САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ С. М. КИРОВА

ЛЕСА РОССИИ:
ПОЛИТИКА, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ

IX

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

22–24 мая 2024 г.
Санкт-Петербург

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.М. КИРОВА**

ЛЕСА РОССИИ: ПОЛИТИКА, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ

МАТЕРИАЛЫ IX ВСЕРОССИЙСКОЙ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

22-24 мая 2024 г.

Санкт-Петербург

2024

Рекомендовано к изданию

Научно-техническим советом
Санкт-Петербургского государственного лесотехнического
университета имени С.М. Кирова

Ответственные редакторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент А.А. Добровольский
доктор экономических наук, профессор В.Н. Петров
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Д.М. Черниховский
доктор географических наук, профессор А.С. Алексеев
доктор сельскохозяйственных наук, профессор А.Н. Жигунов
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Д.А. Данилов
доктор химических наук, профессор В.И. Рощин
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент А.С. Крюковский
доктор технических наук, профессор С.А. Угрюмов
кандидат технических наук, доцент А.С. Кривоногова
кандидат технических наук, доцент В.М. Гедьо
доктор технических наук, профессор А.Н. Чубинский
доктор биологических наук, профессор В.Ю. Нешатаев
доктор биологических наук, профессор А.В. Селиховкин
кандидат биологических наук, доцент Н.П. Адонина
кандидат биологических наук, доцент С.Н. Шлапакова
доктор биологических наук, профессор В.В. Володин

Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы IX Всероссийской научно-технической конференции 22-24 мая 2024 г. / Под. ред. А.А. Добровольского. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2024. – 620 с.

ISBN 978-5-9239-1486-3

В сборник включены материалы IX Всероссийской научно-технической конференции «Леса России: политика, промышленность, наука, образование», на которой обсуждались актуальные проблемы лесной политики, промышленности, науки и образования в условиях современного состояния экономики и поиск их решения.

ISBN 978-5-9239-1486-3 © СПбГЛТУ, 2024

Секция «ЛЕСНАЯ ПОЛИТИКА, ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ»

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ШТАТА ЛЕСНЫХ ИНСПЕКТОРОВ

Белякова А.В., belyakova35@yandex.ru,
Департамент лесного комплекса Вологодской области

Несмотря на отсутствие в нормативных-правовых актах и специальной литературе однозначного определения «лесной инспектор», фактическое наличие такой категории работников в лесном хозяйстве показало важность и сложность выполняемых ими функций.

Лесной инспектор, по нашему мнению — это должностное лицо органа исполнительной власти или государственного учреждения, которое осуществляет федеральный государственный лесной контроль (надзор) и лесную охрану.

Контроль и надзор являются самостоятельными видами деятельности, составными частями государственного управления лесами.

В соответствии со ст. 96 Лесного кодекса Российской Федерации федеральный государственный лесной контроль (надзор) представляет собой вид деятельности, предметом которого является соблюдение юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями требований лесного законодательства Российской Федерации в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов и лесоразведения (в том числе в области пожарной безопасности в лесах), в области семеноводства в отношении семян лесных растений [1]. Такое определение больше подходит для надзорной деятельности.

Под лесной охраной, как указано в статье 98.2 Лесного кодекса Российской Федерации, понимается деятельность, направленная на определение состояния лесов и влияния на них природных и антропогенных факторов, а также на предотвращение, выявление и пресечение нарушений гражданами, пребывающими в лесах, требований, установленных Лесным кодексом Российской Федерации и нормативными правовыми актами Российской Федерации, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов и лесоразведения. Лесная охрана осуществляется посредством систематического патрулирования лесов в соответствии с нормативами и в порядке, установленными уполномоченным федеральным органом исполнительной власти [1]. В этом определении можно видеть сочетания контрольных и надзорных функций.

Из представленных выше определений можно сделать вывод о наличии высоких требований к лесных инспекторам. Занимать должности лесного инспектора должен человек, имеющий как профильное лесное, так и юридическое образование. Таким требованиям в настоящее время отвечают

образовательные программы по государственному управлению лесами, реализуемые в лесных вузах, имеющих учебно-опытные хозяйства.

Труд лесных инспекторов, в свою очередь, должен оплачиваться соизмеримо их должностным обязанностям. На практике наблюдается обратное: низкий уровень оплаты труда и высокая нагрузка на одного инспектора.

Приказом Минприроды России от 17 августа 2022 года № 792 утверждена нормативная численность органов государственной власти субъектов Российской Федерации, исполняющих переданные полномочия в области лесных отношений, а также численность сотрудников государственного учреждения, обеспечивающего реализацию отдельных полномочий Российской Федерации в области лесных отношений. Такой административный подход к определению численности не учитывает региональных особенностей, а скорее ориентирован на наличие бюджетных средств.

Для Вологодской области определена нормативная численность в количестве 937 единиц (без младшего обслуживающего персонала), из которых численность лиц, осуществляющих федеральный государственный лесной контроль (надзор), составляет 628 единиц. В настоящее время общая численность Департамента лесного комплекса области и казенного учреждения «Вологдалесцентр» составляет 543 единицы, из них 382 единицы – численность лиц, осуществляющих федеральный государственный лесной контроль (надзор), 60% от норматива. Недостаток по сравнению с нормативом - 246 человек.

На основании ведомственной отчетности Департамента лесного комплекса области реальный недостаток лесных инспекторов значительно больше в связи с выбытием кадров и наличием вакансий. Штат лесных инспекторов Вологодской области составляет 382 человека, из них 320 человека в территориальных отделах - государственных лесничествах [3]. На протяжении нескольких лет в лесничествах сохраняется около 50 вакансий. Таким образом, недостаток лесных инспекторов в 296 человек составляет ½ от нормативной численности (рис.1).

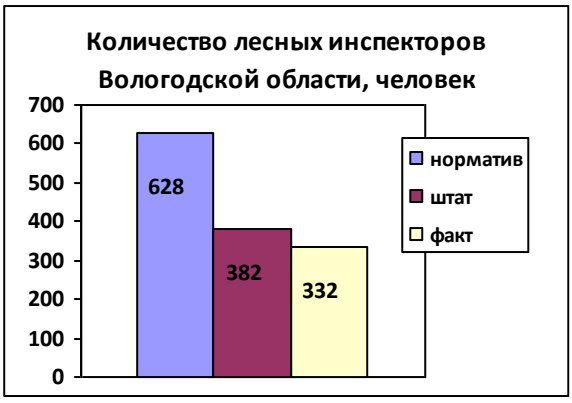


Рис.1. Количество лесных инспекторов Вологодской области.

Оплата труда работников территориальных отделов-государственных лесничеств Департамента лесного комплекса производится на основании закона области о 16.07.2005 № 1320-ОЗ «Об оплате труда в государственных органах Вологодской области» и Положения о материальном стимулировании государственных гражданских служащих Департамента лесного комплекса области. Положением о материальном стимулировании предусмотрено

премирование сотрудников по итогам за квартал за выполнение показателей эффективности. Порядок премирования определен на основе типового положения для госслужащих и не позволяет дифференцировать работу специалистов государственных лесничеств с учетом разных объемов лесного фонда, заготовки древесины, лесовосстановления и других мероприятий лесного хозяйства.

Табл.1. Размер оплаты труда лесных инспекторов, тыс.руб.

Должность	Размер начисленной заработной платы в месяц	Заработная плата после удержания НДФЛ, без премий и разовых выплат
Начальник тер. отдела	74,5	57-59
Заместитель начальника тер. отдела	68,0	45-47
Ведущий специалист	40,0	24-28

Проблему составляет уровень оплаты труда основной категории лесных инспекторов, занимающих должности ведущих специалистов в государственных лесничествах. Для молодых сотрудников без опыта работы, без учёта надбавок за стаж работы и премирования, заработная плата не превышает 24 тыс. руб. в месяц (табл.1).

Вопрос достойной оплаты труда работников лесного хозяйства был поднят Президентом Российской Федерации в Послании Федеральному Собранию 29 февраля 2024 года [2].

Для приведения в соответствие штатной численности лесных инспекторов к нормативной необходимо не только увеличивать их оплату труда, но и формировать образовательные программы по государственному управлению лесами, адаптированные к требованиям лесного законодательства.

Для увеличения заработной платы лесных инспекторов потребуются дополнительные средства из федерального бюджета, корректировка правовых актов субъекта Российской Федерации, изменение штатного расписания, системы премирования и социальных выплат.

Для адаптирования образовательных программ к требованиям лесного законодательства дополнительного бюджетного финансирования не требуется.

Библиографический список

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 04.08.2023). Правовая система Консультант плюс. (https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&rnd=y4iM5w&base=LAW&n=453004&cacheid=EB4F81F7480996E4D251B1085A1A099A&mode=rubr#cLeTj7UdHvjuKmnH. 20.03.2024)
2. Послание Президента Российской Федерации В.В. Путина Федеральному Собранию от 29 февраля 2024 года. Правовая система Консультант плюс. (https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=471111&cacheid=A76242303B0FCE91147A8181D8801374&mode=splus&rnd=y4iM5w#Ed7Uj7UtNKDOLmYF. 21.03.2024)
3. Статистическая отчетность Департамента лесного комплекса Вологодской области за 2023 год. (https://dlk.gov35.ru/vedomstvennaya-

informatsiya/statistika/otchetnost-ob-osushchestvlenii-departamentom-lesnogo-kompleksa-oblasti-peredannykh-polnomochiy-rossi/. 22.03.2024)

ДИНАМИКА УРОВНЯ СТАВОК ПЛАТЫ ЗА ДРЕВЕСИНУ НА КОРНЮ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Дегтев В.В., degtevvv@gmail.com,
Голотовская А.В., agolotovskaya@yandex.ru,
Русова И.Г., rusova_68@mail.ru,
Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства

Ранее, в 2021 году авторами был проведен сравнительный анализ индексов цен и индексов промышленного производства продукции лесного комплекса в Российской Федерации и Республике Беларусь [1]. В ходе анализа были выявлены общие закономерности и различия в динамике показателей производства продукции лесного комплекса двух стран, а именно для Российской Федерации сделан вывод о необходимости ориентации продукции лесного комплекса в первую очередь на внутренний рынок. Прошедшее с публикации статьи время, в ходе которого произошло введение в действие с 10 июля 2022 года пятого пакета санкций Евросоюза, полностью запретившего импорт из Российской Федерации продукции лесопромышленного комплекса, показало актуальность этих выводов.

Действующая система минимальных ставок платы за заготовку единицы объема древесины, заготавливаемой на землях, находящихся в федеральной собственности Российской Федерации, была разработана ФБУ ВНИИЛМ при принятии нового Лесного Кодекса 2006 года. Впоследствии ежегодно для уже утвержденных минимальных ставок платы принимались корректирующие поправочные коэффициенты, которые должны были учитывать уровень инфляции. К тому же, действующая система лесотаксового районирования Российской Федерации включает в себя 53 лесотаксовых района, разных по крупности. Районированием при установлении ставок платы учитывается разница в себестоимости заготовки древесины. Каждый из районов дифференцирован по породам, а также 7 разрядам такс.

Ставки платы за заготовку древесины основных пород, отпускаемых на корню, в Республике Беларусь схожи с российскими, но в отличие от них, разделены на 5 разрядов такс. Такое разделение может быть связано с бóльшей плотностью круглогодичной дорожной сети в Республике Беларусь.

Имея определенную схожесть с российской, белорусская система ценообразования на лесные ресурсы отличается тем, что вместо применения ежегодных корректирующих коэффициентов, учитывающих инфляцию, каждый год постановлением Совета министров Республики Беларусь утверждается, по сути, новая система ставок. И если в Российской Федерации ежегодное повышение ставок, как правило, увязано с Прогнозом социального

экономического развития [2] и составляет в среднем от 4 до 10 %, то в Республике Беларусь индексация имеет менее предсказуемый характер. Так, например, таксовая стоимость древесины, отпускаемой на корню в Республике Беларусь, не менялась с 2015 по 2018 и с 2022 по 2024 годы. И если отсутствие повышения таксовой стоимости в период с 2022 по 2023 год можно объяснить введением санкций и, как следствие, существенным падением спроса, то отсутствие индексации в период с 2015 по 2018 год менее объяснимо.

Республика Беларусь имеет общую границу с тремя субъектами Российской Федерации - Смоленской, Брянской, Псковской областями и, следовательно, должна иметь сходные с ними лесорастительные условия и качество произрастаемой древесины.

Для примера рассмотрим ставки платы за заготовку древесины Смоленского лесотаксового района РФ [3] и таксовую стоимость древесины в Республике Беларусь. Территория упомянутых трех субъектов РФ попадает в два лесотаксовых района. Из них ставки в Смоленском лесотаксовом районе, куда также входит Брянская область, примерно на 7 % больше, чем в Псковском лесотаксовом районе. Поэтому в данной статье рассмотрены ставки платы именно Смоленского лесотаксового района.

На рис. 1 приведено сравнение ставки платы по Смоленскому лесотаксовому району и таксовой стоимости одного плотного кубометра крупной древесины сосны по первому разряду такс в Республике Беларусь. Белорусский рубль конвертирован в российский по официальному курсу Центрального банка России на начало каждого года [4].

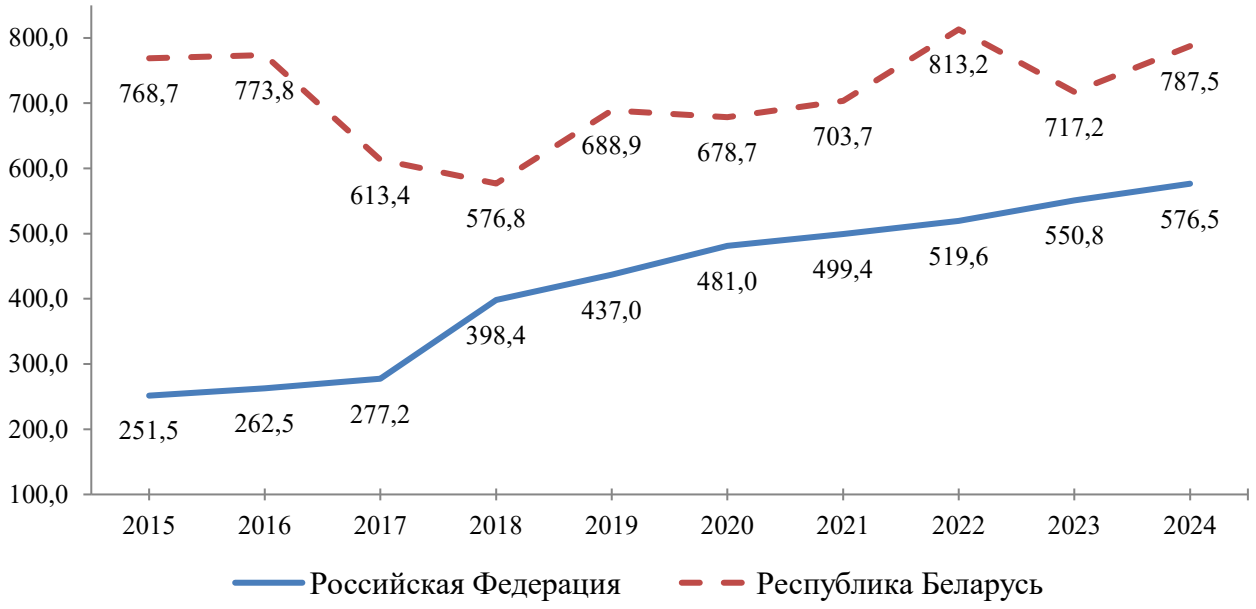


Рис. 1. Сравнение ставки платы за 1 плотный кубический метр древесины в Российской Федерации и Республике Беларусь (российский рубль)

Источники: 1. Постановления Совета Министров Республики Беларусь на соответствующий год;

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 мая 2007 года N 310 «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности» с учетом коэффициента на соответствующий год.

Важно учесть, что в Российской Федерации, несмотря на относительно ровный характер индексации ставок, в период с 2017 по 2018 год произошло существенное увеличение ставок, а именно на 44% [5]. В то же время, несмотря на столь существенное увеличение платы, таксовая стоимость древесины в Республике Беларусь остается в среднем на треть больше, чем в Смоленском лесотаксовом районе при пересчете по корректному (релевантному) курсу на начало 2024 года.

На рисунке наглядно видно, что если в 2015 году ставка платы в Республике Беларусь была практически в три раза больше, чем в России, то к 2024 году за счёт применения ежегодных коэффициентов к ставкам платы в России разница в ставках сократилась до 1,36 раза. Можно предположить, что определенное влияние на колебание ставок оказало изменение курсов валют двух стран.

С учетом того, что рынок лесной продукции у двух стран практически общий, и того, что продукция белорусской деревообработки широко представлена на внутреннем российском рынке, было бы логично рассмотреть вопрос об возможности более значительной индексации ставок платы в Смоленском и Псковском лесотаксовых районах РФ и доведение их до белорусского уровня. Такие меры позволят увеличить поступления в федеральный бюджет в нынешнее непростое для страны время.

Библиографический список

1. Дегтев, В. В. Сравнительный анализ индексов цен и производства продукции лесного комплекса в Российской Федерации и Республике Беларусь / В. В. Дегтев, А. В. Голотовская, В. В. Лагутина // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы VI Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 26–28 мая 2021 года. Том 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021.
2. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года; http://www.economy.gov.ru/.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 мая 2007 года N 310 "О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности (с изменениями на 15 июня 2023 года)" // Консультант Плюс – http://www.consultant.ru.
4. Банк России. Официальные курсы валют на заданную дату. https://www.cbr.ru/currency_base/daily/.
5. Постановление Правительства РФ от 11.11.2017 N 1363 "О коэффициентах к ставкам платы за единицу объема лесных ресурсов и ставкам платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности" // Консультант Плюс – http://www.consultant.ru.

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Медведев С.О., medvedev_serega@mail.ru,
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

Лесная промышленность является важным элементом в структуре экономики России и ряда других стран [5]. Как и другие отрасли, в последние два года она находится в условиях существенных ограничений. Во многом этом обусловлено санкционным давлением, а также последовавшими изменениями во множестве логистических, производственных и иных процессов, протекающих как на предприятиях отрасли, так и за их пределами. Необходимость структурных изменений по-разному сказалась на различных объектах лесной промышленности [2-4]. Однако с уверенностью можно сказать, что большая часть предприятий столкнулась с падением экономических и производственных показателей. Наибольший удар пришелся на экспортно-ориентированный бизнес. Однако и предприятия, участвующие в производственных и распределительных процессах исключительно на российской территории, имеют ряд сложностей. Основными из них можно назвать проблемы с закупкой оборудования, комплектующих, определенных компонентов сырья. Важно сказать, что в России лесное машиностроение имеет крайне низкий уровень развития [6]. Это определяет зависимость отрасли от ведущих в данном направлении держав (от лесозаготовительных комплексов до оборудования, необходимого для глубокой переработки древесной биомассы). В 2023 году с учетом ограничений на закупку техники и комплектующих для лесозаготовок, а также падения закупочных цен на лесоматериалы, значительная часть предприятий отрасли испытывали сложности в обеспечении основным сырьем – древесиной. Результаты авторского исследования, указывают, что, например, в Красноярском крае от потенциально возможного числа лесозаготовителей (арендаторов лесных участков) приступили к работе в лесу лишь 20-25 %. Это привело к существенному падению как объемов заготовок, так и комплексу сопутствующих проблем в дальнейшем использовании древесного сырья.

В современных условиях, характеризующихся существенным падением производственно-экономических показателей (табл. 1) необходимость повышения эффективности и конкурентоспособности предприятий и в целом отрасли становится очевидной как никогда. Более того, по авторскому мнению, без существенных изменений, перспективы у значительной части данного сектора экономики крайне неблагоприятные. Во многом это обусловлено общей ситуацией в экономике страны, а также накапливающимся с каждым годом комплексе проблем [1].

В рамках проведенного исследования проводилась работа по выявлению основных направлений развития, которые могли бы способствовать повышению эффективности и конкурентоспособности ЛПК страны. Очевидно, что в рамках детального рассмотрения каждого из определенных блоков развития могут быть

сформированы планы и механизмы их внедрения в практику деятельности предприятий, а также в целом отрасли. Однако в рамках данной работы такой подробный анализ представить не представляется возможным.

Табл. 1. Выпуск отдельных видов продукции ЛПК за период 2021-2023 гг.

Вид продукции	Ед. изм.	Период			
		2021	2022	2023	2023 к 2021, %
Лесоматериалы необработанные	млн. плотн. $м^3$	145,16	134,21	125,76	-13,36
Фанера	млн. $м^3$	4,48	3,24	3,26	-27,16
Плиты древесно-стружечные и аналогичные плиты из древесины или других одревесневших материалов	млн. усл. $м^3$	11,42	10,32	11,6	1,57
Плиты древесно-волокнистые из древесины или других одревесневших материалов	млн. усл. $м^2$	740,04	649,48	703,32	-4,96
Гранулы топливные (пеллеты) из отходов деревопереработки	млн. тонн	2,38	2,07	1,46	-38,78
Брикеты топливные из отходов деревопереработки	тыс. тонн	177,61	206,71	180,11	1,41
Целлюлоза древесная и целлюлоза из прочих волокнистых материалов	млн. тонн	8,83	8,77	8,55	-3,08
Пиломатериалы хвойных пород	млн. $м^3$	27,91	26,12	25,71	-7,86

Источник: составлено автором на основе данных, представленных в Единой межведомственной информационно-статистической системе

В результате проведенного исследования выделены ключевые направления развития лесной промышленности в современных условиях:

1. Развитие лесного машиностроения. Это комплексная задача, которая должна позволить снизить зависимость от западной техники, а также повысить производительность предприятий за счет использования современных разработок.

2. Внедрение новой техники, оборудования и технологий, отвечающих современных требованиям, в том числе производственно-техническим и экологическим [8]. Это должны повлечь за собой прирост производительности и качества продукции, а также снизить воздействие предприятий на окружающую среду.

3. Развитие НИОКР, активное вовлечение научного сообщества в решение проблем отрасли. Эффекты за счет этого могут быть получены по комплексу направлений, причем в отдельных случаях в достаточно короткие сроки.

4. Активное использование достижений логистики для оптимизации множества взаимосвязанных процессов. Это должно привести к снижению расходов и повышению общей эффективности деятельности предприятий.

5. Развитие кадрового потенциала предприятия и систем стимулирования персонала для повышения производительности. Это позволит повысить эффективность использования оборудования, производительность и общую экономическую эффективность [7].

6. Постоянное изучение и анализ рыночной ситуации, конкурентной среды и потребностей потребителей для разработки и внедрения эффективных маркетинговых стратегий.

Полученные ключевые направления развития лесной промышленности в современных условиях будут детализированы в следующих работах в рамках проводимого исследования.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-78-10002, https://rscf.ru/project/22-78-10002/.

Библиографический список

1. Антонова Н.Е. Лесной комплекс в программах развития ресурсного региона: намерения и реализация // ЭКО, 2021. - № 10 (568). - С. 38-64.
2. Безруких Ю.А., Рябова Т.Г., Алашкевич Ю.Д., Медведев С.О. Модель устойчивого развития экономики лесной отрасли // Российский экономический интернет-журнал, 2016. - № 4. - С. 6.
3. Гордеев Р.В., Пыжев А.И. Лесная промышленность России в условиях санкций: потери и новые возможности // Вопросы экономики, 2023. - № 4. - С. 45-66.
4. Камко Ю.А. Оптимизация процессов бизнес-планирования и управления ТОИР как один из путей повышения эффективности деятельности предприятий лесной промышленности // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник, 2010. - № 2. - С. 105-108.
5. Петров В. Н., Каткова Т. Е., Карвинен С. Тенденции развития лесной экономики в России и Финляндии // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз, 2019. - Т. 12. - № 3. http://doi.org/10.15838/esc.2019.3.63.9.
6. Рябова Т.Г., Безруких Ю.А., Медведев С.О., Алашкевич Ю.Д. Лесопромышленный комплекс России на современном этапе // В сборнике: Социально-экономическое развитие организаций и регионов Беларуси: эффективность и инновации Материалы докладов Международной научно-практической конференции. Витебский государственный технологический университет, 2015. - С. 311-315.
7. Ahmadzai M. R., Zaki P. H., Ismail M. H. et al. The Societal and Economic Impact of Reforestation Strategies and Policies in Southeast Asia - A Review // Forests, 2023. - Vol. 14. - No. 1. https://doi.org/10.3390/f14010001.
8. Medvedev S., Rjabova T., Mokhirev A. Methodical approach to increase efficiency of use of wood resource potential of the region // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. - С. 012036.

ПРОБЛЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Мураев И.Г., igmuraev@gmail.com,
Министерство природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области

Территориальное размещение отраслей является важной составляющей определения устойчивости функционирования и эффективности развития лесного комплекса. Концентрация лесопромышленных предприятий на определённых территориях связана с множеством факторов. Для лесозаготовительной отрасли, которая ориентирована на заготовку, вывозку, предварительную обработку и частичную переработку крупных лесоматериалов и отходов лесозаготовки, размещение производств, в первую очередь, определяется природно-ресурсными и климатическими факторами.

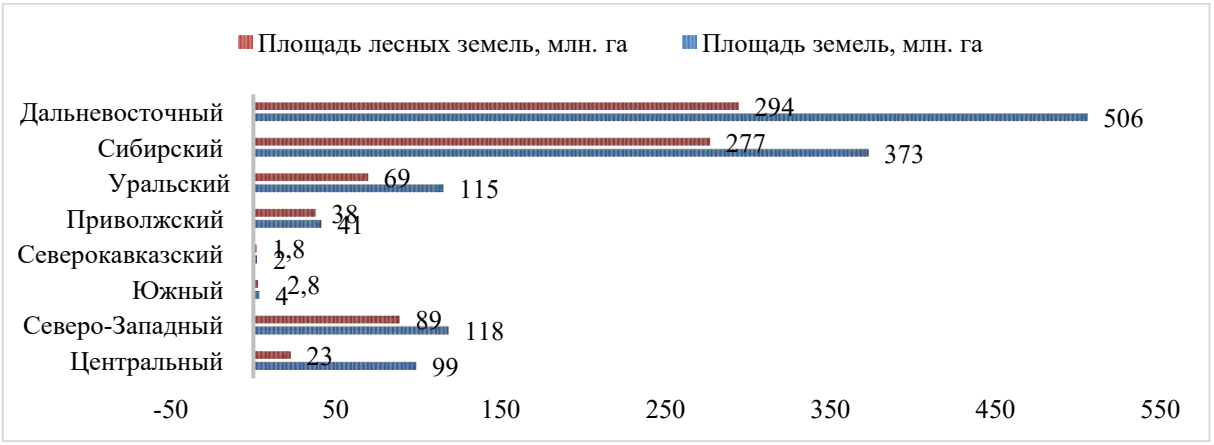


Рис. 1. Площадь лесных земель России
Источник: составлено автором по данным [2, 3]

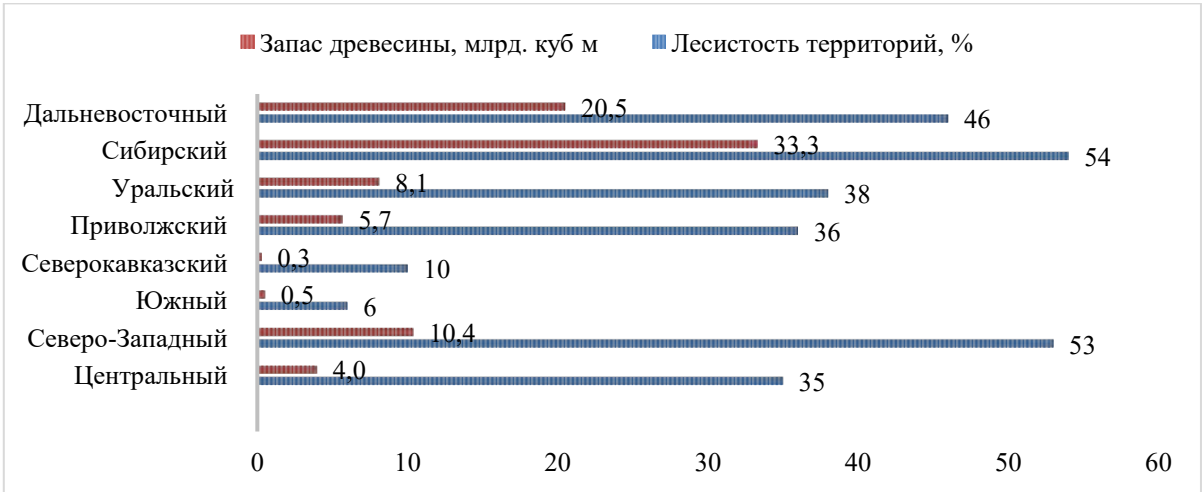


Рис. 2. Запас древесины и лесистость территорий России
Источник: составлено автором по данным [3, 4]

Лесообеспеченность территорий предопределяет создание предприятий лесозаготовительной отрасли [1, 2]. Большие запасы леса находятся в Дальневосточном и Сибирском округах (рис.1). Далее по лесообеспеченности идут Северо-западный (10,5%) и Уральский (8%) федеральные округа. В

остальных федеральных округах имеются малые лесные площади с низкими запасами древесины. На размещение предприятий лесозаготовительной отрасли кроме природно-ресурсных и климатических факторов также влияют экономические и социальные факторы. Среди экономических факторов важными являются наличие инфраструктуры и трудовые ресурсы. К социальным факторам относятся наличие населения, уровень образования и квалификации работников, традиции и обычаи местного населения и т.д. В России основными районами лесозаготовок являются Сибирь, Дальний Восток и европейская часть страны. Размещение предприятий дерево-обрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности в меньшей степени связаны с расположением лесных ресурсов. По результатам анализа производства лесопродукции в разрезе федеральных округов (табл. 1) за период 2017 – 2023 гг. проведена бально-рейтинговая оценка баланса развития лесного комплекса России (табл. 2).

Табл. 1. Оценка производства лесопродукции по федеральным округам России за 2022 г.

Федеральный округ	Лесоматериалы, продольно распиленные или расколотые, тыс куб м	Лесоматериалы необработанные, тыс куб м	Пиломатериалы хвойные, тыс куб м	Гранулы топливные, тыс т	Фанера, тыс куб м	ДСП, тыс куб м	Целлюлоза древесная (по варке), тыс т	Бумага и картон, тыс т
Российская Федерация	**28 344,3**	**175 873,0**	**25 725,6**	**2 004,1**	**3 243,2**	**10 279,3**	**8 774,1**	**10 043,4**
Дальневосточный федеральный округ	3 291,9	12 720,6	2 796,3	331,0	9,5	0,0	130,1	113,6
Приволжский федеральный округ	3 356,2	25 711,6	2 678,9	167,8	1 183,3	2 427,3	1 154,2	2 521,4
Северо-Западный федеральный округ	7 149,8	58 263,4	6 915,1	765,8	940,0	2 192,9	5 050,8	5 161,6
Северо-Кавказский федеральный округ	72,0	35,6	38,4	-	3,9	-	-	0,2
Сибирский федеральный округ	10 828,5	54 073,5	10 202,8	587,5	154,6	726,4	2 376,8	435,4
Уральский федеральный округ	1 306,0	6 317,2	1 175,4	27,6	220,9	290,8	21,9	49,0
Центральный федеральный округ	2 232,1	18 436,0	1 882,4	122,4	725,0	4 633,1	0,2	1 555,9
Южный федеральный округ	111,8	331,7	5,7	1,9	6,3	8,8	40,0	206,8

Источник: составлено автором по данным [2, 4]

Сбалансированное развитие лесного комплекса с комплексным производством всех видов лесопродукции представлено в двух округах (Северо-

Западном и Сибирском). Северо-Западный федеральный округ показывает сбалансированность размещения предприятий лесного комплекса и комплексного производства лесопродукции несмотря на то, что имеет меньшие запасы древесины по сравнению с другими регионами. Поскольку здесь суммарное действие основных факторов наличие лесного сырья, материально-технической базы, инфраструктуры и транспортной сети, дополняется взаимодействием с другими отраслями производства, активное научная работа в тандеме с научно-исследовательскими институтами и университетами, подготовка квалифицированных специалистов, формирование машиностроительной зоны для лесного комплекса.

Табл. 2. Бально-рейтинговая оценка производства лесопродукции по федеральным округам России за 2022 г.

Федеральный округ	Запас древесины	Объем заготовленной древесины	Производство							**Общая сумма баллов**
			Лесоматериалы необработанные	Пиломатериалы хвойные	Гранулы топливные	Фанеры	ДСП	Целлюлоза	Бумага и картон	
Дальневосточный	2	5	5	3	3	6	6	6	6	**42**
Приволжский	5	3	3	4	4	1	2	3	3	**28**
Северо-Западный	3	2	2	2	1	2	3	1	1	**17**
Сибирский	1	1	1	1	2	5	4	2	2	**19**
Центральный	6	4	4	5	5	3	1	5	5	**38**
Уральский	4	6	6	6	6	4	5	4	4	**45**

Источник: разработано автором

Однако лесной комплекс Северо-Западного федерального округа испытывает аналогичные проблемы что и весь российский ЛПК, и которые препятствуют развитию (рис.3).

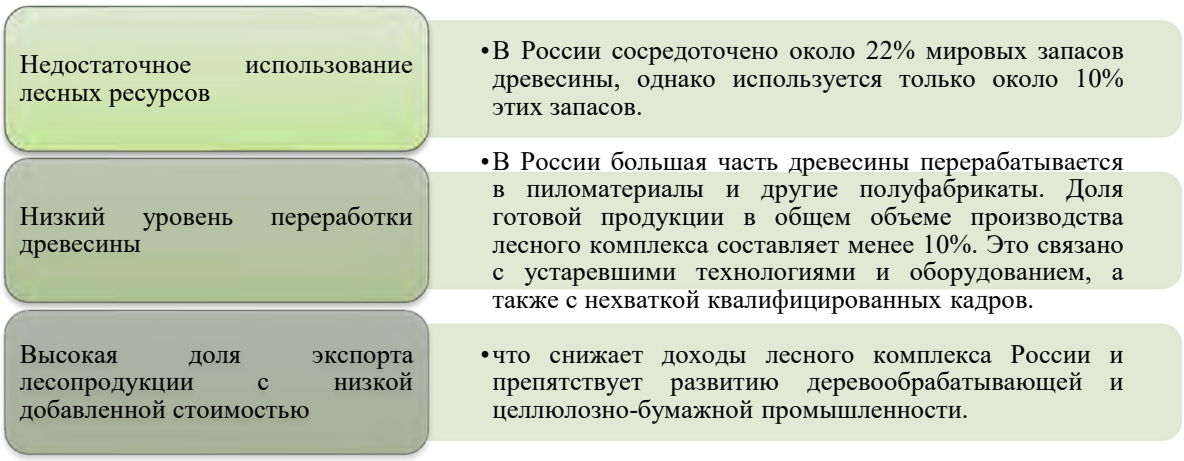


Рис. 3. Проблемы сбалансированного развития лесного комплекса России
Источник: разработано автором

Для решения проблем и сбалансированного развития лесного комплекса реализации необходимо принять ряд мер, среди которых можно выделить:

- Развитие транспортной инфраструктуры в лесных регионах.
- Предоставление экономических стимулов для лесозаготовителей.
- Модернизация деревообрабатывающих и целлюлозно-бумажных предприятий.
- Подготовка квалифицированных кадров для лесной промышленности.

Сбалансированное и комплексное развитие производства лесопродукции позволят повысить конкурентоспособность лесного комплекса Российской Федерации на мировом рынке и увеличить его вклад в экономику страны.

Библиографический список

1. Пластинин, А. В. К вопросу кластеризации лесного комплекса: результаты и опыт северных стран [1] / А. В. Пластинин, О. П. Сушко // Инновационная наука, образование, производство и транспорт: экономика, менеджмент, география и геология, сельское хозяйство, архитектура и строительство, медицина и фармацевтика / Институт морехозяйства и предпринимательства. – Одесса : Куприенко Сергей Васильевич, 2018. – С. 9-22. – DOI 10.30888/978-617-7414-53-6.0-011.
2. Сушко, О. П. Методологические подходы к оценке эффективности функционирования институтов лесопромышленного комплекса / О. П. Сушко, А. В. Пластинин, Д. А. Скворцов. – Москва : Издательство "Перо", 2022. – 138 с. – ISBN 978-5-00204-552-5.
3. Росстат. — URL: https://rosstat.gov.ru/statistics/price дата обращения 14.01.2024).
4. Рослесинфорг озвучил объемы экспорта древесины за 2023 год. — URL: https://roslesinforg.ru/news/all/roslesinforg-ozvuchil-obemy-eksporta-drevesiny-za-2023-god/?ysclid=lriqx5rvef351326337 (дата обращения 14.01.2024).
5. Статистика по лесной продукции. — URL:https://www.fao.org/forestry/statistics/84922/ru/ (дата обращения 14.01.2024).
6. WhatWood.ru | Исследования и аналитика в ЛПК России. — URL: https://whatwood.ru/?ysclid=lrir9x8724429480302 (дата обращения 14.01.2024).

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЛЕСНОЙ ПЛАН КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО СЕКТОРА

Мураев И.Г., igmuraev@gmail.com,
Министерство природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области

На конкретном региональном примере проводится анализ Лесных планов, как фундаментального инструмента тактического и стратегического управления развитием лесного сектора и лесного комплекса.

Ключевые слова: лесной план, лесное хозяйство, лесное законодательство, лесопользование, лесовосстановление, лесной фонд, лесоустройство.

Лесная отрасль России базируется на инструментах планирования. В ряде регионов России лесные планы стали фундаментальными документами развития не только лесного сектора, но и в целом лесного комплекса. Таким примером может стать лесной план Архангельской области на период 2019-2028 гг. (далее – Лесной план 2018), разработка которого строилась на принципах плановой экономики лесного сектора и рыночной экономики лесной промышленности.

Изначально лесные планы субъектов строились в соответствии с типовой формой, утвержденной приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 16.07.2007 № 182 «Об утверждении типовой формы лесного плана субъекта Российской Федерации»[1] [7-9]. В связи с изменением лесного законодательства лесные планы 2018 года разработаны в соответствии с Приказом Минприроды России от 20.12.2017 № 692 «Об утверждении типовой формы и состава лесного плана субъекта Российской Федерации, порядка его подготовки и внесения в него изменений» [7-9].

В Лесном плане 2018 цели выражены неконкретно с представлением генеральной установки на «достижение устойчивого управления лесами, инновационного и эффективного развития использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, обеспечивающих опережающий рост лесного сектора экономики, социальную и экологическую безопасность области, безусловное выполнение международных обязательств РФ лесами региона»[2][6].

Основными отличиями Лесного плана 2008 и Лесного плана 2018 являются изменение подходов к планированию освоения лесного фонда, организации охраны и воспроизводства лесного фонда, периодичности актуализации информации о проведении лесоустройства, а также значительное изменение Лесного кодекса Российской Федерации по сравнению с редакциями 2006 и 2018 годов. Так, например, в Лесном плане 2008 мероприятия по лесоустройству финансировались по остаточному принципу, в то время как Лесной план 2018, с изменениями по передаче полномочий по лесоустройству на федеральный уровень, предусматривает объемы лесоустройства по годам в разрезе лесничеств, и этот план выполнялся.

Лесоустройство с 2018 года позволило увеличить расчетную лесосеку с 21,9 млн куб. м до 27,8 млн куб. м в год (рис. 1). Актуальность лесоустройства повысилась с 20 % до 54 %.

Лесным планом 2018 предусмотрена возможность выбора использования «интенсивной» модели использования и воспроизводства лесов арендаторами лесных участков в Двинско-Вычегодском лесном районе. При этом, расчетная лесосека при проведении ликвидных рубок ухода увеличилась с 1,7 млн м^3 (Лесной план 2008) до 1,9 млн м^3 (Лесной план 2018).

---

[1]Постановление Министерства природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области от 29.11.2022 № 33п"О внесении изменений в лесохозяйственный регламент Приозерного лесничества Архангельской области". URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/2901202211300059?ysclid=lttou5492q340009069 (дата обращения 15.03.2024).

[2] Министерство природных ресурсов Архангельской области : офиц. сайт. - URL: https://dvinaland.ru/gov/ (дата обращения: 10.02.2024)

Рис. 1. Динамика использования расчётной лесосеки и заготовки древесины в Архангельской области

Лесным планом 2018 запланировано лесовосстановление в среднем на 83,3 тыс. га ежегодно (рис. 2). Ежегодный планируемый объем лесовосстановления рассчитан, исходя из условия полного освоения расчетной лесосеки и с учетом достижения целей федерального проекта «Сохранение лесов» национального проекта «Экология».

В Лесном плане 2018 на период его действия предусмотрены сведения о зонировании лесного фонда, для целей предоставления его в пользование [3].

Важным документом планирования и развития лесного комплекса является государственная программа «Развитие лесного комплекса Архангельской области».

Анализ действия лесного плана и государственной программы в Архангельской области подтверждается рядом показателей, важным из которых является рост запаса древесины.

Рис. 2. Динамика лесовосстановительных работ в Архангельской области

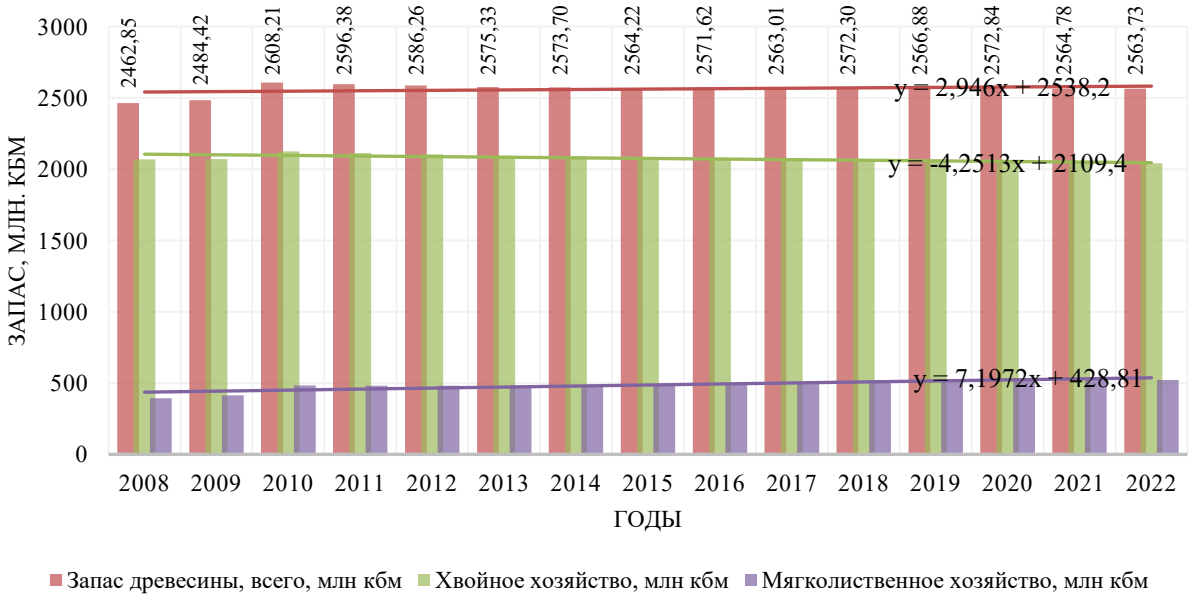


Рис. 3. Динамика изменения запасов древесины в Архангельской области с 2008 по 2022 гг.
Источник: составлено авторами по данным[3]

Таким образом, достигнутые к настоящему времени результаты деятельности лесного сектора Архангельской области, показывают эффективность действия Лесного плана и Государственной программы «Развитие лесного комплекса Архангельской области», которые стали инструментами тактического и стратегического управления.

Библиографический список

1. Петрунин, Н. А. Лесные планы в контексте регионального стратегического планирования / Н. А. Петрунин // Актуальные вопросы таежного и притундрового лесоводства на Европейском Севере России : материалы научно-практической конференции, Архангельск, 23–24 ноября 2023 года. – Москва: Т8 Издательские Технологии, 2023. –С. 55-61.
2. Гаева, В. В. Развитие лесного хозяйства России посредством планов, программ и проектов / В. В. Гаева, Е. С. Шубенкова // ЭГО: Экономика. Государство. Общество. – 2018. – № 2(33).
3. Мураев, И. Г. Компаративный анализ деятельности лесного комплекса лесообеспеченных стран / И. Г. Мураев, А. В. Сметанин, О. П. Сушко // Креативная экономика. – 2023. – Т. 17, № 9. – С. 3357-3378. – DOI 10.18334/ce.17.9.118912.
4. Прядилина, Н. К. Лесной план и конкурентоспособность регионального лесного сектора / Н. К. Прядилина // Конкурентоспособность субъектов хозяйствования в условиях новых вызовов внешней среды: проблемы и пути их решения : Сборник материалов XX Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 09 апреля 2018 года / Под общей редакцией Н.В. Мальцева. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2018. – С. 465-471.

[3]Министерство природных ресурсов Архангельской области : офиц. сайт. - URL: https://dvinaland.ru/gov/ (дата обращения: 10.02.2024).

5. Сушко, О. П. Методологические аспекты формирования механизмов хозяйственной деятельности лесного комплекса в России / О. П. Сушко // Региональная экономика: теория и практика. – 2024. – Т. 22, № 1(520). – С. 174-189. – DOI 10.24891/re.22.1.174.
6. Сушко, О. П. Направления и перспективы цифровизации лесного комплекса / О. П. Сушко // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Т. 13, № 11. – С. 5127-5142. – DOI 10.18334/epp.13.11.118935.
7. Постановление Министерства природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области от 29.11.2022 № 33п «О внесении изменений в лесохозяйственный регламент Приозерного лесничества Архангельской области». URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/2901202211300059?ysclid=lttou5492q340009069 (дата обращения 15.03.2024).
8. Приказ Минприроды России от 20.12.2017 N 692 (ред. от 03.12.2021) «Об утверждении типовой формы и состава лесного плана субъекта Российской Федерации, порядка его подготовки и внесения в него изменений». URL:https://docs.cntd.ru/document/542616941?ysclid=ltu0vwg7gy542446138. (дата обращения 15.03.2024).
9. Лесной план Архангельской области. URL: https://docs.cntd.ru/document/462641881?ysclid=ltu10v441e762911469 (дата обращения 15.03.2024).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ОТРАСЛЕВОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ НА ОСНОВЕ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК РОСТА ЗАНЯТОСТИ

Мякшин В.Н., mcshin@yandex.ru,
Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

В статье исследуется влияние компонент структурных сдвигов на уровень занятости населения арктических регионов. На основе предложенной классификации видов экономической деятельности (ВЭД) по соотношению национальной (NS), отраслевой (IM), региональной (RS) компонент идентифицированы перспективные с позиции повышения занятости отрасли [1], на основе типологизации ВЭД дана оценка отраслевой политики арктических регионов в отношении ВЭД «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство». Научная и практическая значимость результатов исследования для формирования отраслевой экономической политики и повышения объективности её оценки обоснована в процессе апробации на примере арктических регионов.

Уровень занятости населения региона является одним из важных критериев эффективности региональной социально-экономической политики, при формировании которой необходимо учитывать структурные сдвиги в экономике

с позиции занятости. Повышение эффективности политики занятости на региональном уровне требует идентификации существующих либо зарождающихся в регионе ВЭД, перспективных с позиции повышения занятости. Значимость оценки структурных сдвигов в занятости по видам деятельности обусловлена, в первую очередь, необходимостью учета взаимовлияния и взаимосвязи в распределении занятых по ВЭД при формировании структурной политики в сфере занятости на региональном уровне.

Предложены следующие критерии оценки перспективности ВЭД в аспекте повышения занятости: отнесение к отраслям специализации; положительное значение региональной компоненты; значимость удельного веса в региональной структуре занятости при положительной динамике; значительный вклад в изменение региональной структуры занятости. Оценочные показатели, соответствующие критериям, представлены в табл. 1.

Коэффициент локализации (k_L) определяет относительную концентрацию численности занятых по ВЭД в экономике региона по сравнению с национальной экономикой, позволяет классифицировать ВЭД по уровню конкурентоспособности и перспективности с позиции занятости [2]. ВЭД является отраслью специализации для Красноярского края (k_L> 1,00), может рассматриваться как отрасль перспективной специализации для Республики Саха (Якутия) (k_L = 0,90) и Архангельской области (k_L = 0,77).

Табл. 1. Оценка потенциала ВЭД "Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство" по повышению занятости населения в экономике арктических регионов, 2022 г.

Регионы	Оценочные показатели				
	Коэффициент локализации, k_L	Удельный вес ВЭД, F, %	Масса структурного сдвига в численности занятых по ВЭД, %	Вклад ВЭД в изменение структуры занятости, %	Региональная составляющая, RS, тыс. чел.
Мурманская область	0,45	2,82%	-0,37%	2,80%	-0,22
Республика Карелия	0,72	4,53%	-2,32%	19,46%	-3,72
Республика Коми	0,69	4,31%	-2,67%	21,58%	-8,46
Ненецкий автономный округ	0,56	3,51%	-1,73%	15,39%	-0,16
Архангельская область без автономного округа	0,77	4,86%	-0,72%	9,25%	0,93
Ямало-Ненецкий автономный округ	0,20	1,27%	-0,27%	1,94%	0,87
Чукотский автономный округ	0,76	4,75%	-0,15%	1,64%	0,27
Республика Саха (Якутия)	0,90	5,62%	-1,33%	11,66%	3,87
Красноярский край	1,03	6,47%	-2,74%	39,48%	-8,42

Удельный вес ВЭД в совокупной структуре занятости арктических регионов принимает значение от 6,47 % (Красноярский край) до 3,51 % (НАО), занимая соответственно 8-9 места в ранговых таблицах, исключение составляют Мурманская область (2,82 %, 10 место), ЯНАО (1,27 %, 13 место). Для всех

регионов характерна отрицательная динамика удельного веса ВЭД в совокупной структуре занятости, максимальное снижение выявлено для Красноярского края и Республики Коми (соответственно -2,74 % и -2,67 %), минимальное – для Чукотского АО (-0,15 %). Наибольший вклад ВЭД в изменение структуры занятости выявлен для Красноярского края (39,40 %), Республики Коми (21,58 %), Республики Карелия (19,46 %); наименьший – для Мурманской области (2,80 %), ЯНАО (1,94 %), Чукотского АО (1,64 %). Региональная компонента положительна для ВЭД в четырех регионах, максимально значение RS для Республики Саха (3,87), минимально – для Чукотского АО (0,27).

Как показывают результаты анализа, ВЭД в данный период не является ключевой точкой роста занятости ни для одного арктического региона. Выявлен высокий потенциал данного ВЭД для повышения занятости населения в экономике Архангельской области, Красноярского края, Республики Саха (Якутия).

Применение метода сдвиг-составляющих позволяет оценить региональную политику занятости населения на основе сопоставления национальной, отраслевой и региональной компонент. Национальная и отраслевая компоненты отражают влияние внешних по отношению к региону факторов, определяемых национальными темпами роста, а не региональными экономическими условиями. Региональная компонента является результатом совокупного действия всех региональных факторов, характеризующих условия и возможности трудовой деятельности в регионе (технологических, производственных, демографических).

Региональная политика занятости оценивается как эффективная, если положительная региональная составляющая превышает национальную и отраслевую. Если сокращение численности занятых по ВЭД обусловлено, в основном, национальными и отраслевыми тенденциями при минимальном, но положительном значении региональной компоненты, то региональную политику занятости следует оценить положительно, как достаточно эффективную. При таком сочетании факторов стратегически верная региональная политика занятости может привести к минимизации негативных отраслевых тенденций, сонаправленных с национальными тенденциями, вызывающих сокращение численности занятых по ВЭД.

Для Архангельской области, Республики Саха (Якутия), ЯНАО, Чукотского АО региональная составляющая структурных сдвигов положительна, что позволяет оценить региональную отраслевую политику как достаточно эффективную. Снижение численности занятых по ВЭД в данных регионах обусловлено приоритетным негативным воздействием отраслевых факторов. Для остальных пяти регионов все компоненты структурных сдвигов отрицательны, но при общенациональных и отраслевых тенденциях к сокращению численности занятых по исследованному ВЭД отрицательное воздействие региональных факторов является менее значимым, что позволяет оценить региональную отраслевую политику как относительно эффективную.

При снижении занятости под влиянием национальных и отраслевых факторов следует скорректировать региональные программы в направлении

снижения негативного влияния макроэкономических факторов посредством создания условий для повышения степени воздействия благоприятных региональных факторов. Основными рычагами влияния являются создание и поддержание в регионе институциональных условий и делового климата, способствующих развитию данного ВЭД.

Основным результатом исследования являются разработанные критериальные признаки выявления ключевых точек роста занятости.

Исследования проведены в ходе выполнения государственного задания по теме ФНИР «Сбалансированное развитие арктических социо-эколого-экономических систем в условиях трансформации природно-климатической и социально-экономической среды», № 122011800415-9.

Библиографический список

1. Мякшин В.Н., Петров В.Н., Песьякова Т.Н. Классификационные признаки типологизации видов экономической деятельности в регионе на примере Арктической зоны РФ // Проблемы прогнозирования. – 2023. – №. 5. – С. 150-165.
2. Blakery, E. Planning local economic development: theory and practice. – Newbury Park: SAGE Publications, 1994. – 360 p.

ПЕРЕСТРОЙКА ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Панютин А.Н., lelya.pav@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Логистическая система предприятия нацелена на продвижение материальных ресурсов от их поставщиков (снабжение) через производственные процессы к потребителям готовой продукции и услуг (сбыт), что представляется в виде соответствующих потоков, движение которых осуществляется в дискретной форме. В логистической системе предприятия материальные потоки представлены как основные потоки, обеспеченные сопутствующими потоками – информационными, финансовыми, сервисными. Движение материальных и сопутствующих потоков обслуживают работники, действия которых направляет и контролирует иерархическая структура аппарата управления предприятия.

Управление логистической системой предполагает принятие рациональных управленческих решений и их последующую координацию и реализацию. Основные семь условий при управлении логистической системой предприятия (правила семи R) сводятся к поставке востребованного товара (rightproduct), необходимого качества (rightquality), в нужном количестве (rightquantity), в требуемое время (righttime), в согласованное место (rightplace), ожидающему его потребителю(rightcustomer), с минимальными допустимыми затратами (rightcost) [1].

Вместе с тем, все больше предприятий, в том числе в лесном секторе экономики, сталкивается с проблемами функционального взаимодействия между структурными подразделениями, что проявляется вследствие:

– преобладания линейно-функциональной организационной структуры управления предприятиями, при которой могут не функционировать в требуемых объемах или отсутствовать необходимые коммуникации между подразделениями и службами;

– невысокого качества планирования этапов выпуска готовой продукции, что особенно часто встречается при ее серийном или единичном производстве и значительной ассортиментной номенклатуре;

– сложности достижения целевых значений по затратам, приходящимся на единицу выпускаемой продукции, что связано с влиянием большого количества факторов неопределенности на ожидаемые финансовые результаты производственно-хозяйственной деятельности.

