируем возможные варианты их использования. Например получение пластмасс из хлопчатника (ДСП)

В таблице приведены различные пропорции составляющих плиты из хлопчатника и свойства получившегося продукта.

**Таблица – Сопоставительный анализ плит на основе отходов хлопчатника**

№	Показатель физико-механических свойств	Стандартное ДСП	1	2	3	4	5	6	7
1	Предел прочности при изгибе, МПа	20	63	15	30	25	60	21	35
2	Водопоглощение за 24 часа, %	15	11	45	43	40	15	45	42
3	Разбухание за 24 часа, %	20	25	49	55	60	20	70	65
4	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	800	1100	450	900	950	1000	800	850

Примечание: наиболее качественно получились № 1,4,6,7

Стандартная плита- плита ДСП плотностью 800кг/м<sup>3</sup> и 15% смолы карбамидоформальдегидной

Пластики на основе хлопчатника принцип: 1. P=3,5 МПа T<sub>нагр. плит</sub>=165°C прессов.=60 с; 2. Аналогичен № 1, при чем древесные частицы увлажняют сначала до 30%, затем сушат до влажности 8%; 3. Аналогичен №2, но древесные частицы сначала увлажняют до влажности 60%, а затем сушат до влажности 30%; 4. P=3,5 МПа T<sub>нагр. плит</sub>=140°C прессов.=60 с; 5. P=3,5 МПа T<sub>нагр. плит</sub>=200°C прессов.=60 с; 6. P=1,4 МПа T<sub>нагр. плит</sub>=165°C прессов.=60 с; 7. P=3,5 МПа T<sub>нагр. плит</sub>=165°C охлаждение=165-120 °C прессов.=60 с.

В качестве относительно экологически безопасных связующих веществ были предложены биопласты, в частности биополиэтилен.

**Выводы:**

1. Производство экологически безопасных плит из целлюлозосо-держающих материалов решает проблемы экологического спектра: очищение сельскохозяйственных территорий от отходов; выпуск экологически чистых материалов для строительства;

2. Решаются экономические проблемы: увеличение количества рабочих мест; получение новых изделий за счет вторичной переработки отходов.

УДК 536.24

Магистрант А.А. Баштанюк  
Науч. рук. д.т.н. А.А. Андрижиевский  
(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## **МЕТОД АНАЛИЗА ПОГРАНИЧНЫХ ТЕРМИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ В СИСТЕМАХ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ**

На рынке энергетического оборудования Республики Беларусь имеется широкий спектр теплообменных устройств, отличающихся как назначением, так и конфигурацией теплообменных поверхностей, и способами их компоновки.

Вместе с тем, указанное разнообразие форм поверхностей теплообмена требует индивидуальных стендовых испытаний (как производственных, так и аттестационных), что, безусловно, увеличивает их рыночную стоимость и сдерживает обновление модельного ряда.

Одним из способов сокращения производственных издержек и упрощения процедуры продвижения на рынок новых теплообменных устройств может быть разработка методов расчетного анализа их тепловых и гидродинамических характеристик с использованием образцов теплообменных поверхностей.

Внедрение в инженерную практику расчетных, и в частности, интегральных методов позволяет значительно сократить весь производственный цикл от проектирования до внедрения нового теплообменного оборудования.

В основу предлагаемого метода анализа многослойных поверхностей теплообмена положена процедура анализа реальной конфигурации промышленных образцов этих поверхностей и использование ее в качестве базовой при анализе теплогидравлических характеристик предлагаемых к внедрению конструкций.

Одним из ключевых моментов подобного анализа является определение термического сопротивления контактных поверхностей. Данная проблема может быть решена посредством решения обратных или прямых задач теплообмена на основе многомерных вычислительных аналогов с использованием данных тестовых испытаний промышленных образцов теплообменных поверхностей или прямых определений термических сопротивлений в специализированных экспериментальных исследованиях.

В последующем эти результаты могут быть использованы для оптимизации или аттестации модельного ряда промышленных об-



разцов теплообменного оборудования на основе уже упрощенных расчетных соотношений.

Анализ теплогидравлических характеристик теплообменных поверхностей сложной конфигурации, включает:

– анализ существующих экспериментальных, расчетных и программных методов описания пограничных слоев при течении однофазных сред и при наличии фазовых превращений;

– выбор оптимальной расчетной схемы описания теплогидравлических характеристик теплообменных поверхностей сложной конфигурации с использованием представления многофазных течений в допущениях модели гомогенного двухфазного потока (модель смешения);

– проведение сравнительного анализа формирования динамических пограничных слоев и, соответственно, пограничных тепловых потоков в теплообменнике-конденсаторе с существующими рекомендациями по интегральному описанию теплообмена на горизонтальных и вертикальных поверхностях теплообмена;

– выработка на основе результатов НИР рекомендации по описанию контактных термических сопротивлений на основе алгебраических интегральных соотношений.

Объектом имитационного моделирования являлся вертикальный трубный пучок теплообменника-конденсатора.