Применение процессного подхода, организуемого высшим руководством предприятия, в этих условиях, представляется наиболее предпочтительным решением накопившихся проблем. Под бизнес-процессами понимается повторяющаяся совокупность действий работников, ограниченная установленными рамками и соответствующая обоснованным целям и задачам предприятия. Выделение бизнес-процессов предполагает:

– назначение на каждый бизнес-процесс одного лица, отвечающего за его результативность (владельца процесса);

– ограниченный перечень выделяемых бизнес-процессов, что позволяет сохранять управляемость в рамках предприятия.

В рамках бизнес-процесса, в результате последовательно выполняемых операций, происходит преобразование входных ресурсов, например полуфабрикатов, в выходные ресурсы, выходящие за рамки процесса для дальнейшей переработки или потребления. Наличие потребителя, внутреннего или внешнего, непременное условие существования бизнес-процесса. Владелец процесса наделяется необходимыми полномочиями по координации выполняемых в его рамках действий. В его задачи может также входить автоматизация управления бизнес-процессом – документооборот, принятие решений (заказ очередной партии материалов, плановая профилактика оборудования и так далее).

При цифровой трансформации бизнеса путем применения соответствующих технологий и инструментов (цифровых платформ, мобильных приложений, облачных технологий и прочего) бизнес-процессы предприятия переводятся в цифровой формат. Помимо получения имиджевых преимуществ, цифровая трансформация предоставляет возможность:

– повысить качество обслуживания потребителей продукции предприятия, уровень их обслуживания. Использование цифровых технологий позволяет потребителям оперативно передавать и получать актуальную информацию, а внутри предприятия – более своевременно и качественно обслуживать материальные потоки;

– улучшить систему планирования на предприятии и совершенствовать систему управления бизнес-процессами;

– сократить затраты и увеличить рентабельность бизнеса за счет роста производительности труда и улучшения качественных характеристик.

В настоящее время цифровая трансформация в бизнесе развивается по следующим основным направлениям:

– комплексная цифровизация бизнес-процессов предприятия, перевод их на электронные платформы, заменяющие работу сотрудников на программные решения;

– формирование цифрового партнерства, при котором формируется единая с коллегами, поставщиками, потребителями, иными вовлеченными лицами цифровая инфраструктура и единые сетевые мощности;

– совершенствование работы с «Большими Данными», в том числе внедрение технологий искусственного интеллекта, позволяющими прогнозировать поведение потребителей и влиять на их потребности;

– эксплуатация цифровых каналов и технологий с целью регулярного отслеживания и внедрения в бизнес инновационных решений.

Вместе с тем, цифровая трансформация в бизнесе требует определенных инвестиций, в том числе направленных на повышение квалификации и переподготовку сотрудников предприятия, а также постоянного проведения комплексной работы по сохранности большого количества информации, ее безопасной обработки и передачи.

Осуществление цифровой трансформации способствует оптимизации логистической системы предприятия, улучшает ее качественные результаты, способствует снижению затрат и повышает стоимость бизнеса. Для проведения цифровой трансформации требуются соответствующие знания и навыки.

Библиографический список

1. Логистика промышленного предприятия: учебное пособие / П.П. Крылатков, Е.Ю. Кузнецова, Г.Г. Кожушко, Т.А. Минеева. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 176 с.

РАЙОНИРОВАНИЕ ЛЕСОВ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕАЛИЯХ 2024 ГОДА

Русова И.Г.,
Дегтев В.В.,
Голотовская А.В.,
Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства

В прошлом году мы начали заниматься изучением условий осуществления рекреационной деятельности в Тверской области [5], констатировав тот факт, что районирование ее территории для этого вида использования лесов [4] является

устаревшим и нуждается в обновлении. Ниже – краткие результаты дальнейших исследований, базирующиеся на сведениях о ценах предложения земельных участков, размещенных в открытом доступе в сети Интернет, не имеющих прямого отношения к землям лесного фонда, но используемых в целях, близких к рекреационным, вследствие этого являющихся вполне достоверными индикаторами для целей районирования.

Анализ общих тенденций спроса на земельные участки для целей индивидуального жилищного строительства (ИЖС) и ведения личного подсобного хозяйства (ЛПХ) с марта 2019 г. по март 2024 г. свидетельствует о том, что с начала 2021 г. до конца 2022 г. в области наблюдался взрывной спрос, после этого стабилизировавшийся [6]. Туристическая привлекательность области продолжает расти, что стимулируется мерами государственной поддержки и привлечения инвесторов [2].

Сравнение существующего в настоящий момент районирования и предложений по новому районированию, сформированных по результатам анализа удельных показателей рыночной стоимости (УПРС) земельных участков под сельхозпользование, ИЖС и ЛПХ в 2021 г. [3] и цен предложения земельных участков под те же цели в 2023-2024 гг. [1], показано в таблице. Предложения формировались методом простой группировки земельных участков из разных районов по ценовым интервалам с присвоением каждому интервалу определенного шага в зависимости от нижней и верхней ценовых границ и отнесением каждого участка к тому или иному ценовому интервалу. Более углубленный анализ ценовых показателей, проведенный с использованием известных статистических методов (методов укрупнения интервалов, скользящей средней и др.) позволил сформировать предложения по корректировке постановления Правительства РФ [4]. Согласно этим предложениям ставка платы за использование лесных участков для осуществления рекреационной деятельности увеличится в Кимрском, Лихославльском, Молоковском и Фировском районах области. Не изменится ставка платы в Бологовском, Вышневолоцком, Весьегонском, Ржевском, Западнодвинском и Жарковском районах. В остальных районах области ставка платы уменьшится.

Выводы:

Проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что относительные и абсолютные показатели рыночной стоимости земельных участков под ИЖС, ЛПХ и сельскохозяйственное использование, в т.ч. под садовые товарищества, являются достаточно достоверным маркером, возможным для использования в сфере формирования ставок платы за лесные участки для осуществления рекреационной деятельности.

Разовых срезов экономической ситуации недостаточно, необходимо постоянное наблюдение в течение длительного времени с целью выявления достаточно достоверных тенденций изменения цен.

Необходимо определить ограниченное количество факторов-маркеров, в неизменных условиях наиболее адекватно отражающих экономическую

ситуацию на рынке земельных участков, используемых в близких к рекреационным целях, и постоянный мониторинг этих факторов.

Полученные в результате такого мониторинга массивы данных должны быть подвергнуты углубленному статистическому анализу для определения тенденций изменений ситуации на рынке земельных участков. По результатам такого анализа необходимо ежегодно формировать предложения по изменению действующих ставок платы за осуществление рекреационной деятельности. Это позволит государству как собственнику лесов чутко реагировать на изменения экономической ситуации и эффективно использовать ставки платы как инструмент регулирования ценовой политики в сфере использования лесов.

Библиографический список

1. Авито: объявления о продаже недвижимости [Эл. ресурс] // - Режим доступа: URL: https://www.avito.ru.
2. Москва едет в Тверь: интерес покупателей к региону растет [Эл. ресурс] // - Режим доступа: URL: https://www.bankdelo.ru/news/pub/9525 (дата обращения: 15.04.2024).
3. Отчет №03/2022-ЗУ об итогах государственной кадастровой оценки всех земельных участков, расположенных на территории Тверской области. [Эл. ресурс] // - URL: https://goo.su/wIMD (дата обращения: 19.04.2024).
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 мая 2007 г. №310 «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности». [Эл. ресурс] // - Режим доступа: URL: https://base.garant.ru/12153804/ (дата обращения: 05.04.2024).
5. Русова И.Г., Дегтев В.В., Голотовская А.В. Необходимость нового районирования лесов Тверской области для осуществления рекреационной деятельности // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы VIII ВНТК. С.-Пб. 2023. С. 10-13.
Цена продажи участков в Тверской области [Эл. ресурс] // - Режим доступа: URL: https://tverskaya-oblast.restate.ru/graph/ceny-prodazhi-zemli/ (дата обращения: 22.04.2024).

Табл 1. Существующее районирование Тверской области для осуществления рекреационной деятельности и предложения по новому районированию в постановление Правительства РФ от 22 мая 2007 г. № 310

Районирование согласно ППРФ от 22 мая 2007 г. №310	Районирование согласно среднему УПРС участков под сельхозпользование (2021)	Районирование согласно среднему УПРС участков под ИЖС и ЛПХ (2021)	Районирование (2023 - 2024)	Ставка платы, руб./ га в год	
				2007	2024
Калининский, Конаковский, Осташковский	Конаковский	Конаковский	Конаковский, Калининский, Кимрский	7870	21249
Калязинский, Кимрский, Кашинский, Кесовогорский, Пеновский, Селижаровский	-	Кувшиновский	Осташковский	7160	19332
Бологовский, Ржевский, Вышневолоцкий, Максатихинский, Торопецкий, Торжокский, Андреапольский, Весьегонский, Зубцовский, Рамешковский, З-двинский, Жарковский, Нелидовский	Зубцовский, Калининский, Кашинский	Калининский, Калязинский, Кимрский, Осташковский, Пеновский, Сандовский, Фировский	Бологовский, Вышневолоцкий, Калязинский, Кашинский, Лихославльский, Молоковский, Пеновский, Ржевский, Фировский	5110	13797
Бежецкий, Сонковский, Бельский, Старицкий, Лихославльский, Спировский, Кувшиновский, Краснохолмский, Молоковский, Сандовский, Лесной, Оленинский, Удомельский, Фировский	Осташковский, Калязинский, Кимрский, Кесовогорский, Пеновский, Селижаровский, Бологовский, Ржевский, Вышневолоцкий, Бельский, Максатихинский, Торопецкий, Андреапольский, Лесной, Весьегонский, Зубцовский, Рамешковский, Торжокский, Западнодвинский, Фировский, Жарковский, Нелидовский, Бежецкий, Сонковский, Старицкий, Лихославльский, Спировский, Кувшиновский, Краснохолмский, Молоковский, Сандовский, Оленинский, Удомельский	Кашинский, Бежецкий, Кесовогорский, Бельский, Селижаровский, Лесной, Бологовский, Удомельский, Вышневолоцкий, Максатихинский, Торопецкий, Спировский, Андреапольский, Весьегонский, Зубцовский, Ржевский, Рамешковский, Торжокский, Западнодвинский, Жарковский, Нелидовский, Сонковский, Старицкий, Лихославльский, Кувшиновский, Краснохолмский, Молоковский, Оленинский	Андеапольский, Бежецкий, Бельский, Зубцовский, Кесовогорский, Краснохолмский, Кувшиновский, Лесной, Максатихинский, Нелидовский, Оленинский, Рамешковский, Сандовский, Селижаровский, Сонковский, Спировский, Торопецкий, Удомельский, Старицкий, Торжокский	3400	9180

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПЛАНИРОВАНИЮ СТОИМОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Филинова И.В., fiva2604@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

На протяжении почти ста лет основой организации и ведения лесного хозяйства в России является планирование. Государственный строй, условия ведения хозяйствования меняются, а основной принцип планирования в лесном хозяйстве остается неизменным – планирование лесохозяйственных работ и мероприятий происходит исходя из остаточного принципа финансирования отрасли.

Актуальность выбранной темы обусловлена необходимостью научно-обоснованного планирования в лесном секторе экономики. Основание - длительность производственного цикла выращивания качественных спелых лесных насаждений, обладающих высокими потребительскими свойствами, среди которых – экологические, социальные и экономические.

Научная проблема состоит в том, что современная система лесного планирования стала громоздкой, не согласованной, обременительной в поддержании в актуальном виде как для собственника лесов в лице органов государственной власти, так и для основных потребителей данной информации - предпринимательских структур.

Планирование в лесном хозяйстве является отечественной традицией, обусловленной во многом большими площадями. Но существующий плановый подход не учитывает природные, социальные и экономические особенности лесного хозяйства нашей страны. В недавнем историческом контексте планирование в лесном хозяйстве было обусловлено исключительной государственной собственностью на леса. Собственник лесов - государство, осуществляло планирование с целью организации и координации всех этапов от заготовки качественных семян до реализации продукции из древесины глубокой переработки. Но сейчас другие условия хозяйствования. Во-первых, у государства не исключительное право собственности на леса, право пользования лесами продается гражданам или юридическим лицам. Во-вторых, переработкой древесины занимаются частные предпринимательские структуры. Они руководствуются рыночными законами спроса и предложения. В-третьих, леса находятся в собственности Российской Федерации, которая, согласно Конституции России, являясь гарантом благоприятной окружающей среды, обязана заботиться о качественном состоянии лесов. В-четвертых, лес — это имущество, которое может и должно приносить доход. Перед государством, как собственником лесов стоит сложная задача по координации интересов всех заинтересованных лесопользователей. Оставить лесное хозяйство без планирования оно не может. Поэтому необходима разработка оптимальной модели лесного хозяйства, отвечающей интересам собственника лесов, предпринимательских структур и общества.

Традиционно, конечные результаты деятельности в лесном хозяйстве оцениваются натуральными и стоимостными показателями. Если оценка результатов по охране, защите и воспроизводству лесов в натуральных показателях (га, км, кг, $м^2$, $м^3$) не составляет трудности, то оценка тех же результатов в стоимостных показателях (руб.) сопряжена с рядом проблем.

Первая проблема состоит в отсутствии реализации результатов по охране, защите и воспроизводству лесов. Работы, выполненные на лесных участках свободных от аренды, не поступают к потребителю, а остаются у исполнителя этих работ. С точки зрения гражданского законодательства, выполненные работы можно признать неотделимыми улучшениями основного имущества – лесоземельного угодья или земель лесного фонда. Например, искусственное лесовосстановление, создание лесных культур не завершаются актом купли-продажи, а только актом освидетельствования, что не подразумевает соизмерение затрат на их создание со стоимостным результатом.

Сказанное справедливо и для выполненных работ по сохранению лесов, их защите и охране. Исключение составляет вид деятельности по заготовке древесины.

Такая неопределенность искажает истинный вклад лесного хозяйства в экономику лесного комплекса и в валовой внутренний продукт, который за последние годы не превышал 1%.

Вторая проблема связана с документом лесного планирования. В документе лесного планирования - лесном плане субъекта Российской Федерации, выделяются две логические части, отражающие развитие лесного хозяйства региона на ближайшие десять лет. Вышеуказанная проблема под номером один усложняет расчеты не столько первой части лесного плана (в натуральных показателях), сколько его второй части, основанной на экономических показателях. Практика кафедры лесной политики, экономики и управления СПбГЛТУ по проведению экономических расчетов лесных планов субъектов Российской Федерации от Ленинградской области до Камчатского края показала отсутствие как нормативов, отражающих затраты по охране, защите и воспроизводству лесов или их наличие, оторванное от реальных значений, так и утвержденных или средних сложившихся цен на законченные лесохозяйственные работы и мероприятия [1].

Третья проблема связана с действующей инструкцией по лесоустройству [2]. В данной инструкции детально прописывается процедура лесной таксации для получения актуальных и достоверных сведений о лесном фонде. Но отсутствует какая-либо экономическая составляющая и рекомендации по использованию лесных ресурсов [3].

Инструкция по лесоустройству не связана со ст. 25 Лесного кодекса РФ (виды использования лесов) и не имеет связи с формированием минимальных ставок арендной платы исходя из принципов лесоэкономического районирования.

Исходя из вышесказанного, учитывая длительный процесс биологического производства в лесном хозяйстве, охватывающий несколько десятилетий, лесное планирование следует признать обязательной, важнейшей функцией государственного управления лесами.

Лесное планирование должно стать базой для экономической организации лесного хозяйства. На сегодняшний день можно констатировать, что лесное планирование является основой формирования работ и мероприятий, не получающих стоимостной оценки.

Для реализации комплексного планирования необходимо признать жесткую связь между лесоустройством, которое должно содержать экономическую составляющую, ценообразованием на лесные ресурсы исходя из лесоэкономического районирования и государственного управления лесами, основанного на экономической составляющей, которая должна присутствовать при реализации основных функций управления лесами: планирование, организация, мотивация, контроль. В основе этих функций должна быть положена экономическая составляющая.

Библиографический список

1. Филинова, И. В. Экономическая составляющая лесного плана субъекта Российской Федерации / И. В. Филинова // Эффективное управление экономикой: проблемы и перспективы: сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 14–15 апреля 2022 года. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2022. – С. 232-234. – EDN QGYNAL.
2. Приказ Минприроды России от 05.08.2022 N 510 "Об утверждении Лесоустроительной инструкции" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.09.2022 N 70328)
3. Impact of information resource reliability on forestry economy and management / V. Petrov, I. Filinova, A. Bespal'ko //IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciencethis: VI scientific-technical conference "FORESTS OF RUSSIA: POLICY, INDUSTRY, SCIENCE AND EDUCATION", St. Petersburg, 26–28 мая 2021 года. – St. Petersburg: Institute of Physics Publishing, 2021. – P. 012059. – DOI 10.1088/1755-1315/876/1/012059.

Секция «ЛЕСОУТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЛЕСОВ, ЛЕСНАЯ ТАКСАЦИЯ, ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ»

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ СКВОЗИСТОСТИ ДРЕВОСТОЯ ПО ДАННЫМ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Алексеев А.Б., poxpox@mail.ru,
Плотникова А.С., plotnikova-as-cepl@yandex.ru,
Шевченко Н.Е., neshevchenko@gmail.com,
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук

Как известно, древесный ярус формирует фитоклимат лесной экосистемы, регулируя процессы нагревания и охлаждения, увлажнения и высыхания подстилающей поверхности. Прямое измерение таких параметров как интенсивность светового потока, температура, проникновение осадков к нижним ярусам достаточно трудоемко, ввиду этого не может быть выполнено в короткие сроки на больших территориях. Комплексным фактором, надежно определяющим указанные параметры, является сквозистость [2].

Под сквозистостью понимается суммарная проекция любых просветов в древостое на: мысленную плоскость над пологом леса – сквозистость в зените (рис. 1а); мысленную полусферу, ограниченную горизонтом в любой точке под пологом леса – сквозистость на полусферу (рис. 1б). При этом сквозистость полога древостоя зависит как от сомкнутости крон – просветов между кронами, так и от просветов внутри крон (ажурности) [1].

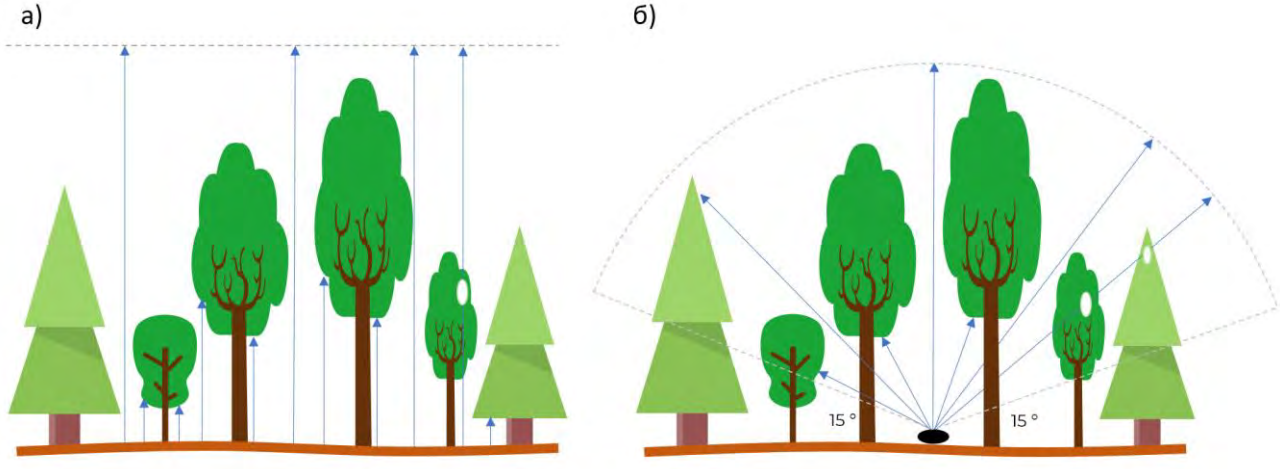


Рис. 1 - Сквозистость: а) в зените (проективное покрытие), б) на полусферу.

Известны различные методы определения сквозистости полога древостоя: фотографический при помощи широкоугольной фотокамеры с последующей обработкой снимков [4], аналоговым прибором - сквозистомером [2].

Существующие методы весьма трудоемки и позволяют получать только точечные оценки сквозистости.

Целью настоящего исследования является разработка методики оценки сквозистости древостоя по данным воздушного лазерного сканирования (ВЛС).

Воздушное лазерное сканирование, являясь высокотехнологичным методом сбора пространственных данных о наземных объектах и рельефе, позволяет оперативно получать трехмерные данные о лесных экосистемах большого пространственного охвата, в том числе в труднодоступных районах, с высокой степенью детальности и точности. Получаемая информация о верхнем пологе и структуре растительности под ним, а также о рельефе позволяет определять количественные и качественные характеристики древостоя.

Объект исследования расположен в подзоне хвойно-широколиственных лесов Тверской области в 77 км к северо-западу от г. Тверь. Объект имеет линейно-протяженную форму, площадь которой составляет 4.8 км^2.

К настоящему времени разработана методика оценки сквозистости в зените, состоящая из следующих этапов: (1) Обработка исходного облака точек ВЛС, классификация облака точек на классы «земля» и «растительность»; (2) Сегментация класса «растительность» на 3 яруса по высоте: травянистый, подрост/подлесок, древесный; (3) Формирование регулярных бинарных растровых моделей (ячейка 0.2 м) по каждому ярусу, определенных содержанием в ячейке минимум одного лазерного отражения от растительности; (4) Агрегация и построение карт сквозистости различного пространственного разрешения (1, 5, 10 м): отношение площади ортогональных проекций просветов на горизонтальную поверхность на единицу площади – площадь агрегируемой ячейки (рис. 2). Дополнительно для каждого яруса был определен процент его вклада в общую сквозистость древостоя.

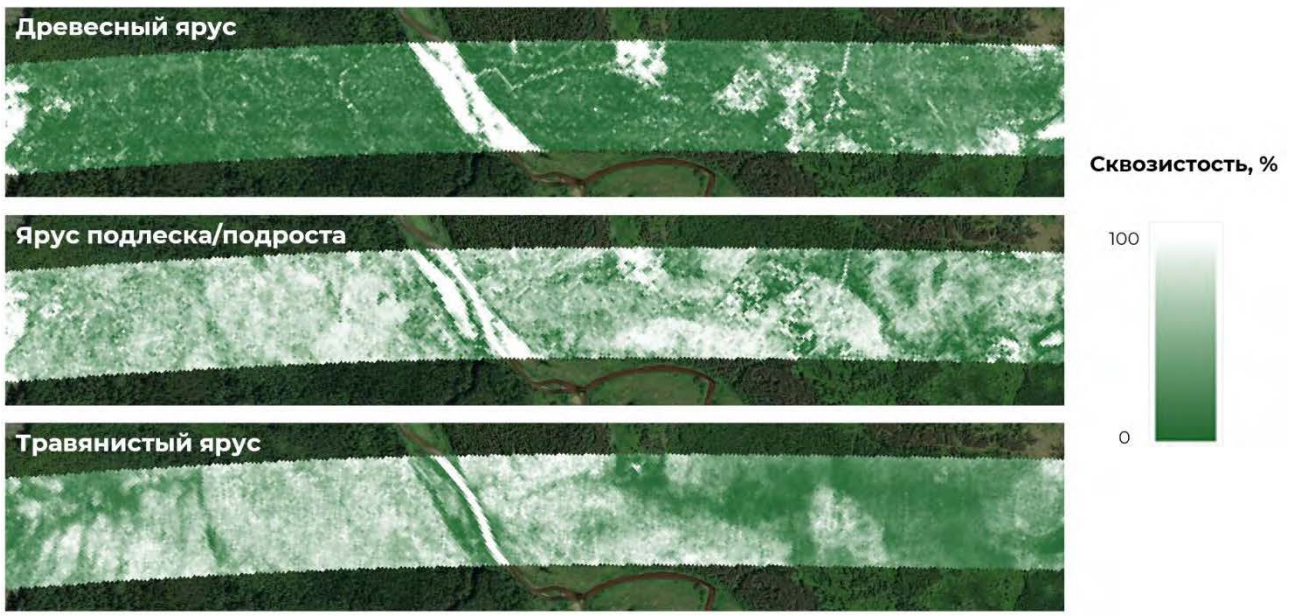


Рис. 2. Карта сквозистости по ярусам

Методика оценки сквозистости на полусферу предполагает выполнение вычислений на основе полученной из исходного облака точек ВЛС воксельной модели (рис. 3).

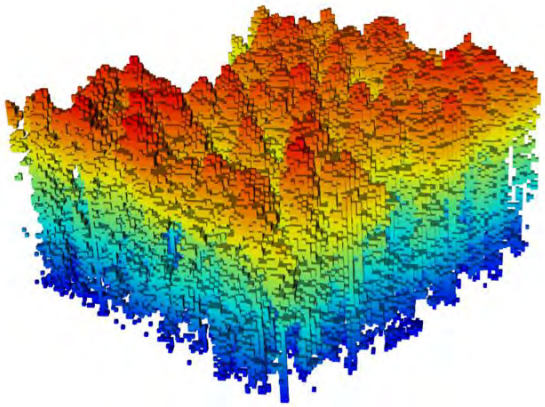


Рис. 3. Воксельная модель растительности участка леса

Верификацию получаемых оценок сквозистости древостоя планируется выполнять на основе отклика растительности на световой режим и степень увлажнения. В 5-ти кратной повторности будут подобраны три группы постоянных пробных площадей по проценту сквозистости древостоя: максимальный, средний и минимальный. На постоянных пробных площадях будут выполнены геоботанические описания, по данным которых будет оценено соотношение разных экологических групп растений по отношению к свету и влажности с применением экологической шкалы Э. Ландольта [3].

Библиографический список

1. Алексеев В.А. Световой режим леса. Л.: Наука, 1975. – 228 с.
2. Ипатов В. С., Кирикова Л. А., Бибиков В. П. Сквозистость древостоев (измерение и возможности использования в качестве показателя микроклиматических условий под пологом леса) // Ботан. журн. 1979. Т. 64. № 11. С. 1615–1624.
3. Landolt E., Bäumler B., Erhard A., Hegg O., Klötzli F., Lämmler W., Nobis M., Rudmann-Maurer K., Schweingruber F.H., Theurillat J.-P., Urmi E., Vust M., Wohlgemuth T. Flora indicative. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Bern: Haupt-Verlag, 2010. 376 s.
4. Winn M. F., Palmer A. J., Lee S.-M., Araman P. A. ForestCrowns: A transparency estimation tool for digital photographs of forest canopies. e-Gen. Tech. Rep. SRS–215. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station, 2016, 10 p.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В РАМКАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Боровлёв А.Ю., machineboro@gmail.com,
Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина

Лесозаготовительная деятельность предприятия является сложным процессом, включающим в себя оперирование большим количеством различной

информации. Формирование всей необходимой исходной документации для последующих этапов составления отчетности регламентировано законодательством Российской Федерации в соответствии с Приказом от 21.08.2017 №451 «Об утверждении перечня информации, включаемой в отчет об использовании лесов, формы и порядка предоставления отчета об использовании лесов, а также требований к формату отчета об использовании лесов в электронной форме».

На каждом из этапов функционирования предприятия накапливается большой объем данных. Система их организации зависит от нескольких факторов: места компании в цепочке движения древесных ресурсов, объема перерабатываемых и реализуемых ресурсов, особенностей функционирования предприятия. Формирование упорядоченной структуры данных позволяет повысить эффективность принятия управленческих решений, грамотно организовать процессы планирования деятельности и составления отчетности. В этом случае каждая компания использует доступные инструменты.

В этой статье рассмотрены ключевые аспекты использования геоинформационных систем (далее – ГИС) в рамках формирования архитектуры пространственной информации предприятий, занимающихся лесозаготовительной деятельностью. Внедрение ГИС состоит из двух ключевых этапов – во-первых, это проектирование базы данных, связанное с созданием, хранением, обработкой информации; во-вторых – визуализация информации.

Ключевым фактором, определяющим подходы к созданию пространственной базы данных, является выбор наиболее подходящих ГИС. За основу были взяты следующие программные продукты: Quantum GIS (версии 3.16 и выше) – использовался для формирования архитектуры данных, их обработки и хранения, а также – для работы с материалами космосъемки; Agisoft Metashape – применялся для создания ортофотопланов данных аэрофотосъемки; NextGIS Online – являлся инструментом облачного хранения данных и их визуализации в веб-ГИС.

В рамках построения ГИС очень важно учесть все возможные источники существующей информации, позволяющей упростить процессы принятия решений. Исходной пространственной информацией является совокупность готовых векторных моделей, включающих в себя такие слои, как квартальная лесоустроительная сеть, границы лесотаксационных выделов, арендуемые лесные участки, а также данные о категориях защитности лесов.

Кроме того, в работе также использовались данные дистанционного зондирования Земли. Лесозаготовка – это определенный во времени процесс, и наличие актуальных материалов космосъемки и аэрофотосъемки позволяет, с одной стороны, оценивать корректность выполнения задекларированных мероприятий (соответствие площадей делянок и внеэксплуатационных территорий, наличие недорубов, контроль сохранения особо защитных участков), а с другой – предоставлять в лесничества отчеты согласно требованиям по оформлению.

ГИС является открытой системой, позволяющей также добавлять новую информацию. В этом случае процессом создания данных является формирование

векторных данных о задекларированных лесозаготовительных мероприятиях. Такой тип данных имеет две основных составляющих – геометрию и атрибуты.

Добавление информации о рубках опирается на использование абрисов лесосеки. Они содержат информацию о полевых промерах, которые выполнены специалистами-отводчиками лесосек. Зачастую, именно из-за особенностей формирования данных о расположении лесосек у операторов ГИС возникают трудности в импорте данных в ГИС. Иногда абрис не содержит географических координат, из доступной информации присутствуют лишь измерения азимута и расстояний между контрольными точками. Нулевая контрольная точка является пересечением квартальных просек.

Для корректной оцифровки данных с абриса отвода лесосеки необходимо выполнить процедуру, состоящую из двух важных этапов: вычисление магнитного склонения в текущей точке карты (в данном случае – в нулевой контрольной точке) и построение линий с указанными азимутами и расстояниями.

Оптимальным решением данной задачи является использование комбинации инструментов Quantum GIS: модуль «Magnetic Declination» для вычисления актуального магнитного склонения в любой указанной точке карты и модуль «Azimuth and Distance» для оцифровки геометрических данных абриса. Эти модули не входят в стартовый набор расширений программы и их необходимо импортировать из официального репозитория [1].

Помимо векторных контуров из абриса, также к каждому объекту подключается таблица атрибутов, включающая следующую информацию: договор аренды, дата подписанной декларации, участковое лесничество, квартал, выделы, тип и номер хозяйственного мероприятия, вид хозмероприятия, общая площадь, эксплуатационная площадь, запас древесины, способ рубки, породный состав, статус освоения объекта и наличие подрядчика.

Таким образом, создавая геоданные, мы собираем ГИС-проект, который позволяет не только эффективно управлять информацией, но и обеспечивать пользователя возможностью добавлять новые данные, корректировать информацию и анализировать определенные критерии [4]. Хранение информации реализовано с помощью данных в формате GeoPackage (.gpkg) – это контейнер базы данных SQLite, содержащий таблицы данных и метаданные с типичными определениями. Такой формат определяет набор правил для хранения тайловых матричных наборов изображений (растров), поддерживает векторные функции, а также позволяет вкладывать в себя табличные базы данных [3].

Когда локальная ГИС готова, необходимо приступить к выгрузке данных в веб-ГИС. После создания всех необходимых векторных данных требуется подготовить для работы веб-ГИС сервер. Существует несколько путей реализации веб-ГИС сервера – от полностью ручного режима до использования готовых наборов инструментов и платформы [2]. В рамках работы использовались возможности NextGIS Web – функционал этого продукта позволяет довольно быстро создать хранилище данных, подключить

необходимые подложки (базовые карты) и настроить грамотную организацию пространственной информации (рис. 1).

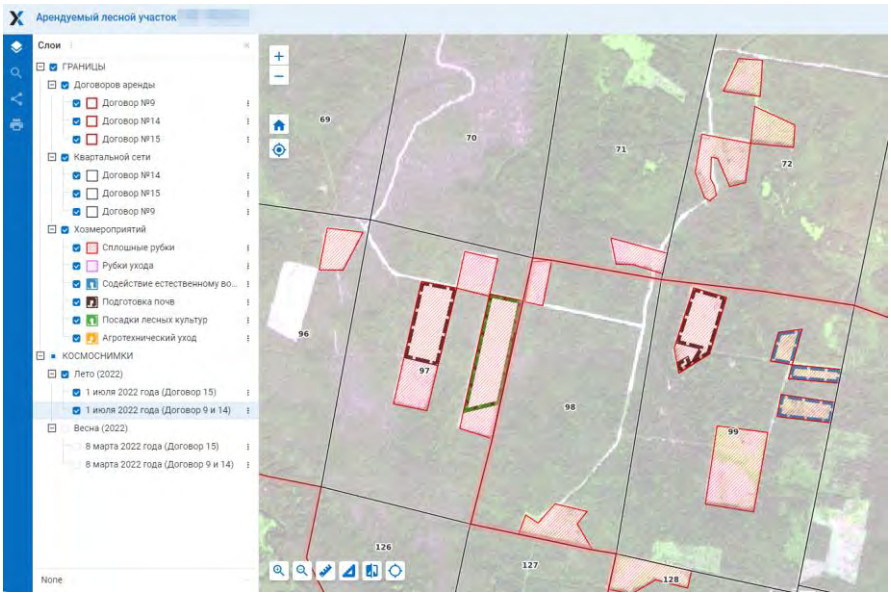


Рис. 1. Веб-ГИС с пространственными данными о существующих вырубках.

Библиографический список

1. Крылов, А. М. Использование свободных ГИС в системе дистанционного лесопатологического мониторинга / А. М. Крылов, Н. А. Владимирова, Е. Г. Малахова // Лесной вестник. 2012. № 1. С. 148–152.
2. Милихин, М. М. Комбинированный метод визуализации картографических данных веб-ориентированной геоинформационной системы / М. М. Милихин, Ю. Б. Гриценко, М. М. Рычагов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2015. – №. 1 (35). – Ч. 2. – С. 112–115.
3. Rashidan, M. H., Musliman, I. A., Rahman, A. A. Geopackage data format for collaborative mapping of geospatial data in limited network environments // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-4/W1, 2016 International Conference on Geomatic and Geospatial Technology (GGT) 2016, 3–5 October 2016, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 15-21.
4. Steiniger S., Hunter A. J. S. Free and open source GIS software for building a spatial data infrastructure // Geospatial free and open source software in the 21st century. – Springer Berlin Heidelberg, 2012, pp. 247-261.

О ВЫСОТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЛЕСНЫХ ФОРМАЦИЙ НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА

Горичев Ю.П., yura.gorichev.55@mail.ru,
Южно-Уральский государственный природный заповедник

Высотную дифференциацию лесной растительности на западном склоне Ю. Урала отмечали в разное время, в разных районах. В частности,

И.М. Крашенинников описал высотное распределение лесных формаций в лесостепной зоне Ю. Урала, где они образуют высотный ряд: сосново-березовый лес на дне долины, дубрава с доминированием дуба в нижней части склона, липовый лес с примесью клена и ильма в средней и верхней части склона [6]. В качестве главного экологического фактора, определяющего высотную дифференциацию формаций, И.М. Крашенинников указал термический фактор. По его мнению, подобный высотный спектр обусловлен температурными инверсиями, которые определяют суровые условия мезоклимата днищ долин, вследствие чего здесь распространены сосново-березовые леса вместо широколиственных [6].

С.Ф. Курнаевым описана высотная дифференциация широколиственных формаций в районе широколиственных лесов Ю. Урала. Сдесь они образуют следующий высотный ряд, снизу-вверх: чисто липовые леса - кленово-ильмово-липовые леса - кленовые леса - высокогорные дубняки субальпийского типа [7]. Высотную дифференциацию широколиственных формаций С.Ф. Курнаев объяснял воздействием термического фактора, а своеобразный высотный спектр формаций - инверсией температур. Он отмечал, что вследствие инверсии температур абсолютные минимумы в нижней части склонов горных долин ниже, чем в верхней части. По его мнению, критические зимние температуры ограничивают распространение в горных долинах термофильных пород.

П.Л. Горчаковским описана высотная дифференциация лесных формаций в низкогорьях западного склона Ю.Урала. В районе широколиственных лесов, он выделил 2 растительных пояса: 1) пояс сомкнутых прямоствольных широколиственных лесов (высокоствольные дубняки, кленовники и липняки) от 150 (250) до 600 (650) м над ур. м. и 2) пояс дубовых криволесий выше 600 (650) м над ур. м. [5]. В северной части района широколиственных лесов, на границе с районом широколиственно-темнохвойных лесов (г. Веселая) он отмечает распространение широколиственно-темнохвойных лесов в нижних частях склонов и на террасах, а также чередование широколиственных и темнохвойных лесов на северных склонах гор и увалов в верхних частях склонов (450-600 м над ур. м.). П.Л.Горчаковский, характеризуя высотное распределение формаций, не связывал это напрямую с температурными инверсиями.

Б.И. Федорако и Е.В. Кучеровым описано высотное распределение лесных формаций также в районе широколиственных лесов Ю. Урала. На трансекте, проложенном от поймы р. Инзер (около 145 м над ур.м) до вершины невысокой горы (около 430 м), ими наблюдался следующий высотный ряд формаций: в пойме - урема образованная серой ольхой и вязом, в нижней части склона долины – липняк, в верхней части склона – смешанный лес с участием липы, дуба, клёна и ильма, еще выше – дубняк. Авторы также связывают данный высотный спектр лесных формаций с термическим фактором - инверсией температур [9].

Явление инверсии температур было открыто метеорологами в 19 веке, на Южном Урале оно описано в начале 20 века [1]. По аналогии с понятием инверсии температур геоботаниками было введено понятие инверсия растительности [2, 8], под которым понимается «такое зональное распределение фитоценозов и их комбинаций, образующих пояса и полосы растительности в

горных странах, при котором более теплолюбивые или более ксерофильные ценозы и их комбинации располагаются по элементам оро- и макрорельефа на более высоких гипсометрических уровнях по сравнению с менее теплолюбивыми или менее ксерофильными» [8].

Исследования, проведенные в низкогорьях западного склона Южного Урала, в районе широколиственно-темнохвойных лесов, выявили высотную дифференциацию формаций темнохвойных и широколиственных лесов. Темнохвойные пихтово-еловые леса распространены на крайних высотных уровнях - в глубоких горных долинах, расположенных на высоте от 200 до 450 м над ур. м., а также по гребням и вершинам высоких хребтов свыше 800 м над ур. м. Широколиственные леса, занимают гребни и прилегающие участки склонов увалов и невысоких гор в интервале высот от 450 до 520 м над ур. м. По горным склонам в высотном интервале от 520 до 650 м распространены широколиственно-темнохвойные леса. На склонах высоких хребтов визуально прослеживается полный высотный спектр лесных формаций: снизу-вверх темнохвойные (пихтово-еловые) леса - широколиственно-темнохвойные леса – широколиственные леса - широколиственно темнохвойные леса - темнохвойные (пихтово-еловые) леса [3].

Первоначально было предположено, что данный высотный спектр лесных формаций обусловлен термическим фактором, в т. ч. температурными инверсиями. В последствие, это было подтверждено проведенными микроклиматическими наблюдениями, в результате чего были установлены параметры термического режима экотопов, занимаемых формациями [4].

Установлено, что долинные темнохвойные леса, занимающие днища узких горных долин характеризуются контрастно-холодным термическим режимом, формируемым под воздействием частых температурных инверсий, с максимальными амплитудами температур, частыми весенними и осенними заморозками, наименьшей продолжительностью вегетационного и безморозного периодов, самыми низкими параметрами теплообеспеченности.

Темнохвойные леса, занимающих гребни и вершины высоких хребтов, развиваются в условиях холодного мезоклимата, с более мягким термическим режимом, характеризующимся низкими параметрами теплообеспеченности, укороченным вегетационным периодом, уменьшенными амплитудами температур, по сравнению с долинными темнохвойными лесами.

Экотопы, занятые широколиственными лесами характеризуются наиболее термофильным вариантом термического режима, с максимальными показателями теплобеспеченности (сопоставимыми с макроклиматическими показателями, характерными для зоны широколиственных лесов), наибольшей продолжительностью безморозного и вегетационного периодов.

Экотопы, занятые широколиственно-темнохвойными лесами, характеризуются прохладным мезоклиматом, смягченным термическим режимом, средними для региона показателями теплообеспеченности.

Результаты исследований приводят к следующему выводу: решающим экологическим фактором, определяющим высотную дифференциацию лесных формаций в низкогорьях западного склона Ю. Урала, является термический

фактор. Вследствие проявления лимитирующего фактора – недостатка тепла для широколиственных пород, их локализация наблюдается в пределах т.н. «тёплого пояса» (400-600 м над ур. м), где складываются благоприятные условия для их успешного развития и конкуренции с темнохвойными породами. Ухудшение термических условий вниз и вверх от «тёплого пояса» способствуют усилению лесообразующей роли темнохвойных пород, в результате чего формируются смешанные широколиственно-темнохвойные леса. Дальнейшее снижение терморесурсов, наблюдаемое в горных долинах и на вершинах высоких горных хребтов препятствуют активному участию широколиственных пород в лесообразовательном процессе.

Библиографический список

1. Аскинази В.О. Об одной температурной особенности климата гор // Записки императорск. Русск. геогр. общ-ва по общей географии // Сб. статей по метеорологии. С.-Петербург: тип. Акад. наук, 1911. С. 192-204.
2. Берг Л.С. Основы климатологии. Л., 1938. 455 с.
3. Горичев Ю.П., Давыдычев А.Н., Алибаев Ф.Х., Кулагин А.Ю. Широколиственно-темнохвойные леса Южного Урала: пространственная дифференциация, фитоценотические особенности и естественное возобновление. Уфа: Гилем, 2012. - 176 с.
4. Горичев Ю.П., Давыдычев А.Н., Юсупов И.Р., Кулагин А.Ю. Микроклиматы лесных фитоценозов в районе широколиственно-темнохвойных лесов Южного Урала // Естественные и технические науки, 2020. - № 1 (139). - С. 37-39.
5. Горчаковский П.Л. Широколиственные леса и их место в растительном покрове Южного Урала. М.: Наука, 1972. - 146 с.
6. Крашенинников И.М. Ботанико-географические группировки и геоморфология Южного Урала в их взаимной связи // Географические работы. М.: Географгиз, 1951. - С.110-131.
7. Курнаев, С. Ф. Теневые широколиственные леса Русской равнины и Урала. М.: Наука, 1980. - 312 с.
8. Сочава В.Б. Некоторые данные об инверсии растительных ассоциаций в связи с вопросом об инверсиях растительности вообще // Проблемы физической географии и геоботаники. Избранные тр. Новосибирск: Наука, 1986. - С.269-286.
9. Федорако Б.И., Кучеров Е.В. Леса западных предгорий Южного Урала и некоторые вопросы их рационального использования // Дикорастущие и интродуцируемые полезные растения в Башкирии. Вып.2. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1968. - С. 178-205.

ПОРЯДОК ФОРМИРОВАНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВИДОВ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Григорьева О.В.,
Мочалов В.Ф., vka@mil.ru,
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского

Алгоритмы сверточных нейронных сетей, основанные на методах глубокого машинного обучения, в последнее время приобрели высокую популярность при обработке материалов аэрокосмической съёмки для идентификации видов лесной растительности [1,3].

Традиционные методы классификации, такие как SVM, Random Forest [5] и другие, предполагают формирование обучающей выборки и расчет граничных значений спектрально-яркостных дешифровочных признаков, например, вегетационных индексов. Должно быть предусмотрено привлечение квалифицированных специалистов для спектрально-энергетической калибровки материалов съёмки, учёта пространственного разрешения исходных данных, состояния атмосферы и фенологических фаз развития растительности.

Предполагается, что указанные выше сложности не будут проявляться при эксплуатации сверточных нейросетевых алгоритмов. Вместе с тем с помощью нейросетывых алгоритмов можно будет решать две условные группы задач: классификация и семантическая сегментация исходных данных. При этом для каждого алгоритма требуется особая подготовка исходных данных или обучающего набора данных (DataSet).

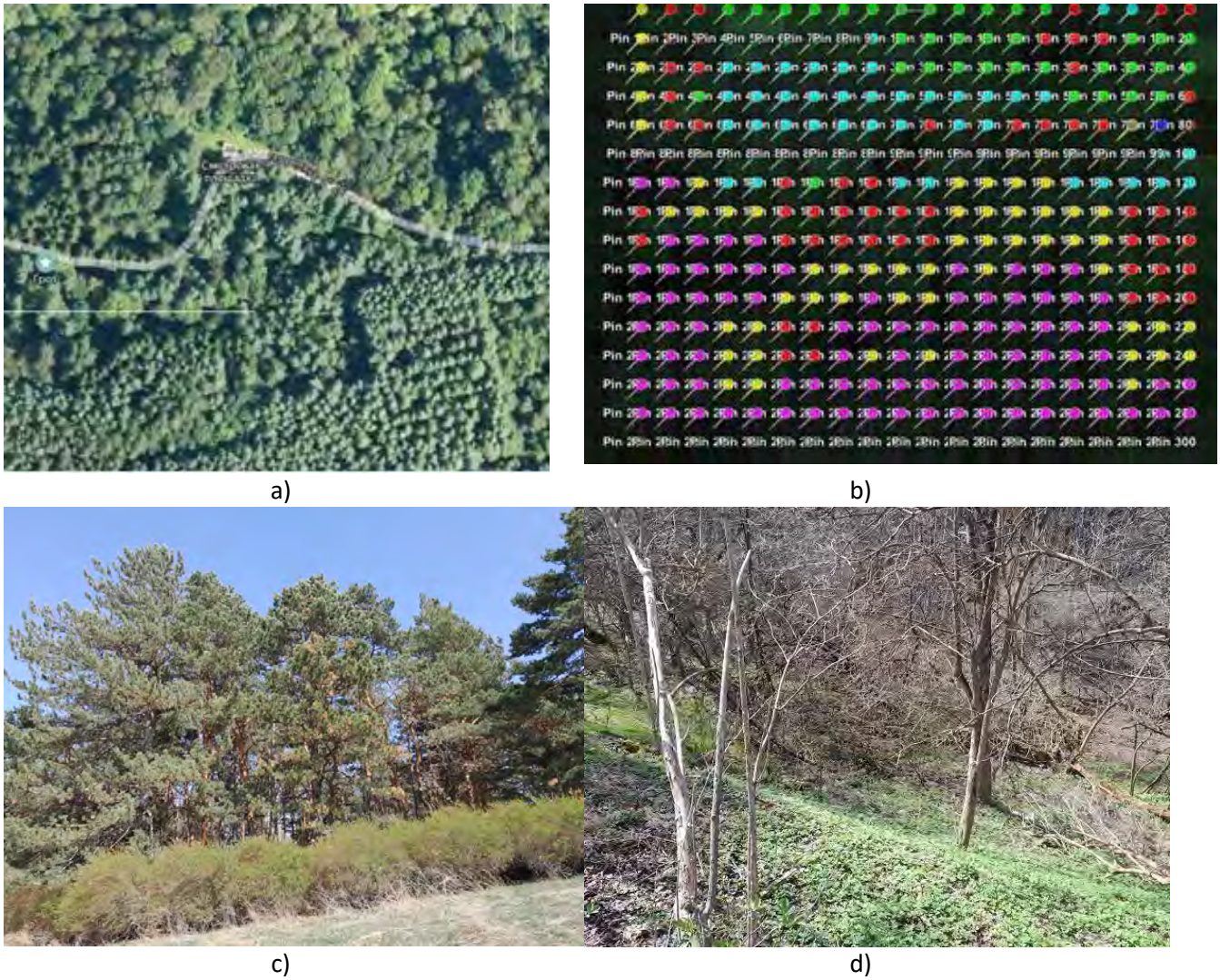
К свёрточным нейронным сетям, обеспечивающим решение задачи классификации, относятся, в частности, ResNet, CNN, а также последние версии YOLOv8 [6, 7, 10]. В этом случае на вход сети подаются изображения определённого размера, содержащие только один класс (вид лесного растительного сообщества). В результате итоговый масштаб карты классификации, получаемой по итогам работы сети, уменьшается кратно размеру входного снимка, возрастает общее время обработки и теряется детальность выходных результатов.

К алгоритмам сематической сегментации можно отнести такие нейронные сети, как FCN, U-Net, DeepLabv3, YOLOv8-seg [8, 9, 10]. Они лишены указанных ранее недостатков, однако при формировании DataSet каждое изображение для обучения должно быть подвергнуто разметке. То есть необходимо указывать все присутствующие на нем классы, иначе сеть примет их за фон и обучение пройдет не эффективно.

Целью настоящей работы является представление состава обучающего набора исходных данных для решения задачи семантической сегментации.

В качестве примера авторами собран набор изображений для сематической сегментации пяти условных видов лесной растительности.

Фрагмент лесной растительности для формирования dataset приведен на рис. 1. Выбрана территория Ставропольского края с географическими координатами условного центра прямоугольника 43° 52'51"N 42° 45'48"E.



a) b) c) d)

Рис. 1. Территория для формирования исходных данных: *a)* - материалы съёмки по данным Google Earth; *b)* – результаты автоматизированной кластеризации (разметки) пяти видов лесной растительности, обозначены различными цветами; *c)* и *d)* – данные наземных обследований.

Классовая разметка изображения может осуществляться с помощью алгоритмов Masked Autoencoder (MAE) [4], Segment Anything Model (SAM) [6] для интерактивного сегментирования с помощью визуальных подсказок или вручную экспертом-дешифровщиком.

Учитывая указанные преимущества алгоритмов семантической сегментации, для обучения была выбрана сеть FCN-ResNet.

Данные для формирования DataSet были получены на платформе Google Earth. Материалы представляют собой цветные снимки в RGB формате. При этом есть возможность формировать данные для различных фенологических фаз, и различных значений условной разрешающей способности (РС) снимков: РС1 - 0,5м; РС2 - 1,0м; РС3 - 2,0м.

Благодаря различным значениям PC DataSet обеспечивается возможность учёта текстурных особенностей материалов съёмки лесной растительности. В результате для каждого из пяти классов лесной растительности обеспечивается отбор необходимого количества изображений размером 224x224 пикселей.

Формирование DataSet осуществлялось с учетом данных полевых обследований, проведённых в апреле 2024 г. В табл. 1 приведено количественные характеристики DataSet для различных фенологических фаз и разрешающей способности материалов съёмки.

Табл. 1. Объем исходных данных для обучения нейронной сети.

Номер (условное наименование класса)	Фенологическая фаза 1			Фенологическая фаза 2			Фенологическая фаза 3			Количество изображений
	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3	
1.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	90
2.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	90
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	90
Всего	50	50	50	50	50	50	50	50	50	450

Дальнейшая подготовка исходных данных предусматривает формирование обучающей и контрольной выборки. Данные контрольной выборки не принимают участие в обучении нейронной сети, а используются только для оценивания качества семантической сегментации [2]. Состав данных контрольной выборки аналогичен данным, приведенным в табл. 1, а их количество может составлять от 30 до 50% от объёма обучающей выборки.

Выводы

Для идентификации видового состава лесной растительности требуется обучение нейронной сети на основе материалов съёмки различной разрешающей способности с учетом фенологических фаз развития растений. Повышение точности семантической сегментации может достигаться благодаря учету спектральных характеристик исходных данных.

Библиографический список

1. Wang, B.; Yao, Y. Mountain Vegetation Classification Method Based on Multi-Channel Semantic Segmentation Model. Remote Sens. 2024, 16, 256. https://doi.org/10.3390/rs16020256

2. Maxwell, A.E.; Warner, T.A.; Guillén, L.A. Accuracy Assessment in Convolutional Neural Network-Based Deep Learning Remote Sensing Studies—Part 1: Literature Review. Remote Sens. 2021, 13, 2450. https://doi.org/10.3390/rs13132450

3. S^2DCN: Spectral-Spatial Difference Convolution Network for Hyperspectral Image Classification. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing PP(99):1-16. January 2024. 10.1109/JSTARS.2023.3349175

4. SatMAE: Pre-training Transformers for Temporal and Multi-Spectral Satellite Imagery. 36th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2022). July 2022. 10.48550/arXiv.2207.08051

5. Liu, P.; Ren, C.; Wang, Z.; Jia, M.; Yu, W.; Ren, H.; Xia, C. Evaluating the Potential of Sentinel-2 Time Series Imagery and Machine Learning for Tree Species Classification in a Mountainous Forest. Remote Sens. 2024, 16, 293. https://doi.org/10.3390/rs16020293
6. Guo, Q.; Jin, S.; Li, M.; Yang, Q.; Xu, K.; Ju, Y.; Zhang, J.; Xuan, J.; Liu, J.; Su, Y.; et al. Application of deep learning in ecological resource research: Theories, methods, and challenges. Sci. China Earth Sci. 2020, 50, 1354–1373.
7. Cordova-Esparza; Diana-Margarita A Comprehensive Review of YOLO: From YOLOv1 to YOLOv8 and Beyond. April 2023
8. Flood, N.; Watson, F.; Collett, L. Using a U-net convolutional neural network to map woody vegetation extent from high resolution satellite imagery across Queensland, Australia. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf. 2019, 82, 101897.
9. Liu, M.; Fu, B.; Xie, S.; He, H.; Lan, F.; Li, Y.; Lou, P.; Fan, D. Comparison of multi-source satellite images for classifying marsh vegetation using DeepLabV3 Plus deep learning algorithm. Ecol. Indic. 2021, 125, 107562.
Long, J.; Shelhamer, E.; Darrell, T. Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation. arXiv 2014, arXiv:1411.4038.

ДЕШИФРИРОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИСКУСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА «YOLO»

Жовнеров Н.С., zhovnerov.nik@gmail.com,
Вагизов М.Р., bars-tatarin@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Введение. Современные технологии машинного обучения и компьютерного зрения постепенно входят в состав разных сфер народного хозяйства. В рамках разработки новых программных приложений для распознавания объектов на изображениях их применение становится все более востребованным в разных задачах планирования и управления [2, 4, 5, 7]. По итогам проекта РНФ 22-26-20 120 «Газон как индикатор состояния устойчивой городской среды и адаптации к изменениям климата» было разработано программное обеспечение [1], которое успешно решает задачу обнаружения растений на газонах, что имеет практическую значимость в уходе за садами, парками и общественными зонами. Однако в связи с ростом интереса к функционалу возможностей приложения для обработки данных дистанционного зондирования Земли, полученных с беспилотных летательных аппаратов (БЛА), возникла необходимость произвести модификацию приложения с ориентацией на распознавание древесных растений. Точное распознавание деревьев на снимках предоставляет возможности автоматизации процессов мониторинга лесных экосистем, сбора сведений о городской планировке и планирования мероприятий по сохранению городских зеленых насаждений и охране окружающей среды.