В качестве базовой модели в данном исследовании использовалась система уравнений сохранения, включая уравнения сохранения количества движения и массы для парокапельной смеси в допущениях модели гомогенного двухфазного потока.

Для численной реализации модельного аналога использовался метод конечных элементов в интерпретации системы COMSOL Multiphysics. С целью сокращения числа расчетных ячеек, секции теплообменника представлялись в виде плоских поверхностей.

При проведении вычислительных экспериментов получены характеристики структуры парокапельных потоков в каналах теплообменника и, в частности, динамики образования пленки конденсата на вертикальной теплообменной поверхности при спутном течении пара и конденсата [1]. Вместе с тем, принятая формализация трубного пучка секции теплообменника в виде плоской вертикальной поверхности, позволяет использовать предложенную В.Г. Левичем формулу для расчета локальной толщины ламинарного пограничного слоя при обтекании полубесконечной тонкой пластины для относительно малых чисел Рейнольдса [2].

Дополнительно в таблице 1 представлены значения толщины пограничного слоя  $(\delta_{см})^*x$ , рассчитанные по формуле В.Г. Левича при локальных параметрах смеси и соответствующие коэффициенты теплообмена  $(\alpha_x)^*см$ .

**Таблица 1\***

$x$	0,1	0,2	0,5	1	1,5	1,95
$\delta_x$	0,04	0,08	0,16	0,30	0,38	0,40
$\delta_x^*$	0,08	0,12	0,18	0,26	0,32	0,36
$(\delta_x)_л$	0,14	0,15	0,22	0,37	0,56	0,88
$(\delta_x)^*_{см}$	0,14	0,20	0,32	0,47	0,60	0,68
$\alpha_x^*$	8,9	4,6	3,1	2,1	1,7	1,5
$(\alpha_x)^*_{см}$	4,0	2,8	1,8	1,5	1,0	0,7

\* В таблице приняты следующие размерности:  $x$  – м;  $\delta_x, \delta_x^*, (\delta_x)_л, (\delta_{см})^*_x$  – мм;  $\alpha_x$  – кВт/(м<sup>2</sup>·°С). Величина  $\alpha_x$  рассчитана с использованием толщины пленки конденсата  $\delta_x$ .

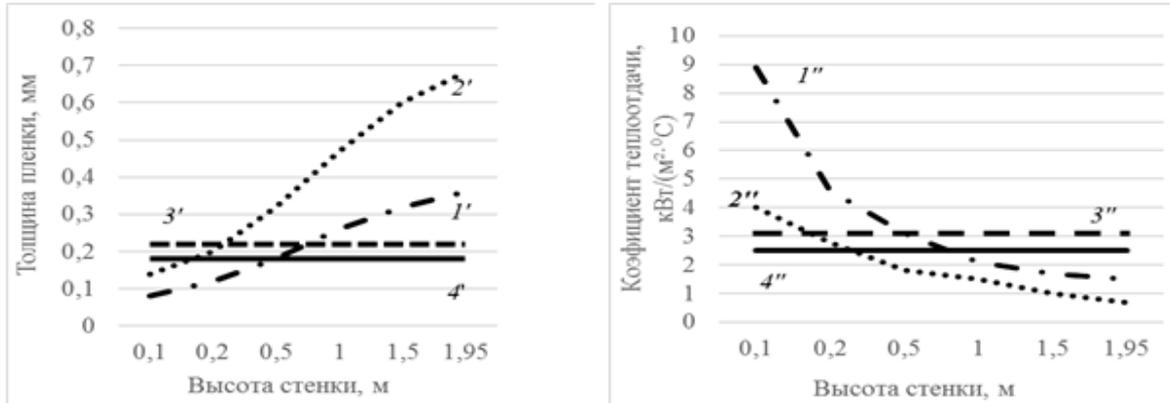
На рисунке 1в рамках тестирования предлагаемого расчетного шаблона, представлены результаты сравнительного анализа расчетных профилей пограничного слоя  $\delta x^*$ ,  $(\delta x^*)_{см}$  и коэффициентов теплообмена  $\alpha x^*$ ,  $(\alpha x^*)_{см}$  с результатами опытных исследований.

Результаты данных тестовых вычислительных экспериментов свидетельствуют об их физической непротиворечивости и согласованности с общепринятыми рекомендациями.

Это в свою очередь, позволяет сделать вывод:

– во-первых, об обоснованности принятой формализации теплообменной поверхности теплообменника-конденсатора в виде плоских поверхностей;

– во-вторых, возможности задания в качестве граничных условий в рамках гидродинамической модели локального поверхностного стока теплоты с использованием расчетной толщины ламинарного пограничного слоя.



$$1' - \delta_x^* ; 2' - (\delta_x^*)_{см} ; 3' - \tilde{\delta}_{см}^* ; 4' - \tilde{\delta}_{тр}^* ; 1'' - \alpha_x^* ; 2'' - (\alpha_x^*)_{см} ; 3'' - \tilde{\alpha}_{см}^* ; 4'' - \tilde{\alpha}_{тр}^* \delta x^* ,$$

$$(\delta x^*)_{см} \text{ и } \alpha x^* ,$$

$(\alpha x^*)_{см}$  – согласно таблицы 1;  $\tilde{\delta}_{см}^*$ ,  $\tilde{\alpha}_{см}^*$  и  $\tilde{\delta}_{тр}^*$ ,  $\tilde{\alpha}_{тр}^*$  – опытные осредненные по длине экспериментальных участков значения пограничных слоев и коэффициентов теплообмена, определенные для случаев ламинарного течения пленки конденсата при конденсации неподвижного пара на вертикальной стенке и конденсации пара в вертикальном канале, соответственно (спутное течение пара и конденсата сверху вниз).

**Рисунок 1 – Сравнительный анализ расчетных профилей пограничного слоя и коэффициентов теплообмена с результатами опытных исследований**

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андрижиевский А.А., Трифонов А.Г., Кулик Л.С. Моделирование структуры термоконвективных потоков в системе пассивного отвода тепла АЭС // Труды БГТУ. 2016. № 3: Химия и технология неорганических веществ. С.142-146.
2. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. М.: Физматгиз, 1959. 700 с.

УДК\*674.048

Студ. Е.С. Богдан, К.П. Паходня  
Науч.рук. канд. техн. наук А.О. Германович  
(Кафедра лесных машин, дорог и технологий  
лесопромышленного производства, БГТУ)

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ РУБИЛЬНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ И МОБИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕПЫ**

Исходя из современной технологии лесосечных работ, предусматривающей заготовку древесины на лесосеке хлыстами и сортиментами, заготовка отходов и переработка их на технологическую щепу с применением рубильных машин возможна несколькими технологическими схемами. Мобильные применяются для работ на лесосеке, промежуточном складе. Стационарные применяются на нижнем складе, на деревообрабатывающих предприятиях для переработки отходов, а также для заготовки щепы в больших объёмах во дворе у потребителя.

Задача отрасли создание машин и оборудования с повышенной производительностью. На производительность машины существенное влияние оказывает время затраченное на ее перемещение. При измельчении древесины на щепу возникает необходимость перемещения машины к концентрации сырья либо его своевременная подача в рабочую зону машины.

В мобильных рубильных машинах на шасси грузового автомобиля управление манипулятором производится из отдельной кабины установленной на колонне манипулятора и для перемещения машины у оператора возникает необходимость перемещается в кабину автомобиля. Решение данной проблемы это совмещение управления шасси и модулем в одно место, а кабина с возможностью подъема и поворота позволяет оператору управлять оборудованием, не покидая кресла водителя.

Решение проблемы подачи сырья к стационарной рубильной машине это установка модуля на рельсовый ход аналогично башенному крану. Это позволит перемещать модуль вдоль штабеля сырья. И исключает необходимость использование дополнительного оборудования.

УДК 647.047.3

Студ. Я. С. Ватькович

Науч. рук. доц. О. К. Леонович

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **ТЕХНОЛОГИИ УВЛАЖНЕНИЯ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ**

В настоящее время деревообрабатывающие предприятия Республики Беларусь работают в условиях жесткой конкуренции и применение такого неэкономичного теплоносителя как пар является нецелесообразным. Поэтому подавляющее большинство предприятий перешло на использование более дешевого и простого в эксплуатации теплоносителя – горячей воды. Однако переход на воду повлек за собой изменение традиционной технологии. Так, при увлажнении сушильного агента в период прогрева вода подается в пространство камеры в диспергированном виде через систему спринклеров, установленных на увлажнительной трубе. Таким образом, само увлажнение получается не прямым, как в случае пара, а опосредованным, происходящим в процессе перехода диспергированной влаги в парообразное состояние. Данный метод менее эффективен и не позволяет быстро достигать высоких значений насыщенности сушильного агента. Поэтому фактически прогрев пиломатериалов в камерах, использующих в качестве теплоносителя воду, происходит в ненасыщенной среде. Предварительные исследования показали, что значение насыщенности воздуха при этом колеблется в диапазоне  $\varphi=70-90\%$ .

Было доказано, что прогрев пиломатериалов с высокой начальной влажностью в ненасыщенной среде является безопасным с точки зрения развития внутренних напряжений, а его применение позволит сократить общую продолжительность процесса сушки древесины и снизить энергозатраты.

Для поддержания высокого качества материала осуществляется тщательный контроль процесса сушки, производимый посредством операций, к которым относятся:

- Периодическое измерение параметров сушильного агента.

Основными параметрами, характеризующими состояние сушильного агента, являются температура, относительная влажность и скорость циркуляции. Температуру и степень насыщенности агента сушки чаще всего контролируют с помощью дистанционных психрометров на базе термометров сопротивления. Если температура ниже или выше заданной, то увеличивают, либо уменьшают подачу теплоносителя в калориферы камеры. Если возникают отклонения температуры смоченного термометра от заданной, то с помощью переключателя

телей и ключей дистанционного управления изменяют положение заслонок приточно-вытяжных каналов и подачу пара в увлажнительные устройства.