Целью проводимого исследования является формирование методики по переобучению алгоритмов приложения для задачи дешифрирования древесных растений, используя полученный опыт дешифрирования травянистых растений газонов. В данной работе оценивается необходимость переобучения модели, а также приводятся практические шаги, которые необходимо предпринять для успешной реализации поставленной задачи.

Описание работы модели. Программное обеспечение реализовано на языке программирования Python версии 3.9 с использованием следующих библиотек: Roboflow, Numpy, PyTorch, Albumentations (для создания аугментаций изображений), Seaborn (для визуализации) и Tensorboard (для контроля за обучением). Требования к набору данных для проведения машинного обучения, дальнейшего распознавания и классификации объектов на фотоизображениях: исходные изображения должны быть хорошо различимыми, представленными в формате .JPG, с разрешением, не превышающим 4000x6000 px.

Для распознавания и классификации объектов в приложении используется метод YOLO («you only look once» в пер. «достаточно одного взгляда») пятой версии. Данный метод делит изображение на сетки, а затем запускает алгоритм классификации и локализации изображений на каждой из ячеек сетки. Преимущество алгоритма YOLO заключается в том, что он предсказывает и фиксирует на изображениях ограничительные рамки со значительно высокой скоростью и точностью [6]. Схема работы метода YOLO представлена на рис. 1.

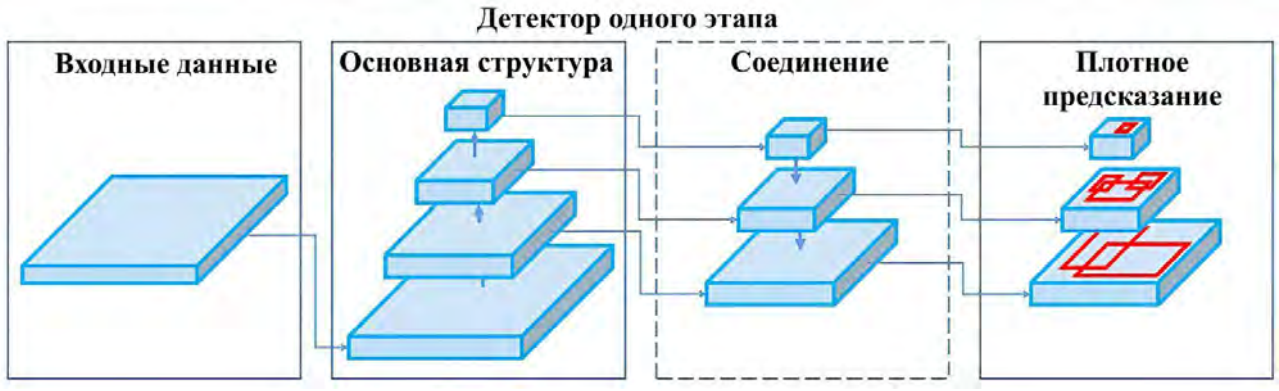


Рис. 1. Схема работы метода YOLO при распознавании и классификации объектов

Последовательность действий по методу YOLO включает следующие этапы:

1. Входные данные (Input) – изображения, подвергнутые обработке для распознавания объектов;

2. Основная структура (Backbone) - набор слоев нейронной сети, который отвечает за извлечение признаков из входных изображений;

3. Соединение (Neck) - часть архитектуры модели, которая соединяет более ранние и более поздние слои и выполняет преобразования, необходимые для дальнейшего анализа и предсказаний;

4. Плотное предсказание (Dense Prediction) - модель делает предсказания для каждого пикселя изображения, то есть плотно покрывает всю область изображения.

В рамках исследования предлагается провести переобучение фиксации и распознавания объектов с травянистых растений, на древесные по снимкам,

полученных с БЛА и протестировать работоспособность модифицированного приложения.

Процесс обучения модели. Переобучение модели будет проходить по инструкциям, составленным разработчиками программного обеспечения [1].

Основные этапы:

1. Клонирование модели и установка всех необходимых зависимостей используя терминал:
```
git clone https://github.com/ultralytics/yolov5
cd yolov5
pip install -r requirements.txt
```
2. Подготовка данных для обучения. Необходимо разбить всю выборку на train, val и test. А также создать файл mydata.yaml, в котором описать пути, количество классов и их названия.
3. Запуск train.py командой:
```
PYTHON TRAIN.PY --IMG 640 --EPOCHS 100 --DATA DATA.YAML --WEIGHTS BEST.PT
```
где best.pt – веса модели, которую нужно дообучить.
Новые полученные веса сохранятся в:
```
yolov5/runs/train/exp/weights/best.pt
```
4. Для использования весов в веб-сервисе, необходимо эти веса расположить по пути:
```
streamlit/weights/best.pt
```
5. После замены файла модель готова к работе с актуальной выборкой обучения.

Выводы. Новая функциональность позволит использовать разработанное приложение для решения широкого спектра задач. Важным этапом исследования является формирование массива данных для обучения идентификации деревьев. В перспективе приложение для дешифрирования древесных растений может использоваться для мониторинга экологического состояния лесов, выявления вырубок, заболеваний и повреждений деревьев. Приложение также может быть полезным при решении задач инвентаризации и паспортизации городских зеленых насаждений и территориальном планировании.

Библиографический список

1. Вагизов М. Р., Сайферт Г. В., Двадцатова Т. В., Подлужная А. А. Опыт использования модели искусственного интеллекта для определения видового состава и повреждений газонов // Сборник научных трудов Совета молодых учёных СПБГЛТУ. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2023. – С. 4-13.
2. Гуанпин Л. Улучшение алгоритма yolo-v3 для распознавания небольших объектов //StudNet. – 2021. – Т. 4. – №. 6. – С. 372-385.
3. Двадцатова Т. В., Вагизов М. Р., Подлужная А. А. Применение беспилотных летательных аппаратов для исследования газонов в различных экологических условиях //Сборник научных трудов совета молодых ученых СПбГЛТУ. – 2022. – С. 19-24.
4. Матохина А. В., Тищенко В. В. Анализ развития растений с помощью методов компьютерного зрения //Вестник кибернетики. – 2023. – №. 1 (49). – С. 29-35.

5. Меламед Н. В. Использование объяснительного искусственного интеллекта для определения фитопатологий деревьев с использованием сегментатора YOLO // Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова. – С. 61.
6. Пахомова О. А. Детектирование объекта в реальном времени с помощью метода YOLO //Информационные технологии в экономике и управлении. – 2018. – С. 86-88.
7. Помогайбин А. В. и др. Мониторинг реинтродуцированных редких растений с использованием данных БПЛА //Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2023): сб. тр. по материалам IX Междунар. конф. и молодеж. шк.(г. Самара, 17-23 апр. 2023 г.): в 6. – 2023.

ПРИМЕР ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Зеленцов В.А.,
Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН,
Мочалов В.Ф., v.a.zelentsov@gmail.com,
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского

Идентификация видов лесной растительности на основе автоматизированной обработки материалов мультиспектральной аэрокосмической съёмки является актуальной практической задачей. При идентификации элементов ландшафта достаточно часто используются показатели, основанные на анализе изменений вегетационных индексов [1-3] и различные алгоритмы обработки [5,6]. Вместе с тем, результаты обработки необходимо сопровождать объективными данными о качестве представляемых результатов идентификации. В общем случае показатели качества обработки характеризуют степень совпадения выходных материалов с достоверными данными контрольной выборки, полученной из независимых источников.

Целью настоящей работы является представление примера оценивания качества результатов автоматизированной идентификации видов растительного сообщества. В примере оценивается качество идентификации, выполненной на основе анализа пороговых значений индексов NDVI для трех элементов ландшафта, отражающих условные виды лесной растительности.

Среди множества показателей качества обработки материалов съёмки [4] широко распространен метод оценивания качества, предусматривающий анализ содержания матрицы соответствия, или матрицы погрешности. Пример содержания матрицы приведен в табл. 1.

Табл. 1. Матрица соответствия и показатели точности идентификации.

		Данные контрольной выборки			**Всего в строке**	**UA**
		A	**B**	**C**		
Результаты идентификации	**A**	P_{AA}	P_{AB}	P_{AC}	P_{A+}	P_{AA}/P_{A+}
	B	P_{BA}	P_{BB}	P_{BC}	P_{B+}	P_{BB}/P_{B+}
	C	P_{CA}	P_{CB}	P_{CC}	P_{C+}	P_{CC}/P_{C+}
Всего в столбце		P_{+A}	P_{+B}	P_{+C}		
PA		P_{AA}/P_{+A}	P_{BB}/P_{+B}	P_{CC}/P_{+C}		

В табл. 1 приняты следующие обозначения: P_{ij} – количество пикселей, идентифицированных как принадлежащие элементу ландшафта i, на самом деле соответствующие элементу контрольной выборки j; символ + обозначает результаты суммирования значений, приведенных в соответствующих строках и столбцах; UA (user's accuracy) – значения показателей, отражающих интересы должностного лица, принимающего решение при управлении развитием территории; PA (producer's accuracy) – значения показателей, отражающих интересы эксперта, представляющего результаты обработки материалов съёмки.

Технология автоматизированной обработки материалов съёмки, чаще всего, предполагает формирование обучающей и контрольной выборок [5]. На основе математического аппарата нечеткой кластеризации [6] было идентифицировано три кластера, характеризующих различные элементы ландшафта (A, B, C). Данные кластеризации после проведения наземных обследований приняты в качестве достоверных данных и используются для формирования обучающей и контрольной выборок. На основе обучающей выборки сформированы пороговые значения индексов, а контрольная выборка применяется для оценивания результатов автоматизированной обработки материалов съёмки. Пример данных и результаты их автоматизированной обработки приведены на рисунке 1. Представлены материалы съёмки, выполненной космическим аппаратом Sentinel-2: S2A_MSIL2A_20230805T080611_N0509_R078_T37TGJ_.

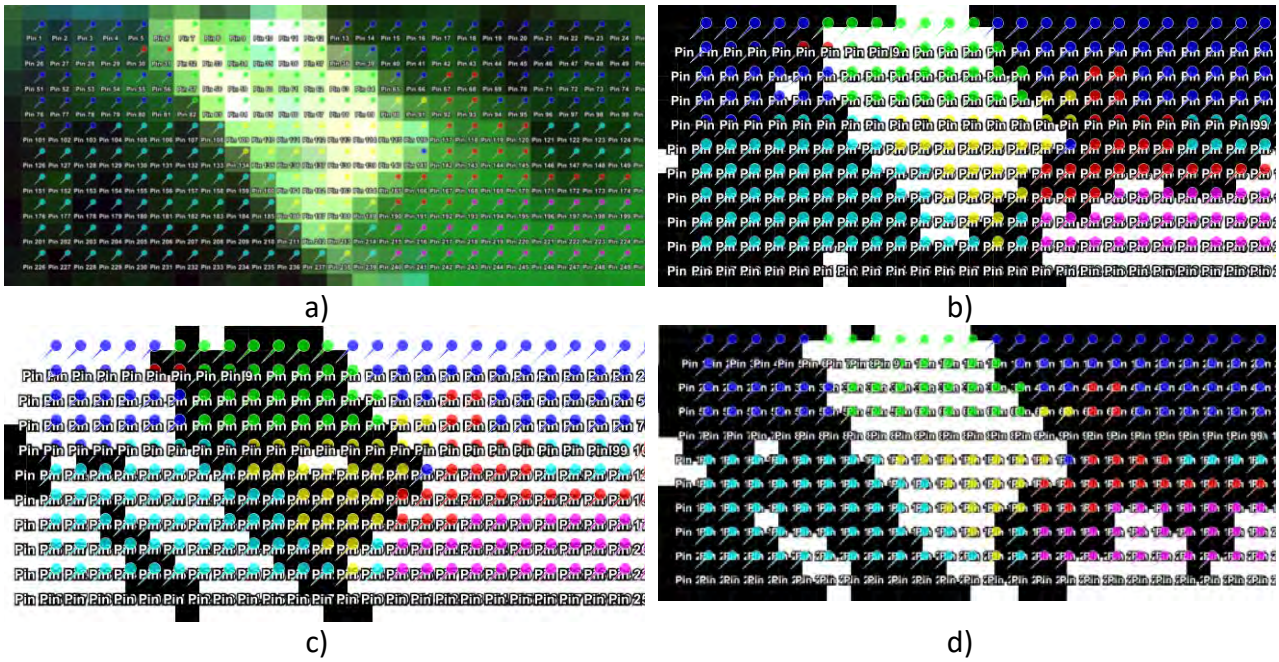


Рис.1. Результаты автоматизированной обработки материалов съёмки, где:
a) - результаты кластеризации; b), c), d) – результаты идентификации элементов ландшафта (выделены черным цветом) A, B и C соответственно.

Пояснения к обозначениям на рис. 1, данные о размерах выборок, а также пороговые значения вегетационного индекса приведены в табл. 2.

Табл. 2. Характеристики и обозначения элементов ландшафта

Условное обозначение и цвета элементов ландшафта	Количество пикселей, шт	Обучающая выборка, шт	Контрольная выборка, шт	NDVI min	NDVI max
A, синий, голубой	131	66	65	0,394	0,605
B, зеленый, желтый	59	30	29	0,064	0,438
C, красный, розовый	60	30	30	0,429	0,651
Всего	250	126	124		

В табл. 3 приведены значения матрицы соответствия. Данные получены на основе анализа рис. 1.

Табл. 3 Данные для оценивания качества автоматизированной идентификации

		Данные контрольной выборки			**Всего в строке**	**UA**
		A	**B**	**C**		
Результаты идентификации	**A**	**61**	2	1	65	0,94
	B	4	**25**	0	29	0,86
	C	16	1	**13**	30	0,43
Всего в столбце		81	28	14		
PA		0,75	0,89	0,93		

С помощью матрицы соответствия приведен пример оценивания качества результатов автоматизированной обработки материалов съёмки. Обработка осуществлялась на основе анализа пороговых значений простейшего индекса NDVI. На основе предложенного подхода можно оценивать результативность применения других индексов, например, SWVI, а также других алгоритмов автоматизированной обработки. Анализ значений матрицы соответствия позволяет выделить элементы ландшафта, отличающиеся наименьшей степенью достоверности их автоматизированной идентификации. Для более обоснованного принятия решения при управлении развитием территории можно, при необходимости, сосредоточить усилия на повышении значений соответствующих показателей путем применения других индексов или алгоритмов обработки материалов съёмки. Порядок формирования достоверных данных, а также обоснование требований к обучающей и контрольной выборкам, требуют дальнейших исследований.

Исследования проведены с использованием ресурсов ЦКП «Северо-Западный центр мониторинга и прогнозирования развития территорий»

Библиографический список

1. Алексеев А.С., Черниховский Д.М., Оценка изменений вегетационных индексов еловых насаждений, поврежденных IPS typographus на основе совмещенного анализа наземных обследований и материалов Sentinel-2.// Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции 24-26 мая 2023 г. /с 50-53.
2. Alekseev A., Chernikhovskii D. Assessment of the health status of tree stands based on Sentinel –2B remote sensing materials and the short-wave vegetation index SWVI

// IOP Conf. Series: EarthandEnvironmentalScience 876 (2021) 012003. P. 7. https://doi:10.1088/1755-1315/876/1/0120031.
3. Grigorieva O., Brovkina O., Saidov A.. An original method for tree species classification using multitemporal multispectral and hyperspectral satellite data. Silva Fennica vol. 54 no. 2 article id 10143 17 p., 2020, https://doi.org/10.14214/sf.10143
4. Maxwell, A.E.;Warner, T.A.; Guillén, L.A. Accuracy Assessment in Convolutional Neural Network-Based Deep Learning Remote Sensing Studies—Part 1: Literature Review. Remote Sens. 2021, 13, 2450. https://doi.org/10.3390/rs13132450
5. Ракша С. Python и машинное обучение/ пер. с англ. А.В. Логунова. М.: ДМК Пресс, 2017. 418 с.
6. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений. Техносфера. 2010. 560 с.

ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПО ДОСТУПНОСТИ УЧАСТКОВ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ

Зленко Л.В., zlenkolv@mail.ru,
Евдокимова Л.С., els@ipklh.ru,
Институт повышения квалификации работников лесного хозяйства

На основании анализа ряда факторов, таких как границы зоны естественного лесовосстановления с учетом границ лесных районов в пределах отдельно взятого лесничества с интерпретацией на Сибирский федеральный округ, а также плотность дорожной сети, наличие густонаселенных пунктов и рельефа местности, выделены критерии доступности фонда лесовосстановления для лесов Сибири.

Ежегодно на территории Сибири проводятся лесовосстановительные мероприятия на вырубках, гарях, прогалинах, иных не занятых лесными насаждениями или предназначенных для лесовосстановления землях, направленные на сокращение площадей не покрытых лесной растительностью земель лесного фонда.

Периодически возникающая высокая и чрезвычайная горимость в отдельных регионах Сибири приводит к полной гибели или существенным повреждениям лесов, смене хвойных формаций на лиственные, изменению среднего возраста, бонитета насаждений и накоплению непокрытых лесом площадей с производными растительными ассоциациями, что приводит к дестабилизации ситуации по естественному восстановлению леса.

Естественное лесовозобновление на гарях имеет свои отличительные особенности [2]. Например, в результате уничтожения семян ценных хвойных пород, сгорающих вместе с подстилкой, возможна смена хвойных пород лиственными.

Новое поколение леса формируется или на гарях с полностью погибшим древостоем, или под пологом древостоев, в той или иной мере сохранивших жизнедеятельность. В первом случае новое поколение формируется из подроста

послепожарного происхождения, во втором – наряду с указанным подростом известную роль играет допожарный подрост. Доля участия последнего зависит от степени его сохранности при пожаре [1].

Влияние пожаров на растительность очень разнообразно как по своему непосредственному воздействию на допожарные фитоценозы, так и по результатам послепожарного формирования сообществ. Послепожарные фитоценозы в процессе своего восстановительного и возрастного развития чаще всего постепенно возвращаются к коренным типам сообществ, в понимании В.Н. Сукачева [4].

Цель данной работы состоит в том, чтобы раскрыть особенности лесовосстановительных работ на нарушенных участках с учетом доступности, лесорастительных условий или иных факторов.

Задачи работы:

- проанализировать доступность фонда лесовосстановления с учетом лесной типологии опытных участков;
- раскрыть критерии определения доступности фонда лесовосстановления в условиях Сибири;
- определить состояние нарушенных насаждений, произрастающих в различных типах леса после воздействий природного и антропогенного характера.

В процессе исследования планируется на основании значимых критериев определить доступность фонда лесовосстановления на пробных площадях в Сибирском федеральном округе.

Одним из основных критериев доступности фонда лесовосстановления является наличие и состояние дорог. Рассматривается единая транспортная сеть, соединяющая лесные массивы лесничеств и лесопарков, лесные участки и иные лесохозяйственные объекты между собой и с путями движения транспорта общего пользования [5]. Дороги классифицируются по видам: лесовозные, лесохозяйственные, противопожарные, туристические.

В соответствии с Правилами лесовосстановления, формой, составом, порядком согласования проекта лесовосстановления (Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 декабря 2021 г. N 1024) [3], критериями выбора способа лесовосстановления являются: лесной район, количество жизнеспособного подроста или молодняка хозяйственно-ценной древесной породы, группа типов леса или лесорастительных условий.

На нарушенных участках в первую очередь необходимо оценивать перспективы естественного возобновления и меры, которые необходимо принимать при его отсутствии.

Особое внимание стоит обращать и на рельеф местности, обусловленный высотной поясностью рельефа, пересеченностью, крутизной и экспозицией склона.

Необходима четкая классификация различных горельников, дающая заключение о необходимости, времени и характере проведения определенных лесовосстановительных работ (согласно принятым критериям).

При учете транспортной доступности фонда лесовосстановления необходимо придерживаться региональных особенностей, опирающихся на экономическую составляющую конкретных лесных участков с прогнозом полезности их в хозяйственно ценном формате, в пределах одного лесного района.

Транспортная инфраструктура - важный элемент хозяйственного освоения территорий, богатых лесными ресурсами. Ее развитость определяется плотностью лесных дорог, что напрямую влияет на объем и качество лесохозяйственных работ. Транспортная инфраструктура лесного сектора экономики должна интегрироваться с региональной транспортно-логистической системой.

Задачи оценки состояния лесных дорог с использованием космических снимков и последующим использованием для создания геоинформационной системы состоят в следующем:

– создании карт существующей сети дорог;

– оценке текущего состояния дорожной сети с корректировкой согласно сезонности;

– выявлении закономерностей изменения дорожного состояния и установлении причин расстройства дорожного покрытия;

– определении возможности преодоления сложных участков с большими перепадами в рельефе местности и водных объектов.

На основании выявленных опытным путем критериев, характерных для данной конкретной местности с привязкой согласно требованиям нормативно-правовых актов (НПА) к лесным районам в пределах одной учетной единицы (лесничество, лесопарк и др.).

На основании выделенных критериев возможно производить ранжирование данных наземных обследований, интерпретированных в показателях на карту данных, ГИС.

Предполагается, что распределение территории Сибири относительно степени доступности нарушенных различными факторами участков лесных земель, может лечь в основу планирования лесовосстановительных работ в пределах учетной единицы.

Библиографический список

1. Буряк Л.В. Влияние пожаров на лесовозобновление в условиях Нижнего Приангарья // Л.В. Буряк, А.И. Сухинин, С.А. Москальченко // Лесоведение. – 2009. – № 5. – С. 17-23

2. Крылов Г.В. Леса Западной Сибири / Г.В. Крылов. – Новосибирск: Наука, 1961. – 257 С.

3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 декабря 2021 г. N 1024 "Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления"

4. Сукачев В.Н. Методические указания по изучению типов леса / В.Н. Сукачёв, С.В. Зонн. – М., 1961. – 144 с.

5. Сускин Ю.А., Кувалдин Б.И. Строительство лесовозных дорог и искусственных сооружений: Учебник для техникумов. – М.: Лесная промышленность. 1979. – 320 с.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ОПУСТЫНЕННЫХ И ЗАСОЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПАЛЛАСОВСКОГО РАЙОНА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ГИС И ДЗ

Ищук Т.А., Rabbit0189@mail.ru,
Скачкова А.Р., blackvaran2@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Согласно Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (КБООН) опустынивание – это деградация земель в аридных, субаридных и засушливых субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека [3]. Деградация земель по тому же документу – это снижение или потеря биологической или экономической продуктивности засушливых земель.

На данный момент этот процесс активно наблюдается в южных регионах России. Согласно данным Минсельхоза Российской Федерации в Республике Калмыкия, в Астраханской и Волгоградской областях процессы деградации земель в ходе опустынивания зафиксированы более чем на 50% сельскохозяйственной территории [1].

В настоящее время наиболее эффективным методом изучения пространственного распределения опустыненных и засоленных территорий является картографирование с помощью ГИС-технологий на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ). Геоинформационные методы помогают определить местоположение изучаемых объектов и отслеживать изменения, происходящие в этих областях со временем. Опустынивание территории может развиваться вследствие неблагоприятного сочетания климатических условий, а также в результате негативных антропогенных воздействий. Для мониторинга пространственно-временных изменений на участках, подверженных опустыниванию, применяется методика картографирования с точным привязыванием объектов к географическим координатам и анализом динамики изменений на этих территориях в течение определенного временного периода. Оценка степени опустынивания основывается на классификации видов деградации и производится средствами дистанционного зондирования и геоинформационных технологий [6].

Объектом исследования был выбран Палласовский район Волгоградской области, являющийся частью аридного пояса России. Более того, на выбранной территории отмечено усиление процессов опустынивания, приводящих в свою очередь к учащению пыльных бурь в данном регионе [4]. Эти явления приводят

к расширению уже существующих очагов опустынивания и к формированию новых [5].

Исходя из требований к разрешению материалов дистанционного зондирования Земли для проведения ретроспективного и пространственного анализа земель, подверженных опустыниванию, использовали мультиспектральные спутниковые снимки Sentinel-2 с пространственным разрешением 10 м и Landsat-2 с пространственным разрешением 80 м. В связи с постепенным продолжительным во времени развитием процессов опустынивания и пространственным распространением очагов, для дешифрирования был выбран интервал в 10 лет (1984, 1994, 2004, 2014, 2023 гг.) [2].

Для анализа песчаных участков и растительного покрова применялись методы визуального дешифрирования, основанные на комбинации спектральных каналов, представляющих изображение в естественных цветах, что обеспечивает высокую контрастность участков, покрытых растительностью (как травянистой, так и древесной) и песчаных участков. Границы выявленных в результате дешифрирования категорий земель были сохранены в форме векторных слоев для последующей обработки данных. Программное обеспечение QGIS 3.4 использовалось для обработки материалов космической съемки, геоинформационного анализа, создания и редактирования векторных слоев. Статистическая обработка данных проводилась в программе MS Excel. Площади полигонов рассчитаны на эллипсоиде WGS 84.

Выполнено дешифрирование материалов ДЗЗ на территорию площадью 12 420 тыс. км^2, что составляет 10,95% от общей площади Волгоградской области. Палласовский район является самым большим по площади. Протяженность с запада на восток – 60 км, с севера на юг – 180 км.

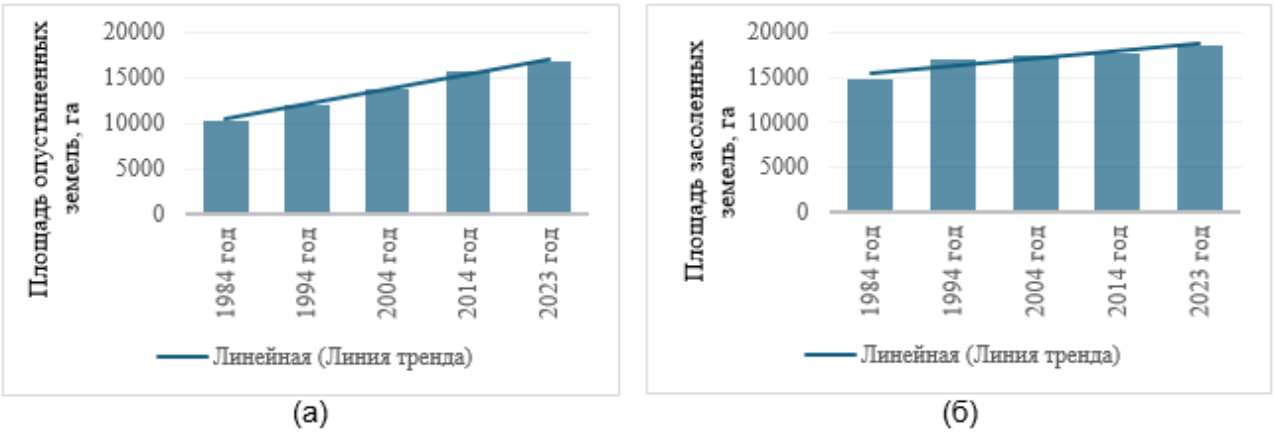


Рис. 1. Динамика площади опустыненных (а) и засоленных (б) земель

В результате проведённого исследования определена динамика площадей опустыненных и засоленных земель (рис. 1). Максимальное увеличение площади опустыненных земель в 2023 г. составляет 63,9% от показателя 1984 года, что подтверждает достаточно динамичное развитие процесса. Подобная же ситуация наблюдается и на засоленных территориях – в 2023 г. Отмечается увеличение площади засоленных земель на 24,8% по сравнению с 1984 годом (табл. 1).

Табл. 1. Площадь земель, подвергнутых опустыниванию в Палласовском районе Волгоградской области

Год	Опустыненные земли, га	Увеличение площади опустыненных земель по отношению к 1984 г., %	Засоленные земли, га	Увеличение площади засоленных земель по отношению к 1984 г., %	Итого, га
1984	10278,7	-	14835,7	-	25114,4
1994	12126,4	18,0	16980,1	14,5	29106,5
2004	13830,2	34,5	17592,3	18,6	31422,5
2014	15852,6	54,2	17697,4	19,2	33550
2023	16851,8	63,9	18515,3	24,8	35367,1

Увеличение скорости прироста площадей, подверженных опустыниванию и засолению, подтверждает важность исследования данной проблемы и требует тщательного изучения и прогнозирования рассматриваемых процессов. Методы дешифрирования в сочетании с ГИС-технологиями могут использоваться для анализа устойчивости территорий и планирования мероприятий, направленных на борьбу с опустыниванием и деградацией.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году», 2021. М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова. 864 с.
2. Дорошенко В.В. Геоинформационный анализ динамики площадей очагов опустынивания в восточной части Ставропольского края // Природные системы и ресурсы, 2022, Т. 12, №2, С. 59-66.
3. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке, г //Сб. док. – 1994. – Т. 2. – С. 171-180.
4. Кулик К.Н., Петров В.И., Юферев В.Г., Ткаченко Н.А. Шинкаренко С.С. Геоинформационный анализ опустынивания северо-западного Прикаспия // Аридные экосистемы, 2020, Т. 26, № 2(83), С. 16-24.
5. Скачкова А.Р., Ищук Т.А. Геоинформационный анализ опустыненных и засоленных земель Палласовского района Волгоградской области // Актуальные вопросы лесного хозяйства, материалы VII Международной молодежной найчно-практической конференции, - Санкт-Петербург: - СПбГЛТУ, 2023, С. 216-220
6. Юферев В.Г., Силова В.А., Ткаченко Н.А. Дистанционный мониторинг опустынивания территории Калмыкии. // Аридные экосистемы. – 2023 – Т. 29. - № 1(94) – С. 46-52.

ИСХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НА МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ БАС

Лавров А.В., vimlavrov@mail.ru,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ
Смирнов М.А., knohunt@yandex.ru,
Группа Промавто

В Российской Федерации площадь земель лесного фонда, покрытых лесом, составляет 766,6 млн га, что обуславливает необходимость проведения работ по охране и защите лесов с применением авиации, в том числе и беспилотных авиационных систем (БАС) [1], [3].

Внедрение БАС в повседневную эксплуатацию в лесном хозяйстве потребует опережающего развития инфраструктуры взлетно-посадочных площадок, аэродромов, вертодромов и перспективных дронопортов, предоставляющих наземное и техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, а также инфраструктуры для целей интеграции беспилотных воздушных судов в единое воздушное пространство Российской Федерации в районах и на маршрутах их применения [2].

Данную проблему можно решить за счет применения мобильных комплексов (МК) поддержки лесохозяйственных работ с применением БАС (рис.1).

На основании проведенных маркетинговых и патентных исследований разработан Проект исходных требований на мобильный комплекс поддержки лесохозяйственных работ с применением БАС, который после доработки послужит основой для разработки технического задания, конструкторской и технологической документации.

Рис. 1. МК поддержки лесохозяйственных работ с применением БАС

Проект исходных требований включат 9 разделов:

1. Назначение

МК – грузовой автомобиль, повышенной проходимости, специального назначения для выполнения работ по поддержке лесохозяйственных работ с применением БАС.

МК должен обеспечивать:

- мониторинг лесного фонда, включая обнаружение лесных пожаров, нарушения правил лесопользования, вредителей и болезней деревьев, противодействие незаконной хозяйственной деятельности;

- картографирование лесного фонда для целей контроля и оценки лесных угодий, включая анализ количественных и качественных характеристик лесов, планирование профилактических мероприятий, лесопользования и лесовосстановления;

- поддержку сотрудников в зоне лесных пожаров, включая ретрансляцию связи, мониторинг нахождения сотрудников, визуальный контроль оперативной обстановки, информационное сопровождение сотрудников.

2. Место в системе машин для лесного хозяйства и защитного лесоразведения

Мобильный комплекс предусмотрено включить в перспективную Систему машин в Раздел «Технологические комплексы машин и перечень технических средств для борьбы с лесными пожарами» и «Технологические комплексы и перечень технических средств для борьбы с вредителями и болезнями леса» на 2025-2035 гг.

3. Зоны применения

Возможно применение мобильного комплекса во всех зонах России.

Общая технологическая потребность, шт. –1500.

4. Условия работы

Мобильный комплекс работает в различных почвенно-климатических условиях, характерных для указанных зон, при выполнении БВС мониторинга и патрулирования лесного фонда.

5. Показатели качества технологического процесса

Качественные показатели характеризуют качество технологического процесса, выполняемого каждым из рабочих модулей.

6. Показатели качества изделия

МК является универсальной платформой, на которой можно реализовать выполнение различных функций за счет комбинирования основных модулей:

- грузовой автомобиль на базе шасси с колесной формулой 4х4, 4х6, 6х6;
- обитаемый контейнер;
- автоматизированное рабочее место оператора (-ов);
- системы функционального обеспечения;
- зарядная станция;
- привязная система для БВС;
- автоматизированная посадочная площадка (крыша, лифт);
- БВС мультикоптерного типа;
- БВС типа VTOL;
- модуль (-и) полезной нагрузки для БВС.

7. Экономические требования

Для оценки экономической эффективности проведено сопоставление вариантов реализации технологического сценария при решении

лесохозяйственной задачи существующими методами и технологиями с применением БВС:

Охрана лесов от пожара

- в сравнении с наземным патрулированием, позволяет повысить производительность работ в 5-10 раз за счет увеличения скорости;

- в сравнении с пожарно-наблюдательными вышками, позволяет повысить производительность работ в 2-3 раза за счет повышения точности выявления очагов пожаров.

2. Лесопатологическое обследование

в сравнении с наземным обследованием, позволяет повысить производительность работ в 5-10 раз за счет увеличения скорости и полноты обследования.

Лимитная цена МК по ценам реализации техники лесному хозяйству составляет 15 000 000 руб.

8. Срок исходных требований

Срок действия исходных требований – 5 лет.

9. Разработчик исходных требований

Исходные требования разработаны ООО "ГРУППА ПРОМАВТО"

Разработанные исходные требования предназначены для создания эффективных лесохозяйственных МК поддержки работ с применением БАС на основе модульного построения конструкции, обеспечивающего при оптимальной комплектации снижение себестоимости работ по сравнению с традиционными технологиями.

Библиографический список

1. Коршунов Н.А., Савченкова В.А., Перминов А.В., Конюшенков М.Е. Перспективные направления применения беспилотных авиационных систем в лесном комплексе // Лесохозяйственная информация. 2022. № 2. С. 34–46.
2. Об утверждении Стратегии развития беспилотной авиации РФ на период до 2030 г. и на перспективу до 2035 г. и плана мероприятий по ее реализации. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.06.2023 г. № 1630-р.
3. Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11.02.2021 № 312-р.

ТРЕЙФЕЛЬД Р.Ф. О СОСТОЯНИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ

Николаева М.А., marin.nikol_1060@mail.ru,
Орлов М.М., omm61960@mail.ru,
Алексеев А.С., a_s_alekseev@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Введение. В октябре 2022 г. ушёл из жизни замечательный человек, заслуженный лесовод России, Рудольф Фрицевич Трейфельд, всю свою

трудовую деятельность посвятивший служению Лесу, десятки лет проработавший в организации «Севзаплеспроект». Был одним из разработчиков Проекта Лесоустроительной инструкции 2014 г. Немало усилий им приложено для приостановки и прекращения хищнических рубок. В 2021 г. Р.Ф. Трейфельдом был подготовлен текст - Предисловие к III тому «Труды проф. М.М. Орлова» [2], который лёг в основу представляемой здесь работы, затронувшей злободневный для наших дней вопрос относительно организации лесного хозяйства и лесоустройства в России.

Основы теории российского лесного хозяйства и базовые понятия по лесной таксации и лесоустройству изложены в трудах классиков российской науки - В.С. Семёнова, А.Е. Теплоухова, Ф.К. Арнольда, А.Ф. Рудзкого, М.М. Орлова. Созданные более чем 100 лет назад, они остаются незыблемым фундаментом для современных учебников и пособий учебных образовательных учреждений.

В среде специалистов с лесным образованием хорошо известны значение и роль лесоустройства как специальной службы, создающей подробную лесотаксационную информацию, что позволяет планировать лесохозяйственные мероприятия и на предстоящее 10-летие, и на перспективу. К сожалению, с введением в действие Лесного кодекса 2006 г. государство сократило финансирование устройства лесов до минимума, и теперь достоверная информация о лесах России имеется лишь на 20 % от их общей площади.

Период действия Лесного кодекса 2006 г., как никакой другой в российской истории, служит иллюстрацией «неправильного лесного хозяйства». Начиная с 90-х гг. прошлого столетия до настоящего времени - это в чём-то повторение ситуации начала 30-х годов, когда было объявлено о рубке лесов в размере потребности, игнорируя принципы неистощительности лесопользования. Возвращение приоритета пользования перед созиданием и охраной лесов стало печальным фактом для лесов России. Идея передачи функций лесного хозяйства арендаторам в обмен на неоправданно низкие тарифы стоимости леса на корню, привела к состоянию заброшенности лесов, засорению их мусором, к ежегодным лесным пожарам на огромных площадях и непрекращающимся нелегальным рубкам. Лесное хозяйство перестало быть инструментом государства, не допускающим приоритета вырубки лесов перед их восстановлением, перед охраной от пожаров, борьбой с очагами энтомовредителей и болезней леса.

Нарушение равновесия между «топором и мечом Колесова» становится очевидным, если сравнить базовые классические положения теории и практики ведения лесного хозяйства с его фактическим упадком, последовавшим после принятия в 2006 г. Лесного кодекса. По данным Рослесхоза, научно обоснованная лесоустройством норма лесопользования – расчётная лесосека, в целом по России составляет на сегодня порядка 730 млн м³. Известно, что рубки спелых и перестойных насаждений могут выполняться и фактически ведутся в зоне активного лесопользования (в транспортно доступной зоне), площадь которой по разным источникам - примерно 350 млн га, или 30% от площади всех лесов РФ. Расчетная лесосека, приходящаяся на эту площадь, пропорционально запасам древесины, должна быть не более 260 тыс. м³, или 36% от общей

расчётной лесосеки по России. При выявлении фактического объёма заготовки древесины, официально опубликованные цифры следует увеличивать как минимум на 25 % за счёт теневого оборота; фактический ежегодный объём вырубаемой древесины окажется близким к 270 млн м³ или 103% от расчетной лесосеки, приходящейся на зону активного лесопользования РФ. Следовательно, освоение расчётной лесосеки на доступную часть лесов РФ реально отражает грань, за которой невозможно соблюдение концептуальных принципов цивилизованного ведения лесного хозяйства – неистощительного, непрерывного, рационального, равномерного во времени и пространстве лесопользования. Продолжение вырубки лесов достигнутыми темпами неизбежно приведёт к истощению лесов, а с учётом практического отсутствия лесовосстановления - и к снижению лесистости. Последнее обстоятельство прямо противоречит современному мировому тренду на увеличение лесистости территорий. Проф. М.М. Орлов многократно повторял тезис о строгом соблюдении нормы лесопользования и признании законом обязательности соблюдения принципа постоянства и неистощительности пользования лесом.

Определяющим элементом успешного ведения лесного хозяйства является восстановление вырубаемых лесов без смены ценных пород на низкотоварные. Во многом это достигается за счёт соблюдения веками сложившейся классической технологии лесовыращивания. Сохранение вырубаемых лесных площадей в высокотоварном хозяйстве обеспечивает использование районированного посадочного или посевного материала. Успешность лесовосстановления (лесовозобновления) невозможна без периодически повторяемых агротехнических и лесоводственных уходов, что при правильном ведении лесного хозяйства занимает период до 40 лет и требует немалых затрат. Однако в последние годы, когда фактически всю заготовку древесины выполняют арендаторы, правильная технология лесовосстановления грубо нарушена, зачастую сводится к стартовой операции – посадке, или посеву; уходы за молодняками проводятся изредка и огромные площади вырубок зарастают малоценными породами. Причём, в официальных отчётах указывается, что восстановление выполнено на площади, как правило, близкой к площади вырубок, согласно лозунгу - «*сколько вырубил – столько и посади*».

О фактическом состоянии лесовосстановления вырубок можно судить по ретроспективному обследованию Союза лесоводов Санкт-Петербурга за последние 15 лет. Так, после сплошных рубок (в особенности после рубки ельников) лесовосстановление протекает крайне неудовлетворительно и преобладает неуправляемый процесс смены пород с хвойных на лиственные. На Карельском перешейке на площади порядка 2,0 тыс. га вырубок лесовосстановление на 85% является неудовлетворительным по шкале «Правил лесовосстановления» [Приказ Минприроды РФ от 29.12.2021 № 1024]. Причём Ленинградская обл. по официальным данным в последние годы представляется победителем в этом виде лесохозяйственной деятельности среди лесных субъектов РФ.

В последние годы остро встаёт проблема охраны лесов от пожаров. Нигде, как именно здесь, самым эффективным является профилактика, работа «на

опережение». К сожалению, в СМИ речь идёт о лесных пожарах на огромных территориях, соизмеримых с площадью субъектов РФ. Ведётся борьба с последствиями, в то время как причина – в отсутствии профилактики и своевременного выявления тлеющих окурков, ничтожных по площади, непотушенных костров и других загораний. Ошибкой было упразднение настоящей, полноценной лесной охраны в 2000 г., а главное - ликвидация традиционной, проверенной временем структуры лесничеств, оказавшихся без низового, крайне важного звена лесной охраны – лесников. Исторически, начиная со времён Петра I, в составе лесной охраны числились штатные единицы: лесничий, помощник лесничего, техник, лесники. В пожароопасный период вся лесная охрана патрулировала закрепленные персонально за каждым лесные участки. Сегодня эта истина не доходит до руководителей лесной отрасли, а ведь возврат к проверенной временем структуре и обязанностям лесной охраны позволил бы сократить площади, пройденные пожарами, в разы.

Проф. М.М. Орлов [1] указывает на требования к профессиональной подготовке персонала лесного хозяйства от центрального органа и руководителя до рядовых исполнителей и постоянных рабочих. Отмечая важность подбора в нужном количестве состава лесничества, он подчеркивает положение лесничего: «*Первая задача и забота лесничего – организовать охрану лесничества и леса и свести лесные правонарушения к единичным случаям*». Процесс депрофессионализации лесного хозяйства, научной деятельности, культуры негативно отражается на эффективности всего лесного сектора экономики страны. Руководству следует прислушаться к голосам профессионалов, высказывающихся за возврат управления лесным хозяйством на министерский уровень. Это в большой мере позволит упорядочить лесопользование, остановить процессы нежелательной смены пород и обезлесивания лесных территорий, вернуть лесничему авторитет и положение хозяина леса.

Однобокое развитие лесного направления экономики страны крайне негативно сказывается на численном составе и компетентности профессионалов - лесохозяйственников. Времена меняются. Истощение запасов доступной ценной древесины неизбежно приведёт к необходимости возврата к традиционному лесному хозяйству и достаточному его финансированию.

Библиографический список

1. Орлов М.М. Лесоуправление как исполнение лесоустроительного планирования. Л., 1930. - 491 с.
2. Труды проф. М.М. Орлова. Проект лесоустроительной инструкции (1924). Неопубликованные работы. Том III / Ред.: М.М. Орлов (правнук) и др. СПб.: филиал ФГБУ «Рослесинфорг» «Севзаплеспроект», СПбГЛТУ, 2021. - 365 с.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД С УЧЕТОМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Семенов Д.В., dima_cemenov-1999@mail.ru,
Лукашик Е.Е., lukashik-proekt@yandex.ru,
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Озеленение и восстановление территорий городов в условиях технологического прорыва на данный момент является очень актуальным направлением, в связи с увеличением промышленных предприятий, оказывающих влияние на окружающую среду [2]. Одним из важнейших факторов, определяющих состояние зеленых насаждений в городах, является загрязнение атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта [1]. Количество автомобилей и промышленных предприятий ежегодно возрастает, что отрицательно сказывается на состоянии атмосферного воздуха в крупных городах и их окрестностях [3]. К последствиям многолетнего антропогенного загрязнения городов также относится значительное накопление в почвах тяжелых металлов [5]. Для эффективного мониторинга и анализа экологической обстановки на помощь приходят современные информационные технологии, в том числе технологии для обработки геопространственных данных. Геоинформационные технологии в первую очередь используются для хранения и оперативного получения информации, её удобной обработки и поддержки принятия управленческих решений [4].

Целью данной работы является проведение анализа состояния древесных зеленых насаждений города Великий Новгород с учетом показателей загрязнения атмосферного воздуха. Для достижения указанной цели сформирована геоинформационная база данных и определена возможность мониторинга состояния древесных зеленых насаждений (наблюдение и сбор данных, анализ и оценка ситуации, принятие решений по защите, содержанию и восстановлению городских зеленых насаждений).

Объектами исследования являются древесные зеленые насаждения, расположенные на улицах, прилегающих к постам опорной сети управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС): Б. Московская, Б. Санкт-Петербургская, Чудинцева, Людогоща, Воскресенский бульвар (рис. 1).

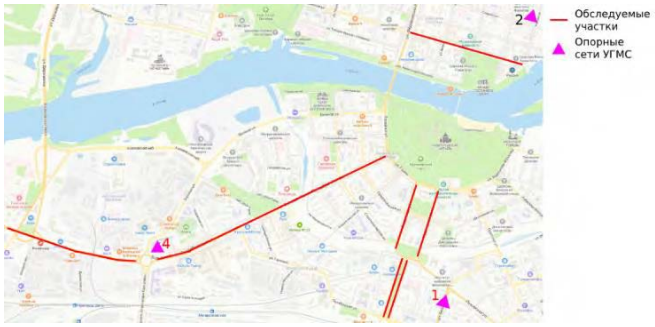


Рис. 1. Объекты исследования – городские зелёные насаждения улиц Великого Новгорода, прилегающих к постам УГМС

На территории Великого Новгорода расположено три поста опорной сети УГМС, на которых определяются фоновые концентрации содержания загрязняющих веществ в воздухе. Посты располагаются на территориях жилых районов и вблизи автомагистралей.

Работы проводились в три этапа: получение данных полевых измерений, камеральная обработка с анализом данных в геоинформационной системе. Во время полевого этапа определялось состояние древесных насаждений, их таксационные показатели и точные пространственные данные с помощью геодезического приемника. Далее формировалась база данных с информацией о результатах геодезических измерений, местоположении деревьев на местности, содержании загрязняющих веществ, влияющих на состояние древесных зеленых насаждений. Работы проводились в ГИС Аксиома, в качестве картографической подложки использовался ортофотоплан территории (рис. 2).

Рис. 2. Расположение обследуемых древесных зеленых насаждений на ортофотоплане и атрибутивная таблица с характеристиками отдельных деревьев

По результатам проведенных работ была сформирована таблица, содержащая обобщенные сведения о санитарном состоянии зеленых насаждений выбранных улиц и о содержании загрязняющих веществ в воздухе (табл. 1). Средние концентрации загрязняющих веществ в воздухе ($q_{ср}$, мг/м^3) были получены из Обзора о состоянии и об охране окружающей среды Новгородской области 2022 года (https://minpriroda.novreg.ru/).

Табл. 1. Состояние древесных зеленых насаждений и средние концентрации примесей в воздухе в границах сети УГМС на обследуемых улицах города Великий Новгород

Улица	Кол-во деревьев, шт.	Без призн. осл., шт.	Ослабл., шт.	Сильн. Ослабл., шт	Усых., шт.	Сух. тек. Года, шт.	Сух. прошл. Лет, шт.	Оксид углерода, мг/м^3.	Диоксид азота, мг/м^3.	Аммиак, мг/м^3.	Формальдегидов, мг/м^3.
Б. Московская	212	12	169	29	1	1	0	0,5	0,009	0,031	0,001
Б. Санкт-Петербургская	585	121	432	23	6	3	0	0,9	0,022	0,028	0,003
Чудинцева	264	4	171	80	9	0	0	0,5	0,015	0,029	0,002

Людогоща	108	0	93	13	2	0	0	0,5	0,015	0,029	0,002
Воскресенский бульвар	397	135	235	25	2	0	0	0,5	0,015	0,029	0,002
Итого	1566	272	1100	170	20	4	0	-	-	-	-

Было обследовано всего 1566 деревьев. Среди них преобладает липа мелколистная (Tilia cordata Mill.) в количестве 1469 штук (93,8%), из которых наибольшее количество ослабленных и сильно ослабленных деревьев произрастают на улицах Людогоща (98,15%), Чудинцева (95,08%) и Б. Московская (93,40%). Концентрации загрязняющих веществ в воздухе указанных улиц отличаются, наибольшее различие в показателях диоксида азота на улице Б. Московская, их меньше на 40% по сравнению с другими улицами.

Геоинформационный анализ позволяет сопоставлять данные о санитарном состоянии городских зеленых насаждений, расположенных в разных частях города, с учётом показателей загрязнения атмосферного воздуха и источников загрязнения. Также геоинформационный анализ может использоваться в процессе планирования мероприятий по сохранению зеленых насаждений города, а также при прогнозировании изменений санитарного состояния зеленых насаждений при тех или иных сценариях развития территорий (строительство новых промышленных предприятий, жилых микрорайонов и т.д.).

Библиографический список

1. Влияние автотранспортного загрязнения на биохимические и морфологические показатели состояния деревьев дуба черешчатого / Н. Ю. Кулакова, А. В. Колесников, И. Н. Курганова [и др.] // Лесоведение. – 2021. – Т. 4, № 4. – С. 393-405. – DOI 10.31857/S0024114821040070. – EDN YYDAHA.
2. Логунов, Д. В. Санитарное состояние лиственницы сибирской (Larix sibirica Ledeb.) в урбанизированной среде на примере Г. Нижнего Новгорода / Д. В. Логунов // Вестник Нижегородского государственного агротехнологического университета. – 2023. – № 2(38). – С. 25-31. – EDN ILPIDH.
3. Минина, Н. Н. Оценка состояния природной среды Республики Башкортостан / Н. Н. Минина, А. Р. Магузумьянов // Научные дискуссии в условиях мирового кризиса: новые вызовы, взгляд в будущее: Материалы V международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Ростов-на-Дону, 29 июля 2022 года. Том Часть 1. – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Манускрипт", 2022. – С. 269-273. – EDN DWNLEL.
4. Ракова, С. А. Геоинформационные решения для улучшения городской среды на примере геоинформационного портала «Мой Новосибирск» / С. А. Ракова, Е. С. Агеенко // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2023. – № 1. – С. 43-46. – DOI 10.33764/2687-041X-2023-1-43-46. – EDN GUVBJH.
5. Тихонова, А. А. Регулярный мониторинг состояния почв и зеленых насаждений как направление оценки качества городской среды / А. А. Тихонова,

А. В. Холоденко // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 5-13. – DOI 10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.1. – EDN QFMLXS.

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ДРЕВЕСНЫХ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД

Семенов Д.В., dima_cemenov-1999@mail.ru,
Лукашик Е.Е., lukashik-proekt@yandex.ru,
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Городские зеленые насаждения – это важный экологический каркас населенного пункта, они обеспечивают эстетические и экологические комфортные условия для жизни населения, однако требуют соответствующего внимания к своему состоянию [3]. На данный момент установлено, что отсутствует полный, современный и систематизированный учет древесных зеленых насаждений, а также информационное обеспечение, которое позволяет вести непрерывный мониторинг их состояния и помогает оперативно принимать решения для улучшения условий произрастания зеленых насаждений в городах [1]. Зеленые древесные насаждения особенно страдают от уплотнения почв и выбросов загрязняющих газов от автотранспорта и объектов промышленного производства [2]. Для возможности проектирования мероприятий по уходу за зелеными насаждениями осуществляется оценка состояния каждого отдельно стоящего дерева с определением всех его характеристик (таксационных показателей и санитарного состояния) и последующей обработкой результатов [5]. Обработка результатов достаточно успешно может проводиться посредством геоинформационных систем (ГИС). Главное назначение ГИС заключается в формировании базы знаний о Земле, определенных территориях, а также в своевременном доведении важных и достоверных пространственных данных до пользователей с целью достижения наиболее эффективной работы [4].

Целью данной работы является создание ГИС для дальнейшего ее использования в системе мониторинга древесных зеленых насаждений на территории города Великий Новгород, а также для оценки их состояния на протяжении длительного времени.

Объектами исследования являются древесные насаждения на главных улицах города в районе Новгородского кремля, на которые оказывается наибольшее антропогенное воздействие. Для формирования ГИС были выбраны следующие улицы: Чудинцева, Людогоща, Мерецкова-Волосова, Розважа, Газон (рис. 1).

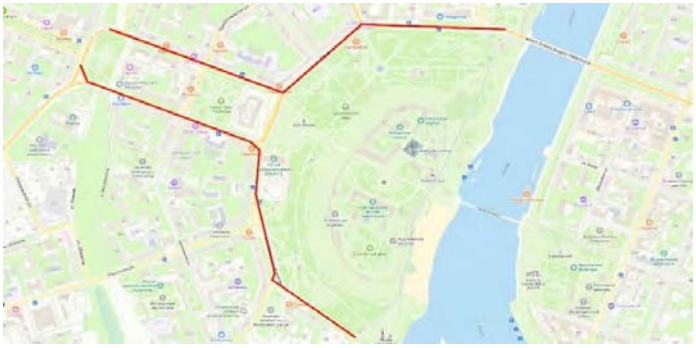


Рис. 1. Участки обследования древесных зеленых насаждений на улицах города Великий Новгород

При разработке ГИС пространственные данные о точном местоположении отдельных деревьев и границ насаждений получались в ходе проведения геодезических работ с применением ГНСС-приёмника; частично местоположение деревьев уточнялось картометрическим методом на основе геопривязанного ортофотоплана с пространственным разрешением 4 см/пикс, загруженного с картографического сервиса Яндекс.Карты с помощью программного обеспечения SAS.Planet.

Работа по инвентаризации древесных зеленых насаждений проводилась в два этапа: полевые измерения, а затем камеральная обработка данных. Во время полевых работ были получены координаты деревьев на обследуемых улицах и определены основные таксационные показатели каждого дерева, такие как видовая принадлежность дерева (кустарника), диаметр на высоте груди, высота, возраст, санитарное состояние (без признаков ослабления, ослабленные, сильно ослабленные, усыхающие, сухостой текущего года, сухостой прошлых лет) и характеристика наличия повреждений или болезней.

Первичная обработка данных была проведена в табличном редакторе Microsoft Excel (с формированием ведомости учета древесных зеленых насаждений). После обработки всех материалов и импорта геодезических измерений, местоположение всех древесных зеленых насаждений было указано в ГИС Аксиома на подложке – спутниковом снимке территории (рис. 2).

Рис. 2. Карта расположения древесных зеленых насаждений на обследуемых улицах города Великий Новгород

В результате обследования и составления карты расположения древесных насаждений в ГИС, была сформирована геоинформационная база данных о количестве и о состоянии всех деревьев на обследуемых улицах и отдельно каждого учтенного дерева (табл. 1).