- Контроль за влажностью высушиваемых пиломатериалов. При наличии системы дистанционного измерения влажности древесины осуществляется постоянно. Если используется метод контрольных образцов то осуществляется контроль до 3 раз за сутки.

- Контроль за внутренними напряжениями в древесине. Выполняют в середине процесса сушки, перед квто и после нее.

Можно сделать вывод, что оптимальными по соотношению цена – качество являются дистанционные психрометры. Их особенности, считающиеся недостатками, легко устранимы при соблюдении ряда простых правил эксплуатации, таких как установка в потоке агента со скоростью циркуляции не менее 2 м/с, использование умягченной воды с автоматической стабилизацией ее уровня, применение термопар, не требую Психрометры устанавливаются в разных местах по высоте штабеля.

Скорость сушильного агента оказывает большое влияние на процесс сушки. От нее зависит скорость испарения влаги с поверхности древесины и равномерность просыхания материала в объеме штабеля. Различные камеры имеют конструктивные особенности и по-разному влияют на изменение состояния сушильного агента при входе его в штабель в зависимости от скорости циркуляции паравоздушной смеси. В основном скорость циркуляции учитывается при назначении психометрической разности. Применение аэроветтографа позволяет определить скорости циркуляции на различных участках камеры по всему периметру штабеля.

Выводы:

1. Древесина чувствительна к локальным градиентам температуры и влаги, поэтому в процессе сушки необходимо контролировать температурные и влажностные поля, чтобы сохранить ее высокое качество.

2. Отсутствие в сушильной камере реверса вентиляторов и искусственного увлажнения воздуха не только упрощают конструкцию сушильной камеры, но и снижают расход энергии и стоимость сушки.

УДК 674.048

Студ. А. Н. Грудский

Науч. рук. доц. О. К. Леонович

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ФАНЕРЫ С ПОВЫШЕННЫМИ ГИДРОФОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Обеспечить выпуск фанеры повышенной влагостойкости предусмотрено за счет применения фенолформальдегидной смолы и гидроизоляции поверхностей.

Ниже приводим результаты исследования.

**Таблица 1 – Определение предела прочности при скалывании.**

№ образца	Разм. образца, мм	Ширина плоскости скалывания b, мм	Длина плоскости скалывания l, мм	Число слоев n, шт.	Максимальная нагрузка R <sub>max</sub> , Н	Влажность W, % ГОСТ 9621	Предел прочности после 1 часа кипячения, МПа	Требования к оперед. параметру, МПа, и более
1	135×25	25	135	9	1230	7,0	1,97	1,0
2	135×25	25	135	9	1233	7,0	1,97	1,0
3	135×25	25	135	9	1238	7,0	1,88	1,0
4	135×25	25	135	9	1248	7,1	2,00	1,0
5	135×25	25	135	9	1250	7,1	2,00	1,0
6	135×25	25	135	9	1254	7,1	2,01	1,0
7	135×25	25	135	9	1262	7,1	2,02	1,0
8	135×25	25	135	9	1258	7,2	2,01	1,0
9	135×25	25	135	9	1275	7,2	2,04	1,0
10	135×25	25	135	9	1236	7,2	1,98	1,0

**Таблица 2 – Определение предела прочности при статическом изгибе.**

№ образца	Размеры поперечного сечения, мм		Расстояние между опорами, мм.	Разрушающая нагрузка R <sub>max</sub> , Н	Предел прочности, МПа	Требования к определяемому параметру, МПа, не менее	Влажность W, % ГОСТ 9621	Модуль упругости при статическом изгибе, МПа, не менее 7000
	ширина b	толщина h						
1	50	24,0	480	2835	70,9	25	7,1	10915
2	50	24,0	480	2793	69,8	25	7,0	11342
3	50	24,0	480	2809	70,2	25	7,0	10453
4	50	24,0	480	2781	69,5	25	7,2	9827
5	50	24,0	480	2813	70,3	25	7,2	9912

При испытаниях по ГОСТ 9621-72 образцов фанеры облицованной марки ФОФ после кондиционирования в климат камере в течение от 24 до 72 часов при температуре воздуха 22 °С и влажности 63-65 % объемное разбухание изменялось от 14,6 до 15,5 %.

УДК 621.311

Студ. К.М. Давлетшин

Науч. рук. д.т.н., доц. В.Н. Фарафонов

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕТОКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ**

На данный момент вопрос энергосбережения является одним из самых актуальных вопросов во всех сферах деятельности человека. Это связано, в первую очередь, с тем, что запасы невозобновляемых ресурсов становятся всё меньше, а потребность в энергии - больше. Поэтому стало необходимым рациональное использование топливно-энергетических ресурсов.

В последнее время в связи с экологическими проблемами, дефицитом ископаемого топлива и его неравномерным географическим распределением становится целесообразным выработка электроэнергии с использованием ветроэнергетических установок, солнечных батарей, малых газогенераторов.

К сожалению, мы ещё не приспособились к использованию возобновляемых источников энергии, потому что на их мощность влияют такие факторы, которые мы изменить не в силах (скорость ветра, скорость речного потока, количество солнечных дней и др.). В связи с этим необходимо уделять внимание использованию невозобновляемых ресурсов, таких как нефть, газ, уголь и др.