Табл. 1 Состояние древесных зеленых насаждений на обследуемых улицах города Великий Новгород

Улица	Количество деревьев	Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие
Чудинцева	264	4	171	80	9
Людогоща	108	0	93	13	2
Мерецкова-Волосова	146	19	107	20	0
Розважа	107	8	91	8	0
Газон	71	5	50	15	1
Итого	696	36	512	136	12

Было обследовано 696 экземпляров деревьев в древесных зеленых насаждениях города и получены данные об их состоянии. Подведя итоги, можно сказать, что ослабленных деревьев на изучаемых участках наибольшее количество и составляет 512 штук, это 73,56 % от общего числа экземпляров деревьев в зеленых древесных насаждениях. Сухостоя текущего года и прошлых лет не выявлено на обследуемых улицах города.

Данная геоинформационная база данных позволит ежегодно аккумулировать новую информацию о древесных зеленых насаждениях на территории города Великий Новгород и может существенно облегчить процесс мониторинга их состояния.

Библиографический список

1. Ковязин, В. Ф. Разработка базы данных древесных насаждений парка / В. Ф. Ковязин, Д. А. Зацаренский // Астраханский вестник экологического образования. – 2012. – № 3(21). – С. 118-126.
2. Муллаярова, П. И. Создание цифровых схем озеленения для эффективного управления городскими зелеными насаждениями / П. И. Муллаярова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2019. – Т. 4, № 2. – С. 79-88. – DOI 10.33764/2618-981X-2019-4-2-79-88.
3. Николаева, О. Н., Трубина, Л. К., Муллаярова, П. И., Татаренко, В. И. Цифровое картографическое обеспечение для управления городскими зелеными насаждениями / Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2019. – Т. 24, № 4. – С. 132-141.
4. Семенов, В. А. Модель информационно-аналитического комплекса городской системы озеленения / В. А. Семенов, Т. Н. Иванилова // Хвойные бореальной зоны. – 2014. – Т. 32, № 1-2. – С. 7-9.
5. Трубина, Л. К. Геоинформационное картографирование и инвентаризация зеленых насаждений / Л. К. Трубина, Е. И. Баранова, Г. С. Чагина // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2013. – Т. 4, № 2. – С. 82-85.

УЧЁТ КОРЫ В ОБЪЁМАХ КРУГЛЫХ ДЕЛОВЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Трусов Г.И. glebtrue@bk.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Целью работы являлось установление закономерностей, позволяющих учесть доли коры в объемах круглых лесоматериалов основных лесообразующих пород Северо-Западного региона РФ.

Объектом данного исследования являлись сортименты главных лесообразую-щих пород Северо-Западного региона РФ, а именно: сосна обыкновенная – 799 шт., ель европейская – 1198 шт., берёза повислая – 8929 шт., осина или тополь дрожащий – 482 шт.

Основной задачей исследования являлся поиск математических моделей, позволяющих с наибольшей точностью перейти от диаметров и площадей сечений неокоренных сортиментов к диаметрам и площадям сечений, а на их основании – и объемам без коры. На начальном этапе исследования был необходим выбор показателей, через которые может быть осуществлен подобный пересчет. В результате, в качестве зависимых переменных были выбраны диаметры без коры ($d_{\text{без коры}}$), двойная толщина коры (DBT = $d_{\text{в коре}}$ - $d_{\text{без коры}}$) и доля диаметра без коры от диаметра неокоренного сортимента (Kd, %). Кроме того, были взяты аналогичные показатели по площадям сечений (g).

Проведенный далее анализ изменчивости толщины коры в пределах одного сортимента показал, что в большинстве случаев она не коррелирует с радиусом сортимента (рис. 1), а оценка погрешностей, возникающих при определении площади сечения коры как площади кольца, выявила их малые, не превышающие 2%, величины.

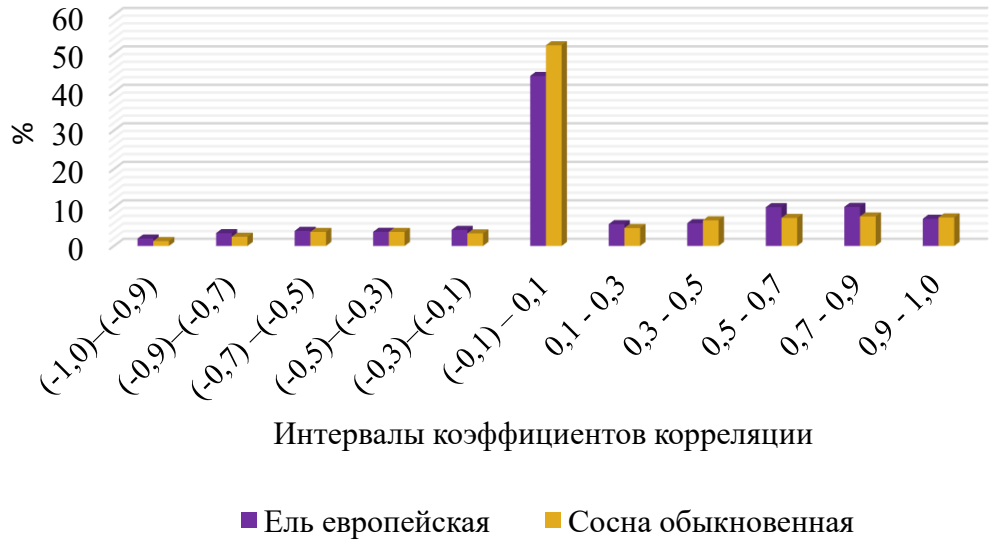


Рис. 1. Частоты коэффициентов корреляции между толщиной коры и радиусами лесоматериалов в пределах одного торца

Регрессионный анализ перечисленных ранее показателей позволил подобрать линейные уравнения, с наибольшей точностью описывающие взаимосвязи между ними. Пример полученных результатов приведен в табл. 1.

Табл. 1. Регрессионные уравнения, описывающие зависимость диаметров торцов круглых лесоматериалов без коры $d_{без\ коры}$ от диаметров в коре $d_{в\ коре}$

Порода	Регрессионное уравнение	R^2, %
Сосна	$d_{без\ коры}=\frac{1}{0{,}00063+\frac{1{,}01592}{d_{в\ коре}}}$	99,77
Ель	$d_{без\ коры}=\sqrt{1{,}76795+0{,}93668\cdot d^2_{в\ коре}}$	99,95
Береза	$d_{без\ коры}=\sqrt{16{,}0303+0{,}87275\cdot d^2_{в\ коре}}$	98,92
Осина	$d_{без\ коры}=\frac{1}{0{,}00014+\frac{1{,}04134}{d_{в\ коре}}}$	99,78

На основании полученных данных было установлено, что из рассмотренных показателей наиболее тесная взаимосвязь была выявлена между диаметрами и площадями сечений без коры и их аналогами в коре. В наименьшей степени поддающимися описанию показателями оказались доли диаметров и площадей сечений от диаметров и площадей сечений неокоренных лесоматериалов.

Известно, что с возрастом у многих древесных пород происходит изменение текстуры коры, приводящее к увеличению ее толщины.

Альтернативой учёта возрастов является использование для повышения точности результатов пересчета текстуры коры. Для проверки данного подхода во время полевой части при определении диаметров круглых лесоматериалов сосны было проведено их разделение на имеющие гладкую и трещиноватую поверхность. Проведенный анализ показал, что изменчивость рассматриваемых показателей в высокой степени зависит от текстуры коры (более 40% изменчивости может быть ей объяснено). Для влияния учета текстуры коры на точность получаемых результатов, для каждой из двух выделенных групп был проведен регрессионный анализ, аналогичный описанному выше, после чего оценены расхождения опытных и теоретических значений, полученных для всего массива данных и раздельно. Было установлено, что при учете текстуры коры происходит снижение ошибок в площади сечения коры в четыре, а в доли площади сечения без коры от площади сечения в коре – в полтора раза.

Для верификации полученных моделей на примере сортиментов круглого леса, не использовавшихся в предыдущих этапах работы, на основании замеров торцевых диаметров в коре и без коры была проведена проверка их применимости для перехода от диаметров неокоренных сортиментов известной длины к объемам в коре. За истинные значения были приняты объемы, найденные по фактическим торцевым диаметрам без коры. За теоретические –

объемы, найденные по диаметрам и площадям сечений без коры, полученных путем пересчета из данных в коре с помощью разработанных моделей.

Величины полученных для каждого из рассмотренных сортиментов абсолютных (взятых по модулю) выраженных в процентах ошибок приведены в табл. 2.

Табл. 2. Ошибки в определении объёмов сортиментов без коры

Порода	Показатель	Переменная, через которую вёлся пересчёт на объём без коры					
		$d_{\text{без коры}}$	DBT	Kd	$g_{\text{без коры}}$	$g_{\text{коры}}$	Kg
Ель	Min	0,012	0,024	0,246	0,014	0,051	0,311
	Max	3,172	2,997	3,197	5,234	3,922	3,153
	Среднее	1,099	1,217	1,420	1,771	1,452	1,411
Сосна	Min	0,175	0,429	0,541	0,050	0,067	0,668
	Max	3,452	3,541	3,720	3,547	4,719	3,679
	Среднее	1,754	1,988	2,014	1,567	1,562	2,005

Как видно из приведенных значений, каждая из рассмотренных в рамках исследования моделей позволяет с высокой точностью определить объемы круглых лесоматериалов без коры на основании замеров их диаметров в коре.

Если анализировать ошибки в определении общего объема сортиментов, на основании которых проводилась верификация, можно заметить ту же закономерность в распределении ошибок.

В заключение можно сказать, что проведенное исследование позволило:

• подобрать регрессионные модели, описывающие зависимость диаметров без коры, толщины коры и доли диаметров без коры от диаметров неокоренных сортиментов, а также аналогичных пар переменных для площадей сечений;

• установить, что классификация сортиментов сосны по текстуре коры с раздельным определением для групп сортиментов с гладкой и трещиноватой корой параметров регрессионных уравнений позволяет повысить их точность;

• установить, что полученные регрессионные уравнения могут быть использованы для определения объемов без коры на основании замеров диаметров круглых лесоматериалов в коре. Средние величины ошибок, полученные при верификации моделей, не превышали 2%.

Библиографический список

1. Никифорчин И.В., Ветров Л.С., Вавилов С.В., Гурьянов М.О., Минаев В.Н., Селиванов А.А. Таксация леса: практикум для подготовки бакалавров по направлению 250100 «Лесное дело». СПб.: СПбГЛТУ, 2013. 160 с.

СООТВЕТСТВИЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС ОБЪЕМАМ СНЕГОПРИНОСА К ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ПУТЯМ (НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА ЕКАТЕРИНБУРГ- КАМЕНСК –УРАЛЬСКИЙ)

Уразова А.Ф. urazovaaf@m.usfeu.ru,
Уральский государственный лесотехнический университет

При определении границ полосы отвода железной дороги, выполнении изыскательских работ, обосновании конструкции защитных полос используются данные снегоприноса к путям. Объемы снегоприноса зависят как от расположения дороги по отношению к господствующим ветрам, так и от реальных климатических характеристик района [3].

В этой связи с учетом изменений климата в последние десятилетия актуальной становится задача определения объемов снегоприноса к участкам железной дороги, подверженным заносу снегом. Такие сведения необходимы как при создании новых ЗЛП на безлесных снегозаносимых территориях, так и для оценки соответствия современных характеристик полосы отвода и конструкции лесных полос изменившимся за период их функционирования климатическим условиям.

Цель настоящей работы заключалась в оценке конкретных объемов снегоприноса к железнодорожным путям с учетом изменений климата, произошедших в последние десятилетия в районе исследований, и определение на этой основе соответствия структуры и конструкции существующих защитных полос реальным климатическим условиям и эффективности их функционирования.

Исследования снегоприноса выполнялись в полосе отвода железной дороги направления Екатеринбург – Каменск-Уральский. Железнодорожные пути данного направления отличаются самой высокой для условий Среднего Урала снегозаносимостью [1].

Конкретными объектами работы явились два участка железной дороги: 20 км (ПК 3+00-5+00) и 28км (ПК 8+00-9+00). Эти участки пути на протяжении 6,71 км по левой стороне и 6,78 км - по правой, характеризуются как снегозаносимые 1 категории [2]. На объемы снегоприноса в конкретной местности существенное влияние оказывает направление дороги. От г. Екатеринбурга к г. Каменск-Уральскому дорога тянется в юго-восточном направлении.

Для достижения поставленной цели в ЗЛП закладывались пробные площади (ПП) с учетом требований ОСТ 56-69-83. На ПП помимо традиционно оцениваемых таксационных показателей насаждений, определялись характеристики их полога и конструкция защитных полос.

Объемы снегоприноса к конкретному участку пути за какую- либо зиму или ряд зим можно получить аналитическим методом или на основании систематических натурных замеров снегоотложения на соответствующих участках пути [2]. Аналитический метод, использованный в работе, базируется на данных о количестве случаев, продолжительности и направлении метелевых ветров разной скорости, температуры воздуха и состоянии снежного покрова,

полученных на ближайших к объекту метеостанциях. Информация о метелевом режиме выбирается из журналов наблюдений за срок не менее 10 лет. Причем соответствующие данные выписываются за те дни, когда среднесуточная температура воздуха была ниже нуля, почва покрыта снегом и скорость ветра на высоте флюгера превышала 5 м/сек.

Необходимые для расчета размеров снегоприноса данные получены на метеостанции Верхнее Дуброво Свердловской области (географическая широта 56.73 долгота 61.07, высота над уровнем моря 288 м).

Рассчитанные объемы снегоприноса позволяют оценить соответствие системы существующих снегозадерживающих насаждений метеорологическим условиям на отдельных участках дороги и определить потребность в дополнительных средствах снегозащиты. Для этого производится сопоставление объемов снегоприноса и снегосборных характеристик защитных полос. О снегосборных характеристиках существующих защитных полос, зависящих от их конструктивных особенностей и таксационных показателей насаждений, представление можно получить из данных таблицы.

Табл. 1. Расчетный объем снегоприноса с вероятностью превышения 7% к исследуемым участкам железной дороги

№ объекта	Направление дороги	Объем снегоприноса, $м^3/м$		
		справа	слева	общий
1	ЮВ: 30^0	122,6	59,9	182,5
2	ЮВ: 80^0	21,6	34,6	56,2

При одинаковых метеорологических условиях количество приносимого к дороге снега существенно зависит от ее расположения относительно сторон света. В соответствии с нормативным документом при количестве приносимого снега за расчетную зиму в размере до 100 $м^3/м$ степень снегозаносимости участков дороги считается слабой, а в размере от 101 до 250 $м^3/м$ - средней [2]. Таким образом, по расчетам на первом объекте снегозаносимость железнодорожного пути оценивается как средняя, а на втором - как слабая.

В соответствии с существующим нормативом при слабой степени снегозаносимости вдоль железных дорог рекомендуется одно-двухполосная система защитных насаждений, а при средней - двух-трехполосная [2]. В отраслевом дорожном методическом документе по проектированию защитных насаждений вдоль автомобильных дорог предусматривается при объеме снегоприноса от 51 до 75 $м^3/$ м (слабая степень снегозаносимости) создание пятирядной полосы, а при объеме от 151 до 200 $м^3/$ м (средняя степень) - девятирядной. Таким образом, существующая система защитных насаждений на исследуемых объектах по количеству полос и рядов посадки деревьев в полосах в целом соответствует действующим нормативным документам.

Библиографический список

1. Ершов А.В. Интенсивность рубок ухода в путезащитных лесных полосах Среднего Урала / Ершов А.В.: дис…канд. с.-х. наук. — Свердловск, 1967. — 223 с.

2. Указания по изысканию и проектированию защитных лесонасаждений вдоль линий железных дорог СССР (Главное управление пути МПС). — М.: «Транспорт» 1974. — 112 с.
3. Уразова, А.Ф. Оценка количества атмосферных осадков в целях анализа возможностей штатного функционирования снегозащитных лесных полос / А.Ф. Уразова, З.Я. Нагимов, Э.Ф. Герц, П.Н. Уразов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии — 2022. — № 239. — С. 117-130. — DOI: 10.21266/2079-4304.2022.239.117-130.

ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ СПУТНИКОВАЯ СЪЕМКА В МОНИТОРИНГЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА КРИОЛИТОЗОНЫ

Харук В.И., v7sib@mail.ru,
Голюков А.С.,
Двинская М.Л.,
Им С.Т.,
Петров И.А.,
Институт леса имени В.Н. Сукачева СО РАН

Гравиметрическая съемка спутниками серии GRACE чувствительна ко всем факторам, влияющим на величину массы в поле зрения прибора (1°×1°), включая изменения водной массы. По данным гравиметрии получены значимые результаты в гидрологии и экологии [2, 3, 6]. Известно, что процессы таяния мерзлоты в криолитозоне влекут многочисленные и, как полагают, преимущественно негативные (к примеру, возрастание горимости) последствия для растительного покрова и глобального баланса углерода [1, 4].

Цель работы: (1) оценка динамики таяния почвогрунтов криолитозоны Средней Сибири, (2) анализ влияния таяния мерзлоты на индекс прироста лиственницы (*Larix sibirica, L. gmelinii*) и (3) на валовую (GPP) и чистую (NPP) первичную продуктивность растительного покрова.

Объект исследования: лесные, лесотундровые и тундровые сообщества криолитозоны Средней Сибири (рис. 1). В работе анализировались материалы съемок GRACE (база данных https://podaac-opendap.jpl.nasa.gov/opendap/hyrax), выполненных в 2002-2023 гг. и содержащих информацию о массе воды по всей глубине влагосодержания. Индекс радиального прироста деревьев лиственницы определялся методами дендрохронологии. Динамика GPP и NPP рассчитана на основе базы данных [5].

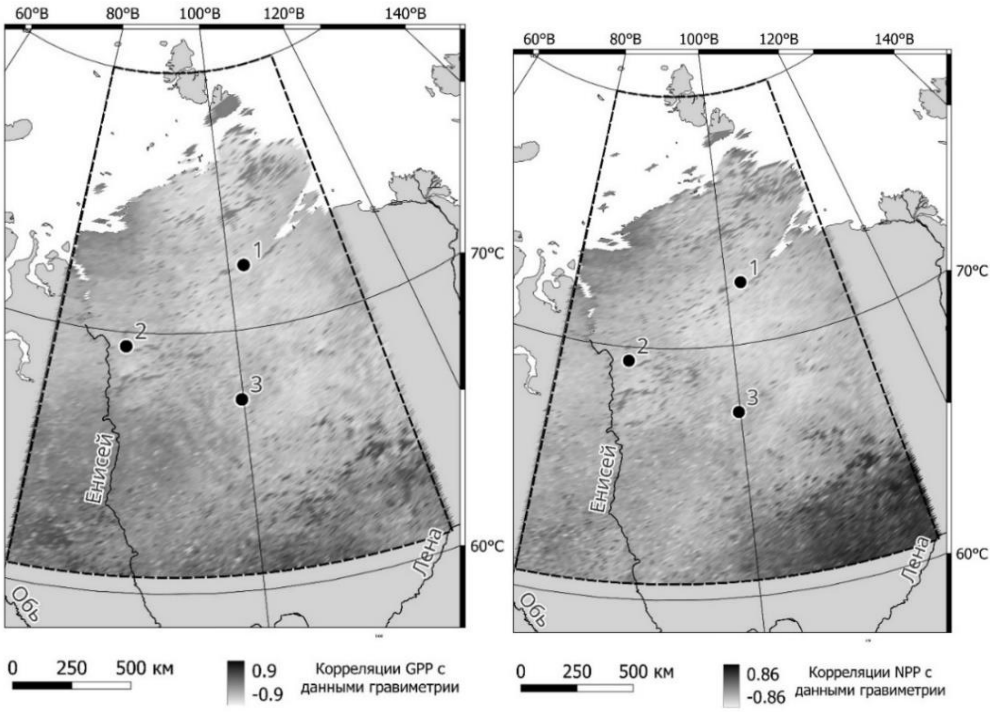


Рис 1. Исследуемая территория (обозначена трапецией) и величины корреляций между GPP (слева), NPP (справа) и данными гравиметрии. 1, 2, 3 – локации экспедиционных исследований («Пясина», «Ары-Мас» и «Котуй 1, 2», соответственно). Период: 2002-2023 гг.

Между величинами GPP и NPP растительного покрова и водной массой в почвогрунтах наблюдаются преимущественно значимые отрицательные связи (на >40% территории, тогда как положительные связи – на 5%) (рис. 1).

В среднем в пределах исследуемой территории наблюдается долговременный тренд снижения влагосодержания в почвогрунтах (рис. 2).

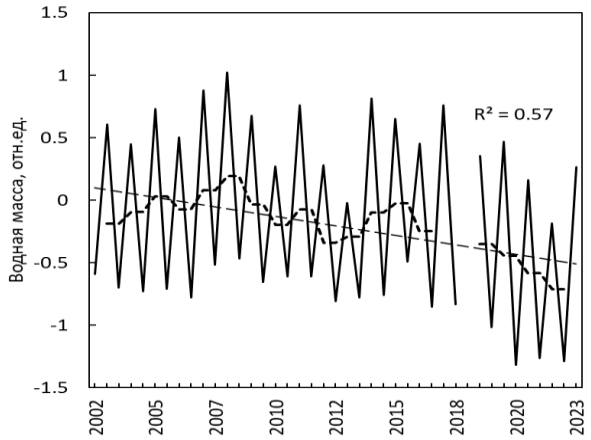


Рис. 2. Динамика усредненных величин аномалий водной массы в пределах исследуемой территории. Максимумы и минимумы относятся к периодам с октября по май и с июня по сентябрь, соответственно. Наблюдается значимый тренд снижения влагосодержания в многолетнемерзлых почвогрунтах.

Многолетний негативный тренд водной массы, обусловленный таянием мерзлоты, указывает на продолжающееся улучшение условий произрастания древесной растительности в криолитозоне (рис. 2. 3).

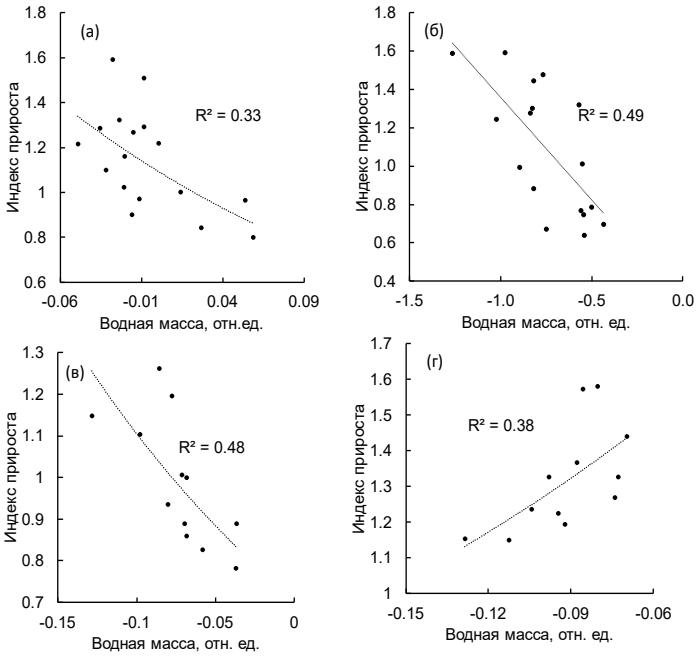


Рисунок 3. Со снижением величины водной массы в почвогрунтах возрастает индекс радиального прироста лиственницы ((а) участок «Пясина», (б) - «Ары-Мас», (в) – «Котуй-1»). Однако на не переувлажнённых участках ((г), горные склоны, участок «Котуй-2») индекс прироста увеличивается с возрастанием водной массы.

Уменьшение водной массы в почвогрунтах сопровождается возрастанием величины радиального прироста лиственницы (рис. 3а-в). Таким образом, наблюдаемой снижение величины переувлажнения условий местообитания лиственницы влечет возрастание индекса прироста. Однако на не переувлажненных местообитаниях (крутые склоны гор) индекс прироста положительно коррелирует с водной массой (рис. 3г).

Выводы

1. Спутниковая гравиметрия позволяет оценивать влияние потепления климата на динамику таяния многолетнемерзлых почвогрунтов в криолитозоне.

2. Снижение водной массы в почвогрунтах влечет возрастание величины индекса прироста лиственницы и продуктивности растительного покрова.

3. Многолетний негативный тренд водной массы указывает на улучшение условий произрастания древесной растительности в криолитозоне.

4. Возрастание продуктивности растительного покрова в криолитозоне способствует сохранению Арктикой, несмотря на возрастающую горимость, статуса территории стока углерода.

Работа поддержана программой Томского Государственного университета «Приоритет 2030» и Базовым проектом ФИЦ КНЦ № 0287-2021-0008

Библиографический список

1. Kharuk VI, Dvinskaya ML, Im ST, Golyukov AS, Smith KT // Wildfires in the Siberian Arctic. Fire. 2022; 5(4):106.

2. Kharuk VI, Petrov IA et al. Larch response to warming in northern Siberia.//Reg. Environ Change 23, 17, 2023a.

3. Kharuk VI, Petrov IA, Im ST et al //Subarctic vegetation under the mixed warming and air pollution influence//Forests 2023, 14(3), 615, 2023b
4. Nitzbon J, Westermann S *et al.* Fast response of cold ice-rich permafrost in northeast Siberia to a warming climate.// Nat. Commun. **11**, 2201, 2020.
5. Running, S., Zhao, M. MODIS/Terra Net Primary Production gap-filled yearly. https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD17A3HGF.061, 2021.
6. Wang Z, Zhang B, Yao Y et al. GRACE and mass budget method reveal decelerated ice loss in east Greenland in the past decade.//Remote Sensing of Environment, 286, 2023.

ВОЗМОЖНЫЕ ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА НАСАЖДЕНИЙ ПРИ ДЕШИФРИРОВАНИИ

Черниховский Д.М., cherndm2006@yandex.ru,
Луцкая П.О.,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

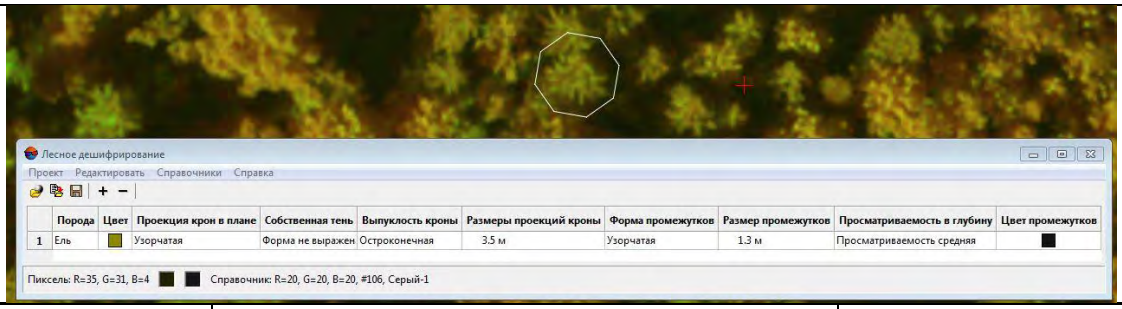
Определение породного состава относится к ключевым задачам таксации лесов. При таксации дистанционным способом путем аналитико-измерительного дешифрирования определение большинства показателей производится в процессе просмотра стереоизображений с применением специализированного (фотограмметрического) программного обеспечения. При этом определение преобладающей и составляющих пород выполняется на основе анализа совокупности признаков дешифрирования, нашедших отражение на материалах дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [5]. Обязательными условиями успешного применения аналитико-измерительного дешифрирования являются прохождение дешифровщиками полевой и камеральной тренировки на специально подготовленном полигоне, а также контроль качества дешифрирования. Таксация лесов дистанционным способом активно применяется в лесоустроительном производстве государственными и частными компаниями. Методика работ, результаты её апробации и практического применения отражены в публикациях [1-3].

При аналитическом (визуальном) дешифрировании исходные данные, имеющиеся на снимках, превращаются в полезную информацию после их обработки мозгом дешифровщика. Обучение дешифрированию происходит через опыт просмотра сотен снимков вместе с тесным изучением условий окружающей среды и наблюдаемых процессов. Успех в дешифрировании материалов ДЗЗ зависит от опыта и подготовки дешифровщика, природы дешифрируемых объектов или явлений и качества используемых снимков. Опытным дешифровщикам как правило присущи острая наблюдательность в сочетании с воображением и большим терпением [8]. Одним из недостатков таксации путем аналитико-измерительного дешифрирования считается субъективный характер определения большинства таксационных характеристик,

обусловленный квалификацией и индивидуальными особенностями дешифровщика. Другим недостатком считается низкий уровень автоматизации работ. Важно отметить, что лесное таксационное дешифрирование по ряду причин продолжает оставаться достаточно сложным направлением, в котором элементы автоматизации внедряются со значительными трудностями. Так несмотря на многолетние научно-производственные исследования до сих пор в лесоустроительном производстве практически не применяются автоматизированные подходы к определению таксационных характеристик при таксации лесов.

На практике залогом успешного определения древесных пород при дешифрировании служит прохождение специалистами-дешифровщиками обязательных этапов полевой и камеральной тренировки. Для проведения тренировки в пределах конкретного объекта лесоучётных работ закладывается таксационно-дешифровочный полигон. В процессе тренировки выполняется изучение признаков дешифрирования древесных пород и насаждений на основе материалов съемки [1]. К итоговым результатам анализа признаков дешифрирования основных древесных пород относятся сводные таблицы признаков с пошаговым определением достоверности дешифрирования (рис. 1). Алгоритм статистической обработки признаков дешифрирования [4] реализован в программном продукте Photomod StereoMeasure[4], разработанном для решения задач лесного дешифрирования.

а



б

Преобладающая порода	Признаки дешифрирования и вероятности их значений	Процесс дешифрирования и его достоверность *Q*
Береза - 356 деревьев	Цвет: Желтый-1 - P = 61%, Желтый-2 - P = 35% Проекция крон в плане: Неправильно-округлая - P = 43%, Округлая - P = 26%, Эллипсовидная - P = 11%, Однобоко-вытянутая - P = 11% Падающая тень: Не заметна - P = 65%, Форма не выражена - P = 23% Выпуклость кроны: Ясно выражена - P = 82%, Слабо заметна - P = 11% Размеры проекций кроны: 3,5-4,5 м - P = 36%, 2,5-3,5 м - P = 25%, 4,5-5,5 м - P = 18% Форма промежутков: Однобоко-вытянутая - P = 32%, Неправильно округлая - P = 26%, Узорчатая - P = 18% Размер промежутков: 1,5-2,5 м - P = 52%, 0-1,5 м - P = 22%, 2,5-3,5 м - P = 16% Просматриваемость в глубину:	Отличается от: **Сосны:** цвет *Q* = 0.96, проекция крон в плане *Q* = 0,99; **Ели:** цвет *Q* = 0.90, выпуклость крон *Q* = 0.99; **Осины:** цвет *Q* = 0.93, выпуклость кроны *Q* = 0.97

[4] https://racurs.ru/program-products/photomod-stereomeasure/

		Просматривается хорошо - P = 94% Цвет промежутков: Зеленый-1 - P = 48%, Серый-1 - P = 39% Собственная тень: Не выражена - P = 45%, Треугольная - P = 29%, Серповидная - P = 16%		

Рис. 1. Этапы анализа признаков дешифрирования в программе Photomod StereoMeasure: а - процесс заполнения таблицы признаков отдельных деревьев, б – фрагмент итоговой таблицы признаков дешифрирования с определением достоверности

Важной научно-практической задачей является поиск новых подходов, способствующих определению древесных пород при дешифрировании. Одним из возможных путей решения данной задачи является автоматизированная классификация материалов дистанционного зондирования [6]. Иным подходом, который теоретически может способствовать разделению древесных пород, является моделирование поверхности крон насаждений. Применение моделей поверхности, получаемых на основе фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки, для определения и уточнения таксационных показателей известно в литературе и является достаточно перспективным направлением для исследований [7, 9].

В проводимом исследовании на примере Кондопожского лесничества Республики Карелия предполагается оценить и сопоставить несколько подходов к определению породного состава: на основе изучения признаков дешифрирования материалов аэрофотосъемки, на основе оценки спектральных характеристик материалов многозональной космической съемки, а также на основе моделирования поверхности древесного полога.

Библиографический список

1. Архипов В. И., Басков В. И., Белов В. А., Березин В. И., Черниховский Д. М. Руководство по таксации лесов дешифровочным способом. СПб: ООО «ЛЕСПРОЕКТ», 2021. 99 с. https://lesproekt.org/?p=index
2. Архипов В. И., Черниховский Д. М., Березин В. И., Белов В. А. Современная технология таксации лесов дешифровочным способом «От съемки – к проекту» // Изв. СПбЛТА. 2014. Вып. 208. С. 22–42.
3. Березин В.И., Черниховский Д.М. Современное развитие методологии лесного стереоскопического дешифрирования средствами фотограмметрического программного обеспечения (теория и практика) // Проблемы инвентаризации лесов и лесоустройства: матер. 5-й Междунар. научно-практич. конф. (4-6 октября, 2018, Воронеж). – М.: Рослесинфорг, 2019. С. 112 – 117.
4. Данюлис, Е.П., Осипенко Г.С., Резник М.Х., Березин В.И. Вероятностный анализ признаков дешифрирования // Экономико-математическое моделирование лесохозяйственных мероприятий: Сб. научных трудов. Л.: ЛенНИИЛХ, 1980. С. 153-160.
5. Лесоустроительная инструкция: утв. приказом Минприроды России от 5 августа 2022 года № 510.
6. Тарасова Л.В. Дистанционный мониторинг и спектральная разделимость классов лесного покрова водоохранных зон рек (на примере Марийского лесного

Заволжья): дисс. к-та с.-х. наук. Йошкар-Ола, 2023. 179 с.
7. Kangas A. et al. Remote sensing and forest inventories in Nordic countries – roadmap for the future // Scandinavian Journal of Forest Research. 2018. — 16 p. DOI: 10.1080/02827581.2017.1416666
8. Lillesand T.M., Kiefer R.W., Chipman J.W. Remote Sensing and Image Interpretation. SeventhEdition. NewYork, Wiley, 2015. 736 p.
9. Ullah S. et al. Potential of modern photogrammetry versus airborne laser scanning for estimating forest variables in a mountain environment // Remote Sens. 2019. Vol. 11 (6). p. 15. doi:10.3390/rs11060661.

ДИСТАНЦИОННЫЙ СПОСОБ ТАКСАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Черниховский Д.М., cherndm2006@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Парфенов А.А., aleksandrparfenov391@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Основные цели и перспективы цифровой трансформации лесного хозяйства отражены в Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 г. [9]. Кратко цифровая трансформация определяется как переход от обмена бумажными документами к обмену данными, введение реестровых моделей, отказ от дублирующей и излишней информации. Ключевым программным средством цифровой трансформации предполагается разрабатываемая в последние годы федеральная государственная информационная система лесного комплекса (ФГИС ЛК), которая должна обеспечить прослеживаемость всей цепочки движения древесины, от заготовки на лесосеке до производства продукции или вывоза за рубеж, включая все промежуточные этапы: лесные склады, производства и контроль сопроводительных документов в электронном виде [9]. ФГИС ЛК будет объединять данные по отрасли и использоваться в качестве базового источника данных при осуществлении государственных услуг в области лесного хозяйства.

Проблемные вопросы цифровой трансформации лесного хозяйства активно обсуждаются учеными и экспертами [4, 5, 8, 10, 11]. Препятствиями на пути цифровой трансформации являются общее технологическое отставание отрасли, необходимость одновременного проведения мероприятий по технологическому и организационному совершенствованию с повышением уровня технической оснащенности лесничеств и органов управления лесами. Значимой проблемой на пути цифровой трансформации является многообразие информационных технологий и программных продуктов, применяемых в регионах [11].

Лесоустройство, согласно ст. 67 Лесного кодекса, представляет собой систему взаимосвязанных мероприятий, которые проводятся в целях получения

актуальных и достоверных сведений о лесах и лесных ресурсах, об их местоположении, состоянии, количественных и качественных характеристиках [6]. Правила проведения лесоустройства, мероприятия лесоустройства, способы таксации лесов, требования к точности таксации, состав работ приведены в Лесоустроительной инструкции [7]. На основе результатов таксации лесов (количественных, качественных и пространственных характеристик лесов) формируются геоинформационные базы данных. Цифровая трансформация лесного хозяйства предполагает конвертацию геоинформационных баз данных лесоустройства отдельных лесничеств в общие базы данных по всей стране.

В качестве одного из потенциальных инструментов цифровой трансформации лесного хозяйства предлагается рассмотреть технологию дистанционного способа таксации лесов, основанного на аналитико-измерительном дешифрировании материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Технология дешифрирования лесов на основе применения фотограмметрического программного обеспечения была разработана, апробирована и успешно внедрена в лесоустроительное производство [2 ,3, 12]. Методика работ опубликована и находится в открытом доступе [1]. На основе разработанной технологии государственными и частными лесоустроительными компаниями начиная с 2015 г. проведены работы по таксации лесов на территории более 2 млн. га (в Ленинградской, Псковской, Архангельской областях, Республике Карелия). Разработанная технология таксации лесов прошла успешную проверку временем, продемонстрировала свою жизнеспособность и гибкость при работе в разных природно-географических условиях и регионах с разным уровнем ведения лесного хозяйства.

Критики сравнивают дистанционную таксацию лесов дешифровочным способом с наземными способами таксации, а также с дистанционными методами на основе инновационных подходов (автоматическим дешифрированием, лазерным и радарным сканированием и др.). К известным ограничениям традиционных наземных способов таксации относятся сравнительно небольшой по продолжительности полевой этап работ, а также значительные расходы на его проведение. Изучаемые десятилетиями методы автоматизированной классификации материалов ДЗЗ, а также методы, связанные с применением лазерной, радарной съемки, съемки с беспилотных летательных аппаратов пока не адаптированы для отечественного лесоустроительного производства и не находят практического применения.

Роль таксации лесов дешифровочным способом в процессе цифровой трансформации лесного хозяйства может заключаться, во-первых, в формировании исходной информации о лесах в форме геоинформационных баз данных и материалов ДЗЗ для объектов лесоустроительных работ, во-вторых – в решении многочисленных задач использования лесов и управления лесами на основе сформированных геоинформационных баз данных. Конкурентными преимуществами данной технологии является методически обоснованный производственно-технологический цикл работ с применением набора программных продуктов (разработанных преимущественно отечественными компаниями), получение результатов таксации, соответствующих нормативной

точности, приемлемая стоимость работ, технологичность, гибкость, а также успешный производственный опыт применения государственными и частными лесоустроительными компаниями. Результатом применения данной технологии являются геоинформационные базы данных таксации лесов, которые могут конвертироваться в форматы ФГИС ЛК.

Библиографический список

1. Архипов В.И., Басков В.И., Белов В.А., Березин В.И., Черниховский Д.М. Руководство по таксации лесов дешифровочным способом. СПб: ООО «ЛЕСПРОЕКТ», 2021. 99 с. https://lesproekt.org/?p=index
2. Архипов В.И., Черниховский Д.М., Березин В.И. Опыт таксации лесов дешифровочным способом на основе современного программно-аппаратного обеспечения и цифровых аэроснимков нового поколения // Сибирский лесной журнал. 2014. № 5. С. 29-37.
3. Архипов В.И., Черниховский Д.М., Березин В.И., Белов В.А. Современная технология таксации лесов дешифровочным способом «От съемки – к проекту» // Изв. СПбЛТА. 2014. Вып. 208. С. 22–42.
4. Евченко А.В. Региональное лесное хозяйство в ожидании цифровой трансформации организационно-экономического механизма управления процессами лесоустройства и лесопользования / В сб.: Актуальные вопросы устойчивого развития современного общества и экономики. сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году культурного наследия народов России. Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Курский филиал. Курск, 2022. С. 82-88.
5. Ларионов В.Г., Безрукова Т.Л., Шереметьева Е.Н., Баринова Е.П., Ветчинкина М.В. Цифровая трансформация лесного хозяйства // В сборнике: ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА: "IFOREST". Материалы международной научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 64-70.
6. Лесной кодекс Российской Федерации № 200-ФЗ (с изменениями на 4 августа 2023 года) (редакция, действующая с 1 января 2024 года).
7. Лесоустроительная инструкция: утв. приказом Минприроды России от 5 августа 2022 года № 510.
8. Морковина С.С., Топчеев А.Н. Организация комплексного использования лесных ресурсов на цифровой основе // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2020. Т. 10. № 4. С. 125-136.
9. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года: утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации от 11 фев. 2021 г. №312-р. М., 2021. 72 с.
10. Сушко О.П. Направления и перспективы цифровизации лесного комплекса // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т. 13. № 11. С. 5127-5142.
11. Ченушкина С.В., Кручинин И.Н. Цифровая трансформация лесного хозяйства: технологии и распределенные реестры лесотранспортной инфраструктуры // Системы. Методы. Технологии. 2022. № 4 (56). С. 132-137.

12. Черниховский Д.М. Теория и методы инвентаризации лесов на основе данных дистанционного зондирования Земли, цифрового моделирования рельефа и ГИС-технологий: дисс. д-ра с.-х. наук. СПб, 2020. 386 с.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СМЕШАННЫХ ЛИСТВЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ ОСТРОВНЫХ ЛЕСОСТЕПЕЙ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Шевелев С.Л., shewel341@yandex.ru,
Кулакова Н.Н., nadezha21@mail.ru,
Усов С.В., serus1303@yandex.ru,
Сибирский государственный университет науки и технологии имени академика М.Ф. Решетнёва

Выполняя важные средообразующие и частично эксплуатационные функции, лесная растительность островных лесостепей Средней Сибири имеет особенности, познание которых может послужить решению ряда проблем рационального природопользования, обеспечению экологической стабильности территорий.

Лесная растительность района исследования представлена шестью формациями [2], преобладающими из которых являются берёзовые (*Betula pendula* Roth.) и осиновые (*Populus tremula* L.) древостои, чистые и часто смешанные. Они образуют массивы, а также расположены «колками» среди сельхозугодий и по склонам возвышенностей.

Формирование и динамика элементов леса, слагающих смешанные древостои, рассмотрены в исследованиях К. К. Высоцкого [3], С. В. Третьякова [6], О. А. Неволина [5], И. Н. Жежкун [4] и др.

Целью настоящей работы явилось установление особенностей формирования смешанных лиственных древостоев в зоне островных лесостепей, которые могут быть использованы при анализе структурно-функциональной организации биогеоценозов, изучении динамики регулирования межвидовых конкурентных отношений, предотвращений нежелательных сукцессий.

Объектом исследования явились смешанные лиственные древостои, слагающие вместе с чистыми древостоями лесной массив в пределах Канской лесостепи.

В этих древостоях было заложено 4 пробные площади с рубкой и обмером 127 модельных деревьев. Закладка пробных площадей велась в соответствии с требованиями стандарта ОСТ-56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки» [1]. Также были использованы материалы натурной таксации в объёме 548 выделов.

Являясь хозяйственно-освоенным регионом Средней Сибири, Канская лесостепь остаётся территорией, обладающей разнообразием растительных формаций с несовпадающими реакциями на достаточно интенсивное антропогенное воздействие. Одной из характерных реакций формации на внешнее воздействие является её возрастная структура.

Оказалось, что из 548 таксационных выделов, представляющих смешанные лиственные древостои 284 (51,8%), приходится на древостои с преобладанием берёзы и 264 (48,2%) на древостои с преобладанием осины. Все древостои относятся к формации травяных лесов лесостепей и группе типов леса: «разнотравные».

В табл. 1 показано распределение древостоев по возрастным группам.

Табл. 1. Распределение древостоев по возрастным группам (%)

Группа возраста	С преобладанием березы		С преобладанием осины	
	По количеству выделов	По занимаемой площади	По количеству выделов	По занимаемой площади
Молодняки	7,2	3,9	5,9	9,8
Средневозрастные и приспевающие	45,5	41,6	29,6	31,0
Спелые	35,6	42,2	59,8	52,2
Перестойные	11,2	12,3	4,7	7,0

Из приведенных данных следует, что доля молодняков в смешанных лиственных древостоях составляет менее 10%, как по количеству древостоев, так и по занимаемой ими площади. Причем характерной особенностью молодняков является незначительная площадь отдельных участков. Так количество молодняков с преобладанием осины составляет 7,2% от их общего числа в лесном массиве, а по площади их доля всего 3,9%.

Аналогичная картина наблюдается и в смешанных древостоях с преобладанием березы, где доля молодняков по количеству выделов составляет 9,8%, а по площади 5,9%. Средневозрастные и приспевающие древостои составляют 30-45%, спелые 35-59,8%. Перестойных древостоев немного, в пределах 12,3% по площади. Однако совокупная доля спелых и перестойных древостоев составляет 46,8-64,5%.

Анализ полученных данных отражает ситуацию, когда в древостоях, явившихся объектом исследования в истекшие десятилетия, эксплуатация была ограничена (в силу различных причин, среди которых не последнюю роль играла невысокая востребованность древесины этих пород) и они в основном выступали в качестве формации, обеспечивающей экологическую стабильность региона.

Анализ динамики состава смешанных лиственных древостоев показал, что формирование этого показателя идёт в отдельных группах древостоев по-разному.

В древостоях с преобладанием осины доля главной породы постоянно и относительно стабильно возрастает (табл. 2).

Табл. 2. Средний состав смешанных лиственных древостоев различного возраста (с преобладанием осины)

Класс возраста	I	II	III	IV	V	VI	VII
Средний состав древостоев	6Ос3Б1С+Ив	6Ос2Б1П1С+Ив	7Ос1Б1Ив1Пед.С,Е	7Ос1Б1П1Ив+Сед.Е	7Ос2Б1Пед.С,Ив	8Ос2Бед.П,С,Ив,Е	8Ос2Б+Пед.С,Е

При этом доля её запаса и запасов основных сопутствующих пород имеют значительную изменчивость.

В древостоях с преобладанием берёзы изменение величины доли главной породы не имеет определённой тенденции. Она меняется в пределах 5-7 единиц коэффициента в формулах средних составов древостоев отдельных классов возраста.

В целом изменчивость запасов главной и основной сопутствующей породы в древостоях обеих групп близки.

Более стабильное формирование древостоев с преобладанием осины находит объяснение в способности рода *Populus* к быстрому формированию биомассы стволов, а следовательно, и формированию запаса древостоя элемента леса.

Это положение находит подтверждение и при сопоставлении степени участия главных пород в формулах состава древостоев разных возрастов

Являясь главной породой элемент леса «осина» формирует основную долю запаса смешанного древостоя, достигающего 80%, в то же время берёза, выступая в роли главной породы, формирует не более 60% запаса.

В сложных лесных формациях, которыми являются смешанные лиственные древостои лесостепей Средней Сибири, процессы формирования отдельных элементов леса имеют отличия от процессов формирования чистых древостоев. На формирование смешанных древостоев оказывают влияние не только генетические особенности отдельных пород, но и различия в степени их устойчивости к воздействию внешних и антропогенных факторов, а также межвидовая конкуренция.

В результате проведённой работы на основе сопоставления формирования смешанных лиственных древостоев, различающихся главными породами, удалось установить некоторые особенности формирования их возрастной структуры и состава.

Эти особенности смогут найти применение при разработке новых форм организации лесного хозяйства в этих сложных лесных формациях.

Библиографический список

1. ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки». М.: Государственный комитет по стандартам, 1982. – 12 с.
2. Антипова Е.М. Флора северных лесостепей Средней Сибири. Красноярск: РИО КГПУ, 2003. – 464 с.
3. Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. – 177 с.
4. Жежкун И.Н., Жежкун А.Н. Сравнительная эффективность формирования целевых насаждений // Лесной журнал, 2004. – № 4. – С. 7-13.
5. Неволин О.А., Третьяков С.В., Еремина О.О. Динамика сосново-березового насаждения при проточном увлажнении почвы в типе леса сосняк-кисличник. // Лесной журнал, 2001. – № 3. – С. 35-41.
6. Третьяков С.В. Динамика формирования и продуктивность смешанных сосновых древостоев средней подзоны тайги Европейского Севера России. Архангельск: диссертация канд. с.-х. наук., 2011. – 334 с.

Секция «ПРИРОДНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ, ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСОВ И ИНЫХ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ДОСТИЖЕНИИ ЦЕЛЕЙ УГЛЕРОДНОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ КОНСОРЦИУМА «РИТМ УГЛЕРОДА»

ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ КАК ПОГЛОТИТЕЛИ И НАКОПИТЕЛИ УГЛЕРОДА: МОДЕЛЬ КАРБОНОВОГО НАСОСА

Алексеев А.С., a_s_alekseev@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

В соответствии с рекомендациями международной группы экспертов по изменениям климата (МГЭИК) в лесных экосистемах при изучении запасов и потоков углерода выделяются следующие 4 пула: фитомасса, детрит, подстилка и почва [5]. С точки зрения моделирования круговорота углерода в лесных биогеоценозах такой подход является недостаточным, так как не включает некоторые его важнейшие компоненты. Компонентами лесного биогеоценоза по В.Н. Сукачеву являются: климатотоп, эдафотоп, фитоценоз, зооценоз и микробоценоз. Такая структура лесного биогеоценоза практически полностью совпадает с представлением его в виде экосистемы средних размеров, в которой выделяются биотоп, ему соответствуют в классификации В.Н. Сукачева климатотоп и эдафотоп, и биоценоз, состоящий из продуцентов - фитоценоз, консументов – зооценоз и редуцентов – микробоценоз [4]. Рекомендации МГЭИК с этой точки зрения включают в анализ только фитоценоз и эдафотоп. Поэтому при моделировании процесса круговорота углерода в лесной экосистеме будет более целесообразно использовать в качестве структурных элементов (пулов) модели экологический (биогеоценологический) подход [6].

В данной модели будем рассматривать 4 пула углерода, обозначим их следующими буквами и цифрами: x – количество углерода в атмосфере (1), соответствует климатотопу; y – количество углерода в детрите, подстилке и почве (2), соответствует эдафотопу; u – количество углерода в биомассе автотрофов (3), соответствует фитоценозу; v – количество углерода в биомассе гетеротрофов (4), соответствует зооценозу и микробоценозу. Эти четыре величины являются фазовыми переменными модели, и их динамика во времени будет основным предметом дальнейшего анализа. Единица измерения пулов - масса С или CO_2.

Указанные четыре переменные делятся на две группы, важные для построения модели и ее анализа, это активные и пассивные переменные. К первым относятся связанные с живой биомассой, остальные – ко второй. Важность этого деления заключается в том, что активные переменные определяют интенсивность потоков углерода в лесной экосистеме, потоки углерода в линейном приближении могут рассматриваться пропорциональными их запасам в биомассе автотрофов и гетеротрофов.

Запасы углерода связаны потоками, которые определяют их динамику во времени. При обозначении потоков нижний индекс, состоящий их двух цифр, будет обозначать, первая цифра пул, из которого исходит данный поток, вторая – пул, в который данный поток входит. В модели рассматриваются следующие семь потоков углерода: α_{13} – фотосинтез растений и иные автотрофные процессы, α_{31} – дыхание автотрофов, α_{32} – отмирание автотрофов, опад и отпад, α_{34} – питание гетеротрофов биомассой автотрофов, α_{24} – поглощение гетеротрофами органического вещества детрита, подстилки и почвы, α_{42} – отмирание гетеротрофов, α_{41} – дыхание гетеротрофов. Единица измерения потоков – относительная скорость 1/время, за исключением потока α_{34}, связывающего две активные переменные, его размерность – 1/масса* время

Блок-схема модели круговорота углерода в лесной экосистеме представлена на рис. 1.

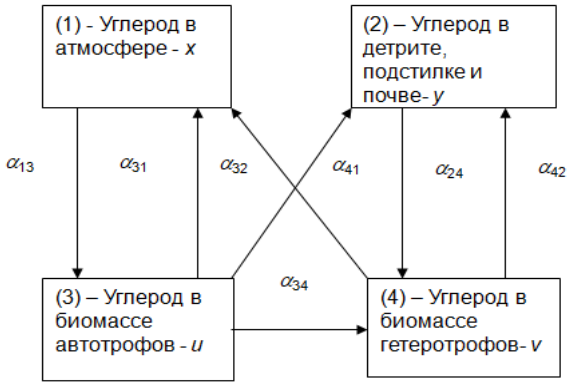


Рис. 1. Блок схема круговорота углерода в лесной экосистеме

Уравнения модели круговорота углерода в биосфере строятся на основе материального баланса для каждого пула, причем в правых частях уравнений присутствуют только активные переменные. Число положительных слагаемых в правой части каждого уравнения равно числу входящих в данный пул потоков, число отрицательных слагаемых равно, соответственно, числу выходящих потоков. Уравнения модели имеют следующий вид:

$$\frac{dx}{dt} = (\alpha_{31} - \alpha_{13})u + \alpha_{41}v,$$

$$\frac{dy}{dt} = \alpha_{32}u + (\alpha_{42} - \alpha_{24})v,$$

$$\frac{du}{dt} = (\alpha_{13} - \alpha_{31} - \alpha_{32})u - \alpha_{34}uv,$$

$$\frac{dv}{dt} = (\alpha_{24} - \alpha_{42} - \alpha_{41})v + \alpha_{34}uv.$$

Так как в правых частях уравнений стоят только активные переменные, то для анализа круговорота углерода в целом, прежде всего надо изучить особенности их динамики. Для упрощения анализа введем следующие обозначения:

$$\lambda = \alpha_{13} - \alpha_{31} - \alpha_{32}, \quad \beta = \alpha_{34}, \quad -\mu = \alpha_{24} - \alpha_{42} - \alpha_{41},$$

в этих обозначениях последние два уравнения системы принимают следующий вид:

$$\frac{du}{dt} = \lambda u - \beta uv = P(u, v),$$
$$\frac{dv}{dt} = -\mu v + \beta uv = Q(u, v).$$

Уравнения динамики массы углерода в пулах автотрофов и гетеротрофов (активных переменных модели) являются разновидностью модели типа Лотки-Вольтерры [1]. Состояние равновесия и его устойчивость для этой системы определяется соотношением потоков и является орбитально устойчивой точкой типа центр [2,7]. Это означает, что активные переменные модели будут испытывать незатухающие периодические колебания вокруг равновесного состояния. В этом случае пассивные переменные также будут испытывать незатухающие колебания.

Представляет интерес анализ средних величин изучаемых переменных за период колебаний. Для данной модели средние значения переменных за период колебаний совпадают с равновесными. С учетом того факта, что биомасса гетеротрофов в лесной экосистеме значительно меньше биомассы автотрофов (по данным некоторых авторов более чем на 3 порядка) приближенные уравнения динамики пассивных переменных модели за период колебаний имеют следующий вид:

$$\frac{x(t+T) - x(t)}{T} \approx (\alpha_{31} - \alpha_{13})u^*,$$
$$\frac{y(t+T) - y(t)}{T} \approx \alpha_{32}u^*.$$

Так как разница потоков в первом уравнении равная разнице между автотрофным дыханием и фотосинтезом всегда отрицательна, а во втором уравнении поток опада и отпада из пула автотрофов всегда положительный следует вывод о том, что лесной биогеоценоз переносит углерод из атмосферы в пул детрита, подстилки и почвы. Таким образом лесной биогеоценоз представляет собой углеродный насос, перекачивающий углерод из атмосферы в пул детрита, подстилки и почвы. Период колебаний переменных модели по приблизительным предварительным оценкам составляет около 100 лет. Наличие колебаний в климатической системе отмечалось в ряде работ [3].