Электрическая энергия является одним из самых потребляемых видов энергии. Для её получения используется теплота, которая высвобождается при сгорании топлива. Поэтому для рационального использования необходимо извлечь из вырабатываемой электроэнергии максимум пользы. Так как, для получения электрической энергии сжигается топливо и энергия этого процесса используется максимально эффективно, то и процесс передачи электрической энергии на расстояния в энергосистемах необходимо сделать менее затратным.

Разработаны основные методологические принципы взаимодействия смежных энергосистем по межсистемным высоковольтным линиям электропередачи. Выполнен количественный анализ межсистемных перетоков электроэнергии для различных нагрузочных режимов работы белорусской энергосистемы при взаимодействии ее с соседними энергосистемами.

При планировании режимов работы энергосистемы учет основных показателей качества электроэнергии и статических характеристик потребителей по напряжению и частоте позволяет выполнить



распределение нагрузок между объектами энергосистемы наиболее рационально. Распределение нагрузки между энергоёмкими промышленными предприятиями осуществляется в соответствии с многокритериальной целевой функцией.

Сформулированы основные компоненты программы для процесса оптимизации межсистемных перетоков мощности для Белорусского энергообъединения.

Выполнен анализ системы рационального тарифообразования в электроэнергетике Республики Беларусь, намечены реальные перспективы.

Проведено исследование различных моделей рынков электроэнергии применительно к условиям Республики Беларусь.

Выполнены экспериментальные расчеты по определению наиболее выгодных режимов эксплуатации межсистемных связей Белорусской энергосистемы по различным межгосударственным сечениям с РФ, Украиной и Прибалтикой.

При проведении анализа был выявлен режим самый экономичный режим – полный автономный режим Республики Беларусь. Также произведен пересчет потерь при таком режиме.

Разница в потерях между нынешним режимом и предлагаемым полным автономным режимом РБ видна ниже.

$$4629 \text{ МВт} - 2189 \text{ МВт} = 2440 \text{ МВт.}$$

Из открытых данных ГПО “БелЭнерго” узнаём, что общая электрическая мощность электростанций за 2018 год составляет 10068,68 МВт [1] Экономия при оптимизации перетоков составляет 2440 от расчетного значения 10670 или ~ 22,87%.

Если учитывать, что электростанции будут вырабатывать ровно столько электроэнергии, сколько нужно всем потребителям РБ, то есть электроэнергия будет расходоваться без остатка, то мы сэкономим 2440 МВт электроэнергии при автономном режиме работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт ГПО “БелЭнерго”  
<http://www.energo.by/content/deyatelnost-obedineniya/osnovnye-pokazateli/>

## **СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ЛЕСНЫХ ДОРОГ**

Малые водоотводные сооружения устраиваются в местах пересечения автомобильной дороги с ручьями, оврагами или балками, по которым стекает вода от дождей или таяния снега. Количество водопропускных сооружений зависит от климатических условий и рельефа, а стоимость их составляет 8-15% от общей стоимости автомобильной дороги с усовершенствованным покрытием. Поэтому правильный выбор типа и рациональное проектирование водопропускных сооружений имеют большое значение для снижения стоимости строительства автомобильной дороги.

Большую часть водопропускных сооружений, строящихся на автомобильных дорогах, составляют трубы. Водопропускные трубы – это искусственные сооружения, предназначенные для пропуска под насыпями дорог небольших постоянных или периодически действующих водотоков. Они не меняют условий движения автомобилей, поскольку их можно располагать при любых сочетаниях плана и профиля дороги. Они практически не чувствительны к возрастанию временной нагрузки и динамическим ударам, требуют меньшего расхода материала на постройку и меньших затрат на содержание и ремонт, допускают более высокие скорости течения воды в сооружении по сравнению с мостами, а поэтому при разных размерах пропускная способность их выше. Для увеличения водопропускной способности наряду с одноочковыми трубами применяются и многоочковые. Трубы не стесняют проезжую часть и обочины, а также не требуют изменения типа дорожного покрытия. Кроме того, трубы строятся полностью сборными из железобетонных и бетонных элементов небольшой массы, что позволяет пользоваться кранами малой грузоподъемности.

Труба состоит из средней части, входного и выходного оголовков. Средняя часть трубы обычно разделена на звенья, установленные на фундамент, объединяющий их в секции, или на грунтовую подушку. Между секциями устраивают сквозные деформационные швы для предотвращения трещин или других повреждений трубы от воздействия неравномерной осадки. Нижнюю часть отверстия или дно трубы оформляют в виде лотка, которому придают продольный уклон с учетом уклона лога на месте устройства трубы. Уклон трубы обеспечивают путем ступенчатого расположения ее секций.