Вывод из рассмотренной модели о том, что лесные экосистемы являются постоянными поглотителями и накопителями углерода имеет смысл только для тех условий, когда экосистема не подвергается негативным внешним природным или антропогенным воздействиям, таким как сплошные рубки, лесные пожары, вспышки размножения вредителей и болезней, неблагоприятные погодные условия и другим.

Библиографический список

1. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. М.: Наука, 1976. 286 с.
2. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1967. 472 с.

3. Замолодчиков Д.Г. Прогноз роста глобальной температуры в XXI веке на основе простой статистической модели // Компьютерные исследования и моделирование. 2016 Т. 8 № 2 С. 379−390.
4. Одум Ю. Экология. В 2-х томах, М.: Мир, 1986. 1 т - 328 с., 2 т - 376 с.
5. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов, МГЭИК, 2006 г.
6. Сукачёв В.Н. Биогеоценоз как выражение взаимодействия живой и неживой природы на поверхности Земли: соотношение понятий "биогеоценоз", "экосистема", "географический ландшафт" и "фация" // Основы лесной биогеоценологии / под ред. В.Н. Сукачёва, Н.В. Дылиса. М.: Наука, 1964. С. 5–49.
7. Эрроусмит Д., Плейс К. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями. М.: Мир, 1986. 243 с.

СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА

Березин Г.В., gera644.217@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Исследование круговорота углерода в лесных экосистемах представляет важность для понимания процессов обмена углерода между наземными экосистемами и атмосферой, необходимость количественной оценки которого продиктована условиями Киотского протокола и Парижского соглашения [2]. Моделирование быстро развивалось и стало незаменимым методом в изучении механизмов взаимодействия двух противоположно направленных потоков: фотосинтеза и дыхания экосистемы [1]. Одним из ключевых инструментов моделирования углеродного цикла в лесах являются математические имитационные модели, в основу которых заложены уравнения и принципы биохимических процессов, происходящих в наземных экосистемах. Модель принимает во внимание факторы, влияющие на процессы, связанные с обменом углерода на разных уровнях [6]. МГЭИК ООН рекомендует рассматривать пять основных уровней: надземную фитомассу, подземную фитомассу; мертвую древесину, сюда относят сухостой и валеж; лесную подстилку; органическое вещество почвы.

Несмотря на высокое внимание к моделированию, проведено мало литературных обзоров существующих математических моделей разных уровней организаций [18]. В связи с этим разбор современных подходов к оценке потоков углерода в лесах при помощи моделирования будет своевременным и ценным. В задачи настоящего исследования входил анализ литературы, посвященной обзору существующих математических моделей углеродного цикла лесных экосистем характерных для локально-пространственного уровня, а также сравнение преимуществ и недостатков.

Существует множество как зарубежных, так и отечественных решений, которые используются для изучения углеродного бюджета отдельных лесных экосистем или их региональных объединений. Модели экосистемного уровня,

такие как CENTURY, Sim-CYCLE, FOREST-BGC, позволяют анализировать сложные взаимодействия между компонентами экосистемы и прогнозировать их динамику [13; 12; 10]. Из отечественных решений выделяют MGBM, FORRUS, CCBF, EFIMOD с почвенным блоком ROMUL и генератором климата SCLISS [5; 8; 16; 9]. С более широким спектром захвата выступает РОБУЛ - действующая система оценки баланса углерода управляемых лесов России [4]. Модель ориентирована преимущественно на расчеты углеродного бюджета для регионального и национального уровней.

Все из вышеупомянутых моделей полезны для выполнения широкого спектра научных задач. Однако, в случае использования имитационных решений, как практического средства планирования управления лесами, не все из перечисленных вариантов соответствуют ряду необходимых на то требований [2]. Во-первых, модель должна быть ориентирована на объекты, которые являются единицами лесоуправления, будь то отдельные лесные участки или административные единицы. Во-вторых, модель должна уметь импортировать данные национальной инвентаризации лесов. В-третьих, система должна учитывать различные формы лесохозяйственной деятельности и нарушения, такие как пожары или вспышки энтомовредителей. Наконец, модель должна соответствовать рекомендациям Межправительственной группы экспертов по изменению климата относительно унификации и сопоставимости данных учета углеродного бюджета лесов. Дополнительные требования включают наличие пользовательского интерфейса и подробных руководств по использованию модели.

Среди рассмотренных моделей углеродного бюджета лесов лишь некоторые, включая канадскую CBM-CFS, американскую FORCARB и европейскую модель EFISCEN, соответствуют требованиям для точной оценки углеродного баланса. [15; 11; 14]. Наиболее проработанным решением является CBM-CFS [6]. Развитые средства импорта и настройки модели обеспечивают ей гибкость в использовании. Система хорошо задокументирована и находится в свободном доступе. Разработчики отмечают как достоинства, так и недостатки модели. Положительным аспектом считают использование данных инвентаризации лесов с пробных площадей, но недостатком является ограничение информации о продуктивности древостоев, полученной из таблиц хода роста, которые не отражают текущие климатические условия. Методы модели CBM-CFS3 не учитывают межгодовую изменчивость климата, что может занизить оценку чистой первичной продуктивности лесных экосистем [6]. Тем не менее, использование CBM-CFS3 в оценке углеродного бюджета лесов России привлекает внимание и становится популярным [3; 7; 17]. В результате практического применения модели для оценки углеродного бюджета лесов Вологодской области было обнаружено хорошее соответствие результатов с российским аналогом — РОБУЛ-М для пулов углерода фитомассы и почвы [2]. Схожесть результатов позволяет выделить как положительную динамику при апробации отечественной модельной системы, так и то, что и система РОБУЛ может несколько занижать оценку запасов углерода.

Библиографический список

1. Грабарник, П. Я., Чертов, О. Г., Чумаченко, С. И., Шанин, В. Н., Ханина, Л. Г., Бобровский, М. В., Быховец С.С., Фролов, П. В. (2019). Интеграция имитационных моделей для комплексной оценки экосистемных услуг лесов: методические подходы. Математическая биология и биоинформатика, 14(2), 488-499.
2. Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Коровин Г.Н., Курц В.А. Оценка и прогноз углеродного бюджета лесов Вологодской области по канадской модели CBMCFS // Лесоведение, 2008. №. 6. С. 3–14.
3. Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Курц В.А. Влияние объемов лесопользования на углеродный баланс лесов России: прогнозный анализ по модели CBMCFS3 // Тр. СПб НИИЛХ, 2014. № 1. С. 5–18.
4. Замолодчиков, Д. Г., Грабовский, В. И., & Честных, О. В. (2017). РОБУЛ-М: новое средство прогноза углеродного бюджета лесов. In Леса России: политика, промышленность, наука, образование (pp. 125-128).
5. Крапивин В.Ф., Свирежев Ю.М., Тарко А.М. Математическое моделирование глобальных биосферных процессов. М.: Наука, 1982. 268 с.
6. Малышева, Н. В., Моисеев, Б. Н., Филипчук, А. Н., & Золина, Т. А. (2017). Методы оценки баланса углерода в лесных экосистемах и возможности их использования для расчетов годичного депонирования углерода. Лесной вестник/Forestry bulletin, 21(1), 4-13.
7. Птичников, А. В., Карелин, Д. В., Котляков, В. М., Паутов, Ю. А., Боровлев, А. Ю., Кузнецова, Д. А., ... & Грабовский, В. И. (2019). Применимость международных индикаторов оценки нейтрального баланса деградации земель к бореальным лесам России. In Доклады академии наук (Vol. 489, No. 2, pp. 195-198). Федеральное государственное бюджетное учреждение" Российская академия наук".
8. Чумаченко С.И., Смирнова О.В. Моделирование развития насаждений в ходе аутогенных сукцессий // Лесоведение, 2009. № 6. С. 3–17.
9. Chertov O., Komarov A., Loukianov A. The use of forest ecosystem model EFIMOD for research and practical implementation at forest stand, local and regional levels // Ecological Modelling, 2006, v. 194, pp. 227–232.
10. Cienciala E., Running S.W., Lindroth A., Grelle A., Ryan M.G. Analysis of carbon and water fluxes from the NOPEX boreal forest: comparison of measurements with FOREST-BGC simulations // J. Hydrology. 1998. V. 212–213. P. 62–78.
11. Heath L., Nichols M., Smith J., Mills J. FORCARB2. An Updated version of U.S. Forest Carbon Budget Model. General Technical Report. NRS-67 USDA Forest Service: Northern Research Station 2010. 52 p. Available at: http:// nrs.fs.fed.us/pubs/35613.
12. Ito A., Oikawa T. A simulation model of the carbon cycle in land ecosystems (Sim-CYCLE): a description based on dry-matter production theory and plot-scale validation //Ecological modelling. – 2002. – Т. 151. – №. 2-3. – С. 143-176.
13. Jiang H., Apps M.I., Peng C., Zhang Y., Liu J. Modelling the influence of harvesting on Chinese boreal forests car- bon dynamics // Forest Ecology and Management. 2002. V. 169. P. 65–82.
14. Karjalainen T., Pussinen A., Liski J., Nabuurs G.-J., Er- hard M., Eggers T., Sonntag M., Mohren J.M.G. An approach towards an estimate of the impact of forest man- agement and climate change at European forest sector carbon budget: Germany as a case study // Forest Ecolo- gy and Management. 2002. V. 162. P. 87–103.

15. Kull, S. J., Kurz, W. A., Rampley, G. J., Banfield, G. E., Schivatcheva, R. K., & Apps, M. J. (2007). Operational-scale carbon budget model of the Canadian forest sector CBM-CFS3 version 1.0: user's guide.
16. Lelyakin A.L., Kokorin A.O., Nazarov I.M. Vulnerability of Russian forests to climate changes. Model estimation of CO2 fluxes // Climatic Change. 1997. V. 36. P. 123– 133.
17. Torzhkov, I. O., Konstantinov, A. V., & Kushnir, E. A. (2019, November). Estimation forecast of the Russian Federation forests carbon balance based on the long-term scenarios of forest complex development. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 392, No. 1, p. 012051). IOP Publishing.
18. Zhao, J., Liu, D., Zhu, Y., Peng, H., & Xie, H. (2022). A review of forest carbon cycle models on spatiotemporal scales. Journal of Cleaner Production, 339, 130692.

ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ, КАК ЭЛЕМЕНТ СТРАТЕГИИ СУБЪЕКТОВ РФ В РАЗРАБОТКЕ ПЛАНОВ ПО АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА

Добровольский А.А., alexander-83@yandex.ru,
Терехова Д.Г., dash-a1999@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Сейчас человечество стоит перед одним из самых крупных вызовов за всю свою историю, требующим эффективного решения и грамотного подхода к адаптации. Решение проблемы изменения климата — это долгосрочный процесс, который требует времени и усилий [6]. Парижское соглашение (ПС), принятое в декабре 2015 года на 21-ой Конференции Сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, представляет собой важный международный документ, ориентированный на сдерживание климатических изменений. С принятием ПС страны обязались поддерживать средний рост глобального потепления значительно ниже 2 ° С по сравнению с доиндустриальными уровнями и продолжать усилия по ограничению его до 1,5 ° С. Парижское соглашение представляет собой исторический шаг в направлении совместных усилий мирового сообщества по сдерживанию изменения климата [4]. Предполагая, что увеличение концентрации CO_2 в атмосфере играет ключевую роль в ускорении изменения климата, вытекает, что первоочередными шагами по смягчению последствий изменений следует считать любые меры, направленные на снижение этой концентрации [2]. Основанные на природе стратегии смягчения последствий изменения климата, которые используют процессы связывания и хранения углерода в естественных экосистемах, обладают потенциалом существенного сокращения глобальных выбросов парниковых газов [3].

Внимание к изменению климата растет как на международной, так и на внутренней политической арене [5]. Правительство Российской Федерации (РФ) приняло стратегию социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. В сфере лесопользования эта стратегия задает ключевые показатели поглощения CO_2. Достижение этих показателей

невозможно без реализации лесоклиматических проектов. Реализация лесоклиматические проектов по лесоразведению производится с помощью создания лесов на нелесных землях, включая земли, выбывающие из сельскохозяйственного оборота [1].

В рамках настоящего исследования нами была проведена работа по анализу потенциала сельскохозяйственных (с/х) земель для целей лесоразведения на территории двух субъектов РФ - Санкт-Петербурга и Республики Карелия. Для расчетов была использована методика количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов (утвержденная приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 371 от 27 мая 2022 г.). Чтобы определить итоговое значение изменений запасов углерода в пулах биомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы была использована формула 1.

$$\Delta C = \Delta C_{\text{биомасса}} + \Delta C_{\text{мертвая древесина}} + \Delta C_{\text{подстилка}} + \Delta C_{\text{почва}}, \quad (1)$$

где, ΔC - суммарное изменение в запасах углерода после лесоразведения; т С год$^{-1}$;

$\Delta C_{\text{биомасса}}$ - изменение в запасах углерода в пуле биомассы, т С год$^{-1}$;

$\Delta C_{\text{мертвая древесина}}$ - изменение в запасах углерода в пуле мертвой древесины, тС год$^{-1}$;

$\Delta C_{\text{подстилка}}$ - изменение в запасах углерода в пуле подстилки, т С год$^{-1}$;

$\Delta C_{\text{почва}}$ - изменение в запасах углерода в пуле почвы, т С год$^{-1}$

Открытые источники информации (публичная кадастровая карта Росреестра и единая федеральная информационная система о землях с/х назначения) стали базой данных для анализа земель выбранных субъектов. В общей сложности, земли с/х назначения, неиспользуемые и используемые на территории Санкт-Петербурга, оцениваются в 11 978,4 гектаров, а в Карелии - в 113 809,24 гектаров. Чтобы рассчитать прогнозируемый баланс и запас углерода при расчетном период в 45 лет были заданы усредненные показатели по составу насаждения (4Е3С2Б1Ос), классу бонитета (1-й класс) и полноте (1,0). Расчет производился для с/х земель на территории выбранных субъектов. Согласно динамике поглощения углерода (рис. 1) наибольшие поглощение обеспечивают двадцатилетние насаждения на землях как Санкт-Петербурга, так и Республики Карелия.

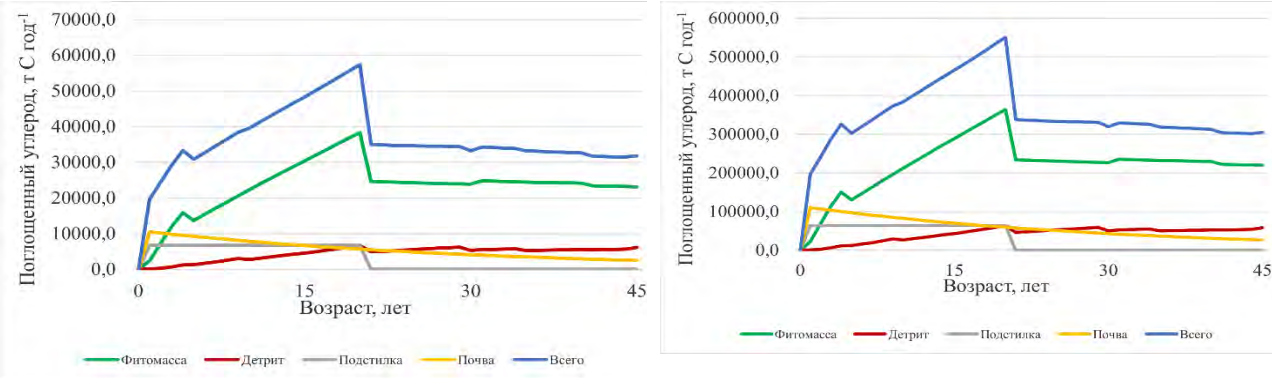


Рис. 1. Динамика поглощения углерода пулами лесных экосистем на с/х землях Санкт-Петербурга (слева) и Республики Карелия (справа).

Также, как показано на графиках (рис. 1), у обоих субъектов наибольшее депонирование осуществляется в пуле фитомассы.

В табл. 1 представлены итоговые запасы и бюджеты углерода на с/х землях Санкт-Петербурга и Республики Карелия при реализации лесоклиматических проектов в форме лесоразведения.

Табл. 1 Прогнозные показатели величины запаса и бюджета углерода на заброшенных и используемых с/х землях Санкт-Петербурга и Республики Карелия

Возраст, лет	Заброшенные и используемые с/х земли Санкт-Петербурга			Заброшенные и используемые с/х земли Республики Карелия		
	Запас углерода, т С	Бюджет углерода, т С год$^{-1}$	Бюджет углерода, т CO_2 год$^{-1}$	Запас углерода, т С	Бюджет углерода, т С год$^{-1}$	Бюджет углерода, т CO_2 год$^{-1}$
15	543379,0	48309,7	177135,5	5286293,2	465496,8	1706821,6
30	1156992,2	33210,6	121772,1	11192195,1	319529,2	1171607,0
45	1649013,9	31827,3	116700,3	15913584,3	304847,9	1117775,7

На основе сценариев использования заброшенных и используемых с/х земель для реализации проектов по лесоразведению в горизонте моделирования в 45 лет были получены потенциальные объемы депонирования углерода (табл. 1).

Площадь с/х земель Республики Карелия почти в 10 раз превышает площадь земель Санкт-Петербурга, что отражается в более высоких значениях накопления и поглощения углерода. На территории Санкт-Петербурга запас накопленного углерода составляет 1649 тыс. тонн углерода, бюджет углерода составляет 31,8 тыс. тонн углерода в год, что соответствует 116,7 тыс. тонн CO_2 – экв./год., а на территории Республики Карелия накопление углерода составит более 15913 тыс. тонн углерода, поглощение углерода будет в размере около 304,8 тыс. тонн углерода в год или более 1117 тыс. тонн CO_2 – экв./год.

Итоговые данные указывают на потенциал использования сельскохозяйственных земель Санкт-Петербурга и Республики Карелия для реализации лесоклиматических проектов по лесоразведению и получению дополнительных углеродных единиц. Реализация данных проектов позволит эффективно использовать земельные ресурсы, поможет улучшить экологическую обстановку и сможет внести вклад в реализацию стратегии социально-экономического развития РФ.

Библиографический список

1. Коротков В. Н. Лесные климатические проекты в России: ограничения и возможности // Russian Journal of Ecosystem Ecology, Вып. 7, № 4, 2022, С. 39-46.
2. Anderegg W. R. L. et al. Climate-driven risks to the climate mitigation potential of forests //Science. – 2020. – Т. 368. – №. 6497. – С. eaaz7005.
3. Austin K. G. et al. The economic costs of planting, preserving, and managing the world's forests to mitigate climate change //Nature communications. – 2020. – Т. 11. – №. 1. – С. 5946.
4. Fekete H. et al. A review of successful climate change mitigation policies in major emitting economies and the potential of global replication //Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2021. – Т. 137. – С. 110602.

5. Galik C. S., Jackson R. B. Risks to forest carbon offset projects in a changing climate //Forest Ecology and Management. – 2009. – Т. 257. – №. 11. – С. 2209-2216.
6. Nunes L. J. R. et al. Forest contribution to climate change mitigation: Management oriented to carbon capture and storage //Climate. – 2020. – Т. 8. – №. 2. – С. 21.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ КОНВРСИОННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ В РАМКАХ ПРОЕКТА «РИТМ УГЛЕРОДА»

Замолодчиков Д.Г., dzamolod@cepl.rssi.ru,
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
Честных О.В., ochestn@mail.ru,
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Интеграционный проект «Ритм углерода» направлен на создание инновационной системы мониторинга пулов и потоков углерода в наземных экосистемах России. Первоочередное внимание проекта уделяется расширению сети экспериментально-полевых наблюдений на полигонах и опытных участках в типовых вариантах наземных экосистем России. Однако имеются и другие направления работы, в частности, разработка предложений по совершенствованию действующих нормативных документов в области инвентаризации потоков парниковых газов. Одним из таких документов является Методика количественного определения объемов поглощения парниковых газов [1]. Методика рассматривает ряд видов антропогенной деятельности, усиливающих поглощение углерода в сфере землепользования и лесного хозяйства. Расчет поглощения углерода для каждого вида деятельности ведется по совокупности уравнений, параметры которых приведены в соответствующих таблицах. Общее число таблиц в Методике равно 46. Уточнение значений коэффициентов в этих таблицах является одной из задач проекта «Ритм углерода».

К настоящему времени завершена работа по уточнению коэффициентов таблицы Методики 24.5 «Временные интервалы возрастных групп насаждений преобладающих пород» и серии таблиц 25.2, 25.3, 25.4, 25.5 «Средние значения запаса углерода слоя почвы 0 - 30 см (тонн С га$^{-1}$)».

Таблица 24.5 сформирована по возрастным группам лесообразующих пород в дифференциации по 3 широтным полосам. Широтные полосы – это списки субъектов РФ, территория которых преимущественно располагается в пределах той или иной природной зоны, а именно, северной (лесотундра и северная тайга), средней (средняя тайга) и южной (южная тайга, широколиственный леса, лесостепь). В таблице 24.5 данные фактически приводятся для трех вариантов пространственного деления территории России: объединение северной и средней полосы (1-2), южная полоса (3) и территория России целиком (1-3).

Возрастные группы включают молодняки 1 класса возраста, 2 класса возраста, средневозрастные, спелые и приспевающие. Проблема состоит в том, что группа средневозрастных имеет различные интервалы возраста даже для одной и той же породы. Этот интервал, в свою очередь, определяется возрастом

рубки, то есть начальным годом возрастной группы «спелые». Например, у хвойных пород с продолжительностью возрастного класса 20 лет при возрасте рубки 81 год у средневозрастных возрастной интервал будет равен 20 лет (с 41 по 60 год), а при возрасте рубки 121 год 60 лет (с 41 по 100 лет).

Материалы Государственного лесного реестра содержат сведения о распределении площадей и запасов древесины на покрытых лесом землях лесного фонда по лесообразующим породам и группам возраста. В той же дифференциации присутствует информация по возрасту рубки. Это дает возможность определить средний для субъекта РФ возрастной интервал для средневозрастных. С этой целью для каждого субъекта РФ были рассчитаны суммы произведений площади средневозрастных на возраст рубки, а далее частного данной величины и суммы площадей средневозрастных. Интервалы для остальных возрастных групп по найденной величине с учетом нормативной продолжительности возрастного класса (5, 10, 20, 40 лет) и числа классов в возрастной группе (1 или 2). Напрямую использовать получившиеся средневзвешенные значения возраста рубки (например, 113.4 для сосны в полосе 1-2, или 93.1 для ели в полосе 3) не рекомендуется, поскольку такие значения не соответствуют делению на классы возраста. Потому на основе найденных средневзвешенных значений были выбраны ближайшие к ним фактические значения возраста рубки. Для приведенного выше примера были выбраны значения возраста рубки 121 лет для сосны и 101 год для ели. В таблицу была добавлена сводная категория «прочих пород», для которых ранее не приводилось оценок продолжительности возрастных групп.

Сравнение исходных и уточненных коэффициентов показывает, что у хвойных пород (ель, сосна, пихта, лиственница) продолжительность группы средневозрастных увеличилась. Это означает, что леса данных преобладающих пород растут несколько медленнее, чем предполагалось. По твердолиственным и мягколиственные возрастные интервалы средневозрастных уменьшились либо сохранили свои значения, что благоприятно отразится на оценках поглощения углерода.

Исходный вариант «Средних значений запаса углерода почвы» был построен для слоя 0-30 см. При этом в соответствии с рекомендациями МГЭИК было принято, что восстановление запаса углерода почвы происходит в течение первых 20 лет после деструктивного нарушения (рубки или лесного пожара). Этот подход не позволял учитывать поглощение углерода почвами в более старших возрастных группах, чем молодняки. Таким образом, модификация типовых значений углерода почв направлена на решение двух задач: 1) расширение учитываемой почвенной толщи до 100 см; 2) расширение учитываемого времени восстановления запаса углерода на весь период роста лесного насаждения (от молодняков 1 класса возраста до перестойных).

Для решения поставленной задачи была использована современная версия базы данных «Почвенные характеристики Северной Евразии» [3]. По сравнении с ранней версией, использованной в работе [2], в позднюю введены автоматические процедуры заполнения лакун (в первую очередь по отношению к данным по плотности почвенных горизонтов), а также расчета запасов

химических элементов по слоям почвы 0-30, 0-50, 0-100 см. Кроме того, база была пополнена информацией, опубликованных в научных изданиях за 2000-2017 гг. При этом особое внимание было уделено поиску информации о почвенных разрезах, устроенных в лесах с известным возрастам древостоя, на вырубках и гарях.

Были рассчитаны средние значения запаса углерода в слоях почвы, усредненных по категориям «гари и вырубки», «средневозрастные леса», «приспевающие и спелые леса», «перестойные леса», «все леса». Была выявлена статистически значимая тенденция к увеличению запаса углерода от нарушенных территорий к спелым лесам.

Запасы углерода почвы в категории «все леса», которая преимущественно состоит из разрезов, устроенных в лесах с неизвестным возрастом, близка к средним запасам в категории «перестойные леса». Это позволяет сделать вывод, что разрезы категории «все леса» преимущественно были устроены в старовозрастных лесах, что дает возможность использовать весь массив данных по покрытым лесом землям, а не только разрезы с указанием возраста древостоя. На основе отношений запасов углерода в разных возрастных категориях лесных насаждений были рассчитаны значения углерода почвы для возрастных групп лесообразующих пород.

Модифицированные значения углерода почвы представлены в таблицах, характеризующих группы возраста, а также углерод почвы на временно не покрытых лесом площадях (гари и вырубки). В исходном варианте «Методики» было 4 таблицы, в модифицированном варианте их 7, поскольку расширен перечень возрастных групп, для которых найдены типовые значения углерода почвы. В таблицах приведены значения не только доля слоя 0-100 см, но и для слоя 0-30 см.

В настоящее время работа над уточнением таблиц продолжается. К этой деятельности подключаются представители различны научных и нучно-образовательных организаций, в том числе Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М.Кирова.

Работа поддержана важнейшим инновационным проектом государственного значения «Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6).

Библиографический список

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 27 мая 2022 г. N 371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов». Зарегистрировано в Минюсте России 29 июля 2022 г. N 69451.

2. Честных О.В., Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И. Общие запасы биологического углерода и азота в почвах лесного фонда России // Лесоведение. 2004. № 4. С. 30-42.

3. Честных О.В., Замолодчиков Д.Г. Почвенные характеристики Северной Евразии. Свидетельство о регистрации базы данных 2018621164. Дата государственной регистрации 2 августа 2018 г.

МНОГОЦЕЛЕВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСОВ В КОНТЕКСТЕ РЕАЛИЗАЦИИ ЛЕСОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

Кази И.М., ilonakazi@yandex.ru,
Добровольский А.А., alexander-83@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Леса играют жизненно важную роль в поддержании экологического равновесия нашей планеты, и предоставляют разнообразные экосистемные услуги, такие как сохранение биоразнообразия, обеспечение защиты почв и благоприятного водного режима, а также стабилизацию атмосферного воздуха и регулирования климата. Важнейшими функциями лесов, влияющими на глобальные климатические процессы, является депонирование и консервация углерода.

Антропогенная нагрузка, в числе прочих факторов, приводит к выбросу парниковых газов, которые в свою очередь поглощают часть тепла, выделяемого с поверхности Земли, и не позволяют ей вырываться в космос, что способствует глобальному потеплению. Согласно обобщенному докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата, опубликованному в марте 2023 года, возможная оценка среднего глобального потепления к концу века составит от 1,4 °C до 4,4 °C. [7, 8]

В лесных экосистемах постоянно идут процессы поглощения и выброса CO_2, депонирование и потери углерода в различных пулах (живая и отмершая фитомасса, лесная подстилка, органическое вещество почвы). Баланс углерода в таких экосистемах может сильно меняться от различных внешних воздействий, таких как рубки и пожары, которые для любой длительно развивающейся лесной экосистемы являются настоящим бедствием. После воздействия нарушенные экосистемы являются нетто-эмитентом CO_2 в атмосферу и только спустя годы становятся нетто-стоком. В России, рубки, наряду с пожарами, являются главными факторами влияния на лесные экосистемы. Масштабные рубки XX века изменили и породный состав лесов: снизилась доля хвойных и увеличилась доля лиственных: так в 1934 году доля хвойных пород составляла 81,3%, лиственных - 18,7%, спустя 85 лет – доля хвойных пород составила 77,0%, лиственных – 23%. [2]

Леса умеренного пояса и тропические леса покрывают вдвое больше площади земли, чем бореальные, однако бореальные леса содержат на 20% больше углерода, чем два других вместе взятых. Почва, болота, торфяники в бореальных лесах также являются значительными поглотителями углерода в мире.

В контексте подготовки Конференции Сторон РКИК в Париже была отмечена особая роль бореальных лесов России, которые поглощают до 600 млн тонн углекислого газа в год. Кроме того, была отмечена принципиальная важность учета этого фактора при подготовке нового соглашения по климату. Все сказанное в отношении лесов нашей страны, справедливо и по отношению к лесному покрову всей планеты. [1, 3]

Сокращение вырубки тропических лесов потенциально является крупномасштабной и недорогой стратегией смягчения последствий изменения климата. Тем не менее, предыдущие попытки спрогнозировать экономическую эффективность политики по сокращению выбросов парниковых газов в результате будущей вырубки лесов в тропиках были затруднены из-за неполных имеющихся данных об исторической потере лесов. [4]

В последнее время большое внимание уделяется лесоклиматическим проектам, являющимися одним из видов климатических проектов. Такие проекты относятся к категории природных решений (nature-based solutions) и направлены на снижение выбросов или на увеличение поглощения парниковых газов. Однако до сих пор остается много неясного в вопросе о том, по каким критериям следует отбирать проекты. Помимо хранения CO_2, решающую роль играет социальная и экологическая целостность проектов.

Во многих странах актуальны следующие стандарты: Механизм чистого развития (CDM), стандарт Carbon Fix (CFS), система и стандарты Plan Vivo (PVS) и стандарт Verified Carbon (VCS), а также стандарты Climate Community and Biodiversity Standard (CCBS) и Social Carbon Standard (SCS) в качестве со-стандартов. [7, 8]

Стандарты для лесных климатических проектов должны обязательно включать следующие основные аспекты:

- разработка и реализация целостных стратегий для предотвращения рисков и обеспечения долгосрочного связывания углерода;
- проведение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС);
- доказательство положительного экологического воздействия путем сбора исходных данных о биоразнообразии, постоянного мониторинга и т.д.

В мире, в основном, применяются 3 системы стандартов/методологий для обоснования и разработки лесоклиматических проектов: - Золотой стандарт (Gold Standard); - Механизм чистого развития ООН (Clean Development Mechanism); - Верифицированные углеродные стандарты (Verified Carbon Standard, Verra). [5]

Существующие лесоклиматические проекты можно разделить на 6 типов: лесоразведение, лесовосстановление, борьба с пожарами, отказ от сплошных рубок, устойчивое управление лесами и восстановление лесоболотных угодий на ранее осушенных землях. Наиболее распространенный способ с точно определяемой базовой линией и достоверно рассчитываемой дополнительностью – лесоразведение на территориях, никогда не занятых зелеными насаждениями. Так, создается дополнительный потенциал поглощения углерода в биомассе и почве. [5, 6]

Одна из важнейших целей лесных углеродных проектов - внести вклад в защиту климата. Особенно важно обеспечить надежность инвестиций и возможность точно знать объемы накопленного CO_2. Для лесных климатических проектов это является особой проблемой, хотя в этой области в последние годы были разработаны поддающиеся проверке и объективные методы, которые требуются в соответствии со стандартами. Стандарты должны определять понятные и простые методы расчета углеродного следа. Здесь должны применяться принципы консервативной оценки, чтобы учесть существующие неопределенности и риски. [9]

При этом развитие углеродных рынков и возможность монетизации результатов углеродного проекта вовлекает в этот процесс большое количество новых игроков в виде компаний, не связанных напрямую с лесным комплексом, но имеющих финансовый потенциал для внедрения таких проектов.

Лесоклиматические проекты открывают новые возможности реализации концепции многоцелевого использования лесов. Лесоразведение на земельных участках, не занятых ранее древесно-кустарниковой растительностью, теперь может дать землепользователю или землевладельцу не только потенциальный доход от выращенной в будущем древесины, но и монетизируемый доход от углеродных единиц. И наоборот, реализация лесоклиматического проекта может сочетаться с другими целями, например, осуществление в виде создания парков и рекреационных зон, особенно вблизи городов и населенных пунктов, что может создавать дополнительную полезность для населения. Еще одним перспективным сопутствующим направлением использования лесов в ходе реализации лесоклиматических проектов может стать создание геоглифов в виде крупномасштабных символов, надписей и логотипов, что будет способствовать долгосрочному маркетинговому продвижению организаций и брендов компаний, вовлеченных в процесс. Такое направление становится особенно актуальным в контексте постоянного увеличения пассажирских авиаперевозок в мире [10].

Библиографический список

1. Рамочная Конвенция Организации Объединённых Наций об изменении климата. Официальный русский перевод. ООН, 1992.
2. Замолодчиков Д.Г., Кобяков К.Н., Кокорин А.О., Алейников А.А., Шматков Н.М. Лес и климат. — М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2015. — 40 с.
3. https://www.un.org/ru/conferences/environment/newyork2015
4. Jonah Busch, Jens Engelmann Cost-effectiveness of reducing emissions from tropical deforestation, 2016–2050 https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa907c
5. https://rbf-ras.ru/wp-content/uploads/2023/11/AD_20231109_Alekseev_AS.pdf
6. https://climate-change.moscow/article/lesoklimaticheskie-proekty-ih-uglerodnyy-potencial-preimushchestva-inedostatki?ysclid=lvxddomtu5609383302.
7. https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/projektmechanismen/Waldprojekte_Leitfaden.pdf?__blob=publicationFile&v=2
8. https://www.europarl.europa.eu/factsheets/de/sheet/72/combating-climate-change
9. https://www.wwf.de/themen-projekte/waelder/wald-und-klima/waelder-und-klimaschutz

10. https://www.iata.org/en/pressroom/2023-releases/2023-12-06-01/

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА В НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Лукашик Е.Е., lukashik-proekt@yandex.ru,
Семенов Д.В., dima_cemenov-1999@mail.ru,
Иванов А.А., andrey.ivanov.1998@yandex.ru,
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Одной из наиболее острых проблем человечества в настоящее время является проблема углеродного (карбонового) следа [1], являющегося следствием жизнедеятельности человека и приводящего к повышению температуры на планете и негативным изменениям климата [5]. Переход Российской Федерации к низкоуглеродной экономике должен осуществляться комплексно – посредством национальной поддержки проектов в области внедрения автоматизированных и интеллектуальных энергетических систем [2], модернизации систем мониторинга выбросов парниковых газов [3] подготовки квалифицированных кадров и создании образовательных программ с внедрением дисциплин и модулей, направленных на изучение низкоуглеродной экономики, а также развития промышленности с использованием альтернативных источников энергии.

Для формирования стратегии перехода к низкоуглеродной экономике требуется информация о процессах депонирования и эмиссии углерода различными экосистемами в тех или иных природно-антропогенных условиях. Карбоновые полигоны представляют собой территории, предназначенные для изучения влияния климатических условий и антропогенной деятельности человека на изменения окружающей среды, а также для разработки и тестирования технологий контроля и снижения выброса парниковых газов. Одним из главных направлений работы карбоновых полигонов является отработка на практике технологических решений контроля эмиссии и поглощения парниковых газов. На данный момент в Российской Федерации функционирует 18 карбоновых полигонов общей площадью 39`157,3 га (рис. 1).

Рис. 1 – Карбоновые полигоны Российской Федерации
Источник: https://carbon-polygons.ru/

В Новгородской области на территории экспериментального полигона «Лог Таежный» (в границах Валдайского национального парка) А.К. Юзбековым, Д.Г. Замолодчиковым, А.И. Иващенко, Д.В. Карелиным и др. проводились исследования, посвященные оценке сезонной динамики интенсивности нетто-фотосинтеза и темного дыхания, ели европейской. В результате был сделан вывод о том, что старовозрастные еловые насаждения могут являться живой системой депонирования атмосферного углерода [4, 6]. Нами были рассмотрены пять потенциальных участков на территории Новгородской области для создания карбонового полигона (рис. 2). Далее представлена характеристика данных участков.

Рис. 2 – Потенциальные участки карбонового полигона на территории Новгородской области

Участок №1, 57°50'19.8"N 33°10'15.8"E, Валдайский район. Болотный массив - участок верхового сфагнового болота ледникового происхождения с редким покрытием сосны и березы площадью 85 га. В травянистом покрове встречается вахта трехлистная, клюква, росянка узколистная и круглолистная, пальчатокоренник пятнистый и др. Почвы торфяные болотные с высоким уровнем грунтовых вод. На повышенных участках рельефа - спелые и перестойные хвойные и смешанные древостои.

Участок №2, 58°39'05.0"N 31°15'11.0"E, Новгородский район. Участок площадью 144 га со смешанными спелыми и перестойными лесными насаждениями на равнинном рельефе. Подвержен антропогенному воздействию, находится на территории единой санитарно-защитной зоны (ЕСЗЗ) имущественных комплексов Северного промышленного района № 1 Великого Новгорода.

Участок №3, 59°10'31.1"N 31°37'15.3"E, Чудовский район. Участок разрабатываемого торфяного болота «Отхожий лес» площадью 64 га с типичной растительностью.

Участок №4, 58°21'59.7"N 31°37'23.8"E, Новгородский район. Участок с пойменными комплексами и акваторией оз. Ильмень (площадь более 120 тыс.

га), а также восточное и юго-западные побережья озера, памятник природы Ильменский глинт, представляющего выходы пород девонского периода палеозойской эры на поверхность.

Участок №5, 58°12'11.4"N 30°37'27.3"E, Шимский район. Участок площадью 257 га представляет собой пойменные комплексы с преимущественно травянистой растительностью, в меньшей степени представлена древесно-кустарниковая мелколиственная растительность. Слияние рек Шелонь и Мшага, приток реки Струпенка.

Данные участки формируют направленность изучения геохимического цикла углерода в таких экосистемах, как леса смешанные (в том числе леса, подвергающиеся антропогенному воздействию), торфяные болота, водные объекты и пойменные комплексы, а также могут дополнять характеристику влияния не только лесных насаждений и болот (что в наибольшей степени представлено в научной среде), но и озерно-речной системы бассейна реки Волхов и озера Ильмень на баланс климатически активных газов и углерода в природно-климатических условиях Северо-Запада России.

Библиографический список

1. Абулгаирова, А. Б. Снижения концентрации парниковых газов в атмосфере / А. Б. Абулгаирова // Аллея науки. – 2022. – Т. 2, № 12(75). – С. 253-256. – EDN RSFAFH

2. Василенко, Н. В. Энергетика России: состояние и перспективы развития при переходе к низкоуглеродной экономике / Н. В. Василенко // Экономическое возрождение России. – 2022. – № 2(72). – С. 144-160. – DOI 10.37930/1990-9780-2022-2-72-144-160. – EDN WXYINH.

3. Каницкая, Л. В. Новые вызовы нефтегазовому сектору России при переходе к низкоуглеродной экономике / Л. В. Каницкая, О. И. Горбунова // Известия Байкальского государственного университета. – 2022. – Т. 32, № 1. – С. 29-38. – DOI 10.17150/2500-2759.2022.32(1).29-38. – EDN JHAVGC.

4. Карелин, Д.В. и др. Значение пространственного и временного масштаба при анализе факторов эмиссии CO2 из почвы в лесах Валдайской возвышенности / Д. В. Карелин, А. И. Азовский, А. С. Куманяев, Д. Г. Замолодчиков // Лесоведение. – 2019. – № 1. – С. 29-37. – DOI 10.1134/S0024114819010078. – EDN YUBBFJ.

5. Ширяев, М.В. Карбоновые полигоны как элемент формирования "зеленой экономики" в Российской Федерации / М. В. Ширяев, С. Н. Яшин, С. А. Борисов, А. О. Жогин // Развитие и безопасность. – 2021. – № 4(12). – С. 95-104. – DOI 10.46960/2713-2633_2021_4_95. – EDN XPBPWJ.

6. Юзбеков, А.К. Фотосинтез у ели европейской в лесных экосистемах экспериментального полигона «Лог Таежный» / А.К. Юзбеков, Д.Г. Замолодчиков, А.И. Иващенко // Вестник Московского университета. Серия 16. Биология. 2014. №4. – С. 32-35.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАПАСОВ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКЕ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ И КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА

Нарыкова А.Н., narykovaanna@yandex.ru,
Плотникова А.С.,
Данилова М.А.,
Кузнецова А. И.,
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук
Ахметова Г.В.
Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук

В настоящей работе подробно рассматривается одна из климаторегулирующих экосистемных услуг лесов – аккумуляция почвенного органического углерода. Целью исследования является проведение регрессионного геопространственного моделирования запасов углерода лесной подстилки на территории республики Карелия и Карельского перешейка с помощью метода машинного обучения.

Для построения регрессионных моделей используются полевые данные, полученные в рамках международной программы International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests) в 2007-2010 гг. На исследуемой территории расположены 142 пункта постоянного наблюдения (ППН) сети ICP Forests. Данные программы включают значения запасов углерода, полученные по результатам лабораторного анализа, характеристику условий формирования почв, а также полный флористический список с учетом ярусной структуры растительности [1].

Для проведения моделирования был подготовлен набор геопространственных данных (56 предикторов), характеризующих факторы почвообразования согласно модели SCORPAN [3], которая широко применяется в цифровом почвенном картографировании [2]. Для повышения устойчивости модели был проведен корреляционный анализ с целью удаления предикторов с коэффициентом корреляции 0.8 и выше. Из пар были удалены те предикторы, которые имели меньшую корреляционную связь с запасами углерода в лесной подстилке. В результате был сформирован финальный набор независимых предикторов, состоящих из 31 переменной (табл. 1).

Для исключения из моделирования территорий, которые не относятся к лесным экосистемам, используется маска леса на основе Глобальной карты лесного покрова от Объединенного Исследовательского Центра Европейской комиссии (*англ.* European Commission, Joint Research Centre, Global map of forest cover). Подготовка предикторов и геопространственное моделирование реализуется с помощью облачной платформы Google Earth Engine.

Табл. 1. Финальный набор используемых независимых пространственных предикторов на основе модели SCORPAN после проведения корреляционного анализа

S	Почвы	содержание фракций крупных размеров, содержание азота, ила, глины, емкость катионного обмена, типы почв
C	Климат	изотермичность, осадки самого влажного месяца, осадки в самой теплой четверти, осадки в самый засушливый месяц, годовой диапазон температуры,
O	Растительность	Спектральные каналы месячных композитных изображений на основе Landsat-5 и -7: Red (июнь, июль, сентябрь); NIR (май, июнь); SWIR (июнь, июль); SWIR-2 (август, сентябрь); NDVI (май, июнь, август, сентябрь); индекс листовой поверхности
R	Рельеф	Высота рельефа, уклон, экспозиция
P	Материнская порода	Типы почвообразующих пород
A	Возраст, время	не учитывается
N	Пространственное положение	долгота и широта

Для Карелии и Карельского перешейка была построена модель запасов углерода в лесной подстилке, используя алгоритм машинного обучения Случайный лес (Random Forest). Точность полученной модели оценивалась с помощью коэффициента детерминации (R^2) и корня среднеквадратичной ошибки (RMSE). Результаты валидации модели представлены в табл. 2. На каждой из 20 итераций моделирования обучающая и валидационная выборки формировались случайным образом с соблюдением соотношения: для обучения модели использовано 90% данных (128 ППН), для валидации – 10% (14 ППН). Как видно, модель показала достаточно высокую точность и относительно низкую ошибку (табл. 2).

Табл. 2. Результаты валидации модели на основе 20 итераций

	Обучающая выборка		Валидационная выборка	
	R^2	RMSE	R^2	RMSE
	0,72	2,3	0,66	1,8
Коэффициент вариации (V)	0,04	0,03	0,44	0,22

Была проведена оценка информативности используемых независимых предикторов. На диаграмме (рис. 1) представлены 10 наиболее значимых предикторов для моделирования запасов углерода, составляющие 54% от всего набора предикторов. Наиболее информативной категорией предикторов является растительность, далее следует климат, пространственное положение и характеристики почв.

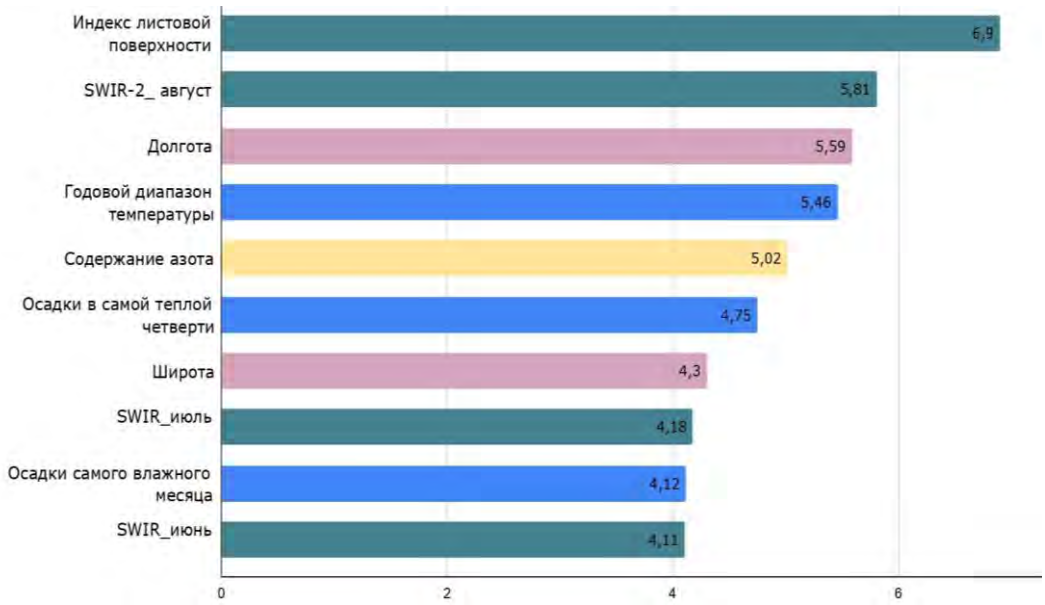


Рис. 1. 10 наиболее информативных геопространственных предикторов

Анализ полученной геопространственной модели запасов почвенного органического углерода лесной подстилки региона исследования выявил ряд ограничений. Во-первых, недостаточное количество ППН сети ICP Forests, заложенных в гидроморфных условиях увлажнения. Во-вторых, отсутствие ППН, расположенных в относительно недавно нарушенных местообитаниях (вырубки, лесные гари). Ввиду этого, на лесных участках, подвергшихся антропогенному воздействию и расположенных в гидроморфных условиях увлажнения, модель может прогнозировать некорректные значения запасов почвенного органического углерода.

Полученная модель и результаты ее геопространственного анализа будут опубликованы в открытом доступе посредством создания геосервиса на основе платформы Earth Engine Apps.

Библиографический список

1. Бахмет О.Н., Федорец Н.Г., Крышень А.М. Исследования по международной программе ICP-Forests в Карелии. Институт леса Карельского научного центра РАН // Тр. Карельского научного центра РАН. 2011. № 2. С. 133–139.
2. Гопп Н.В., Мешалкина Ю.Л., Нарыкова А.Н., Плотникова А.С., Чернова О.В. Картографирование содержания и запасов органического углерода почв на региональном и локальном уровнях: анализ современных методических подходов // Вопросы лесной науки, 2023, Т. 6. № 1. Статья № 120/ DOI 10.31509/2658-607x-202361-120
3. McBratney A.B., Mendoca Santos M.L., Minasny B. On digital soil mapping // Geoderma. 2003. V. 117. Issues 1–2. P. 3–52.

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗАПАСОВ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА ПИЛОТНЫХ РЕГИОНОВ В РАМКАХ РАБОТЫ КОНСОРЦИУМА «РИТМ УГЛЕРОДА»

Плотникова А.С., plotnikova-as-cepl@yandex.ru,
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
Гопп Н.В., gopp@issa-siberia.ru,
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
Мешалкина Ю.Л., jlmesh@list.ru,
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Нарыкова А.Н., narykovaanna@yandex.ru,
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
Чернова О.В., ovcher@mail.ru,
Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН

В настоящее время картографирование содержания и запасов почвенного органического углерода (ПОУ) на локальном и региональном уровне выполняется в соответствие с одним из двух методических подходов: (1) на основе существующих почвенных карт и архивных данных и (2) цифровое картографирование, сочетающее интеллектуальный и пространственный анализ данных [1]. Проведенный авторами литературный анализ современных российских и зарубежных работ позволил выделить приоритетный подход - цифровое почвенное картографирование (ЦПК), основанное на модели SCORPAN (S – почва, C – климат, O – организмы/растительность, R – рельеф, P – материнская порода, A – возраст, N – пространственное положение) [2]. Основными этапами подхода являются: (1) подготовка обучающей, валидационной выборки и предикторов; (2) моделирование факторно-индикаторных связей и пространственных зависимостей; (3) оценка качества моделирования.

В рамках работы консорциума «РИТМ углерода» (https://ritm-c.ru) по картографированию запасов ПОУ выбраны четыре пилотных региона – Республики Карелия и Коми, Московская и Новосибирская области. По каждому региону собраны данные по запасам ПОУ, необходимые для обучения моделей, реализации методов машинного обучения и картографирования. Первым источником данных являются результаты полевых измерений организаций-участниц консорциума в сезоне 2023 г. на: тестовых полигонах интенсивного уровня 1 и 2 типа, тестовых полигонах экстенсивного уровня, постоянных пробных площадях в репрезентативных биогеоценозах. Ко второму источнику данных относятся существующие базы данных почвенных свойств национального и регионального уровней: почвенные характеристики Северной Евразии (http://cepl.rssi.ru/rid-11/), почвенно-географическая база данных России (https://soil-db.ru), почвенная БД Искитимского района Новосибирской области.

На первом этапе ЦПК была выполнена подготовка предикторов модели SCORPAN, характеризующих почвы, климат и рельеф пилотных регионов.

S – почва. Предикторы с почвенными характеристиками подготовлены по данным *SoilGrids* (System for global digital soil mapping, https://www.isric.org): почвенные группы/типы почв по WRB; плотность; содержание глинистых частиц, песка, ила, крупнозема; кислотность почв (pH); емкость катионного обмена.

C – климат. Климатические характеристики получены из глобальной климатической базы данных *WorldClim-2.1* с пространственным разрешением 1×1 км (https://worldclim.org/). Помимо базовых переменных, WorldClim-2.1 включает производные биоклиматические характеристики: среднегодовая температура, среднесуточная разность, изотермичность, сезонность температуры, максимальная температура самого теплого месяца, минимальная температура самого холодного месяца, годовой диапазон температур, средняя температура самого влажного квартала, средняя температура самого сухого квартала, средняя температура самого теплого квартала, средняя температура самого холодного квартала, годовое количество осадков, количество осадков в самый влажный месяц, количество осадков в самый засушливый месяц, сезонность осадков, количество осадков в самом влажном квартале, количество осадков в самом сухом квартале, количество осадков в самом теплом квартале, количество осадков в самом холодном квартале (рис. 1). Карты суммы активных температур воздуха выше 10 °C, коэффициента континентальности климата и увлажнения составлены с использованием дополнительной информации из почвенно-климатического Атласа.

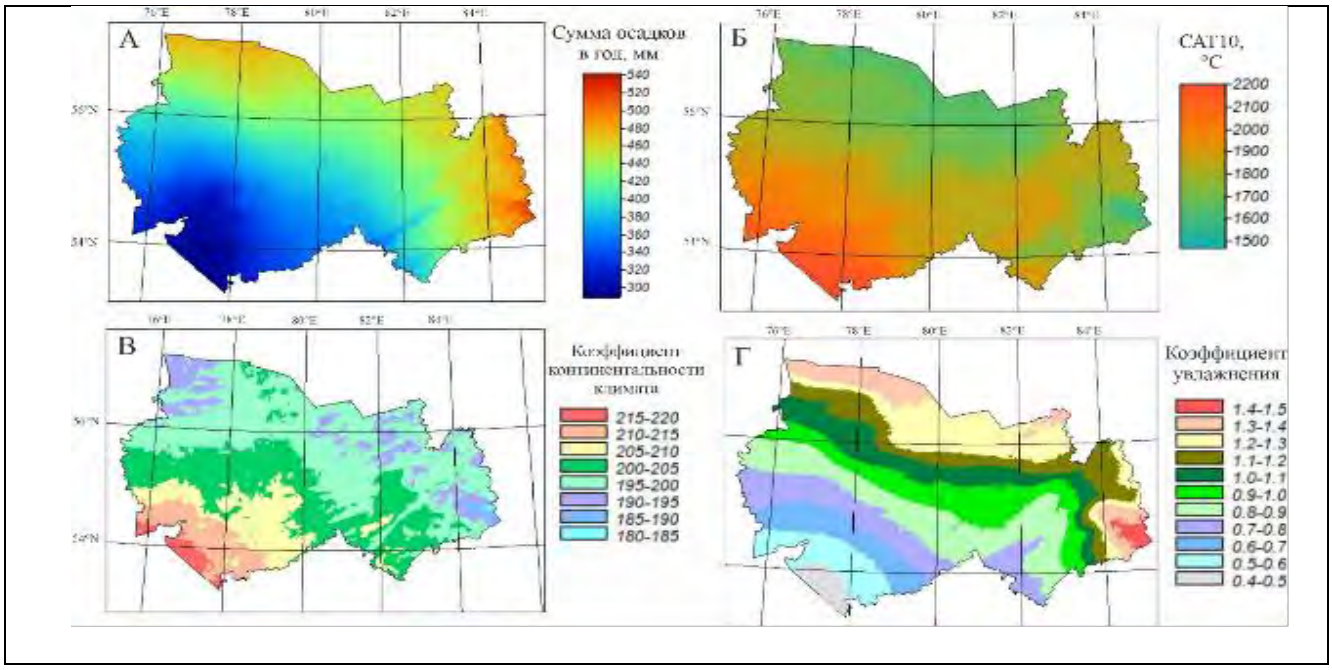


Рис. 1. Карты климатических характеристик Новосибирской области: годовая сумма осадков (А); сумма активных температур воздуха выше 10 °C (Б); коэффициент континентальности климата (В); коэффициент увлажнения (Г).

R – рельеф. Для создания морфометрических величин рельефа пилотных регионов была использована цифровая модель местности *ALOS WORLD 3D* (AW3D30) с пространственным разрешением 30 м. Выбор модели обусловлен наличием данных для северных территорий, информация о высотах предоставлена между широтами 80° с. ш. и 80° ю. ш.

Предикторами, характеризующими рельеф, являются следующие морфометрические величины: высота над уровнем моря, экспозиция и крутизна склонов, различные виды кривизны (общая, плановая, профильная, поперечного сечения, продольная), топографический индекс влажности, индексы (выпуклости, баланса массы, расчлененности рельефа), характеристики стока (суммарный, направление, длина линии) (рис. 2).

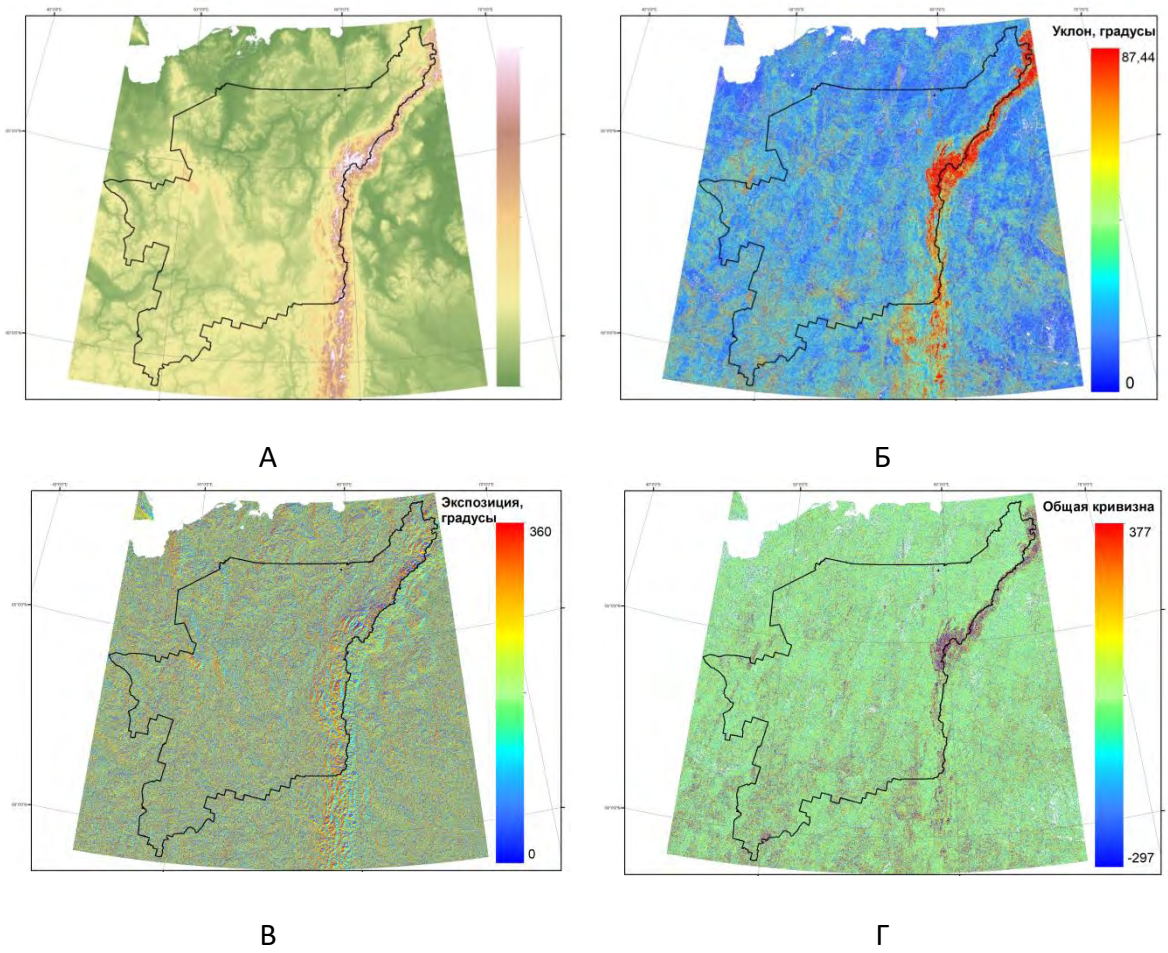


Рис. 2. Морфометрические величины рельефа Республики Коми: высота над уровнем моря, м (А); уклон (Б); экспозиция (В); общая кривизна (Г).

Таким образом, на первом этапе реализации задач консорциума «РИТМ углерода» по каждому пилотному полигону было подготовлено более 90 предикторов и рассчитан показатель важности отдельных переменных в модели случайного леса (*англ.* Random Forest).

Библиографический список

1. Гопп Н.В., Мешалкина Ю.Л., Нарыкова А.Н., Плотникова А.С., Чернова О.В. Картографирование содержания и запасов органического углерода почв на региональном и локальном уровнях: анализ современных методических подходов // Вопросы лесной науки, 2023, Т. 6. № 1. Статья № 120/ DOI 10.31509/2658-607x-202361-120.
2. McBratney A.B., Mendonça Santos M.L., Minasny B. On digital soil mapping // Geoderma. 2003. Vol. 117. No. 1–2. P. 3–52.

РОЛЬ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В СТАБИЛИЗАЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Султанова З.Г., zulfiya.sultanova.1721@mail.ru,
Ибрагимова К.К., kadriya.ibragimova@mail.ru,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Широко известно, что лесные формации являются самым большим резервуаром углерода на планете. Именно поэтому все усилия международного сообщества, направленные на решение проблемы изменения климата, сосредоточены на лесах.

На сегодняшний день, лесные пожары, засухи, наводнения, вызванные климатическими изменениями, уже затронули территорию Российской Федерации. Следуя по пути решения данной проблемы, Россия поддержала Парижские соглашения, целью которых является сокращение количества выбросов парниковых газов в атмосферу к 2050 г.

По мнению экспертов, для реализации поставленной задачи существует несколько возможных путей: увеличение площади углеродных стоков, путем грамотного лесовосстановления и сокращение эмиссии углерода, из уже имеющихся лесных площадей. В частности, не допуская уничтожения старовозрастных лесов, являющихся хранителями не только биоразнообразия, но и огромных запасов углерода.

На наш взгляд, наиболее перспективными для восстановления являются бореальные леса, ведь именно хвойным формациям принадлежит лидирующая роль в депонировании углерода. Это обусловлено увеличенной продолжительностью вегетационного периода у хвойных пород и замедленным процессом разложения растительного опада, с последующей аккумуляцией органических веществ в почве.

Все лесные массивы, в той или иной степени являются стоком углерода, но следует помнить о том, что малонарушенные бореальные леса остаются самыми большими хранилищами органического вещества.

Бореальные леса Республики Татарстан

Яркой природной особенностью Татарстана можно считать тот факт, что по территории Республики проходит граница между зонами хвойно-широколиственных лесов и лесостепи. Это дает уникальную возможность, наблюдать соседство многих европейских и подтаёжных видов флоры и фауны. Здесь также пролегает южная граница естественного распространения ели и пихты. Из покрытой лесом площади хвойные насаждения занимают 22,1 %.

Елово-пихтовые фитоценозы расположены на севере Татарстана в Сабинском, Кукморском, Мамадышском районах и в пределах природного комплекса Ашитско-Илетского междуречья Арского района, у истоков реки Казанки. Прежде елово-пихтовые леса занимали большие площади, но на сегодняшний день к этой категории можно отнести не более 7% лесов Республики. Подобные изменения напрямую связаны с процессами развития

линейной эрозии, следствием чего стало понижение уровня грунтовых вод и иссушении ландшафтов.

Лесные памятники природы Республики Татарстан с преобладанием хвойных пород

Самые большие участки леса, с преобладанием темнохвойных пород, охраняются в национальном парке «Нижняя Кама». Он состоит из шести участков общей площадью 26587 га, четыре из которых занимают лесные массивы – «Большой Бор» (6760га), «Малый Бор» (1268га), «Танайский лес» (6064га) и «Кзыл–Тау» (9539 га). Следующий по площади это природный заказник «Балтасинский» (2120,4 га).

Островки пихтарников, сохранившиеся в Мамадышском и Сабинском районах объявлены памятниками природы. Среди них: «Истоки реки Казанки» (678,7га), «Аю урманы», площадью 416,2 га; «Семиозѐрский лес» (118,9га), «Горный сосняк» (70 га), «Борковская дача» (1030 га) памятник природы «Бухарайский бор» (449 га), «Игимский бор» (584 га). Таким образом 29098,2 га темнохвойного леса находится на территории ООПТ Республики.

Снизить интенсивность деградации лесов, параллельно увеличивая площади темнохвойных насаждений, за счет лесовосстановления на залежных землях– это реальная возможность смягчить последствия климатических изменений. Исходя из всего вышесказанного, считаем необходимым, вывести из хозяйственного пользования все сохранившиеся на севере Республики массивы темнохвойных лесов, придав им охранный статус. Ведь особо охраняемые природные территории играют важную роль в сохранении углеродных пулов. Кроме того, это даст возможность, не только сохранить уникальную таёжную биоту, но и сделать данные участки, центрами распространения ценных видов

Библиографический список

1. Бакин О.В. Заветные уголки природы Татарстана: об особо охраняемых природных территориях Республики Татарстан. Казань: Фолиант, 2020. – 196 с.
2. Газизуллин А.Х. Пихта сибирская в лесах Среднего Поволжья. – Йошкар-Ола: Периодика Марий Эл, 2000. – 240 с.
3. Попов В.А. Памятники природы Татарии. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1977. – 134 с.
4. Официальный сайт Министерства лесного хозяйства Республики Татарстан: https://minleshoz.tatarstan.ru/ [дата обращения: 21.04.2024].

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСОВ ПО ПОГЛОЩЕНИЮ АТМОСФЕРНОГО УГЛЕРОДА: ИНСТРУМЕНТЫ, МЕТОДЫ, ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ

Филипчук А.Н., afilipchuk@yandex.ru,
Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства
Нигматуллин Б.И.,
Салтанов М.Г., maxisal@mail.ru,
Институт проблем энергетики
Малышева Н.В., nat-malysheva@yandex.ru,
Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства

Интенсивный сценарий Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. (Распоряжение Правительства 29.10.2021 № 3052-р) прогнозирует рост поглощения лесами с текущего объема в 535 Мт $CO_{2экв}$ в 2020 г. до 700 Мт $CO_{2экв}$ к 2030 г. и 1200 Мт $CO_{2экв}$ к 2050 г. В 2022 г. согласно Национальному докладу о кадастре парниковых газов [2] чистое поглощение C/CO_2 управляемыми лесами России (баланс) на площади 666,4 млн га составляет 161,6 Мт С = 593 Мт CO_2, а удельное поглощение ~0,89 тCO_2/га/год.

Возникает закономерный вопрос: достижим ли стратегический показатель чистого поглощения углерода лесами в 700 Мт$CO_{2экв}$ к 2030 и 1200 Мт $CO_{2экв}$ к 2050 году, т.е. к заявленному сроку углеродной нейтральности России, при показателе на 30–125% меньшем в настоящее время? Парадоксально, но факт, что вопреки отчетным показателям по сектору ЗИЗЛХ в Национальном кадастре, он достижим уже сегодня. Две фундаментальных причины обусловливают несовершенство оценки нетто (чистого) поглощения углерода лесами: упрощенная методика расчетов и неактуальность исходных данных. Методика количественного определения объема поглощения парниковых газов лесами [1], несмотря на неоднократные редакции, наследует два ключевых недостатка [3]:

1) Недооценка объема поглощения. Возникает из-за некорректного определения текущего (ежегодного) приращения запаса древесины –основного параметра для оценки брутто-поглощения C/CO_2, характеризующего сток углерода в результате фотосинтеза.

2) Переоценка потерь/объема эмиссий. Возникает из-за косвенных оценок потерь C/CO_2 от пожаров и заготовки древесины, не по фактическим площадям и объемам за год, а опосредованно через средние значения площади сплошных вырубок и гарей, с учетом периодов их зарастания.

Ограничения по актуальности исходных данных для расчетов поглощения фитомассой в настоящем преодолимы. Данные государственного лесного реестра (ГЛР), положенные в основу расчетов Национального кадастра ПГ, представляют собой свод разновременных материалов лесоустройства. Доля актуальных материалов лесоустройства в их составе только 16%. В 2020 г.

завершился первый цикл Государственной инвентаризации лесов (ГИЛ) России. В результате масштабных работ собрана качественно новая исходная информация о лесах, которая может и должна использоваться для количественной оценки поглощения C/CO_2. В 2021 г. начат второй цикл, в рамках которого к 2030 г. будут выполнены повторные измерения на большей части пробных площадей первого цикла. Данные ГИЛ принципиально отличаются от данных лесоустройства и их обобщения в ГЛР. Это предопределяет необходимость разработки новой методики оценки поглощения C/CO_2 лесами, в основе которой – новый источник данных.

Однако уже сегодня, основываясь на полученных в первом цикле ГИЛ основных таксационных характеристиках лесов и таблицах хода роста, можно определить фактический годичный прирост запаса древесины и рассчитать приходную часть баланса – брутто-поглощение C/CO_2 лесами. Для расходной части баланса приемлемы формы ежегодной статистической отчетности Рослесхоза. Они содержат объемы заготовки древесины всеми видами рубок; площади, пройденные пожарами и площади лесов, погибших от пожаров разных видов с учетом целевого назначения лесов. Поэтому нет необходимости в косвенных расчетах.

На примере двух модельных объектов - Республики Карелии и Сахалинской области – по данным завершенного в 2022 г. ГИЛ 2-го цикла выполнены экспериментальные расчеты брутто-поглощения C/CO_2 фитомассой лесов, обеспечивающей 70-80% годичного объема поглощения. В расчетах использовали консервативный подход, рекомендуемый МГЭИК, который заключается в минимальных оценках поглощения C/CO_2 лесами и максимальных оценках годичных потерь/эмиссий. Для пересчета приращения объемных запасов древесины в фитомассу использовали набор конверсионных коэффициентов, утвержденных Минприроды России [1]. Результаты расчетов и сопоставление с оценками Национального доклада о выбросах из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов (далее Национальный кадастр) [2] по модельным объектам приведены в табл. 1.

Табл. 1 – Сравнение расчетных данных удельного брутто-поглощения, потерь и чистого(нетто) поглощения C/CO_2 фитомассой лесов с Национальным кадастром [2].

Республика Карелия, Сахалинская область*

Статьи баланса (фитомасса)	Данные ГИЛ		Национальный кадастр Росгидромета. Данные ГЛР/ методика РОБУЛ		Расхождение в оценке по данным ГИЛ с оценкой Национального кадастра
	C	CO_2	C	CO_2	
Республика Карелия					
Брутто-поглощение, т/га/год	0,78	2,87	0,36	1,3	>2,2
Потери, т/га/год	0,21	0,78	0,12	0,47	>1,7
Чистое (нетто) поглощение, т/га/год	0,57	2,09	0,24	0,83	>2,4
ИТОГО: Занижение чистого поглощения (баланса) по фитомассе					≈2,4 раза

Сахалинская область					
Брутто-поглощение, т/га/год	0,61	2,24	0,39	1,4	>1,6
Потери, т/га/год	0,01	0,05	0,09	0,35	≈< 7
Чистое (нетто) поглощение, т/га/год	0,60	2,19	0,30	1,05	>2
ИТОГО: Занижение чистого поглощения (баланса) по фитомассе					≈2 раза

* Площади лесных земель модельных объектов в расчетах с данными ГИЛ и в Национальном кадастре одинаковы

Итоговые расчетные оценки чистого (нетто) поглощения C/CO_2 фитомассой с данными ГИЛ в среднем в 2 раза больше по сравнению с оценками Национального Кадастра по модельным объектам. Для верификации расчетных данных использованы независимые оценки общего и удельного годичного поглощения по комплексу источников: данным дистанционных измерений потоков и баланса углекислого газа в атмосфере Центра Годдарда (NASA) [4], маски стран (включая Россию) - проект MERRA [5], маски модельных регионов - ВНИИЛМ, ИПЭ. Сравнение удельного нетто-поглощения, показывает хороший уровень совпадения и, соответственно, взаимной верификации обоих оценок. Независимая оценка по дистанционным данным для Республики Карелии составила 2,4 тCO_2/га/год, по расчетным – 2,1 тCO_2/га/год; для Сахалинской области по дистанционным данным – 2,14 тCO_2/га/год, по расчетным – 2,19 тCO_2/га/год. При этом, согласно оценке Национального кадастра, в целом она 0,8 и 1,1 т CO_2/га/год соответственно по объектам.

Существенная недооценка чистого поглощения углерода лесами и углеродного баланса в целом, и, соответственно, позиционирование России как одного из мировых лидеров нетто-выбросов парниковых газов имеет колоссальные последствия для экономики и энергетики страны. Расплата за такую оценку – неоправданно высокие издержки на достижение углеродной нейтральности через структурную перестройку энергетики, а также ограничение добычи и экспорта ископаемого топлива. В Стратегии социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года определено, что совокупные инвестиции в снижение нетто-выбросов (преимущественно антропогенных) составят в среднем 1% ВВП в 2022 - 2030 гг. и 1,5 - 2 % ВВП в 2031 - 2050 гг. При этом, корректный учет поглощения (в первую очередь - лесами), наоборот, может не только снизить учитываемый нетто-выброс страны, но и поменять знак баланса на противоположный, приблизив Россию к статусу мирового климатического донора. Нужна немедленная ревизия показателей, исходных данных, методики формирования углеродного баланса и переоценка роли лесов России.

Библиографический список

1. Приказ Минприроды России от 27.05.2022 N 371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.07.2022 N 69451)

2. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2020 гг. – Ч.2. Приложения. Текст: электронный. – Москва: ИГКЭ, Росгидромет, 2022.– 111 с. https://unfccc.int/documents/461970
3. Filipchuk A., Moiseev B., Malysheva N., Strakhov V. Russian Forests: A New Approach to the Assessment of Carbon Stocks and Sequestration Capacity // Environmental Development.– 2018. – 26. – p. 68-75. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2018.03.002
4. https://www.nasa.gov/goddard
5. https://goldsmr4.gesdisc.eosdis.nasa.gov/data/MERRA2_CLIM/M2_TMAX_PM25.1/1980/mask_worldCountry_MERRA2.nc

ОТ ЭКСТЕНСИВНОЙ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ К ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПТИМИЗИРОВАННОМУ УПРАВЛЕНИЮ ЛЕСАМИ

Шварц Е.А., e.a.shvarts@igras.ru,
Центр ответственного природопользования Института географии РАН
Шматков Н.М.,
Карпачевский М.Л.,
Система добровольной лесной сертификации «Лесной эталон»
Байбар А.С.,
Центр ответственного природопользования Института географии РАН

Целью работы является поиск ответа на вопрос – можно ли применять традиционную лесохозяйственную модель для эффективного управления и арендованными лесами, и лесами, не находящимися в аренде, в т.ч. - по причине экономической неэффективности ориентированного на заготовку древесины лесопользования.

В течение длительного времени лесное хозяйство России было ориентировано на увеличение заготовки древесины хвойных пород. Оценка размера лесопользования, основанная на понятии расчетной лесосеки, происходящей из основ лесной таксации в Германии в конце XVIII века [7], оказалась малоприменимой на практике в России, поскольку немецкий лесопользователь не мог после исчерпания хвойной древесины начать использование лесов в другой части Германии или в Швейцарии или в Австрии, поскольку продуктивные леса уже были заняты другими лесопользователями. В России в XX веке лесная промышленность успешно добивалась возможности сохранения экстенсивного использования хотя и менее продуктивных, но «свободных» новых территорий. В результате фронт экстенсивного лесопользования десятилетия смещался из староосвоенных и более высокопродуктивных лесных территорий все дальше и дальше на Север и Северо-Восток Европейской территории страны [3; 6]. При этом, несмотря на значительное формальное недоиспользование расчетной лесосеки ситуация с

реальной доступностью ресурса качественных хвойной древесины для лесной промышленности постоянно ухудшается.

Практически все предпринимавшиеся в последние полтора десятилетия инновации в лесном хозяйстве Российской Федерации были направлены исключительно на внедрение отдельных элементов скандинавской интенсивной модели ведения лесного хозяйства (например, лесовосстановление исключительно хвойными монокультурами с «закрытой корневой системой»), которые без системного внедрения интенсивного ведения лесного хозяйства (в т.ч. – без увеличения в разы площади и числа некомерческих рубок ухода) никак не обеспечивают не только уменьшение разрыва эффективности ведения лесного хозяйства в России и в странах Скандинавии [2; 6; 8], но и являются причиной более низкой эффективности лесного хозяйства России по сравнению с лесным хозяйством Беларуси [5].

Несмотря на «победные» реляции Рослесинфорга, что «в России растет площадь освоения лесов»[5] в реальности площадь пользования лесов в целях заготовки древесины (173 млн. га то есть около 15,2% площади лесов) немного уменьшилась по сравнению с 2012-2014 гг. Относительная доля площади лесов в целях заготовки древесины снижается (в 2013 г. – 15,5%) на фоне роста площади аренды лесов для ведения охотничьего и сельского хозяйства. Поскольку доля основных мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов, выполняемых арендаторами лесных участков составляет от 62,3 до 97,4% согласно отчетным данным за 2018-2021 годы (за исключением устройства противопожарных минерализованных полос – 46,2%, [1]) и поскольку освоение расчетной лесосеки в не арендованных лесах составляет 30,7%, то есть более чем в 2,1 раза ниже, чем на арендованных участках (65,4% освоения расчетной лесосеки, [1]), можно утверждать, что основные цели, показатели и, соответственно, нормативная база, лесохозяйственные мероприятия и подходы к ведению лесного хозяйства в арендованных и в не арендованных в лесопромышленных целях лесах должны быть разными. Цели ведения лесного хозяйства вне территории аренды должны быть совершенно иными, чем у арендованных, а именно – повышение устойчивости лесов к пожарам, увеличение поглощения и запаса углерода в целях обеспечения углеродной нейтральности российской экономики к 2060 году и сохранение биоразнообразия должны стать реальным приоритетом ведения лесного хозяйства на не арендованных территориях.

Отсюда вытекает и второй важный вывод - отказ от использования хвойных монокультур при лесовосстановлении вне арендованных лесных участков с акцентом на формирование (в т.ч. с увеличением площади естественного лесовосстановления) более пожароустойчивых лиственных и смешанных лесов, аккумулирующих большие запасы углерода, в т.ч. – с проведением прореживаний и рубок ухода на участках самовосстановления. Соответственно, для снижения горимости ранее созданных хвойных монокультур вне территорий

[5] https://roslesinforg.ru/news/all/v-rossii-rastet-ploshchad-osvoeniya-lesov/ (6.12.2023(

аренды рекомендуется как проведение некоммерческих рубок ухода, так и окантовка таких культур лиственными породами.

Важно понимать, что эффективное совмещение в пространстве разных целевых функций леса невозможно – скорость прироста и увеличения запаса углерода у лиственных пород в 1,4-2 раза выше, чем у хвойных, выращиваемых в лесопромышленных целях. Горимость хвойных культур выше горимости лиственных пород, биоразнообразие лиственных и смешанных лесов выше, чем в хвойных монокультурах и плантациях.

Табл. 1. Скорость прироста и увеличения запаса у основных лиственных и хвойных пород деревьев (https://roslesinforg.ru/news/all/4236/)

Порода деревьев	**Фиксация CO2 тонн в год/га**	**Порода деревьев**	**Фиксация CO2 тонн в год/га**
Осина	3,6	Сосна	2,4
Береза	3,3	Ель и пихта	2,0
Дуб	3,2	Лиственница	1,8

В заключение отметим, что необходим отказ от финансирования лесного хозяйства как «процесса» и переход на ориентированные на результаты проектные подходы, которые должны принципиально отличаться для лесов, арендованных в лесопромышленных целях, и лесов, управляемых в иных целях — в т.ч. в климатических, экологических (включая сохранение биоразнообразия), рекреационных и резервных. Необходимо принципиально и коренным образом менять идеологию ведения лесного хозяйства, если мы хотим обеспечить сокращение площади пожаров на землях лесного фонда в 2022 - 2030 годы не менее чем на 50% относительно уровня 2021 г. (Указ Президента 15.06.2022 №382) и чтобы российский лес сыграл значимую роль в достижении углеродной нейтральности страны к 2060 г.

Работа выполнена по гранту РНФ № 24-17-00129.

Библиографический список

1. Петрунин Н.А. Ресурсное и инвестиционное обеспечение лесного комплекса России в условиях экономических санкций: презентация к выступлению на 24 Петербургском международном лесопромышленном форуме, 12 октября 2022 года, г. Санкт-Петербург / Николай Петрунин. – СПб., 2022. – 39 сл.
2. Романюк Б.Д. Требования к нормативам для экономически обоснованной модели лесопользования // Интенсивное устойчивое лесное хозяйство: барьеры и перспективы развития: сб. статей/Под редакцией Н. Шматкова. М. – 2013. – 9–20 с.
3. Шварц Е.А. Лесное хозяйство, экономическое развитие и биоразнообразие: отказаться от мифов прошлого // Устойчивое лесопользование. – 2003. – № 2(2). – 2-7 с. https://elibrary.ru/download/elibrary_22457800_31098916.pdf
4. Шварц Е.А., Птичников А.В. Стратегия низкоуглеродного развития России и роль лесов в ее реализации. Научные труды Вольного экономического общества России. – 2022. –Т. 236. –№ 4. – С. 399-426.

5. Шварц Е.А., Шматков Н.М. Мифы и проблемы реформирования лесного хозяйства России. Общественные науки и современность. –2020. –№ 3. –С. 35-53.
6. Шварц Е.А., Шматков Н.М., Кобяков К.Н. Анализ государственной программы "Развитие лесного хозяйства" на 2013-2020 годы и рекомендации по ее совершенствованию. Устойчивое лесопользование. –2015. –№ 1(41). – С. 2-9 https://elibrary.ru/download/elibrary_34881919_47910745.pdf
7. Hartig, G.L. Anweisung zur Taxation der Forste, oder zur Bestimmung des Holzertrags der Wälder : Ein Beytrag zur höheren Forstwissenschaft ; Nebst einer illuminirten Forst-Charte und mehreren Tabellen. Heyer, Giessen. – 1795
8. Shvarts E.A., Karpachevskiy M.L., Shmatkov N.M., Baybar A.S. Reforming forest policies and management in Russia: problems and challenges. Forests. – 2023. – Vol. 14. – No. 8. –1524. https://doi.org/10.3390/f14081524

Секция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, ВОССТАНОВЛЕНИЯ, ОХРАНЫ ЛЕСОВ»

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СОСНЫ И ДИНАМИКА ЕГО РОСТА В ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Андреева Е.М., e_m_andreeva@mail.ru,
Стеценко С.К., stets_s@mail.ru,
Терехов Г.Г., terekhov_g_g@mail.ru,
Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук

Восстановление лесных насаждений является приоритетным направлением развития лесного хозяйства и поддерживается Федеральным проектом сохранения лесов в рамках национального проекта «Экология». Очень важны начальные этапы искусственного лесовосстановления – получение посадочного материала и посадка его на лесокультурные участки. В последние десятилетия для выращивания сеянцев все чаще используют различные препараты с ростостимулирующим действием [2]. Действие этих препаратов в первую очередь направлено на повышение всхожести, увеличение ростовых параметров и сохранности сеянцев, а также повышение их устойчивости к различным видам патогенов. Несмотря на большое количество работ по использованию стимуляторов роста в питомнике, существуют только единичные упоминания о создании культур из выращенных по таким методикам, сеянцев [6]. По мнению авторов, такие исследования актуальны и их результаты позволят расширить спектр применяемых в лесном хозяйстве препаратов и оптимизировать выращивание культур сосны и других лесообразующих хвойных пород.

На протяжении нескольких лет нами проводятся исследования, направленные на изучение возможностей применения биопрепаратов [3], созданных на основе экстрактов, полученных из хвойной зелени пихты и ели. Препараты Вэрва и Вэрва-ель были разработаны в Институте химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН; они запатентованы, прошли испытания на сельскохозяйственных культурах, включены в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов» [1], разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Оба препарата являются регуляторами роста растений, действующее вещество препарата Вэрва – тритерпеновые кислоты, Вэрва-ель – флавоноиды ели [4, 5]. Препараты в эксперименте были применены однократно для предпосевной обработки семян (дозы 0,1 и 0,25 мл/кг семян) – замачивание в течение 6 ч. Выращивание сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) проводили в питомнике на мелкоделяночном опыте в двух повторностях, в одной из них в почву вносили гербицид раундап (глифосат) в дозе 3 л/га. Погодные условия оказывают существенной влияние на рост и развитие молодых деревьев. По данным сайтов с метеоданными, в годы роста культур в течение вегетационных

сезонов температура воздуха, существенно превышала среднемноголетние значения при пониженном количестве осадков.

Установлено, перед высадкой на лесокультурную площадь 2-летние сеянцы, выращенные в питомнике с использованием обоих видов биопрепаратов в дозе 0,1 мл/кг семян в вариантах без внесения в почву раундапа имели более высокие значения размеров стволика по сравнению с контролем (рис. 1). В площадках с внесением в почву глифосата, высота сеянцев во всех опытных вариантах превышала контроль, но максимальные значения были в вариантах с препаратом Вэрва. По значениям диаметра стволиков наблюдались сходные закономерности.

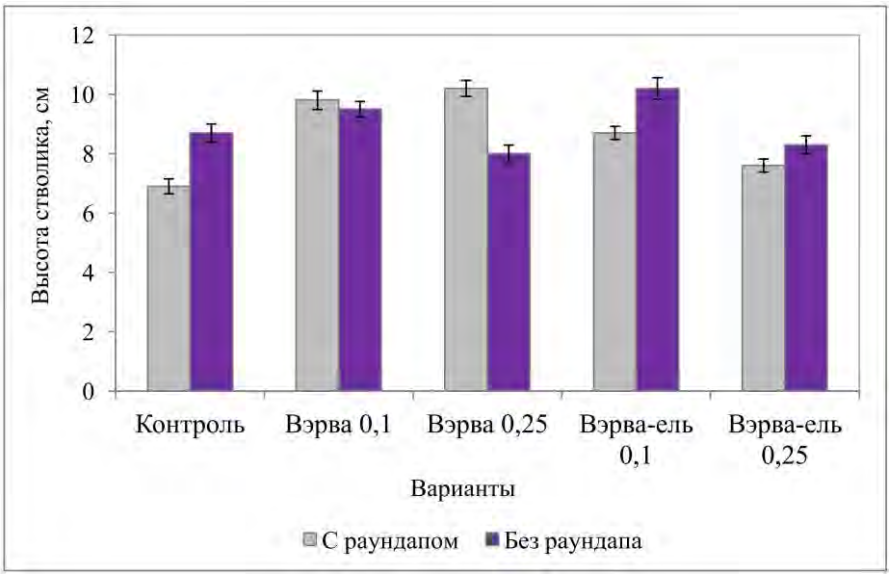
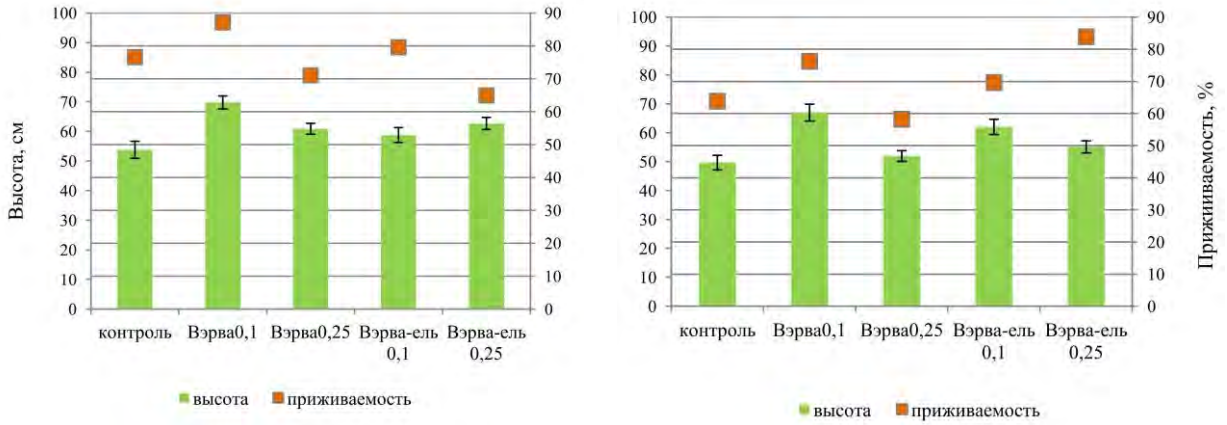


Рис. 1. Средняя высота стволика у 2-летних сеянцев сосны обыкновенной в разных вариантах опыта

Двухлетние сеянцы сосны были высажены весной следующего года на лесокультурную площадь. Ежегодно осенью учитывали приживаемость сосны в культурах и измеряли биометрические показатели надземной части саженцев.

По окончанию третьего года роста в культурах, созданных из сеянцев, испытавших воздействие раундапа, сохранность была максимальной в контроле и опытных вариантах с маленькой дозой препаратов Вэрва и Вэрва-ель и чуть ниже в вариантах с дозой 0,25 (рис. 2). Высота стволика сосны в опытных вариантах достоверно превышала ($p<0,05$, кроме варианте Вэрва-ель 0,1) этот показатель у контрольных растений (от 9 до 30% в разных вариантах).

В варианте, где были высажены сеянцы, выращенные без глифосата, высота сосны была также выше во всех вариантах (на 5-35%), и только в варианте Вэрва 0,25 мл/кг семян различия были не достоверны. Также в последнем варианте приживаемость 3-летних культур была немного ниже контроля, а в остальных вариантах она превышала контрольные значения. Следует отметить, что дополнения в культурах не проводились, но рекреационная нагрузка от местного населения присутствует постоянно, что могло негативно повлиять на приживаемость сосны.



А Б

Рис. 2. Высота стволиков и сохранность трехлетних культур сосны. А – повторность с глифосатом, Б – без глифосата

Результаты исследований показали, что биометрические параметры сосны, выращенной с применением биопрепаратов как в питомнике, так и в созданных культурах превышают контрольные. Приживаемость сосны в культурах в опытных вариантах была выше, либо в основном не сильно отличалась от контрольного варианта.

Таким образом, были проведены эксперименты по влиянию на рост и развитие сосны биопрепаратов с ростостимулирующими действием в условиях присутствия пестицида и без него. Однократное применение при предпосевной обработке семян сосны проявило положительный эффект как при выращивании посадочного материала в лесном питомнике, так и в культурах, даже в периоды неблагоприятных погодных условий. Данные препараты могут быть внедрены в процесс выращивания посадочного материала в лесных питомниках не только в Уральском регионе, но и за его пределами.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Ботанического сада УрО РАН.

Библиографический список

1.Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов. Москва, 2024.
2. Тюкавина О.Н., Демина Н.А. Биологически активные препараты для стимуляции роста сеянцев хвойных // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2023. – № 1 (70). – С. 122-133.
3. Хуршкайнен Т.В., Андреева Е.М., Стеценко С.К., Терехов Г.Г., Кучин А.В. Влияние биопрепаратов вэрва и вэрва-ель на рост сеянцев сосны обыкновенной // Химия растительного сырья. – 2019. – № 1. – С. 295-300.
4. Хуршкайнен Т.В., Кучин А.В. Лесохимия для инноваций в сельском хозяйстве Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2011. – № 1 (5). – С. 17-23.
5. Хуршкайнен Т.В., Кучин А.В., Скрипова Н.Н., Чукичев В.М. Препарат из древесной зелени ели для повышения урожайности и защиты растений от болезней. Патент на изобретение RU 2571936 C2, 27.12.2015. Заявка № 2014118174/10 от 05.05.2014.

6. Saltsevich Y.V., Ageev A.A., Buryak L.V., Achikolova I.S. Use of organic biostimulant for growing siberian spruce seedlings. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Forestry Forum "Forest Ecosystems as Global Resource of the Biosphere: Calls, Threats, Solutions"" 2021. С. 012084.

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕЗОНАНСНОГО СЫРЬЯ

Антонов О.И., woodfm@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Степанова А.В.,
Санкт-Петербургский Ботанический институт имени В.Л. Комарова РАН
Старков Д.О.,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Искусство создания музыкальных инструментов требует мастерства изготовителя и наличие древесины высокого качества, которая характеризуется большим сопротивлением звуковому излучению при минимальном внутреннем трении. Такая древесина называется резонансной и оценивается акустической константой или константой излучения.

Наибольшая величина акустической константы характерна для хвойных пород и прежде всего ели, пихты кавказской, сосны кедровой сибирской. Заготовки должны согласно ТУ 205 РСФСР 08.922-91 удовлетворять ряду требований. Ширина годичных слоев должна быть в пределах 1-4 мм, а содержание поздней древесины в них не более 30 % (для дек концертных роялей не более 20 %). Резонансная древесина должна быть равнослойной, без сучков, пороков строения, особенно крени и наклона волокон. Наиболее соответствующей перечисленным условиям является древесина ели, которая в основном используется для изготовления смычковых и щипковых инструментов. Прославленные скрипичные мастера XVI-XVIII вв. (Бертолотти, Амати, Гварнери, Страдивари и др.) для своих инструментов отбирали именно ель, поскольку она обладает лучшими звукоизлучающими свойствами и отличается относительной легкостью, значительной упругостью и особой однородностью структуры, более чем на 90 % состоящей из трахеид.

Специалисты по техническому древесиноведению и резонансным свойствам древесины в своих трудах нередко касаются ее микроскопического строения [1; 5; 2; 4; 3 и др.]. В основном, рассматриваются такие ксилотомические признаки, как ширина годичных слоев, процентное содержание в них поздней древесины, объем плотной массы клеточных стенок и некоторые другие.

В связи с тем, что качество древесины ели имеет довольно низкие параметры в связи с ее высокой сучковатостью, в течение многих лет в культурах

Ленинградской области проводились опыты по выращиванию ценной бессучковой древесины методом обрезки ветвей. В результате стационарных экспериментов была разработана технология, которая включает в себя: отбор насаждений и перспективных деревьев, время года для проведения данных работ, степень удаления кроны, количество приемов, необходимый инструмент, правила работы с ним и др.

Целью данных исследований было определение по кернам микроскопического строения и акустических свойств древесины ели, сформировавшейся после обрезки ветвей, у деревьев крупной категории.

Методика исследований. На трех постоянных пробных площадях (ППП) с различной густотой, заложенных в культурах ели 1956 г. посадки в Гатчинском лесничестве Ленинградской области в 1985-1986 гг. проводилась обрезка ветвей умеренной интенсивности за один прием на высоту до 7 м (у крупных деревьев 28 % от общей протяженности кроны). Анализ микроскопического строения древесины ели проводился через 9 и 10 лет после удаления ветвей. Для определения акустических свойств древесины были отобраны три дерева на ППП 157 – густота 2,6 тыс. шт./га (№ 1, 2, 3), по два дерева на ППП 158 – 2,0 тыс. шт./га (№ 4, 5) и ППП 159 – 1,4 тыс. шт./га (№ 6, 7). Для оценки влияния соседних деревьев были проведены замеры расстояния до ближайших деревьев. По измеренным значениям рассчитывали производные показатели: скорость ультразвука (м/с) и акустическую константу, К ($м^4$/кгс).

Результаты исследований. Количественные показатели структурных признаков представлены в табл. 1, из которой видно, что между опытными и контрольными деревьями нет достоверного различия по данным параметрам. Однако учитывая тот факт, что у ели процесс очищения ствола от сучьев растягивается на срок от 70 до 150 и даже 200 лет [5], возможность формирования высококачественной резонансной древесины в виде цельного массива к возрасту рубки маловероятна.

Табл. 1 – Средние значения признаков трахеид древесины ели в опыте и контроле

Параметры	1994 г.		1995 г.	
	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль
Тангентальный диаметр просвета трахеиды, мкм	33,6±4,00	37,7±4,73	34,2±3,08	36,8±3,47
Толщина стенки трахеиды, тангентальный размер, мкм	3,7±0,35	3,5±0,74	3,8±0,50	3,4±0,84
Радиальный диаметр просвета трахеиды, мкм	31,7±1,96	34,9±3,41	33,4±1,97	32,6±1,39
Толщина стенки трахеиды, радиальный размер, мкм	3,3±0,55	3,3±0,55	3,7±0,23	3,4±0,65
Ширина годичного слоя, мм	2,3±0,81	2,8±0,77	2,6±0,58	2,6±0,69
Число трахеид, шт	75	82	77	80

Примечание: * – различие с контролем существенно при $p \leq 0,05$ ($t_{факт} > t_{табл}$)

Изучение радиальных кернов древесины, сформировавшейся после проведения умеренной обрезки ветвей показали, что скорость звука поперек волокон у опытных деревьев составляет $3,28 \times 10^{-6}$ сек./см, у контрольных – $3,89 \times 10^{-6}$ сек./см. Это довольно высокие показатели, предъявляемые к

резонансному сырью. Разница в скорости звука оказалась не существенной при $p \leq 0,05$. Таким образом, обрезка ветвей не повлияла на данные показатели, тем не менее, способствовала формированию однородной бессучковой структуры.

Средние значения акустической константы в радиальном (Kr) и продольном (Ka) направлении с учетом переводного коэффициента приведены в табл. 2. Из исследуемых образцов древесина, выросшая на пробной площади с наименьшей густотой и наибольшим расстоянием до ближайших деревьев, имеет более высокую акустическую константу. Причем образцы, взятые с северной стороны дерева (1) имеют значения выше, чем с южной (2). Оптимальное значение этого показателя для использования данной древесины в музыкальной промышленности равняется 12 $м^4/(кгс)$ и выше.

Табл. 2 – Средние значения акустической константы древесины, $м^4/(кгс)$

Константа	Номера образцов													
	1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2	6-1	6-2	7-1	7-2
Kr	3,3	3,25	3,1	2,8	3,3	3,4	3,5	4,1	3,3	3,6	4,2	3,9	3,8	3,4
Ka	10,6	10,4	9,8	9,0	10,6	11,0	11,3	13,1	10,7	11,6	13,3	12,6	12,3	11,0

Учитывая, что в настоящее время резонансная древесина является остродефицитным и дорогим материалом (стоимость 1 $м^3$ в РФ составляет 100-120 тыс. руб., за рубежом около 150 тыс. долларов США), существует необходимость и возможность ее воспроизводства. Следует отметить, что древесина, сформировавшаяся в результате обрезки ветвей и не удовлетворяющая требованиям резонансного сырья, может быть использована в качестве спецсортиментов (авиационного, фанерного кряжа, для изготовления клееных деревянных конструкций особой прочности, мебели и пр.).

Библиографический список

1. Атурина, Н.В. Исследование микроскопического строения резонансной древесины ели (Picea excelsa Link) в связи с ее техническими свойствами: автореф. дис. … канд. техн. наук / Н.В. Атурина. – Л., 1937. – 14 с.
2. Арганашвили, Л.Н. Древесина ели восточной и пихты кавказской как резонансное сырье: автореф. дис. … канд. техн. наук / Арганашвили Ламара Николаевна. – Тбилиси, 1974. – 35 с.
3. Лайранд, Н.И. О некоторых анатомических особенностях строения резонансной древесины / Н.И. Лайранд, А.А. Яценко-Хмелевский // Современные проблемы древесиноведения. – Воронеж, 1981. – С. 45–47.
4. Макарьева, Т.А. Исследование акустических характеристик древесины, используемой для дек музыкальных инструментов и разработка методов их контроля в условиях производства: дис. … канд. техн. наук: 05.21.03 / Макарьева Татьяна Александровна. – М., 1975. – 199 с.
5. Перелыгин, Л.М. Строение древесины / Л.М. Перелыгин. – М. : АН СССР, 1954. – 199 с.
6. Питикин, А.И. Обрезка сучьев в еловых насаждениях Карпат / А.И. Питикин // Лесное хозяйство. – 1972. – № 8. – С. 27–28.

ФОРМИРОВАНИЕ ФИТОМАССЫ ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ПОЧВАХ РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Ануфриев М.В., mishah175@gmail.com,
Герасимова Т.А., cold.tata@gmail.com,
Шкуренков Е.Д., foxi99999@yandex.ru,
Яковлев А.А., artem95692@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Продуктивность лесных насаждений является важным аспектом при ведении лесного хозяйства, фитомасса же рассматривается как ключевой показатель продуктивности лесных экосистем. Она представляет собой экосистемную услугу, обеспечивающую возобновляемые ресурсы в форме сырья и энергии. Также, фитомасса служит важным резервуаром углеродсодержащих парниковых газов, оказывая влияние на глобальный углеродный цикл и климатические процессы [3, 5].

Кроме того, фитомасса неравномерно распределяется в деревьях. Для описания этого этой особенности используется концепция функционального равновесия. Согласно этой концепции, растения направляют ресурсы на развитие определенных органов, которые максимально эффективны в сборе ограниченных ресурсов из окружающей среды [4]. Однако в данной работе рассматривается общая фитомасса всего дерева без разделения по категориям.

Объектом настоящего исследования является территория Лисинского учебно-опытного лесхоза, включающая в себя три участковых лесничества – Кастенское, Лисинское и Перинское. Общая площадь лесхоза составляет 27 890,66 гектаров.

Для настоящего исследования использовались данные таксационного описания лесов за 2005 год и почвенная карта Лисинского учебно-опытного лесхоза за 1957 год. Сопоставление этих данных осуществлялось с помощью программы QGIS, в которой карта была оцифрована, а затем наложены данные таксационного описания. Для анализа были выбраны древостои с возрастом от 81 до 100 лет, включающие от пяти до десяти единиц ели. Все насаждения произрастают на почвах с пятью основными подстилающими породами: двучленные наносы; глубокие пески и супеси; ленточные глины; моренные суглинки.

Для расчета фитомассы были применены аллометрические уравнения Уткина А. И. [1]. Вычисления проводились по методу среднего модельного дерева. Для этого использовались средние высота и диаметр насаждения.

Также был рассчитан коэффициент ранговой корреляции Спирмена для выявления связи между фитомассой модельного дерева и почвенными условиями произрастания [2].

Полученные в рамках исследования данные, были использованы для создания диаграммы, отображающей распределение общей фитомассы по породам на почвах разного гранулометрического состава (рис. 1.).

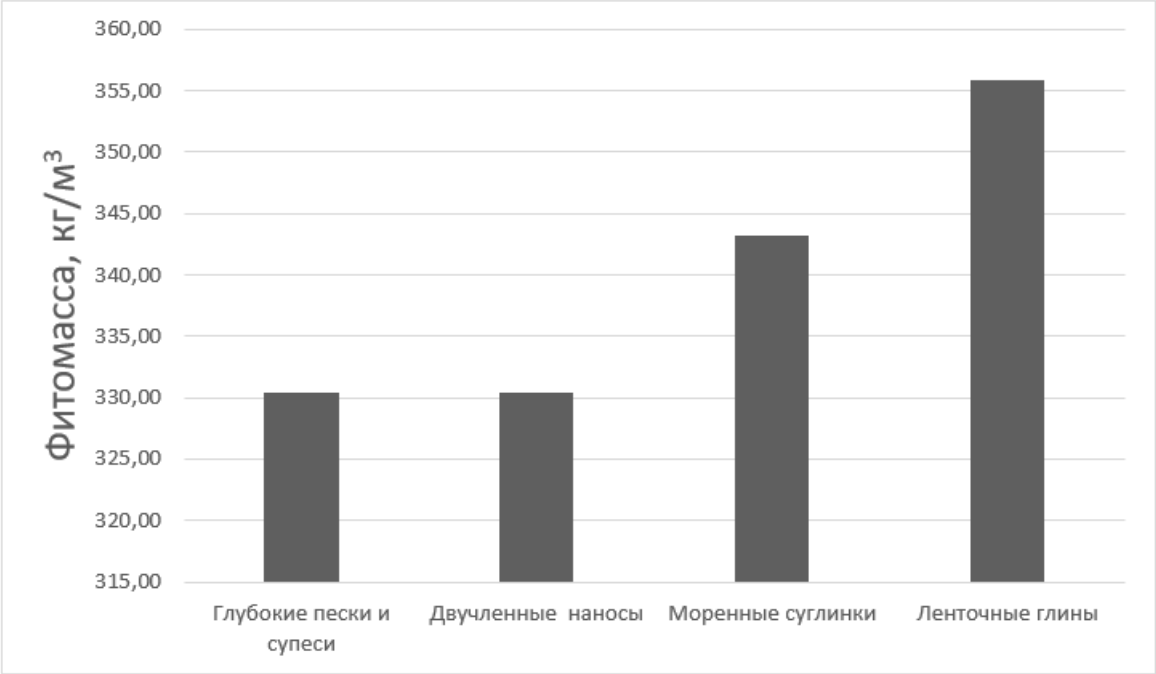


Рис. 1. Распределение общей фитомассы ели на почвах разного гранулометрического состава.

Рассматривая полученные данные, можно сделать вывод о том, что наименьшая общая фитомасса среднего дерева в Лисинском учебно-опытного лесхозе для спелых еловых древостоев отмечается на глубоких песках и двучленных наносах. В то время как наибольшая фитомасса наблюдается в насаждениях, произрастающих на ленточных глинах. Однако различие между показателями фитомассы в этом исследовании составляет около 7%. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил R=0,176. Основываясь на коэффициенте, можно сделать вывод, что связь очень слабая и прямая, и поэтому в данном случае влияние фактора материнской породы невелико.

Библиографический список

1. Аллометрические уравнения для фитомассы по данным деревьев сосны, ели, березы и осины в европейской части России / А. И. Уткин, Д. Г. Замолодчиков, Т. А. Гульбе, Я. И. Гульбе // Лесоведение. – 1996. – № 6. – С. 36-46. – EDN RXKCRF.
2. Кадочникова, Е. И. Статистический анализ пространственных данных: учебное пособие / Е. И. Кадочникова, Ю. А. Варламова. — Казань: КФУ, 2023. — 140 с. — ISBN 978-5-00130-700-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/332354 (дата обращения: 22.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Bukvareva E., Zamolodchikov D., Grunewald K. National Assessment of Ecosystem Services in Russia: Methodology and Main Problems. Science of the Total Environment, 2019, vol. 655, pp. 1181–1196. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.286
4. Thornley, J.H.M. A Balanced Quantitative Model for Root: Shoot Ratios in Vegetative Plants. Ann. Bot. 1972, 36, 431–441.

5. Yemshanov D., McKenney D.W., Hope E., Lempriere T. Renewable Energy from Forest Residues – How Greenhouse Gas Emission Offsets Can Make Fossil Fuel Substitution More Attractive. Forests, 2018, vol. 9, iss. 2, art. 79. https://doi.org/10.3390/f9020079

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Бекух З.А., zairakfg@mail.ru,
Юдаков Д.А., deniska.yudakov009@mail.ru,
Кочурова Д.Г., kndiana01@mail.ru,
Шумихин А.Е., fizgeografia@kubsu.ru,
Акушева Л.К., akusheva.larisa@gmail.com,
Кубанский государственный университет

Леса играют важную роль в жизни планеты. Кроме промышленного значения лес выполняет и другие функции: воздухоочистительную, водоохранную, защитную, социальную роль и т.д. Лесной фонд Кубани очень богат разнообразными видами деревьев, зачастую очень редкими. Однако леса регулярно подвергаются пожарам, вырубкам, уничтожаются вредителями и т. д. Поэтому очень важно осуществлять постоянный контроль за состоянием лесов в крае.

Изучение лесных ресурсов проводилось по материалам ежегодных докладов Министерства природных ресурсов Краснодарского края о состоянии природопользования и об охране окружающей среды с 1990 по 2020 годы с использованием справочных, картографических и литературных источников [1].

Краснодарский край является одним из ведущих лесопромышленных регионов в Южном федеральном округе. Общая площадь лесов Краснодарского края составляет 1,8 млн га. (16,8% площади края), за исключением лесозащитных полос и иных насаждений хозяйственного назначения. Основу кубанских лесов составляют лиственные породы. Так, дуб занимает 49% общей площади лесов Краснодарского края, бук – 19%. Кроме того, регион богат темнохвойными породами – елью и пихтой, однако промышленное значение имеет именно широколиственные породы. Лесистость по всем землям в крае, в которые входят также лесохозяйственные насаждения, лесопарковые зоны – 20,2%.

Если учитывать возраст и состояние насаждений, то в общем составе леса преобладают средневозрастные деревья (70,53 млн $м^3$), спелые и перестойные леса (106,45 млн $м^3$), по породному составу – твердолиственные (191,39 млн $м^3$). Основные районы распространения леса являются черноморские, горные (предгорные) и бассейны рек [3].

Бонитет насаждений чаще всего определяется возрастом древостоя и зависит от изменений условий произрастания (заболачивание, рекреация, осушение и др.).

Высокобонитетные насаждения (дуб, граб, сосна, бук, клен) в лесном фонде Краснодарского края занимают 810,4 тыс. га т.е. чуть менее чем 1/2 от общего размера лесов Краснодарского края. Их вырубки происходят в лесничествах предгорной части и Черноморского побережья. Расчеты показывают, что твёрдолиственные породы высокобонитетных насаждений в Краснодарском крае имеют большую площадь 708,7 тыс. га (87,5%), на втором месте мягколиственные леса их площадь составляет 55,4 тыс. га (6,8%) и хвойные леса с площадью 46,3 тыс. га (5,7%) (табл. 1).

Табл. 1 – Распределение насаждений по породному составу в Краснодарском крае [4]

Насаждения	Площадь, тыс. га	Количества насаждений данного типа в Краснодарском крае, %
Хвойные	46,3	5,7
Твёрдолиственные	708,7	87,5
Мягколиственные	55,4	6,8
Всего	810,4	100

Анализ данных по изменениям площадей лесного фонда за 30-летний период увеличился с 1143,1 га в 1990 г. до 1683 га в 2020 г. Проведенные нами исследования показывают увеличение площади лесных земель, это также подтверждается выводами других исследователей [5].

Сопоставление результатов многолетних наблюдений указывает на то, что несмотря на проводимые вырубки, пожары, повреждение вредителями и другие негативные факторы площадь лесов продолжает увеличиваться [2]. Такую ситуацию, вероятно, можно объяснить особенностями методики подсчета и несовершенством системы учета земель лесного фонда. Но не стоит оставлять без внимания лесовосстановительные работы, такие как посадка лесных культур и проведение агротехнического ухода, которые ежегодно способствуют возрождению тысячам гектар пострадавшего леса.

На изменение лесного фонда Краснодарского края влияют пожары. Особенно много территорий пострадало в 1996, 1998, 2019 и 2020 годах за счет увеличения количества возгораний и площадей, пройденных пожарами (грозовые разряды, самовозгорания, сельскохозяйственные палы в условиях жаркой погоды). В изменении площадей лесов играют большую роль вырубки лесов: так в период с 2010 в разы увеличился объем лесозаготовки по сравнению с 1990-ми годами, а также активная его вырубка и недостаточное лесовосстановление [1].

В период с 1990 по 2000 года был закономерный малый рост площадей лесов в связи с большим количеством пожаров, вырубок, а также недостаточным лесовосстановлением. Основными факторами влияющие на изменение площади лесов являются лесные пожары, болезни леса и вредители (табл. 2).