# СОДЕРЖАНИЕ

## Секция ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ

1. Батанов А.А. Создание композиций зеленых насаждений как способ ветрозащиты рекреационных пространств.....	5
2. Блох В.Г. Зарубежный и отечественный опыт ландшафтной реновации исторических парков.....	8
3. Будковская М.А. Состояние озеленения и благоустройства в г. Наровля.....	12
4. Буслаева И.М. Элементы инженерного обустройства на объектах озеленения со сложным рельефом.....	16
5. Войтова Н.К. Городская навигация для современного парка на примере парка горького г. Москвы.....	19
6. Дроздова К.А. Ландшафтная организация внутриворонной территории многоэтажной застройки.....	21
7. Елизаренко С.А. Результаты анализа деятельности лесных питомников Республики Беларусь по выращиванию саженцев декоративных лиственных пород.....	25
8. Ивашкевич В.Г. Особенности использования систем автополива при выращивании растений в различных условиях.....	28
9. Колос А.А. Принципы подбора ассортимента декоративных растений для озеленения водоемов.....	31
10. Новикевич А.В. Принципы подбора ассортимента растений для создания цветников со стабильным декоративным эффектом в городской среде.....	35
11. Свидерский А.Г. Зеленая каркасная скульптура в городском озеленении .....	39
12. Скорбовская В.И. Благоустройство и использование территорий усадебных объектов в Беларуси.....	42
13. Тарасевич В.В. Создание линейных парков как форма рекультивации городских территорий.....	46
14. Шевцова Т.В. Инновационные средства ландшафтной организации городских общественных пространств.....	49
15. Шоломицкая Т.А. Состав коллекции пальм фондовой оранжереи ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси».....	52
16. Шумская П.В. Особенности флористических композиций в зависимости от их стиля.....	56
17. Шушкевич В.Л. Перспективы ландшафтной организации неиспользуемых открытых озелененных пространств Партизанского района г. Минска.....	59
18. Адамсон О.Н. Изучение роста лесных культур в Руденском лесничестве ГЛХУ «Пуховичский лесхоз».....	63
19. Денисевич Ю.В. Влияние регуляторов роста на всхожесть семян сосны обыкновенной.....	66

20. Русецкий Р.Г.Создание лесных культур сосны обыкновенной на дерново-подзолистых супесчаных почвах Кличевского лесничества.....	69
21. Лошкарева А.А. Лесовосстановление сосны обыкновенной в Стародорожском лесничестве.....	72
22. Бурганский И.А.Сохранение генофонда сосны обыкновенной в ГСЛХУ «Боровлянский спецлесхоз».....	75
23. Мишина В.Э.Изучение биометрических параметров семян бука европейского ( <i>Fagus sylvatica</i> ) местной репродукции.....	78
24. Шпак С.С.Продуктивность, состав и плодородие почв насаждений на лессовидных почвообразующих породах.....	80
25. Веремейчик Е.С. Селекционная инвентаризация насаждений и деревьев сосны обыкновенной в Негорельском учебно-опытном лесхозе.....	83
26. Децук Д.А. Сравнительный анализ успешности лесовосстановления участков массового усыхания сосны обыкновенной (на примере ГЛХУ «Дрогичинский лесхоз»).....	86
27. Высовень Р. А Товарная структура лесосек рубок ухода при различных режимах лесовыращивания.....	90
28.Пастушенко М. С. Формирование транспортной задачи по оптимизации перевозки лесоматериалов.....	94
29. Погорельский В. А. Влияние пространственной структуры древостоев на конкуренцию деревьев.....	98
30. Таболич Н. С. Использование среднего прироста при планировании сплошнолесосечных рубок главного пользования .....	101
31. Юрени И.П., Акимова Е.А., Зверев П.С. Экономическое обоснование определения классов лесной пожарной опасности ГЛХУ «Березенский лесхоз» по данным космической съемки.....	104
32. Тимошко А.В., Акимова Е.А., Станкевич А.А. Экономическая и качественная оценка сосновых древостоев ГЛХУ «Малоритский лесхоз» с использованием ГИС-технологий.....	108
33. Шебушев А. В.Зарубежный опыт: национальная инвентаризация лесов в Германии.....	112
34. Борисик Е.С. Совершенствование системы хозяйственного учета заготовленных круглых лесоматериалов.....	117
35. Прищепов В.А. Современные лесотаксационные высотомеры, предлагаемые различными производителями .....	121
36. Таболич Н.С. Анализ online данных белорусских держателей международных лесных сертификатов .....	125
37.Зельвович Д.С. Технические решения и программное обеспечение Masser OY Finland для лесного хозяйства.....	129
38.Шебушев А. В. Использование новых лесотаксационных инструментов для таксации лесного фонда .....	132
39. Кубарев Д. Н. Анализ влияния пространственной структуры на прирост сосновых насаждений на примере ГЛХУ «Быховский лесхоз».....	136
40. Рубис А.В. Анализ развития велосипедного туризма на территории ГЛХУ «Столбцовский лесхоз».....	140
41. Вильчинская К.А., Микулич Д.А. Оценка развития экологического туризма на парковых территориях г. Минска.....	144