Табл. 2 – Факторы, влияющие на площадь лесных насаждений

Годы	Число лесных пожаров	Лесная площадь, пройденная пожарами, га	Площадь очагов вредителей и болезней леса на конец года, тыс. га	Площадь земель лесного фонда, тыс. га	Разница тыс. га
1990-2000	955	560	–	1143,1-1341,2	198,1

2001-2005	558	–	–	1098,8-1203	104,2
2006-2010	116	559,1	647,82	1197,5-1266,1	68,6
2011-2015	82	416,89	230,5	1266,8-1683,31	416,51
2016-2020	298	7966,7	2724,6	1683-1810	127

Примером людской безответственности может послужить пожар в заповеднике Утриш в 2020, в результате которого сгорело более 100 гектаров леса, в том числе ценные можжевеловые леса, редкие реликтовые деревья такие как: баккаут, пицундская сосна, скумпия и др.

Результаты многолетних наблюдений и лесопатологических обследований показали, за последние 5 лет в крае резко возросли очаги болезней леса. В 2020 году они составили 767 тыс. га. Основными патогенами, оказавшими негативное влияние на фитосанитарное состояние лесов, являются гниль стволов, корней, инфекционные болезни. Например, гибель тисо-самшитовых насаждений в г. Сочи в 2014 г., из-за завезенной из Италии с посадочным материалом самшита бабочки-огневки, личинки которой уничтожили все самшитовые насаждения на территории 182 гектара за 2 года.

По итогам 2020 года Министерством природных ресурсов Краснодарского края на землях лесного фонда выявлено 197 фактов незаконной рубки деревьев. Объем вырубленной древесины составил 4,94 тыс. куб. Ущерб, причиненный лесному фонду действиями черных лесорубов, составил 342,3 млн рублей [4]. Поврежденные лесные площади возрождают посредством искусственного лесовосстановления, чаще всего хвойными породами. Это помогает снизить негативное воздействие на пораженные участки леса во избежание деградации земель.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края». Краснодар., 2008–2020 гг.
2. Закон Краснодарского края от 9 декабря 2021 г. «О регулировании лесных отношений в Краснодарском крае»: https://docs.cntd.ru/document/577990516 [дата обращения 25.02.2024]
3. Литвинская С.А., Таховская С.А. Состояние биоразнообразия лесных экосистем северо-западного Кавказа. М., 2010. – 142 с.
4. Министерство природных ресурсов Краснодарского края 2020 г.: https://mpr.krasnodar.ru [дата обращения 22.02.2024]
Сазанова Е.А., Матвеева А.В. Анализ земель лесного фонда краснодарского края // Устойчивое развитие земельно-имущественного комплекса муниципального образования: землеустроительное, кадастровое и геодезическое сопровождение. Омск, 2021.

ЗАВИСИМОСТЬ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ХВОЙНЫХ ПОРОД ОТ ТИПОВ ЛЕСА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Беляева Н.В., galbel06@mail.ru,
Ситникова Д.Н., dasha.sitnik2001@mail.ru,
Кази И.А., irenakazi@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Нижние ярусы растительности являются важным элементом леса. Наблюдение за появлением подроста, развитием подлеска и живого напочвенного покрова позволяет оценить значение растительности нижних ярусов в восстановительных процессах фитоценоза, сохранении его устойчивости и улучшения продуктивности. Подрост выполняет важную роль, ведь подрастание молодого поколения древесных растений формирует древостой. Однако не весь появившийся подрост в будущем станет верхним ярусом, одна часть погибнет, а другая часть будет не способна заменить старый древостой (например, из-за ослабленного состояния).

Целью данной работы являлось установление влияния типов леса на появление и развитие подроста хвойных пород.

Объектами исследования являлись древостои различного состава с полнотой от 0,3 до 1,0 и подростом сосны обыкновенной и ели европейской в количестве 1265 пробных площадей в Орлинском участковом лесничестве Гатчинского лесничества Ленинградской области.

Учет подроста был проведен с помощью круговых площадок постоянного радиуса равного 1,78 м или по 10 м^2 [1, 2].

На объектах данного исследования были установлены участки со следующими типами леса: долгомошные, кисличные, сфагновые, травяно-сфагновые, травяно-таволжные, черничные, багульниковые. Результаты представлены в табл. 1-2 и на рис. 1-2.

Табл. 1. Средняя численность подроста ели европейской в различных типах леса, представленных в Орлинском участковом лесничестве Ленинградской области

Тип леса	Численность, тыс. экз./га	Ошибка
Долгомошный	2,0	±1,25
Кисличный	1,7	±0,95
Сфагновый	1,9	±1,58
Травяно-сфагновый	1,6	±1,11
Травяно-таволжный	1,5	±1,04
Черничный	2,0	±1,29
Багульниковый	1,4	±1,48

Табл. 2. Средняя численность подроста сосны обыкновенной в различных типах леса, представленных в Орлинском участковом лесничестве Ленинградской области

Тип леса	Численность, тыс. экз./га	Ошибка
Сфагновый	1,4	±0,55
Багульниковый	1,4	±0,48

Рис. 1. Зависимость естественного возобновления ели европейской от типов леса

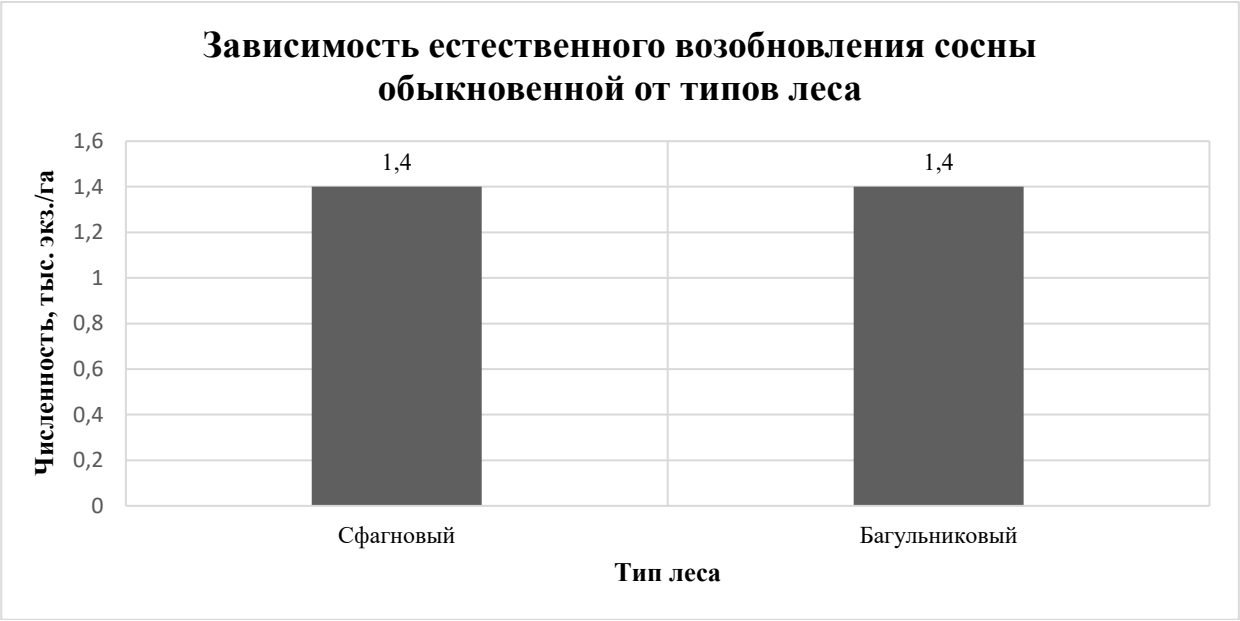


Рис. 2. Зависимость естественного возобновления сосны обыкновенной от типов леса

Таким образом, как показали наши исследования, подрост ели европейской лучше возобновляется в черничном и долгомошном типах леса. Подрост сосны обыкновенной был установлен только в сфагновом и багульниковом типах леса.

Наибольшая численность подроста ели европейской наблюдается в черничном и долгомошном типах леса и составляет 2,0 тыс. экз./га. Данное количество способно обеспечить успешное лесовозобновление. Условия в черничном типе леса благоприятствуют появлению и формированию благонадежного подроста, благодаря богатым почвам, отсутствию мощного слоя лесной подстилки, а также подходящим для данной древесной породы условиям увлажнения. В долгомошном типе леса древостои произрастают на слабодренированных, суглинистых, полуболотных почвах. Подрост хорошо возобновляется, благодаря редкому подлеску и низкой относительной полноте.

В кисличном типе леса средняя численность подроста ели европейской не удовлетворяет условиям для успешного возобновления и составляет 1,7 тыс. экз./га, что может быть связано с задернелым слоем почвы в данном типе леса. Также наблюдается высокая конкуренция с травяно-кустарниковым ярусом за условия среды.

Подрост сосны обыкновенной наблюдается в сфагновом и багульниковом типах леса, а его численность составляет 1,4 тыс. экз./га и не удовлетворяет условиям для успешного возобновления. Это можно объяснить условиями избыточного увлажнения, которые в свою очередь затрудняют процесс успешного прорастания семян и дальнейшего развития нового поколения древесных пород.

Также можно заметить, что на объектах исследования подрост представлен в основном елью европейской. Сосна обыкновенная встречается гораздо реже. Также встречаются пробные площади, где подрост представлен елово-сосновым или сосново-еловым составом (6Е4С, 9Е1С, 5С5Е, 6С4Е).

Полученный ряд естественного возобновления ели европейской выглядит следующим образом: черничный и долгомошный, сфагновый, кисличный, травяно-сфагновый, травяно-таволжный, багульниковый типы леса.

Библиографический список

1. Беляева Н.В., Грязькин А.В., Калинский П.М. Точность учетных работ при оценке естественного лесовозобновления // Аграрный научный журнал. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2012. – № 8. – С.7-12.
2. Беляева Н.В. Зональные особенности возобновления ели в условиях Ленинградской области // Журнал «Научное обозрение». – Москва; Саратов: Издательский дом «Наука образования», 2012. – №5. – С.97 – 106.

ВИДЫ РОДА *POPULUS* В ДЕНДРАРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Бойцов А.К., A.K.Boitsov@yandex.ru,
Жигунов А.В., a.zhigunov@bk.ru,
Зимирева В.С., viozim@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Актуальность гибридизации и сортоиспытания тополей на сегодняшний день обусловливается необходимостью отбора наиболее продуктивных и устойчивых гибридов, отличающихся быстрым ростом. Этому способствует создание популетумов, которые помогают расширить ассортимент тополей, используемых для создания лесных плантаций, новыми сортами, обладающими улучшенными характеристиками.

Отобранные быстрорастущие виды в таких популетумах уже давно служат исходным генетическим материалом для гибридизации в Венгрии, где имеется

несколько популетумов черного (*Carduo crispi-Populetum nigrae*) и белого тополей (*Senecioni sarracenici-Populetum albae*) [1, 2]. Подобные популетумы тополя черного имеются и в Иране, где еще с 2000 года в них проводили испытания на прямоствольность, устойчивость к вредителям и стрессу от засухи [3].

В России тоже ведется работа по сохраняю видового разнообразия и гибридизации тополей. Так, в Центральном федеральном округе в Семилукском лесопитомнике А.П. Царевым более 45 лет назад был создан популетум, где сегодня собрано более 100 видов, гибридов и форм тополей [12].

В Северо-Западном регионе России селекцией тополей и разработкой методики производства тополевых плантаций с 1932 г. занималась научная группа селекции и интродукции древесных пород ЦНИИЛХ (Ленинград) под руководством проф. В.Н. Сукачева, позже эти работы были продолжены профессором Лесотехнической академии П.Л. Богдановым, который и создал популетум на базе дендрологического сада. В это время П.Л. Богдановым была начата работа по выведению путем гибридизации сортов и форм, новых быстрорастущих и устойчивых тополей, а также по разработке методов создания плантаций тополей в целях получения древесины.

В своей монографии П.Л. Богданов описал результаты многолетних экспериментов по межвидовой гибридизации тополей с использованием 16 видов, в результате которых были получены более 160 комбинаций скрещивания [6]. Удачными оказались 75 комбинаций, из полученных семян было выращено 2520 экземпляров гибридных тополей. Из них первоначально выделены 32 элитных экземпляра: быстрорастущие, морозостойкие, с хорошей формой кроны. Среди наиболее ценных указываются элитные клоны – тополь невский (*P. newesis* Bogd.) и тополь ленинградский (*P. leningradensis* Bogd.).

В начале 70-х годов прошлого столетия эта селекционная работа была прервана, точная информация о посадках или об одиночных деревьях на территории парка или ботанического сада Лесотехнического университета утеряна. Однако благодаря работе ученых из СПбГЛТУ, СПбНИИЛХа и ВИРа, которые провели генотипирование 75 деревьев тополевых плантаций в 2016 году, удалось идентифицировать тополь невский (*P. newesis* Bogd.) в Карташевском участковом лесничестве и тополь ленинградский (*P. leningradensis* Bogd.) в дендрарии Лесотехнического университета [9].

Задачи, которые сегодня стоят — это поиск и изучение исторических материалов по данной теме, определение видов, гибридов и сортов, произрастающих на территории дендрологического сада СПбГЛТУ, а также сбор фенотипических признаков с целью восстановления видового разнообразия коллекции П.Л. Богданова и отбора наиболее продуктивных особей.

Анализ источников по данной теме позволил установить, что работа П.Л. Богданова была начата еще в 1934 году [11], а в 1936 г. был заложен древесный питомник [5]. До 1941 года тема селекции тополей прорабатывалась в секторе интродукции, затем наступил перерыв в связи с Великой Отечественной войной до 1945 года. За весь период с 1934 по 1941 гг. было изучено много вопросов по двум направлениям: получение методом гибридизации и отбор сортов и форм

новых быстрорастущих и устойчивых тополей, а также разработка методов создания плантаций тополей в целях получения древесины. С 1936 года одновременно с селекционными вопросами были начаты опыты по вегетативному размножению тополей черенками, изучение приемов выращивания посадочного материала в питомниках. Широко были развернуты работы по испытанию гибридных форм и сортов тополей, также по внедрению их в практику путем географических посадок [10].

В 50-е годы прошлого столетия профессор П.Л. Богданов создал различные сорта тополей [7]. Наибольшую известность среди них имеет тополь невский (*P. newesis* Bogd.) и тополь ленинградский (*P. leningradensis* Bogd.) [13]. В 1968 году им продолжались работы по размножению в производственных масштабах гибридных сортов тополей, испытанию в различных условиях и внедрению их в производство [4].

В дендрарии Лесотехнической академии по данным Н.М. Андронова на 1962 год выращивалось 16 видов тополей: белый (*P. alba* L.), бальзамический (*P. balsamifera* L.), берлинский (*P. berolinensis* Dipp.), сереющий (*P. canescens* Sm.), дельтовидный (канадский) (*P. deltoides* Marsh.), корейский (*P. koreana* Rehd.), лавролистный (*P. laurifolia* Ledeb.), ленинградский (*P. leningradensis* Bogd.), Максимовича (*P. Maximowiczii* A. Henry.), черный (Осокорь) (*P. nigra* L.), снежно-белый (*P. nivea* Willd.), Симона (*P. simonii* Carr.), душистый (*P. suaveolens* Fisch.), печальный (*P. tristis* Fisch.), осинообразный (*P. tremuloides* Michx.), дрожащий (осина) (*P. tremula* L.) [5]. Затем в 1994 году число тополей увеличилось до 19, однако, названия видов в источнике не названы [7].

Егоров А.А. приводит данные, что в 2010 году на территории парка Лесотехнической академии, а также на прилегающих к нему улицах был представлен отдельными деревьями тополь бальзамический (*P. balsamifera* L.), который отличался высокой зимостойкостью и быстрым ростом, а также устойчивостью к городской среде [8]. Сегодня один из таких тополей можно обнаружить в парке между первым и вторым учебными корпусами. А также несколько деревьев в парке чуть севернее четвёртого учебного корпуса.

Заложенный в 1936 году акклиматизационный питомник, в 2008 году был сформирован в западный дендрарий. Его площадь сегодня составляет 0,8 га. В нем сохранились старовозрастные тополя П.Л. Богданова, некоторые из них удалось определить (Ленинградский, Невский, Душистый, Максимовича, Черный и другие гибриды тополей). Чуть южнее территории западного дендросада произрастают тополь зонтичный (*P. pendula* Bogd.) и тополь белый (*P. alba* L.), предположительно посаженные более 120 лет назад В.Н. Сукачевым. Чуть западнее дендросада произрастает более десятка деревьев, среди которых имеются тополь бальзамический, тополь белый и тополь черный.

Непосредственно на территория ботанического сада произрастает тополь черный (*P. nigra* L.) до военной посадки, а вдоль оранжереи ботанического сада произрастают 6 деревьев тополя ленинградского (*P. leningradensis* Bogd.).

Сегодня проделана значительная работа по восстановлению коллекции тополей П.Л. Богданова, что дает возможность дальнейшего изучения, вегетативного размножения, сохранения и промышленного использования

некоторых видов, гибридов и форм тополей, однако впереди предстоит еще большая работа.

Библиографический список

1. Kevey B. A Csepel-sziget fehérnyár-ligetei (Senecioni sarracenici-Populetum albae Kevey in Borhidi & Kevey 1996) // Kitaibelia. – 2020. – Т. 25. – №. 1. – С. 57-78.
2. Kevey B., Csete S. Feketenyár-ligetek a Dráva mentén (Carduo crispi-Populetum nigrae Kevey in Borhidi & Kevey 1996) // Kitaibelia. – 2020. – Т. 25. – №. 2. – С. 215-238.
3. Yousefi B., Rahmati A.R. M. Evaluation of growth and yield of black poplar (*Populus nigra* L.) clones under drought stress period in comparative populetum of Sanandaj. – 2018.
4. Акклиматизация, селекция и изучение биологических особенностей древесных растений: отчет Научно-исследовательский сектор / Министерство высшего и среднего образования РСФСР Лесотехническая академия им. С. М. Кирова; рук.: зав. кафедрой проф. П.Л. Богданов ; исполн. : проф. Богданов П.Л. [и др.] – Ленинград, 1968 г. – 173 с.
5. Андронов Н.М. Деревья и кустарники дендрологического сада Ленинградской Лесотехнической академии имени С.М. Кирова: учебное пособие для студентов Лесохозяйственного факультета. - Л., - 1962. - 112 с.
6. Богданов П.Л. Тополя и их культура: монография. 2-е изд., перераб. М.: Лесная пром-сть, 1965. - 103 с.
7. Булыгин Н.Е. Уникальный арборетум зоны тайги. К 160-летию дендрологического сада СПб Лесотехнической академии / Н.Е. Булыгин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 1994. - Вып. 2. (160). - С. 201-211
8. Егоров А.А. и др. Редкие и исчезающие виды дендро-флоры России в коллекции Санкт-Петербургской лесотехнической академии // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2010. – №. 193. – С. 4-14.
9. Опыт восстановления утерянных селекционных достижений *Populus* × leningradensis Bogd. и *Populus* × newensis Bogd. на основе микросателлитного анализа / М.В. Лебедева, Э.А. Левкоев, В.А. Волков [и др.] // Генетика. – 2016. – Т. 52, № 10. – С. 1159-1168.
10. Отчет в научно-иссследовательской работе проф. Богданова П.Л.: отчет за 1958 год / Кафедра ботаники и дендрологии Ленинградской ордена Ленина Лесотехнической Академии имени С.М. Кирова; исполн. : проф. Богданов П. Л. – Ленинград, 1958 г. – 70 с.
11. Селекция тополей: отчет № 7/б за 1946 год / Министерство высшего образования Лесотехническая академия им. Кирова; кафедра Дендрологии и систематики растений; исполн.: доц. Богданов П.Л. – Ленинград, 1946 г. – 67 с.
12. Царев, А.П. Селекция и сортоиспытание тополей: монография / А.П. Царев, Ю.В. Плугатарь, Р.П. Царева; под общ. ред. А.П. Царева. – Симферополь: ИТ “АРИАЛ”, 2019. – 252 с.

13. Царев В.А. Многолетнее сортоиспытание межсекционных гибридов тополя в условиях Центрально-Черноземной лесостепи // Лесотехнический журнал. – 2019. – Т. 9. – №. 1 (33). – С. 102-115.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ ПРИ ХРАНЕНИИ ЖЕЛУДЕЙ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО

Бондаренко А.С., asbond@mail.ru,
Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства

Разработка методик длительного хранения желудей дуба является актуальной задачей особенно при учёте того, что желуди дуба относятся к рекальцитрантным семенам, характеризующимся высоким содержанием воды в тканях, чувствительностью к высыханию и способностью к сохранению только в течение относительно короткого периода времени [3, 5, 6]. Для рекальцитрантных семян пригодная для хранения температура составляет, как правило, +6°С [4, 7]. При этом высока вероятность размножения грибной инфекции. Существует несколько способов долговременного (в течение 1,5 лет и более) хранения желудей дуба. В частности, таким способом является хранение в траншеях с песком [1], при этом одним из его недостатков является невозможность осуществления текущего контроля состояния желудей, прежде всего степени повреждения грибной инфекцией, в течение всего периода хранения. Известен также способ хранения желудей дуба в закрытых пластиковых ведрах, соответствующих размеру образца семян [8]. Недостаток – полная герметизация емкости для хранения, приводящая к избытку углекислого газа и снижению вследствие этого всхожести желудей. Хорошие результаты дает длительное хранение желудей дуба в воздушно-сухом торфе или опилках [9]. В этих условиях всхожесть желудей дуба после хранения в течение трех зим лежит в диапазоне 38 – 75 %. Недостатком данного способа хранения является избыточная влажность субстрата, приводящая к поражению желудей грибными заболеваниями. Кроме того, известен способ хранения, при использовании которого для формирования оптимального газового состава используется оборудование для создания регулируемой газовой среды и поддержания оптимальной температуры от 0^0С до $+2^0$С [2]. Недостаток - избыточный объем хранения (весь объем хранилища), приводящий к снижению влажности желудей ниже оптимального значения и высокая стоимость генерации оптимальной газовой среды, причем изъятие необходимого количества семян, предназначенных для посева, нарушает параметры хранения остальной части желудей.

Для устранения перечисленных недостатков выполнена разработка методики долговременного хранения желудей с использованием полиэтиленовой пленки, обеспечивающей хранение крупных объемов семян и позволяющей сохранять в течение длительного времени ценный генофонд этой древесной породы.

При выполнении экспериментов использовались желуди дуба черешчатого, заготовленные в парковых насаждениях г. Санкт-Петербурга (всего собрано 14 партий семян). Перед началом исследований определялась влажность семян по ГОСТ 13056.3-86, а также всхожесть и энергия прорастания по ГОСТ 13056.6-97. Анализ воздушной среды внутри емкостей с желудями проводился методом газовой хроматографии.

По результатам хранения желудей в полиэтиленовой пленке низкого давления (ПНД) в течение 30 мес. их средняя влажность снизилась всего на 4,6% от исходной (43,4± 0,95%), при этом разница между показателями влажности до и после хранения оказалась даже ниже, чем между разными партиями желудей. В целом, применение полиэтиленовой пленки типа ПНД в составе контейнеров для хранения желудей дуба позволяет достичь повышения концентрации углекислого газа с одновременным понижением содержания кислорода. При хранении желудей всхожесть и энергия прорастания с увеличением толщины пленки от 11 до 100 мкм уменьшаются: первый показатель в два, второй – более чем в 3 раза. В соответствии с результатами дисперсионного анализа полученные различия достоверны на уровне значимости 0,05. При этом влажность желудей увеличивается, хотя и в меньшей степени, чем вышеперечисленные показатели. Отмечено влияние толщины полиэтиленовой пленки на концентрацию газов внутри контейнеров для хранения желудей. В частности, концентрация углекислого газа при использовании толстой полиэтиленовой пленки (20 мкм) составила 1,52%, при использовании тонкой полиэтиленовой пленки (11 мкм) – 1,12%. Концентрация кислорода при использовании толстой полиэтиленовой пленки (20 мкм) – 12,4%, тонкой (11 мкм) – 16,9%. Оптимальным сочетанием показателей «влажность-всхожесть» характеризуются контейнеры с пленкой толщиной 20 мкм.

По результатам исследований установлено, что метод хранения желудей в контейнерах с полиэтиленовой пленкой позволяет обеспечить сроки хранения, не уступающие таковым при использовании традиционных методов, в то время как хранение с использованием полиэтиленовой пленки сопряжено с гораздо меньшими организационными трудностями, чем подавляющее большинство других методик хранения крупных партий желудей дуба черешчатого. Использование полиэтиленовой пленки типа ПНД в качестве основы контейнеров для хранения обеспечивает сохранение требуемой влажности желудей, предотвращает их высыхание, приводящее к потере всхожести и позволяет сохранить посевные качества желудей дуба черешчатого на уровне не ниже второго класса качества в течение срока хранения более 2,5 лет. При этом обеспечивается возможность контроля текущего состояния желудей для предотвращения развития грибной инфекции. Хранение желудей дуба черешчатого в контейнерах с полиэтиленовой пленкой позволяет сохранить оптимальную влажность и всхожесть желудей в течение всего периода хранения и использование такой упаковки может быть рекомендовано для длительного хранения партий желудей дуба черешчатого.

Библиографический список

1. Мамонов, Н.И. Рекомендации по долговременному хранению семян сосны, ели и желудей дуба. / Н. И. Мамонов, М.В. Смурова. – Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1978. – 12 с.
2. Якимов, Н.И. Продление срока хранения желудей дуба черешчатого в желудехранилищах / Н.И. Якимов, А.А. Домасевич, Д.И. Филон. – Лесное и охотничье хозяйство. – 2012. – № 4. – С. 17–21
3. Chmielarz, P. Cryopreservation of genetic resources of forest tree species / P. Chmielarz, M. Michalak // Наука о лесе XXI века: материалы междунар. научно-практ. конф., посвящ. 80-летию Института леса НАН Беларуси. – Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2010. – С. 109–112.
4. Sacandé, M. Comparative storage biology of tropical tree seeds / M. Sacandé, D. Jøker, M.E. Dulloo, K.A. Thomsen (eds.). – Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 2004. – 363 p.
5. Drew, P.J. «Sub-imbibed» storage is not an option for extending longevity of recalcitrant seeds of the tropical species, Trichilia dregeana Sond. / P.J. Drew, N.W. Pammenter, P. Berjak // Seed Science Research. – Cambridge University Press, 2000. – Vol. 10, I. 3. – P. 355–363.
6. Eggers, S. Storage and germination responses of recalcitrant seeds subjected to mild dehydration. / S. Eggers. D. Erdey, N.W. Pammenter, P. Berjak // Seeds biology, development and ecology: International Workshop on Seeds (2005: Brisbane, Qld.) / S.C. Navie, S.W. Adkins, S. Ashmore (eds). – Cambridge, MA: CABI, 2007. – P. 85–92.
7. Pritchard, H.W. 100-seed test for desiccation tolerance and germination: a case study on eight tropical palm species / H. W. Pritchard, C. B. Wood, S. Hodges, H. J. Vautier // Seed science and technology: International seed testing association. – 2004. – Vol. 32, № 2. – P. 393–403.
8. Pasquini, S. Effect of different storage conditions in recalcitrant seeds of holm oak (Quercus ilex L.) during germination / S. Pasquini, E. Braidot, E. Petrussa, A. Vianello // Seed science and technology: International seed testing association. – 2011. – Vol. 39, № 1. – P. 165–177.
9. Suszka, B. Storage of acorns of the English oak (Quercus robur L.) over 1 – 5 winters. / B. Suszka, T. Tylkowski // Arboretum Kórnickie. – 1980. – Vol. 25. – P. 199–229.

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ В ЕЛЬНИКАХ ОХТИНСКОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Волдаев Л.К., voldaev01@list.ru,
Хоанг Минь Ань, minhanh_hoang@outlook.com,
Грязькин А.В., lesovod@bk.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Ельники в лесном фонде Ленинградской области занимают 3 место после сосняков и березняков. В Охтинском участковом лесничестве ельники не являются доминирующими лесными формациями, однако они выполняют важнейшие средообразующие функции. Под пологом ельников особый микроклимат, в этих условиях формируются фитоценозы специфической структуры. В составе растительности нижних ярусов преобладают теневыносливые растения.

Ель произрастает на богатых почвах с оптимальным увлажнением [1; 5; 3; 4; 8; 6]. Ель, как известно, теневыносливая порода с характерной густой кроной. Под пологом ели произрастает несколько видов кустарников, малотребовательных к режиму освещения и не очень большое количество видов в травяно-кустарничковом и мохово-лишайниковом ярусах [2].

Объект исследования – ельники кисличного и черничного типа леса на территории Учебно-опытного лесничества Ленинградской области (Охтинское участковое лесничество). Таксационные характеристики древостоев на объектах исследования представлены в табл. 1

Табл. 1. Основные характеристики ельников на объектах исследования

Таксационная характеристика	Объект 1	Объект 2	Объект 3	Объект 4
Тип леса	Екис	Екис	Ечер	Ечер
Состав, %	72Е20С8Б	79Е12Б9С.	66Е27Б7С	67Е19Б9Олс5С
Относительная полнота	0.6	0.8	0.7	0.7
Сомкнутость крон, %	73	89	79	77
Средний диаметр стволов, см	26.8	27.7	22.5	21.9
Средняя высота, м	24.9	26.8	21.7	21.0
Средний возраст, лет	80	90	80	80
Класс бонитета	I	I	II	II
Запас древесины, $м^3$/га	308	342	265	240

В составе древостоя на всех объектах преобладает ель – от 66 до 79% по запасу столовой древесины. Деревья ели разновозрастные. Доля сосны, березы и ольхи серой в составе древостоя в несколько раз меньше.

Учетные работы по исследованию структуры нижних ярусов растительности проводили на круговых площадках по 10 $м^2$ по апробированной методике [1]. Приемлемая точность учетных работ достигалась закладкой необходимого количества учетных площадок.

Из 25-29 видов сосудистых растений, выявленных в ельниках Охтинского участкового лесничества 4-12 видов относится к лекарственным, табл. 2.

Табл. 2. Видовой состав лекарственных растений и проективное покрытие под пологом ельников

Название вида	Объект 1	Объект 2	Объект 3	Объект 4
Брусника (*Vaccinium vitis idea* L.)	2,8	-	3,3	2,0
Вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris* (L.) Hull.)	0,1	-	-	0,3
Ветренница дубравная *(Anemone nemorosa* L.)	0,3	-	0,7	0,2
Дудник лесной *Angelica sylvestris* L.	0,1	0,8	1,1	2,4
Земляника (*Fragaria vesca* L.)	1,2	-	1,0	1,5
Золотарник обыкновенный (*Solidágo virgáurea* L.)	0,2	1,6	0,3	0,3
Иван-чай (*Chamaenerion angustifolium* Scop.)	0,1	-	0,2	0,5
Ландыш майский (*Convallaria majalis* L.)	0,1	-	0,3	0,4
Малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.)	4,7	1,1	2,1	2,3
Марьяник лесной (*Melampyrum silvaticum* L.)	0,7	-	1,0	0,9
Сочевичник весенний *(Lathyrus vernus* (L.) Bernh.)	0,1	-	0,7	0,5
Черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.)	11,0	3,8	17,0	19,0

Участие каждого вида в составе живого напочвенного покрова зависит главным образом от характеристик верхнего яруса фитоценоза. Густота древостоя, сомкнутость крон во многом определяют условия для роста и развития растительности нижних ярусов, включая и живой напочвенный покров.

Как видно из данных, представленных в таблице 2 проективное покрытие для большинства видов лекарственных растений менее 5%. Из этого следует, что промышленная заготовка лекарственных растений в ельниках возможна лишь с использованием 2-3 видов.

Библиографический список

1. Грязькин А.В. Возобновительный потенциал таежных лесов (на примере ельников Северо-Запада России): монография. - СПб.: СПбГЛТА, 2001. – 188 с.
2. Грязькин А.В., Сырников И.А., Прокофьев А.Н. Урожайность промысловых видов растений под пологом древостоев // Лесотехнический журнал. 2020. № 2. С. 8-14.
3. Кази, И.А. Исследование конкурентных отношений между древостоем и подростом в насаждениях, сформированных рубками ухода: автореф. дис…. канд. с.х. наук: 06.03.02 / Кази Ирина Александровна. – СПб.: СПбГЛТУ, 2016. – 19 с.

4. Морозова О.В., Семенищенков Ю.А, Тихонова Е.В., Беляева Н.Г., Кожевникова М.В., Черненькова Т.В. Неморальнотравные ельники Европейской России // Растительность России. 2017. № 31. С. 33-58. https:// doi.org/10.31111/vegrus/2017.31.33.
5. Чан Чунг Тхань, Грязькин А.В., Беляева Н.В., Кази И.А., Беспалова В.В., Сырников И.А. Сравнительная оценка структуры и запасов древесных и недревесных ресурсов березняков и ельников // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. № 233. С. 19-38.
6. Budeanu M., Şofletea N. Stem and crown characteristics of Norway spruce [Picea abies (L.) Karst] populations from Romanian Carpathians / M. Budeanu, N. Şofletea // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2013, № 41. - pp. 593-600.
7. Ponocná T., Spyt B., Kaczka R., Büntgen U., Treml V. Growth trends and climate responses of Norway spruce along elevational gradients in East-Central Europe / T. Ponocná, B. Spyt, R. Kaczka, U. Büntgen, V. Treml // Trees № 30. 2016, - pp. 1633-1646.
8. Tjoelker M.G., Boratynski A., Wladyslaw B., eds. Biology and Ecology of Norway Spruce // Netherlands, Springer Netherlands. 2007. Vol. 78. – 474 p.

ОЦЕНКА ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Грибачева О.В., kafles@mail.ru,
Кравец А.Л., alinakravec@inbox.ru,
Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова
Лень О.А., luganskalnis@yandex.ru,
Луганская агролесомелиоративная научно-исследовательская станция

Лесовосстановление является неотъемлемой частью сохранения биоразнообразия уже существующей биоты на определённой территории, хотя бы в локальном плане. Особенно важным мероприятием для Луганской Народной Республики является реализация проектов по лесовосстановлению уже существующих насаждений, так как это внесло бы существенный вклад в смягчение последствий изменений климата и обеспечивало бы выполнение задач в области устойчивого управления лесами. Однако, для выполнения мероприятий по лесовосстановлению необходимы инвестиции. Мероприятия по лесовосстановлению и лесоразведению входят в «дорожную карту» программы социально-экономического развития Донецкой и Луганской Народных Республик, Запорожской и Херсонской областей [4]. В 2023 году в этих регионах работы выполнены на площади более 5,9 тысячи гектаров, а в 2024 году – планируется на площади не менее 262,5 гектара.

Станично-Луганский район Луганской Народной Республики представлен преимущественно песчаными и супесчаными почвами, где лесовосстановление осуществляется комбинированным методом, так как наблюдается естественный самосев сосны обыкновенной, а на площадях, где велись боевые действия, проводится искусственное лесовосстановление.

Часть территории Луганской Народной Республики (г. Луганск, Перевальский и Лутугинский административные районы, г. Стаханов), где почвы представлены преимущественно обыкновенными малогумусными смытыми чернозёмами, требуют рационального использования земель. Оно предусматривает улучшение организации территории и уменьшение выпаса скота. Значительные площади «бросовых» земель могут быть заняты лесом (B_0-B_1 типы условий местопроизрастания). Это бедные почвы и не все древесные породы подойдут для лесоразведения на них. Кроме того, в связи с периодичностью плодоношения древесных пород и засушливыми климатическими условиями семена формируются не каждый год, и получить здоровый посадочный материал требует дополнительных финансовых затрат.

Нами был изучен ход естественного возобновления в лесопарковой части парка-памятника садово-паркового искусства «Острая Могила». Характеристики древостоя согласно лесоустроительных документов 2011 г.: состав – 4ДчЛпсКло4Со+Ясзл; возраст – 54; высота – 16 м (Дч), 16 м (Лпс), 15 м (Кло), 18 м (Со) 14 (Ясзл); диаметр – 18 см (Дч), 18 см (Лпс), 20 см (Кло), 26 см (Со) 14 (Ясзл); группа возраста – 4, класс бонитета – 2; полнота – 0,75; тип лесорастительных условий – Д1БКД; запас древесины на 1 га – 177 куб.м.; выборочная санитарная рубка – 18 $м^3$. Расстояние между двумя рядами сосны обыкновенной составляет 169 см. Большинство деревьев сосны обыкновенной выпало из насаждения в результате усыхания и объедания их хвоегрызущими вредителями [3].

В ходе изучения лесовозобновительных процессов под пологом материнского древостоясосны обыкновенной было установлено, чтоподрост в просветах в основном представлен такими древесно-кустарниковыми породами как: калина гордовина (*Viburnum lantana* L.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.), липа сердцелистная (T*ilia cordata* Mill.), скумпия кожевенная (Cotinus coggygria Scop.), тополь пирамидальный (*Populus nigra var. Italica* Münchh.), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.), ясень зеленый *(Fraxinus lanceolata* Borkh.), вяз малый (*Ulmus minor* Mill.), груша обыкновенная (*Pyrus communis* L.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.).

Дуб черешчатый наблюдался в незначительных количествах и преимущественно на опушках, в затенении. Под сплошным пологом материнского древостоя, образованным кронами дуба черешчатого и липы сердцелистной, самосев дуба черешчатого наблюдался там, где лесная подстилка была незначительная, и желудь прошел естественную стратификацию. При толщине подстилки 5 см и более желуди дуба черешчатого не прорастают и не всходят. Кроме того, при отсутствии проведения химической защиты многие желуди осенью 2023 г. были повреждены насекомыми-вредителями.

На протяжении последних пяти лет самосева сосны обыкновенной на данном объекте не наблюдается. Посадка саженцев сосны крымской является предпосылкой восстановления экосистемы и сохранения природных ресурсов региона. Однако, необходимо своевременное проведение лесоводственных уходов, так как их несвоевременность может привести к заглушению хвойных

пород многоярусным травостоем и малоценными лиственными породами [2]. Отсутствие постоянного мониторинга за состоянием лесных культур хвойных пород и не содействие процессам естественного лесовосстановления, часто приводит к формированию древостоя только из лиственных пород, либо порослевого происхождения [1]. Своевременность проведения мероприятий по уходу в республике зависит от оснащения лесхозов техникой, оборудованием и средствами защиты растений.

Таким образом, необходимо постоянно усовершенствовать работы по лесовозобновлению с помощью компьютеризованной информационной базы и дистанционных методов, которые позволят с минимальными затратами и приемлемой точностью обеспечить учёт резервных и труднодоступных лесов.

Библиографический список

1. Беляева Н.В. Точность учётных работ при оценке естественного лесовозобновления / Н.В. Беляева, А.В. Грязькин, П.М. Калинский // «Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2012. − №8. – С. 7-12
2. Гаврилова О.И., Гаврилова О.Е., Колганов Е.С., Пак К.А. Оценка успешности самовозобновления сосны на гари //Лесотехнический журнал, 2020. − Т. 10. − №4(40). – С. 142-149
3. Грибачева, О.В. / Изучение состава подроста в насаждениях парка-памятника садово-паркового искусства «Острая Могила» // О.В. Грибачева, Д.В. Сотников, О.И. Чепиженко, А.Л. Кравец, Н.А. Кравцова. Научный вестник ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет». – Луганск: ГОУ ЛНР ЛНАУ, 2019. – № 6 (2).− С. 155-165.
4. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Луганской Народной Республики: https://mpr.lpr-reg.ru/4569-v-luganskoy-narodnoy-respublike-lesovosstanovlenie-i-lesorazvedenie-provedut-na-ploschadi-262-gektara.html?ysclid=lvc [дата обращения: 23.04.2024].

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ДОВСХОДОВОГО ГЕРБИЦИДА НА СЕЯНЦЫ ЕЛИ

Демина Н.А., monitoringlesov@sevniilh-arh.ru,
Васильева Н.Н.,
Дуркина Т.М.,
Тюкавина О.Н.,
Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства

В лесных питомниках открытого грунта при выращивании сеянцев хвойных пород особенно остро стоит проблема устранения конкурентного влияния сорной растительности. Проведение ручных прополок является трудоемким процессом, а затраты труда и средств на борьбу с сорняками составляют около 70% [1].

В лесных питомниках в соответствии с «Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов….» (на апрель 2024 года) разрешены к использованию следующие гербициды: Зеллек-супер, Раундап Макс, Анкор-85, Суперстар, Трибинстар, Агростар [3]. Эти препараты предназначены для опрыскивания вегетирующих сорных растений во время или после окончания роста сеянцев, а также для применения на пару. Довсходовые гербициды применяются для предотвращения появления всходов сорняков, создавая химический барьер на поверхности почвы. Почвенный гербицид с действующим веществом прометрин при применении в лесных питомниках, где выращиваются сеянцы сосны и ели, изучен недостаточно [2, 4, 5, 6]. Отмечается высокая эффективность этого препарата, но также имеются данные о негативном влиянии при выращивании сеянцев хвойных пород. Существуют рекомендации по повышению эффективности действия препарата, в том числе с применением стимулирующих веществ [2].

Цель работы заключается в изучении действия довсходового гербицида в различных концентрациях на всхожесть, сохранность, рост сеянцев ели и возможность его использования в сочетании с адаптогенами.

Проведенные испытания предшествуют полевым опытам и носят функцию уточнения оптимальной концентрации гербицида и адаптогена для развития сеянцев и борьбы с нежелательной сорной растительностью.

Опыт заложен в контейнерах с использованием торфяного субстрата в трех повторностях для каждого варианта. Семена ели предварительно замачивались в воде на 11 ч, далее обработаны в 0,5% растворе марганцовокислого калия на 0,5 ч. Для испытания подобран гербицид торговой марки «Бриг», действующее вещество – прометрин. Гербицид направлен на борьбу с однолетними двудольными и злаковыми сорными растениями. Испытываемые концентрации – 6, 8, 10, 12 мл/л. Расход рабочего раствора составил 25 мл/м^2. Контрольный вариант не подвергался обработке гербицидом. В одном из вариантов применяли Лигногумат – естественный стимулятор роста и адаптоген, антистрессант, который в дозе 0,25 г/л добавляли к гербициду с концентрацией 12 мл/л. Лигногумат повышает общий уровень плодородия почвы, улучшает энергию прорастания и полевую всхожесть семян. Влияние обработки гербицидом на всхожесть, сохранность, морфометрические показатели сеянцев показано в таблице.

Табл. 1. Результаты обработки прометрином в разных концентрациях и с адаптогеном (к контролю, %)

Наименование препаратов	Используемая концентрация	Всхожесть	Сохранность	Средняя высота сеянцев	Средний диаметр у ш.к.
Прометрин	6 мл/л	-14,1	-12,2	-7,0	+3,1
Прометрин	8 мл/л	-2,1	-8,0	-3,4	+3,1
Прометрин	10 мл/л	+2,5	-9,0	+3,4	0
Прометрин	12 мл/л	+10,1	100% гибель посевов		
Прометрин + Лигногумат	12 мл/л + 0,25 г/л	+4,5	-43,9	+10,9	+20,7

Обработка гербицидом проведена на 8 день после высева семян ели. Первые всходы ели появились на 6 день после обработки. Прометрин в дозе 10 и 12 мл/л и в сочетании с Лигногуматом оказывает стимулирующее воздействие на всхожесть семян. Через месяц после высева наблюдался 100% отпад сеянцев в варианте с обработкой гербицида в концентрации – 12 мл/л, отмечены сильные ожоги семядольных листьев. В других вариантах обработки также отмечено негативное влияние гербицида, в том числе в сочетании с адаптогеном (сохранность сеянцев ниже контроля на 8-12%), ожог минимален или не наблюдается. Сорная растительность во всех опытных вариантах практически отсутствовала на протяжении всего вегетационного периода. Единичные экземпляры сорняков встречались в варианте с концентрацией гербицида 6 мл/л. В контрольном варианте проективное покрытие сорных растений соответствовало 0,7-1,0, из сорных растений было отмечено наличие калгана, кипрея, мокрицы. Посевы ели, обработанные гербицидом в сочетании с Лигногуматом, на конец вегетации превышали контрольный вариант по высоте и диаметру на 11 и 21% соответственно, за счет отсутствия конкуренции с сорной растительностью и стимулирующего воздействия Лигногумата.

По результатам проведенного опыта следует сделать следующие выводы.

Препарат «Бриг» с действующим веществом прометрин осуществляет борьбу с сорной растительностью во всех испытываемых концентрациях, в том числе и в сочетании с Лигногуматом. С возрастанием концентрации препарата наблюдается увеличение негативного влияния на сохранность сеянцев, с полной гибелью всходов в концентрации 12 мл/л. Добавление Лигногумата снижает отрицательное воздействие гербицида на сеянцы, но полностью не справляется с угнетающим действием пестицида, на растениях наблюдаются незначительные ожоги на семядольной хвое. Негативного влияния прометрин не оказывает на развитие сеянцев по высоте в концентрации 10 мл/л, а по диаметру – 6, 8, 10 мл/л. Здесь наличие ожогов, повреждений в опытных вариантах – незначительное или отсутствует. При обработке почвы прометрином с добавлением Лигногумата отмечены повышение высоты сеянца и больший диаметр корневой шейки, более быстрое одревеснение стволика растений.

Таким образом, наиболее перспективной концентрацией довсходового гербицида для обработки почв лесных питомников следует считать 10 мл/л, а добавление к гербициду Лигногумата поможет снизить негативное влияние прометрина на сохранность сеянцев ели, стимулируя дальнейший их рост.

Стоит отметить, что результаты опытов, по оценке негативного влияния довсходового гербицида на рост и развитие сеянцев в контейнерах вполне приемлемы. Учет ожогов актуален в первые 2-3 недели, так как в замкнутом пространстве контейнера затруднено самоочищение почвы от пестицидов, что вызывает их накопление, которое с течением времени все более негативно влияет на состояние сеянцев, вызывая ожоги. Добавление Лигногумата подтверждает наше предположение о снижении негативного воздействия почвенного гербицида. В дальнейшем следует расширить опыт и продолжить подбор эффективных доз довсходового гербицида, в том числе в сочетании с адаптогеном в полевых условиях.

Работа проведена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований. Регистрационный номер темы: 122020100292-5.

Библиографический список

1. Бубнов А.А. Система гербицидов при выращивании однолетних сеянцев ели и сосны в питомниках открытого грунта // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2014. – № 3. – С. 36-42.
2. Виноградов А.Н. Комплексное применение экологически безопасных средств химии при выращивании сеянцев и культур сосны обыкновенной на дерново-подзолистых, супесчаных и среднесуглинистых окультуренных почвах центрального района Европейской части России: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – М.: Московский государственный университет леса, 2005. – 25 с.
3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть I пестициды (по состоянию на 1 апреля 2024 г.). https://direct.farm/post/spravochnik-pestitsidov-i-agrokhimikatov-2024-g-12940 [дата обращения 12.04.2024].
4. Лебедев Е.В. Влияние гербицида Гезагарда (прометрина) на сеянцы лиственницы сибирской в условиях серых лесных почв центральной части Нижегородской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – №1 (33). – С. 23-26.
5. Панина Н.Б., Мухамедшин К.Д. Интенсификация лесовыращивания с использованием комплекса экологически безопасных средств химии // Лесной вестник. – 2001. – №2. – С. 71-75.
6. Пентелькина Н.В. Проблемы выращивания посадочного материала в лесных питомниках и пути их решения // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2012. – №31. – С. 189-193.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕГЛАМЕНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ УХОДЕ ЗА ЛЕСНЫМИ КУЛЬТУРАМИ И ЕСТЕСТВЕННЫМИ МОЛОДНЯКАМИ БЕРЕЗЫ

Егоров А.Б., herb.egorov@yandex.ru,
Павлюченкова Л.Н.,
Постников А.М.,
Бубнов А.А.,
Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства

Береза является целевой древесной породой, имеющей ценную древесину и высокую потребность в ней. Молодняки с участием этой породы нуждаются в агротехнических уходах и осветлениях. Цель данной работы – изучение возможности и разработка регламентов применения современных избирательных (селективных) гербицидов, которые должны обеспечивать эффективное подавление нежелательной травянистой и древесно-кустарниковой растительности и к которым береза проявила устойчивость.

Полевые производственные опыты проводились в Гатчинском районе (Гатчинское районное лесничество) Ленинградской области, который входит в Балтийско-Белозерский таёжный район. При закладке опытов руководствовались общепринятой методикой испытаний гербицидов [1]. Биологическую эффективность (далее – эффективность) действия гербицидов на травянистую растительность определяли проективно-количественным методом по снижению (в процентах) проективного покрытия почвы травянистыми видами по отношению к контролю (без обработки), для чего закладывали временные учетные площадки. Эффективность действия препаратов на нежелательные лиственные древесные породы в первый год оценивали по отмиранию листьев, в дальнейшем – по отмиранию деревьев (в процентах от их общего количества).

Полученные в полевых опытах 2020-23 гг. экспериментальные данные свидетельствуют о принципиальной возможности и высокой эффективности применения современных селективных гербицидов магнум и магнум супер для борьбы с нежелательной растительностью при уходах за березой (табл. 1), [2-4]. Береза проявила высокую устойчивость к этим препаратам при сплошном опрыскивании в период вегетации, что очень важно. В результате были разработаны технологические регламенты применения гербицидов, приведенные в табл. 2:

Регламенты можно применять как для агротехнического ухода, так и при осветлении, поскольку данные гербициды позволяют эффективно ограничить развитие широкого спектра двудольных многолетних видов трав, а также поросли, отпрысков и семенного возобновления лиственных пород – ивы, осины, ольхи серой, рябины обыкновенной. Травянистая растительность подавляется на период не менее двух вегетационных сезонов, считая год обработки, а нежелательные лиственные древесно-кустарниковые породы – на более длительный срок за счет отмирания корневых систем и отсутствия у них вегетативного возобновления. Химический уход проводится однократно способом опрыскивания – этого достаточно для создания березе благоприятных условий для интенсивного роста. Эффективное устранение нежелательных лиственных пород обеспечивает формирование молодняка с доминированием березы.

Табл. 1. Действие гербицидов на нежелательную травянистую и древесно-кустарниковую растительность в смешанном молодняке с участием березы (обработка 17 июня 2022 г.)

Вариант опыта	Дата учёта	Снижение проективного покрытия, % к контролю			Доля отмерших листьев (деревьев), %			
		общее	однодольные	двудольные	береза (виды)	осина	ива (виды)	рябина
1. Магнум, ВДГ, 100 г/га	16.07.2022	35	4	52	0	82	94	98
	07.09.2022	48	-31	92	0	100	100	100
	09.06.2023	54	-16	89	0	100	100	100
	12.08.2023	47	-27	86	0	100	100	100
2. Магнум, ВДГ, 200 г/га	16.07.2022	47	11	65	9	93	96	99
	07.09.2022	55	-14	94	0	100	100	100
	09.06.2023	58	-13	94	0	100	100	100

	12.08.2023	49	-15	84	0	100	100	100
3. Магнум супер, ВДГ, 100 г/га	16.07.2022	29	4	42	0	85	86	95
	07.09.2022	41	-38	86	0	100	97	100
	09.06.2023	51	-21	87	0	100	94	100
	12.08.2023	32	-38	76	0	100	89	100

Табл. 2. Технологические регламенты применения гербицидов для ухода за лесными культурами и естественными молодняками березы (агротехнический уход и осветление)

Гербицид, препаративная форма, содержание действующего вещества	Норма применения гербицида, г/га	Вредный объект	Способ, время обработки, особенности применения
1 Магнум, ВДГ (600 г/кг метсульфурон-метила)	100-200	Двудольные виды травянистой растительности и лиственные древесно-кустарниковые породы (ива, осина, ольха серая и другие)	Однократное опрыскивание в период вегетации при помощи моторных ранцевых опрыскивателей (Штиль и др.) с расходом рабочей жидкости 100-150 л/га
2 Магнум супер, ВДГ (450 г/кг трибенурон-метила + 350 г/кг метсульфурон-метила)			

При агротехническом уходе за культурами обработке подлежит не вся лесокультурная площадь, а только часть ее в зонах роста сеянцев или саженцев березы (30-40 % общей площади). В случае проведения осветления предпочтительной является обработка всей площади. Опрыскивание проводится в период вегетации (июнь-июль). Береза высокоустойчива к гербицидам магнум и магнум супер даже в период ее активного роста. Нормы применения гербицидов – 100-200 г/га в расчете на сплошную обработку. Минимальные нормы следует применять при среднем уровне зарастания площади травянистой растительностью и нежелательными древесными породами при их высоте до 1 м; более высокие – при сильном зарастании и высоте древесных растений 1-2 м.

Трудозатраты на химический уход в пересчете на 1 га сплошной обработки составляют всего 0,7-0,9 чел./дня, что в несколько раз ниже по сравнению с периодическими рубками ухода механическим способом.

Финансирование исследования осуществлялось Федеральным агентством лесного хозяйства по государственному заданию ФБУ «СПбНИИЛХ», утвержденному приказом № 1061 от 25.12.2016.

Библиографический список

1. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / Минсельхоз России, РАСХН, ВИЗР. СПб., 2013. – 280 с.
2. Егоров А.Б., Павлюченкова Л.Н., Постников А.М., Бубнов А.А. Выращивание березы на вырубках с применением гербицидов // Лесной журнал, 2023. – №5. – С. 58–74.
3. Егоров А.Б., Павлюченкова Л.Н., Постников А.М., Бубнов А.А. Уход за молодняками березы с применением гербицида Магнум, ВДГ // Защита и карантин растений, 2023. – №8. – С. 20–22.

4. Егоров А.Б., Павлюченкова Л.Н., Постников А.М. Формирование березняков на сплошных вырубках в таежной зоне европейской части россии // Актуальные вопросы таежного и притундрового лесоводства на Европейском Севере России – сб. мат-лов науч.-практ. конф., Архангельск, 2023. – С. 123–128.

ИНТЕГРАЦИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ И МЕТОДА КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМИ ПИТОМНИКАМИ

Иванов Г.С., g5500001@yandex.ru,
Бойцов А.К., A.K.Boitsov@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Роль лесных питомников становится все более значимой, поскольку именно в них производится высококачественный посадочный материал. С учетом значимости роли лесных питомников в производстве высококачественного посадочного материала, внедрение новых технологий для сбора и анализа данных становится неотъемлемой частью управления процессами выращивания растений.

С целю решения проблемы эффективного сбора данных в лесных питомниках в мире активно используют беспроводные сенсорные сети (БСС). Так профессор Джон Д. Ли-Кокс из США доказав эффективность БСС, предложил использовать их для точного планирования орошения [8], а учёные из Новой Зеландии предложили использовать их для сбора и передачи лесных данных в режиме реального времени для мониторинга и контроля лесных экосистем [6].