42. Микулич Д.А., Вильчинская К.А. Организация орнитологических экскурсий на парковых территориях г. Минска .....	146
43. Тихомиров Н.А., Котов А.Н. Биотопическое распределение представителей семейства оленьих.....	148
44. Огур Е.М. Оценка эффективности некоторых современных инсектицидов для защиты семян хвойных пород от пластинчатоусых-ризофагов.....	151
45. Дайлид В.А. Оценка санитарного состояния сосняков Чудинского лесничества (ГЛХУ «Ганцевичский лесхоз») и мероприятия по повышению их устойчивости.....	154
46. Смурага В.С. Особенности развития каштановой минирующей моли – вредителя конского каштана обыкновенного в г. Минске .....	157
47. Стрижок Н.В. Биологические запасы черники в Фаличском лесничестве ГОЛХУ «Стародорожский лесхоз» и мероприятия по повышению их продуктивности.....	160
48. Бубен А.В., Пацкевич П.В. Перспективы использования штамма гриба <i>Aspergillus</i> sp3 <i>in vivo</i> в защите заготовленной древесины от вершинного короеда.....	164
49. Бурда А.А., Семенюк А.А. Оценка эффективности биологически активных веществ растений и биопрепаратов <i>in vitro</i> для защиты заготовленной древесины от стволовых вредителей.....	167
50. Шукалович М.И., Васильева Д.А. Сравнительный анализ фитопатологического состояния суходольных и пойменных дубрав Полесско-Приднепровского геоботанического округа.....	170
51. Шукалович М.И., Кухта И.Н. Влияние сроков усыхания деревьев дуба в пойменных насаждениях на изменения физико-механических и качественных свойств древесины.....	173
52. Рыжкин П.А., Николаенко Н.В., Милейко Т.С. Показатели численности и развития вершинного короеда ( <i>Ips acuminatus</i> Gyll.) на ловчей древесине.....	177
53. Борисенко И.А. Особенности развития вершинного короеда ( <i>Ips acuminatus</i> Gyll.) в сосновых насаждениях Беларуси в 2017–2018 гг.....	180
54. Николаенко Н.В., Рыжкин П.А., Милейко Т.С. Показатели численности и развития шестизубчатого короеда ( <i>Ips sexdentatus</i> Voern.) на ловчей древесине.....	184
55. Харкунов С.Н. Лесопатологическая характеристика сосновых насаждений Островецкого лесничества.....	187
56. Маслаков А.С. Анализ нормативов рубок ухода на соответствие современным лесоводственно-экологическим требованиям.....	190
57. Мисюля Д.С., Маслаков А.С. Современные технологии рубок ухода при формировании сосновых насаждений в ГЛХУ «Пружанский лесхоз».....	194
58. Климец В.А., Маслаков А.С. Формирование сосновых насаждений рубками ухода в ГПУ НП «Беловежская пушча».....	197
59. Шершень В.Д., Маслаков А.С. Рубки ухода в сосняках Дембровского лесничества ГЛХУ «Щучинский лесхоз».....	200
60. Бельчина О.Г. Оценка биологического разнообразия нижних ярусов растительности сосняков орляковых и сосняков кисличных.....	203

61. <i>Кремень А.В.</i> Формирование березово-сосновых молодняков после проведения сплошных санитарных рубок в сосняках Любанского лесничества.....	207
62. <i>Придыбайло И.С.</i> Рубки ухода в сосновых насаждениях Зеленковичского лесничества ГЛХУ «Глусский лесхоз».....	210
63. <i>Сивцова А.Н.</i> Опыт рубок главного пользования в сосновых насаждениях Слободского лесничества ГОЛХУ «Мозырский опытный лесхоз».....	213
64. <i>Чака С.В.</i> Опыт равномерно-постепенных рубок в сосновых насаждениях Блужского лесничества ГЛХУ «Пуховичский лесхоз».....	216
65. <i>Пальченко С.В.</i> Опыт равномерно-постепенных рубок в сосновых насаждениях Пасекского лесничества ГОЛХУ «Стародорожский опытный лесхоз».....	219

## Секция ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1. <i>Духовник А.А., Фирьян М.Д.</i> Технология производства древесного топлива на терминале мини-ТЭЦ деревообрабатывающего предприятия. ....	223
2. <i>Духовник А.А. Фирьян М.Д.</i> Общие требования по организации терминала отраслевой мини-ТЭЦ.....	225
3. <i>Казакевич М. В.</i> Исследование сопротивления теплопередаче в деревянных ограждающих конструкциях.....	226
4. <i>Кардашов А.Д.</i> Утилизация тепловых вторичных энергоресурсов.....	228
5. <i>Карпович А.Г.</i> Усовершенствование технологии получения радиальных пиломатериалов при распиловке бревен.....	230
6. <i>Карпович А.Г.</i> Исследование процесса конвективной сушки изделий из шпона.....	232
7. <i>Карпович А.Г.</i> Исследование защитных свойств антисептиков.....	233
8. <i>Карсюк Р.А, Ярмольчик А.С.</i> Модульный принцип создания лесных машин.....	235
9. <i>Ковток Т.Д, Петько А.Р.</i> Архитектурно-ландшафтное проектирование лесных автомобильных дорог.....	236
10. <i>Короб А.Ю.</i> Новые материалы в производстве мебели.....	239
11. <i>Корогвич Д.В.</i> Анализ комплексного использования древесного сырья в лесозаготовительных предприятиях Республики Беларусь.....	241
12. <i>Крейза Г.С.</i> Экологическая оценка современного автомобильного транспорта.....	242
13. <i>Соловей Д.Н., Лепешко Е.В.,</i> Эффективность переработки бревен на фрезерно-пильных линиях GIGA 02, NEWSAW.....	244
14. <i>Леуко И.В.</i> Мебель для детских комнат.....	246
15. <i>Литвинович Д.В.</i> Необходимость создания общей базы данных отечественных деталей и узлов, необходимых для изготовления д/о оборудования.....	248

16. Литвинчик Ю.Н. Анализ напряженного состояния фрезерного инструмента.....	249
17. Лосик Е.А. Золотое сечение в дизайне интерьера.....	251
18. Алисевиц Е.М., Лугин И.Т. Оптимизация табличного метода расчета продолжительности цикла сушки пиломатериалов в конвективных камерах периодического действия.....	254
19. Лузан И.С. Конструктивные особенности режущего инструмента повышенного периода стойкости для фрезерно-брусующих станков.....	256
20. Лусто А.Ю. Анализ методик теплового и гидравлического расчёта поперечно обтекаемых маслом гладкотрубных пучков кожухотрубных аппаратов.....	258
21. Лыско Д.С. Выбор и обоснование параметров технологического оборудования передвижных рубильных машин.....	261
22. Малько Ю.Д. Применение методов начертательной геометрии при моделировании параметров грузонесущих конструкций.....	263
23. Маркушевская А.В. Инновации в мебельном производстве.....	266
24. Медвецкий А.И. Разработка и моделирование камер для сушки изделий из шпона.....	268
25. Мельник В.В. Создание математической модели «NoStress» используемой в приводах рубильных машин.....	270
26. Панкратович А.С. Совершенствование процессов первичной обработки и переработки древесного сырья с оценкой эффективности производства щепы.....	272
27. Рудько Т.Г. Повышение тепловой эффективности конденсаторов пара интенсификацией теплообмена по паровой стороне.....	273
28. Садовский В.В. Принцип контроля влажности и сушильного агента при бесступенчатых режимах сушки.....	277
29. Садовский М.В. Использование передвижных роботов для получения пиломатериалов.....	279
30. Сотниченко Д.П. Тенденции использования новых современных материалов для создания оборудования и инструмента.....	281
31. Ступаков Е.В., Байда В.В. Режимы сушки пиломатериалов в конвективных сушильных камерах периодического действия, использующих в качестве теплоносителя горячую воду.....	283
32. Сухоцкий В.Э. Сравнительный анализ электромагнитного излучения в мониторах управления д/о оборудования.....	284
33. Хомич И.Г. Улучшение эксплуатационных характеристик дисковых пил со стабилизирующими ножами.....	285
34. Шелемет Н.Ю. Особенности конструкций и технологий зарубежного производства лыж.....	287
35. Шиленок А.В. Особенности конструкций формирующих устройств колесных лесных машин.....	290
36. Шимчёнок В.К. Разработка конструкций покрытий стен с использованием экологически безопасных теплоизоляционных плит (ИДВП).....	291
37. Юдицкий А.Ю. Результаты исследований влияния зернистости шлифовальной шкурки на величину энергии отрыва продуктов резания.....	293

38. Ярмольчик А.С., Карсюк Р.А. Пути повышения сцепных свойств лесных машин.....	295
39. Астапенко В.С. Интегрированная система менеджмента на деревообрабатывающих предприятиях.....	298
40. Азаров Ю.И. Применение легкого бетона в дорожном строительстве.....	300
41. Басалыга Н.А. Разработка экологически безопасных плит на основе целлюлозосодержащих сельскохозяйственных отходов.....	302
42. Баштанюк А.А. Метод анализа пограничных термических сопротивлений в системах с распределенными параметрами.....	304
43. Богдан Е.С., Паходня К.П. Анализ конструктивных особенностей и выбор параметров рубильных стационарных и мобильных машин для производства щепы.....	308
44. Ватькович Я. С. Технологии увлажнения и контроля качества сушки пиломатериалов.....	309
45. Грудский А.Н. Организация производства фанеры с повышенными гидрофобными свойствами.....	311
46. Давлетишин К.М. Оптимизация перетоков электроэнергии белорусской энергосистемы.....	312
47. Дерезриб А.С., Хвесько А.А. Современные конструкции искусственных сооружений для лесных дорог.....	314



Научное издание

Ответственный за выпуск Е.О. Черник

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

**СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ**

В 4-х частях

Часть 1

В авторской редакции

Компьютерная верстка *Е.О. Черник, А.В. Сильванович*

Издатель:

УО «Белорусский государственный технологический университет».

ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.

ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.

Свердлова, 13а, 220006, г. Минск