Ученые из Шри-Ланки используют БСС также и в сборе данных о пожарах для раннего обнаружения очагов возгорания [7]. Для сбора данных и простоты связи узлы БСС объединяют также в кластеры. Эффективность этого решения подтвердили и исследовали из Индии, которые взяли за основу БСС и кластеризацию и создали модель для мониторинга лесных пожаров, протестировав её в реальных условиях [10].

В Финском университете на лесных участках для эффективного сбора данных применяют методы кластеризации крон деревьев для дальнейшего прогнозирования развития лесов [9]. Благодаря их подходу, были успешно выявлены на лесном участке закономерности появления новых видов деревьев и предсказано видовое разнообразие.

В России также активно внедряют БСС и методы кластеризации в лесное хозяйство. Так, в Воронежской области был предложен механизм формирования лесных кластеров малолесных зон [5]. Предложенные формирования кластеров основаны на приоритетных направлениях развития предприятий лесного сектора. В Екатеринбурге было предложено использование БСС для предотвращения незаконных рубок, обнаружения лесных пожаров, перемещения

транспортных средств, а также таксационных наблюдений [6], где в БСС используются RFID-сенсоры.

В свою очередь, перспективность использования БСС также отмечается в научных работах Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова [2], откуда и сами авторы данной публикации, которые ведут исследования в этом направлении [1, 3].

В этом контексте использование БСС и методов кластеризации представляется перспективным способом увеличения срока эксплуатации сенсоров и эффективности лесного питомника для оптимизации процессов выращивания растений. Внедрение БСС с применением метода кластеризации позволит сделать существенный шаг в повышении эффективности деятельности лесных питомников, поэтому авторами статьи предлагается разработка и использование моделей БСС, основанных на методе кластеризации, способных адаптироваться к условиям и потребностям различных видов лесных культур.

Рассмотрим более детально предлагаемое решение. Для разделения участков БСС лесного питомника используется алгоритм кластеризации k-средних, который выявляет схожие группы участков по размеру поля, а также на основе данных, собранных с датчиков, таких как влажность почвы, температура воздуха, содержание азота и другие. Датчики собирают информацию для работы системы и разделяют поля на кластеры, чтобы эффективно собирать информацию на каждом участке. Набор собираемых данных будет зависеть от конкретных нужд лесного питомника в данный момент.

В качестве примера были взяты два поля с разной влажностью почвы, содержанию азота и размерами 80 × 110 м и 80 × 150 м. Алгоритм разделил их на 6 кластеров с радиусов ~30 метров для поля 1 и 8 кластеров с радиусов ~25 метров для поля 2 (рис. 1). Алгоритм показал, что при таком разбиении достигается максимальное покрытие и эффективная работа всей БСС.

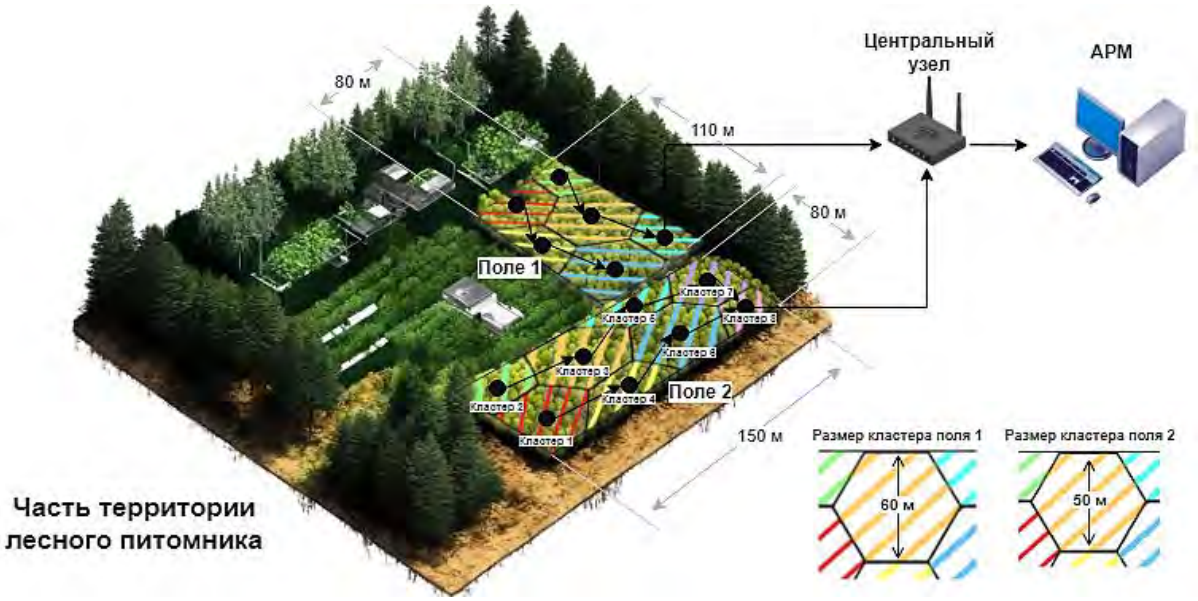


Рис. 1. БСС в лесном питомнике, имеющего поля 80 × 110 м и 80 × 150 м с разбиением на кластеры для сбора данных

На рисунке 1 показан пример возможного пути передачи информации между кластерами. Полученные данные с каждого поля собираются по системе БСС на

центральный узел лесного питомника и далее передаются на автоматизированное рабочее место (АРМ) для дальнейшей работы с ними.

На АРМ установлена программа с заранее обученной моделью машинного обучения. Она анализирует полученные данные и определяет оптимальный режим работы систем для каждого кластера. На основании прогнозов модели система управления принимает решение, когда и в каком объеме, например, включать систему полива на каждом участке, открыть систему проветривания или другие действия.

Таким образом авторами было предложено решение разработки и использования моделей БСС с применением метода кластеризации для оптимизации условий выращивания посадочного материала в лесных питомниках. Для разделения участков БСС лесного питомника используется алгоритм кластеризации k-средних, который выявляет схожие группы участков по размеру поля, а также на основе данных, собранных с датчиков.

Подобные подходы к управлению лесными питомниками способствуют повышению урожайности, качества посадочного материала и устойчивости лесных экосистем, а также ведут к оптимизации использования ресурсов.

Библиографический список

1. Бойцов А. К., Мокринский А. А. Беспроводная сенсорная сеть для мониторинга лесных территорий //Сборник научных трудов совета молодых ученых СПбГЛТУ: Сборник статей. Том. – 2022. – №. 2. – С. 4-18 – EDN UDLHPQ.
2. Заяц А. М., Хабаров С. П. Подход к моделированию беспроводных сенсорных сетей системы мониторинга лесных территорий //Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса. – 2021. – С. 156-158. – EDN ZFVRSH.
3. Иванов Г. С., Бойцов А.К. Автоматизированная система управления лесных питомников для мониторинга физических параметров в открытом грунте // Актуальные вопросы лесного хозяйства: Материалы VII международной молодежной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 09–10 ноября 2023 года. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, 2023. – С. 184-187. – EDN LFZMXH
4. Небесная А. Ю. Механизм формирования лесного кластера малолесных зон с применением кластерного анализа //Лесотехнический журнал. – 2013. – №. 2 (10). – С. 44-57.
5. Санников, С. П. Метод мониторинга незаконных рубок деревьев с использованием RFID-устройств и WSN-сети / С. П. Санников, Э. Ф. Герц // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2017. – № 219. – С. 173-183. – DOI 10.21266/2079-4304.2017.219.173-183. – EDN ZEZGIB.
6. Bayne K. et al. The internet of things—Wireless sensor networks and their application to forestry //New Zealand Journal of Forestry. – 2017. – Т. 61. – №. 4. – С. 37-41.
7. Dampage U. et al. Forest fire detection system using wireless sensor networks and machine learning //Scientific reports. – 2022. – Т. 12. – №. 1. – С. 46.

8. Lea-Cox J. D. Using wireless sensor networks for precision irrigation scheduling //Problems, perspectives and challenges of agricultural water management. InTech Press, Rijeka, Croatia. – 2012. – С. 233-258.
9. Schäfer E. et al. Mapping tree species diversity of a tropical montane forest by unsupervised clustering of airborne imaging spectroscopy data //Ecological indicators. – 2016. – Т. 64. – С. 49-58.
10. Sharma A. et al. An IoT-based forest fire detection system: design and testing //Multimedia Tools and Applications. – 2023. – С. 1-26.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ 15-ЛЕТНИХ ПРИВИТЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ НА УЧАСТКЕ «МАНА» В ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЕ КРАСНОЯРСКА

Илюшина К.А., ilyushina.k.a@mail.ru,
Щерба Ю.Е., shcherba_@mail.ru,
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева

Изучение изменчивости и отбор привитых деревьев сосны кедровой сибирской имеет большое значение для их размножения и создания плантаций целевого назначения [1-3].

Изменчивость показателей привитых деревьев сосны кедровой сибирской в 15-летнем возрасте приведена в табл. 1.

Табл. 1. Изменчивость показателей привитых деревьев сосны кедровой сибирской

Показатель	max	min	Xср.	±σ	±m	V, %	Уровень изменчивости	P, %
Длина привоя, м	3,8	1,3	2,2	0,73	0,20	33,3	высокий	8,9
Текущий прирост побега, см	52,0	18,8	29,2	9,74	2,60	33,3	высокий	8,9
Суммарный прирост за три года, см	135,7	62,3	89,6	21,52	5,75	24,0	повышенный	6,4
Длина хвои, см	14,2	8,8	11,5	1,58	0,42	13,7	средний	3,7
Количество верхушечных почек, шт.	11,0	3,0	6,9	2,35	0,63	33,9	высокий	9,0
Длина верхушечной почки, мм	13,0	6,0	11,3	2,05	0,55	18,2	средний	4,9

Уровень изменчивости показателей варьирует от среднего до высокого. Проведена селекционная оценка по таким показателям роста как длина привоя, текущий и суммарный прирост побега в высоту за три года (табл. 2).

Табл. 2. Оценка экземпляров по показателям роста

Рамета	Длина привоя		Суммарный прирост побега в высоту за три года		Текущий прирост побега	
	м	% к Xср.	см	% к Xср.	см	% к Xср.
5-10г	3,8	168,5	117,2	130,9	30,2	103,4
5-3г	2,8	126,1	98,3	109,8	26,8	91,7
6-3а	2,8	125,1	88,2	98,5	22,5	77,0

10-9а	2,6	116,0	85,5	95,5	18,9	64,7
5-9в	2,4	107,2	135,7	151,5	52,0	178,0
7-7а	2,3	101,0	91,6	102,3	37,5	128,4
5-2б	2,1	91,4	73,7	82,3	19,7	67,4
5-4г	2,0	90,9	104,9	117,1	35,1	120,1
5-9д	2,0	88,7	89,6	100,1	30,4	104,1
2-9а	2,0	88,3	70,0	78,2	33,7	115,4
7-9а	1,8	80,4	98,0	109,4	37,5	128,4
5-2а	1,8	79,1	72,8	81,3	18,8	64,4
5-2в	1,8	78,9	65,9	73,6	24,9	85,2
5-8д	1,3	58,2	62,3	69,6	21,0	71,9
Среднее значение	2,2	100,0	89,6	100,0	29,2	100

Наибольшие показатели по длине привоя были у привитых деревьев № 5-10г, № 5-3г, № 6-3а и № 10-9а. Суммарный прирост побега в высоту за три года у деревьев № 5-9в, № 5-10г и № 5-4г варьирует от 104,9 до 135,7 см и превышает средние значения на 17,1-51,5 %. По длине текущего прироста побега выделены деревья № 5-9в, № 7-9а, № 7-7а, № 5-4г и № 2-9а, имеющие превышения над средним значением от 15,4 до 78,0 %. Большая изменчивость показателей проявляется по количеству, длине верхушечной почки и длине хвои (табл. 3).

Табл. 3. Оценка экземпляров по формированию верхушечных почек и длине хвои

Рамета	Количество верхушечных почек		Длина верхушечной почки		Длина хвои	
	шт.	% к Хср.	мм	% к Хср.	см	% к Хср.
5-10г	6	86,6	11	97,5	9,3	80,7
5-3г	10	144,3	13	115,2	13,4	116,3
6-3а	5	72,2	11	97,5	10	86,8
10-9а	6	86,6	11	97,5	8,8	76,4
5-9в	11	158,8	12	106,3	11,2	97,2
7-7а	11	158,8	13	115,2	14,2	123,2
5-2б	3	43,3	13	115,2	9,9	85,9
5-4г	10	144,3	6	53,2	11,8	102,4
5-9д	6	86,6	13	115,2	11,9	103,3
2-9а	7	101,0	13	115,2	9,1	79,0
7-9а	7	101,0	12	106,3	13,6	118,0
5-2а	3	43,3	10	88,6	12,5	108,5
5-2в	6	86,6	8	70,9	12,2	105,9
5-8д	6	86,6	12	106,3	13,4	116,3
Среднее значение	6,9	100,0	11,3	100,0	11,5	100,0

По количеству верхушечных почек превышение на 58,8% имеют деревья № 5-9в и № 7-7а, на 44,3% – № 5-3г и № 5-4г. Среднее значение по длине верхушечной почки на 15,2 % превысили деревья № 5-3г, № 7-7а, № 5-2б, № 5-9д, и № 2-9а. Длинной хвоей отличались деревья № 5-3г, № 5-8д, № 7-9а и № 7-7а сформировавшие хвою длиной от 13,4 до14,2 см.

По такому показателю как количество боковых побегов в мутовках отмечена высокая вариабельность признака. Деревья сформировали от 1 до 17 шт. боковых побегов в мутовках 2020-2022 гг. Среднее их количество составляет 5,3 шт. варьируя от 4,6 до 6,4 шт. (рис. 1).

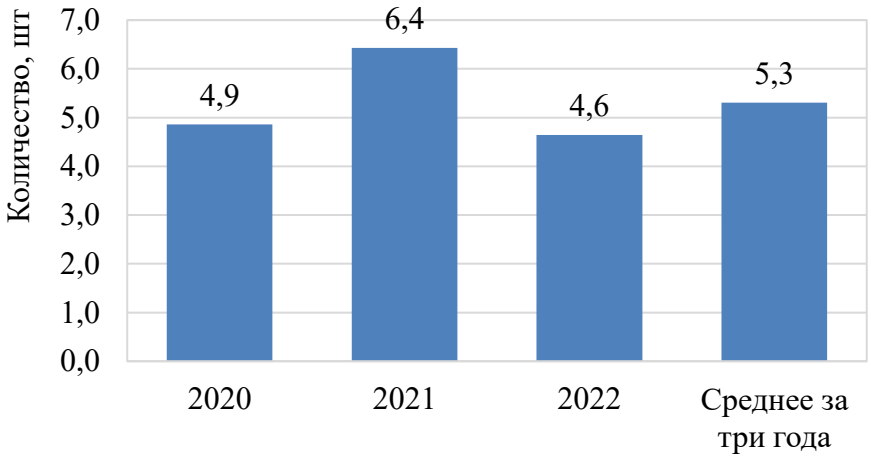


Рис. 1. Количество боковых побегов в мутовках 2020-2022 гг.

Наибольшее количество боковых побегов в мутовке 2022 г. года образовала рамета № 2-9а (10 шт.) превысив среднее значение на 115,4%. Деревья № 6-3а и № 5-4г сформировали 8 и 6 шт. боковых ветвей, что превысило среднее значение данного показателя на 72,3 и 29,2%, соответственно.

У некоторых экземпляров отмечено раннее репродуктивное развитие. На рамете № 6-3а образовались микростробилы в 10-летнем возрасте, в 11-летнем – макростробилы, в 12-летнем – сформировалась озимь. На деревьях № 7-9а и № 5-2а – в 12-летнем возрасте образовались микростробилы.

Отобранные деревья представляют селекционную ценность и рекомендуются для дальнейшего вегетативного размножения и создания клоновых плантаций, отличающихся интенсивностью роста, длинной хвоей и ранним репродуктивным развитием.

Исследование выполнено в рамках государственного задания №FEFE-2024-0013 по заказу Министерства науки и высшего образования РФ коллективом научной лаборатории «Селекция древесных растений» по теме «Селекционно-генетические основы формирования целевых насаждений и рационального использования древесных ресурсов Красноярского края (Енисейской Сибири)»

Библиографический список

1. Нарзяев В. В., Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Щерба Ю. Е. Изменчивость вегетативного потомства плюсовых деревьев кедра сибирского, аттестованных по стволовой или семенной продуктивности // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2019. – № 4(370). – С. 22-33.

2. Попова С. В., Щерба Ю. Е., Матвеева Р. Н. Изменчивость трехлетних сеянцев сосны кедровой сибирской - потомств клонов плюсовых деревьев // Хвойные бореальной зоны, 2020. – Т. 38. – № 5-6. – С. 271-275.

3. Щерба, Ю. Е., Илюшина К. А., Кожевникова А. А. Изменчивость показателей четырехлетнего вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений, 2022. – Т. 25. – С. 140-144.

АНАЛИЗ ОБЪЁМА ЗАГОТОВКИ СЕМЯН ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА ПЕРИОД РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА «СОХРАНЕНИЕ ЛЕСОВ» НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЭКОЛОГИЯ»

Калинина Д.П., kdp_0@mail.ru,
Савченкова В.А.,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)
Нарбутовских Т.В.,
Рослесозащита

Заготовка семян лесных растений является одним из фундаментальных блоков, входящих в воспроизводство лесов и регламентируется в рамках статьи 65 Лесного кодекса Российской Федерации «Лесное семеноводство» и иными нормативно правовыми актами Российской Федерации [3]. Крайне важным аспектом является то, что с 01.09.2023 г. Федеральный закон от 17 декабря 1997 года № 149-ФЗ «О семеноводстве», который в свою очередь устанавливал правовую основу для деятельности по производству, заготовке, обработке, хранению, транспортировке, реализации и использованию семян сельскохозяйственных и лесных растений утратил силу [4]. Взамен вступил в силу Федеральный закон от 30.12.2021 № 454-ФЗ «О семеноводстве», который в свою очередь, согласно статье 3, регулирует отношения в области семеноводства (производства (выращивания), хранения, транспортировки, реализации семян сельскохозяйственных растений), включая оказание услуг в указанной области, а также ввоз семян сельскохозяйственных растений в Российскую Федерацию и вывоз семян из Российской Федерации [5]. Лесное семеноводство в настоящий момент, регламентируется Лесным кодексом Российской Федерации, отдельными нормативно правовыми актами, общесоюзными стандартами (ОСТ) и государственными общесоюзными стандартами (ГОСТ).

На территории Российской Федерации с 01.10.2018 по 31.12.2024 в рамках национального проекта «Экология» и государственной программы Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» реализуется федеральный проект «Сохранение лесов» (далее – федеральный проект). Одной из первоочередных задач федерального проекта следует выделить – обеспечение баланса выбытия и воспроизводства лесов в соотношении 100% к концу реализации федерального проекта [2]. С целью обеспечения достижения показателя «Отношение площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений, %», также федеральным проектом предусмотрен ряд

дополнительных показателей, одним из которых является «Запас семян лесных растений, тонн». С 2022 года данный показатель считается нарастающим итогом, с учетом ранее заготовленных семян лесных растений, взамен фиксированного годового плана, который использовался изначально.

В рамках лесного семеноводства, переход учета фактической заготовки семян лесных растений на нарастающий итог рационален и оправдан. С помощью анализа сведений, приведенных в табл. 1 видно, что с 2019 по 2024 объем заготовки семян лесных растений предусмотрен с ежегодным увеличением плановых показателей заготовки и имеет фиксированный ежегодный размер, который не удавалось достигнуть в 2019, 2022 и 2023 годах. При этом, немаловажно отметить 2021 год, в период которого фактическая заготовка семян лесных растений составила 154,7% от планового объема. Такой резкий скачок связан с периодичностью семеношения. Именно на 2021 год пришелся высокий балл по шкале В.Г. Каппера, которая в свою очередь позволяет определять хозяйственно возможный сбор семян лесных растений на участке.

Табл. 1. Плановые и фактические объемы «Запаса семян лесных растений для лесовосстановления и лесоразведения», ежегодные и с учетом нарастающего итога.

	Запас семян лесных растений для лесовосстановления и лесоразведения, тонн					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Плановый показатель, тонн	221,0	243,0	270,0	300,0	330,0	360,0
Фактическаязаготовка, тонн	182,4	267,4	417,7	275,6	312,0	-
Плановый показатель нарастающим итогом, тонн	221,0	464,0	734,0	1034,0	1364,0	1724,0
Фактическая заготовка нарастающим итогом, тонн	182,3	449,8	867,5	1143,1	1453,6	-

Не смотря на невыполненные показатели заготовки семян лесных растений в период 2019 и 2020 годы, плановый объем в период 2021-2023 годы достигнут в ходе ежегодного планирования нарастающим итогом, в том числе путем нивелирования низкоурожайных годов единичными высокоурожайными.

Данный вид планирования позволяет подходить к вопросу лесного семеноводства с наибольшей степенью рациональности. Дополнительно следует отметить, что данный тип планирования позволяет в семенные годы заготавливать семена лесных растений в профицит и использовать в следующие годы за счет хранения, что сводит к нулю необходимость заготовки семян в низкоурожайные годы, когда увеличивается стоимость заготовки семян и трудозатратность.

Периодичность семеношения – это одна из биологических особенностей, связанных, прежде всего, с расходом большого количества запасов питательных веществ при формировании обильного урожая [1].

Следует отметить, что при достижении показателя «Запас семян лесных растений для лесовосстановления и лесоразведения, тонн» в рамках федерального проекта наиболее выгодной является заготовка желудей дуба черешчатого – это актуально для субъектов Центрального, Северо-западного,

Южного, Северо-Кавказского и Приволжского федеральных округов, и семян сосны кедровой в уральском, сибирском и дальневосточном округах. За счет веса семян (средняя масса 1000 шт. семян дуба – 3000-4000 гр., сосны кедровой – 200-250 гр) значительное превосходство в заготовке имеет именно дуб, так как сбор семян производится с земли путем собирательства и не требует дополнительной переработки сырья, что дополнительно удешевляет стоимость.

За пять лет реализации федерального проекта, фактически заготовлено 1453,6 тонны семян лесных растений, что в свою очередь позволит обеспечить воспроизводство лесов путем искусственного и комбинированного лесовосстановления и лесоразведения, а также проведение агротехнических уходов – путем дополнения лесных культур, районированным посадочным материалом, выращенным на территории лесных питомников субъектов Российской Федерации, а также многоцелевое, рациональное, непрерывное, неистощительное использование лесов для удовлетворения потребностей общества в лесных ресурсах.

Библиографический список

1. Макрова И.А. Лесные культуры: учебник для студ. образоват. учреждений сред. и проф. образования / И.А. Маркова, Ю.И. Данилов – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 400 с.
2. Минприроды России: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации: офиц. сайт. URLhttps://www.mnr.gov.ru/ (дата обращения: 18.04.2024)
3. Российская Федерация. Законы. Лесной кодекс Российской Федерации: ЛК : текст с изменениями и дополнениями на 18.04.2024 : послед. ред. // КонсультантПлюс : сайт. URL: http://www.consultant.ru/document//cons_doc_LAW_64299/ дата обращения: (18.04.2024). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
4. Российская Федерация. Законы. О лесном семеноводстве: Федер. закон N 149-ФЗ : принят Государственной Думой 12 ноября 1997 г. : одобрен Советом Федерации 3 декабря 1997 г. : послед.ред. // КонсультантПлюс : сайт. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_17121/ (дата обращения: 18.04.2024). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
5. Российская Федерация. Законы. О лесном семеноводстве: Федер. закон N 454-ФЗ : принят Государственной Думой 22 декабря 2021 г. : одобрен Советом Федерации 24 декабря 1997 г. : послед. ред. // КонсультантПлюс : сайт. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405425/ (дата обращения: 18.04.2024). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСКУССТВЕННОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ МЕТОДОМ ПОСЕВА СЕМЯН ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЛЯХ В ЗОНЕ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

Камашев А.А., aakamashev@rambler.ru,
Савченкова В.А., 79651658826@yandex.ru,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

В работе проанализированы результаты натурных обследований лесных культур, созданных посевом семян хвойных пород на песчаных карьерах в зоне Северной тайги.

Ключевые слова: лесные культуры, семена лесных растений, песчаные карьеры, лесовосстановление, рекультивируемые земли, зона северной тайги.

Целью исследования являлось изучение эффективности искусственного лесовосстановления методом посева семян лесных растений на рекультивируемых землях в зоне Северной тайги.

Ежегодно в России нарушению подвергаются значительные площади земель, нарушенные при разработке месторождений полезных ископаемых, в связи с чем становится актуальным вопрос по их восстановлению.

Для объектов исследований были подобраны песчаные карьеры, расположенные в коренных типах леса сосняках брусничниках в зоне Северной тайги. Территория района исследования относится к таежной зоне, северо-таежного района европейской части Российской Федерации. Положение в рельефе - песчаные увалы водоразделов и боровые террасы рек.

В процессе исследований были проанализированы таксационные характеристики обследуемых участков до и после рубки, проекты рекультивации и результаты пробных площадей [1].

Разработка месторождений полезных ископаемых проводилась на землях лесного фонда в период времени с 1999 по 2003 годы для строительства автомобильной дороги. В период их разработки отдельное снятие и складирование гумусового горизонта не проводилось из-за его малой мощности.

Работы по рекультивации на исследуемых участках проводились с 2005 по 2006 годы последовательно в два этапа: технический и биологический.

Технический этап рекультивации нарушенных земель заключался в планировании поверхности почвы бульдозером. Нанесение плодородного слоя почвы не проводилось.

Биологический этап рекультивации являлся завершающим этапом рекультивации нарушенных земель. Повышение продуктивности почв, а также их укрепление осуществлялось путем внесения ассортимента многолетних трав и исключения эрозии. Внесение минеральных удобрений не проводилось [2].

Создание лесных культур осуществлялось путем посева семян сосны обыкновенной 1 класса в осенний период 2006 года. Посев семян производился строчно-луночным способом, вручную. В ряду посевные места размещались через 0,5 м, расстояние между радами 3,5 м. В одно посевное место высевали по

несколько семян до 15-20 шт. Средняя глубина заделки семян составляла 1,5 см. Норма высева семян составляла 1,2 кг на 1 га. Перед посевом семена проходили стратификацию.

Главная порода устанавливалась исходя из конкретных лесорастительных условий, ведущим признаком при их определении являлся показатель производительности почв [3].

Агротехнические уходы проводились по результатам натурных обследований на 2-й, 3-й и 4-й годы рыхлением почвы с одновременным уничтожением травянистой и древесной растительности по мере необходимости.

На откосах исследуемых карьеров лесовосстановление задерживается в связи с выветриванием и вымыванием семян древесных растений. Более успешное на выработанных карьерах естественное возобновление хозяйственно-ценными хвойными породами сосной, елью, лиственницей происходит с северо-западной стороны. По моему мнению, главным фактором является накопление и удержание влаги в почве. Также присутствует не большая примесь мягколиственных пород березы и осины.

На момент исследования по истечении 17 лет с момента проведения рекультивации выработанных карьеров наблюдается больше всего живого напочвенного покрова на дне (подошве) карьеров. Это связано с тем, что все питательные вещества сходят вниз по склонам. Однако, на самих склонах живой напочвенный покров разрежен, так как в первую очередь зависит от микрорельефа и условий увлажнения.

Пробные площади закладывались равномерно в местах, характерных для всей площади обследуемых участков. Каждый из обследуемых участков составлял не более 10 га, в связи с чем, закладывалась одна пробная площадь из расчета не более чем на 5 га.

Исследуемый участок 1 составляет площадь 4,5 га. Глубина песчаного карьера не превышала 3 м. По периметру к участку примыкает сосновое насаждение в возрасте до 100 лет, которая является естественным семенником. В возрасте 17 лет средняя высота лесных культур составляет 3,0 м, а их средний диаметр 2,8 см при их количестве 1207 шт./га. На участке также идет естественное лесовосстановление хозяйственно-ценными хвойными породами.

Исследуемый участок 2 составляет площадь 5,75 га. Глубина песчаного карьера составляла около 5 м. По периметру к участку примыкает сосновое насаждение в возрасте 60 лет, которая является естественным объектом для распространения семян. В возрасте 17 лет средняя высота лесных культур составляет 3,0 м, а их средний диаметр 2,6 см при их количестве 206 шт./га. На участке также идет естественное лесовосстановление хозяйственно-ценными хвойными породами. Низкие показатели всходов и естественного лесовосстановления связаны с недостаточной выравниванием и планировкой нарушенного участка.

Исследуемый участок 3 составляет площадь 7,48 га. Глубина песчаного карьера составляла до 3 м. По периметру к участку примыкает сосновое насаждение в возрасте 80 лет, способствующее естественному возобновлению леса. В возрасте 17 лет средняя высота лесных культур составляет 3,0 м, а их

средний диаметр 2,6 см при их количестве 188 шт./га. Низкий процент приживаемости и слабое естественное лесовосстановление связаны с сезонным переувлажнением почвы и недостаточно качественным проведением технической рекультивации.

Результаты пробных площадей показывают, что формирование молодняков в результате создания лесных культур методом посева происходят медленно и с неравномерным распределением по площади.

Полагаю, что такой способ рекультивации нельзя назвать правильным. Тем не менее, специфика нарушенных земель и природно-географических условий вызывает необходимость индивидуального подхода к проектированию рекультивационных работ в каждом конкретном регионе. Для более успешного восстановления нарушенных земель на рекультивируемых землях, вышедших из-под недропользования при проведении технического этапа рекультивации в зоне Северной тайги необходимо покрытие поверхности плодородным слоем почвы [4].

При биологическом этапе рекультивации в целях сокращения сроков выращивания лесных ресурсов и предотвращения нежелательной смены древесных пород необходимо создание лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой [5].

Наблюдения на исследуемых участках будут продолжены, в целях мониторинга восстановления нарушенных участков, получении актуальных таксационных показателей лесных насаждений и выработки рациональных управленческих решений.

Библиографический список

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 10.07.2018 г. № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель».
2. Приказ Минприроды России от 20.12.2021 г. № 978 «Об утверждении Правил лесоразведения, формы, состава, порядка согласования проекта лесоразведения, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесоразведения».
3. Приказ Минприроды России от 29.12.2021 г. № 1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления».
4. «ГОСТ Р 59057-2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель».
5. «ГОСТ Р 59060-2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Охрана окружающей среды. Охрана окружающей среды. Земли. Классификация нарушенных земель в целях рекультивации».

АЛЛЕЛЬНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА PPR (PENTATRICOPEPTIDE REPEAT), СЦЕПЛЕННЫЙ С ПРИЗНАКОМ УЗОРЧАТОСТИ ДРЕВЕСИНЫ У КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

Каржаев Д.С., karzhaevd@gmail.com,
Волков В.А.,
Потокина Е.К.,
Жигунов А.В.,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Карельская береза (*Betula pendula Roth var. carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti) является разновидностью березы повислой с узорчатой древесиной. Древесина карельской березы обладает высокой коммерческой ценностью из-за своих декоративных качеств. Долгое время причина возникновения узорчатости древесины у березы оставалась неизвестной, что затрудняло ее воспроизводство в лесных насаждениях.

Ранее мы провели генотипирование двух популяций полных сибсов, полученных от скрещивания карельских берез. Для высокопроизводительного генотипирования использовался метод ddRADseq, с его помощью были идентифицированы 37045 SNP, которые позволили выявить участок на 10 хромосоме, ассоциированный с «карельским» фенотипом [3].

В текущем исследовании представлены первые результаты уточнения геномного участка, отвечающего за формирование узорчатости. Для этого было проведено полногеномное секвенирование (WGS) шести берез. Для анализа были отобраны образцы карельской березы происхождением из Финляндии, Белоруссии и Карелии, а также деревья одной из популяций, описанных ранее [1]. Данные WGS позволили более детально проанализировать регион, ассоциированный с признаком узорчатости. В частности, только у карельских берез рядом с одним из наиболее значимых SNP, идентифицированного ранее с помощью ddRADseq, были обнаружены 6 делеций в гене *PPR* (Pentatricopeptide repeat), функция которого на сегодняшний день окончательно не установлена.

Белки данного семейства относят к органельным РНК-связывающими белкам. Обычно количество генов семейства *PPR* в геноме высших растений колеблется в диапазоне от 400 до 1000 [4]. Каждый из кодируемых ими белков специфично связывает молекулу РНК, регулируя экспрессию конкретного гена. Таким образом, гены семейства *PPR* регулируют многие функции растений. Белки PPR имеют компактную структуру, состоящую из 35-36 аминокислот, из которых 27 приходится на связывающие домены, из-за чего большинство мутаций в теле гена приводят к изменению его функций, а чаще к нокауту гена. Известно, что мутации *PRR* генов приводят к таким мутантным фенотипам, как: дефекты фотосинтеза, ограничение роста, аберрантное развитие и изменения в пигментация листьев, дефектное развитие семян или эмбрионов, гиперчувствительность к абиотическому стрессу и химическим веществам,

толерантности к ингибиторам различных путей биосинтеза и восстановлению фертильности пыльцы [2].

Полученные результаты приоткрывают тайну формирования узорчатой древесины у карельской березы, которая может быть связана с нарушениями ксилогенеза. Выдвинуто предположение, что ген *PPR,* в котором были обнаружены делеции, может контролировать экспрессию гена, участвующего в формировании проводящих тканей.

Исследование выполнено за счет средств Российского научного фонда (проект № 22-16-00096).

Библиографический список

1. Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф., Костина Е.Э., Жигунов А.В. Сибсовое потомство карельской березы на Заонежской лесосеменной плантации // «Известия вузов» Лесной журнал. 2023. №5. – с. 9-26.
2. Barkan A., Small I. Pentatricopeptide repeat proteins in plants //Annual review of plant biology. – 2014. – Т. 65. – С. 415-442.
3. Gubaev R. et al. Dissection of figured wood trait in curly birch (*Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti) using high-throughput genotyping //Scientific Reports. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – С. 5058.
4. Lurin C. et al. Genome-wide analysis of Arabidopsis pentatricopeptide repeat proteins reveals their essential role in organelle biogenesis //The Plant Cell. – 2004. – Т. 16. – №. 8. – С. 2089-2103.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ЧЕРНИЧНОМ ТИПЕ ЛЕСА ПРИ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОЛНОТЕ 0,6 НА ТЕРРИТОРИИ ОРЛИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Коберницкий М.В., johny_cagemk12@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Естественное возобновление- процесс смены одного поколения леса другим. Из подроста формируется молодое поколение, далее средневозрастное, спелое, приспевающие, перестойные насаждения. Подрост хвойных пород, развивающихся под пологом древостоя однороден в морфологическом и фитоценотическом отношениях и представляет собой наиболее развитую часть естественного возобновительного фонда [4]. Именно от качества подроста зависит каким насаждение будет в будущем. Факторы, влияющие на рост подроста, могут быть различны: начиная от климатических факторов, заканчивая антропогенным воздействием. Большинство исследователей связывает понятие «подрост», в первую очередь, с его таксационными характеристиками: диаметром и высотой. Так, например, И.Д. Швиденко [5] относит к подросту молодое несомкнувшееся поколение древесных растений высотой не более 1,5 м. В моем исследовании подростом является молодое поколение древесных

растений под пологом древостоя, способное образовать новый древостой. Одной из важнейших характеристик подроста является его жизнеспособность, т.е. способность существовать и функционировать в условиях изменения среды [6].

Для оценки естественного возобновления Ели европейской на территории Орлинского лесничества Ленинградской области были выбраны участки с черничным типом леса и относительной полнотой 0,6. На этих участках были заложены временные пробные площади, в которых закладывались учетные площадки. Площадки закладывались на одинаковом расстоянии друг от друга. Учет подроста был проведен выборочно-статистическим методом, учет осуществлялся на круговых площадках по 10 м^2. Для закладки учетных площадок использовался шест и веревка длинной 180 см, шест вставлялся в центр учетной площадки и с помощью веревки по всему радиусу площади проводил учет подроста. Благодаря такой технологии учетные площадки примыкали друг к другу. Полученный материал обрабатывался с помощью математического-статистического анализа и включал в себя следующие величины: численность подроста на гектаре (экз./га), итоговое число подроста, коэффициент встречаемости, средняя численность подроста на учетной площадке (экз.), показатель точности наблюдений, коэффициент гомогенности. Характеристика пробных площадей приведена в табл. 1.

Табл. 1 Характеристика пробных площадей

Квартал	Выдел	Площадь, га	Состав	Средний возраст	Высота, м	Диаметр, см	Бонитет	Полнота	Подрост			
									Состав	Возраст, лет	Высота, м	Численность на га, тыс. шт.
3	5	3,3	6Е3Б1Ос	90	24	24	2	0,6	10Е	15	1,5	5,0
7	8	1,3	6Е1С3Б+Ос	110	25	26	2	0,6	10Е	25	2,5	2,5
86	28	1,8	7Е3С+Б	120	24	28	3	0,6	10Е	30	2,0	3,0

Результат исследования показал, что под пологом древостоев при относительной полноте 0,6 в черничном типе леса численность подроста ели составляет 3500±0,1 экз./га, встречаемость 100%, что подтверждает данные исследователей [1:2:3], в трудах которых говорится, что наибольшее количество подроста ели в условиях Ленинградской области, с учетом высокой встречаемости (более 65%) наблюдается при относительной полноте 0,6-0,7. Несмотря высокие показатели численности и встречаемости высота подроста имеет относительно невысокие показатели. Это связано с высокой конкуренцией между подростом. Высокая встречаемость позволяет нам предположить, что будущем на данных участках сформируется древостой с относительной полнотой 0,6-0,8. На основе полученных данных мы можем сделать вывод, что

естественное возобновление ели европейской в черничном типе леса на территории Орлинского лесничества при полноте 0,6 идет успешно.

Библиографический список

1. Беляева Н.В., Григорьева О.И. Зависимость состава подроста от относительной полноты и состава материнского древостоя кисличной и черничной серий типов леса // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т.2. № 3-1 (8-1) – С. 175-179.
2. Грязькин А.В. Естественное возобновление ели под пологом древостоев, пройденных рубками ухода / А.В. Грязькин // Санкт-Петербургская лесотехническая академия. Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. – СПб., 2001. – С.13-17.
3. Грязькин А.В. Возобновительный потенциал таежных лесов (на примере ельников Северо-Запада России): монография / А.В. Грязькин. – СПб.: СПбГЛТА, 2001. – 188 с.
4. Ильчуков С.В. Горизонтальная структура подроста ели в спелых среднетаежных ельниках / С.В. Ильчуков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – №1. – Архангельск: Архангельский государственный технический университет, 2008. – С. 64-68.
5. Швиденко А.И. Подрост и нижний ярус древостоя, их отличие и взаимосвязь / А.И. Швиденко // Лесной журнал, 1993. – № 1. – С. 3-5.
6. Энциклопедия лесного хозяйства: в 2-х томах. – М.: ВНИИЛМ, 2006. – Т.1. – 424 с. – Т.2. – 416 с.

ОСОБЕННОСТИ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОЖЖЕВЕЛОВЫХ РЕДКОЛЕСИЙ КРЫМА

Коренькова О.О., o.o.korenkova@mail.ru,
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

В вопросе сохранения раритетных видов особого внимания требует определение уровня патологического состояния древостоев. Болезни различной этиологии могут наносить ощутимый вред не только отдельным особям, но и популяции в целом [6].

По данным Е.Ф. Молчанова [4], на состояние можжевеловых лесов в значительной мере влияют грибные болезни, это один из наиболее вредоносных факторов. Деструктивное воздействие, оказываемое на развитие можжевеловых сообществ в Горном Крыму, можно разделить на следующие группы: грибные болезни; бактериальные болезни; растения полупаразиты; антропогенная деятельность; абиотические факторы.

Среди грибных болезней можжевельник чаще всего поражается ржавчинными грибами. Первые упоминания о поражении можжевельников в Крыму *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G.Wint., датированы еще 30-ми годами

прошлого века [4]. В.П. Исиков описывает чрезвычайно высокую вредоностность поражения древостоев *J. excelsa* ржавчинными грибами [1].

В ходе проведенных исследований обнаружено незначительное количество деревьев, зараженных ржавчинными грибами, на их долю приходится около 2% всех обследованных особей. В основном поражаются ветви, выявлено несколько деревьев с поражением ствола.

Почти 40 лет назад В.П. Исиков (1986) отмечал, что на мысе Мартьян им было обнаружено 3% деревьев погибших и 34% со значительным усыханием кроны в результате поражения ржавчинными грибами. В свою очередь, это свидетельствует о том, что раньше можжевельники в большем объеме поражались *G. sabinae*. Значительное сокращение численности пораженных деревьев можно объяснить изменением направления хозяйственной деятельности в Крыму. В связи со значительным сокращением плодовых садов в Горном Крыму, вблизи можжевеловых древостоев уменьшилось число зараженных особей *J. excelsa* [7].

К грибным болезням можно отнести также поражение можжевельников трутовиками. В.П. Исиков в своей работе [1] отмечал поражение можжевельников двумя трутовыми грибами – *Pyrofomes demidoffii* (Lev.) Kotl. & Pouz, и *Antrodia juniperina* (Murr.) Niem. et Ryv. В настоящее время число деревьев, пораженных трутовиками выше, чем, *G. sabinae*, на их долю приходится от 2–5%. Как правило, это ослабленные особи в удовлетворительном жизненном состоянии. Размер трутовых грибов может достигать более 10 см.

Среди выявленных заболеваний, к группе бактериальных, можно отнести бактериальный некроз и опухоли. В ходе проведенных исследований на г. Кара-Даг, г. Коба-Кая и вблизи пгт. Массандра обнаружены единичные особи *J. excelsa* с бактериальным некрозом ствола, вызванный грибом *Netctriacucurbitula*, который проявляется в их значительном растрескивании. Длина таких поражений ствола превышает 1 м. Необходимо отметить, что бактериальные поражения не были обнаружены на особях *J. deltoides*.

В литературных источниках часто встречается упоминание о том, что *J. deltoides* в Горном Крыму значительно поражается можжевелоядником (*Arceuthobium oxycedri*). В 2015–2016 годах учеными были зафиксированы вспышки массового инфицирования *J. deltoides* и *J. excelsa* [3]. По данным А.И. Ругузовой, поражаемость *J. deltoides* в Горном Крыму варьирует в пределах от 0 % до 90 % [5].

В настоящее время в ходе проведенных исследований массовое поражение *J. deltoides A. oxycedri* обнаружено только на г. Дракон. Древостой оценивается здесь как ослабленный. Кроме того, единично пораженные деревья были обнаружены на г. Сарыч, м. Мартьян, окрестности с. Широкое. Значительное отличие между полученными данными и описанными ранее, можно объяснить тем, что вспышки массового заражения *J. deltoides* можжевелоядником носят циклический характер. Поражение *A. oxycedri* других исследуемых видов можжевельника обнаружено не было.

Среди факторов, оказывающих непосредственное влияние на жизненное состояние особей можжевельников, можно выделить повреждение животными.

Подобного рода повреждения также отмечались ранее для *J. foetidissima* [2] Травмируются животными как деревья *J. excelsa* с мягкой чешуевидной хвоей, так и особи *J. deltoides*, хвоя которых очень колючая.

Животными повреждаются не только сеянцы и особи подроста, но и взрослые деревья. Отмечены повреждения скелетных ветвей и стволов. Кроме прямого вреда в текущий момент времени, подобного рода повреждения, даже, на первый взгляд, незначительные, могут привести в последствии к заражению поврежденных деревьев различного рода патогенами в местах ранений. В результате чего жизненное состояние особи с течением времени снижается. При значительной площади повреждения особи погибают.

Еще одной причиной сокращения площади популяции редких и исчезающих видов является их прямое уничтожение. Хуже всего обстоят дела с насаждениями *J. deltoides* на северной границе распространения в Крыму. Данная территория находится вблизи населенных мест с максимальной транспортной доступностью. В результате чего, браконьеры используют эти участки для уничтожения деревьев с целью изъятия поделочной древесины.

Обнаружены участки рубок *J. deltoides* в окрестностях с. Кудрино. Браконьеры спиливают дерево, забирают нижнюю прикорневую часть ствола, в качестве поделочной древесины, ориентировочно, на высоту примерно 70 см, а оставшийся ствол оставляют за ненадобностью. Чаще всего уничтожению подвергаются деревья *J. deltoides* в возрасте от 100 до 150 лет.

Деревья *J. excelsa* также подвергаются браконьерским рубкам. Пни от срубленных деревьев были обнаружены на 14 из 28 пробных площадей. Наибольшее количество пней обнаружено на г. Сарыч, г. Каяташ, г. Коба-Кая, г. Кошка, г. Кара-Даг, в окрестностях пгт. Инкерман и пгт. Массандра. Возраст спиленных деревьев оценивается в 200–300 лет. В ходе проведенных исследований найдены как старые следы спилов, так и свежие.

Необходимо отметить, что кроме деятельности человека, направленной на прямое уничтожение можжевеловых древостоев Крыма, увеличивается и рекреационная нагрузка на сообщества исследуемых видов. В результате подобного рода антропогенной деятельности не только затаптывается подрост, тем самым сокращая уровень естественного возобновления можжевельников, но и происходит значительное загрязнение территории, большая часть которой относится к ООПТ различного уровня значения. Вблизи населенных пунктов (например, окрестности пгт. Инкерман) отмечалось большое количество свалок мусора. Вблизи курортных территорий (г. Папая-Кая, г. Япул-Бурун, ур. Батилиман) в можжевеловых древостоях туристы оборудуют стоянки как кратковременного, так и длительного отдыха. Все это, своего рода, пассивное вмешательство в можжевеловый ценоз, в конечном итоге приводит к общему снижению его жизненного состояния и уменьшению площади распространения.

Библиографический список

1. Исиков В.П. Болезни можжевельника высокого в Крыму // Микология и фитопатология, 1986. – Т. 20, № 5. – С. 413-416.

2. Коренькова О.О. Особенности естественного возобновления крымской популяции *Juniperus foetidissima* Willd. // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского (научный журнал). Серия «Биология, химия», 2014. – Т. 27 (66), №5. – С. 63-69.
3. Кукушкин О.В., Доронин И.В., Красиленко Ю.А. Анализ распространения можжевелоядника *Arceuthobium oxycedri* и его основного хозяина *Juniperus deltoides* в Крыму с использованием геоинформационных технологий // Russian Journal of Ecosystem Ecology, 2017. – Vol. 2 (1). – P. 1-32.
4. Молчанов Е.Ф., Григоров А.Н., Голубева И.В., Ларина Т.Г., Щербатюк Л.К., Ругузов И.А., Склонная Л.У., Бескаравайный М.М. Высокоможжевеловые леса Крыма и проблема их охраны. Ялта: Гос. Никитск. ботан. сад, 1992. – 296 с.
5. Ругузова А.И. Биологические особенности можжевельника красного (*Juniper oxycedrus* L.) в Крыму в связи с его охраной: дисс. канд. биол. наук: 03.02.08 / ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН». Ялта, 2006. – 163 с.
6. Сиддикова Н.К., Нуралиев Х.Х., Абдуллаева Г.Д. Эффективные меры борьбы с лесными болезнями // Life Sciences and Agriculture, 2020. – Т. 2, № 2. – С. 120-125.
7. Сотник А.И., Танкевич В.В., Бабина Р.Д., Попов А.И. Пути становления и итоги развития питомниководства Крыма // Плодоводство и виноградарство Юга России, 2019. – № 55(1). – С. 57-67.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ

Лисицын В.И., lisicyn-viktor@yandex.ru,
Матвеев Н.Н.,
Евсикова Н.Ю.,
Камалова Н.С.,
Внукова С.В.,
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова

Изменения окружающей среды, наблюдающиеся в последние годы, привели к метаболическим сдвигам или изменениям в балансе углерода и питательных веществ, что может иметь необратимые экологические последствия. Однако высокая пластичность и генотипическая вариативность различных пород деревьев, и прежде всего березы, предсказывают отличную способность к акклиматизации в быстро меняющейся среде и богатый генетический фонд для ведения устойчивого лесного хозяйства. Поскольку деревья и лесные экосистемы подвергаются воздействию множества факторов окружающей среды одновременно, необходимо продолжать исследования по изучению влияния множественных стрессов на рост древостоев. Березовые насаждения в Российской Федерации составляют 20% лесного фонда страны по данным государственной инвентаризации лесов, проведенной в 2023 году [5]. В этой

связи вырастает роль моделирования, не только для прогноза состояния древостоя в современных условиях, но и как важного элемента устойчивого управления лесами. Именно поэтому актуально исследование параметров моделирования березовых насаждений как у нас в стране, так и за рубежом. В работе [1] разработана математическая модель для бонитирования нормальных березовых насаждений. В этой модели прирост по наличному запасу рассматривается как показатель продуктивности древостоя. Береза повислая (*Betula pendula Roth*) как модельная порода для анализа акклиматизации и адаптации экосистемы северных лесов к изменяющимся условиям окружающей среды рассмотрена в работе [11]. Елово-березовые смешанные насаждения приводятся как пример биоразнообразия лесов в [7].

Ранее нами были представлены результаты работы по моделированию лиственных древостоев, в частности древостоя дуба семенного [2]. В данном исследовании мы продолжаем цикл работ, посвященных моделированию лиственных древостоев, используя разработанную нами эколого-физиологическую модель [8, 9]. Основываясь на результатах [3, 4], в качестве константы моделирования мы используем возраст биологической зрелости (спелости) $t_{сп}$. Значение биомассы отдельного дерева m_0 и число деревьев на гектар N_0, достигнутые в этом возрасте, принимаем за начальные значения при построении кривой хода роста. Такая модификация метода должна улучшить статистические показатели моделирования, а также позволяет использовать в качестве начальных данных биологически обусловленную константу – возраст биологической зрелости. В отличие от работы [2] в нашу аналитическую модель мы добавили еще один независимый параметр - N_∞, который равен числу деревьев на гектар при предельном значении возраста древостоя. В прежней модели это значение являлось зависимым параметром и выражалось через предельное значение общей биомассы насаждения и предельного значения биомассы отдельного дерева.

Экспериментальные данные были взяты из таблиц А.З. Швиденко [6], где приведены значения для биологической продуктивности березовых насаждений в Европейской части России (Целевая программа лесовыращивания).

Расчеты биомассы отдельного дерева, числа деревьев на гектар проведены для всех классов бонитета, которые даны в этих таблицах для березовых древостоев. В табл. 1 приводятся следующие значения параметров модели: $t_{сп}$ – возраст физиологической спелости в годах, m_0 – биомасса отдельного дерева в тоннах, полученная делением общей биомассы древостоя M_0 на число деревьев на гектар N_0 (соответствующие значения взяты из указанных таблиц для возрастов, равных $t_{сп}$), $\boldsymbol{m}_\infty$, $\boldsymbol{N}_\infty$, r, q - параметры модели ,определенные по результатам оптимизации по критерию. эффективности Нэша-Сатклиффа ME [10]. Для бонитетов рассчитывались среднеквадратичное отклонение и относительная ошибка. Отношение среднеквадратичного отклонения к соответствующему медианному значению величин составляло не более 0,005. Относительна ошибка для промежутков времени $t_{сп} < t < tmax$ не превышала 3%. Для значений времени меньших, чем возраст физиологической спелости ошибка увеличивалась до 6%. Следует заметить, что такая ошибка была получена только

для ранних возрастов, меньших возраста физиологической зрелости. В табл. 1 t_{st} – возраст, при котором общая биомасса насаждения достигает максимума.

Табл. 1. Значения параметров модели в результате проведения процедуры оптимизации критерия эффективности Нэша-Сатклиффа *ME* в зависимости от бонитета березовых насаждений

Бонитет	q	t_{cn}	r	m_∞, т	N_∞	t_{st}, лет	*ME*		
							m	N	M
1с	0,78	25	0,145	1,18	270	95	0,9996	0,9995	0,9961
1б	0,78	25	0,153	0,92	305	95	0,9991	0,9998	0,9943
1а	0,78	25	0,160	0,67	350	95	0,9986	0,9998	0,9947
1	0,78	25	0,168	0,47	410	95	0,9978	0,9992	0,9931
2	0,78	25	0,174	0,32	510	95	0,9970	0,9994	0,9911
3	0,78	30	0,182	0,20	672	95	0,9968	0,9993	0,9842

Из табл. 1 видно, что параметр q, определяющий связь площади поверхности и биомассы особи, составляет 0,78. Это значение согласуется с данными работы [2], где приводится значение 0,755 для дубовых древостоев. Такие значения характерны для лиственных древостоев, имеющих большую площадь лиственного покрова. Наблюдается практически линейная зависимость параметра r от бонитета. Значения критерия эффективности для указанных бонитетов близки к 1 (отличие наблюдается в четвертом знаке после запятой в большинстве данных), т.е. качество модели близко к идеальному. Напомним, что в прежнем варианте модели это значение, как правило, отличалось во втором знаке после запятой, т.е. на порядок хуже.

На основании проведенного исследования можно сделать следующее заключение:

1. Параметр r, который определяет удельную скорость расхода ресурса равномерно увеличивается с ростом бонитете;

2. Возраст, при котором достигается максимальное значение биомассы насаждения равен 95 годам, причем этот возраст определялся с помощью интерполяции эмпирических данных;

3. Аллометрический параметр q, определяющий связь площади поверхности и биомассы особи, составляет 0.78 для березовых древостоев, а для дубового древостоя для всех бонитетов он равен 0.755 и превышает соответствующие значения для еловых древостоев.

Библиографический список

1. Выводцев Н.В., Тютрин С.А. К вопросу о бонитировании березовых древостоев // Вестник КрасГАУ, 2013. – № 1. – С. 57-63.

2. Лисицын В.И., Матвеев Н.Н., Камалова Н.С., Евсикова Н.Ю., Внукова С.В. Применение эколого-физиологического моделирования для описания динамики роста дубовых древостоев // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции, 24-26 мая 2023 г. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 283-286.

3. Лисицын В.И., Новикова Т.П., Новиков А.И. Моделирование возраста биологической зрелости сосновых и дубовых древостоев // Известия Санкт-

Петербургской лесотехнической академии, 2023. – Вып. 246. – С. 6–21. doi: 10.21266/2079-4304.2023.246.6-21.
4. Лисицын В.И., Новикова Т.П. Определение возраста биологической зрелости в эколого-физиологической модели динамики древостоя // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции, 24-26 мая 2023 г. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 286-288.
5. Рослесинфорг подвел итоги государственной инвентаризации лесов // Ведомости. Экология, 12.03.2024: https://www.vedomosti.ru/ecology/protection_nature/news/2024/03/12/1024792-roslesinforg-podvel-itogi-gosudarstvennoi-inventarizatsii-lesov [дата обращения: 25.03.2024].
6. Швиденко А.З., Щепащенко Д.Г., Нильсон С., Булуй Ю.И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии: (нормативно-справочные материалы). Изд. 2-е. М.: Рослесхоз, Международный институт прикладного системного анализа, 2008. – 886 с.
7. Felton A., Felton A.M., Wam H.K., Witzell J., Wallgren M., Löf M., Sonesson J., Lindbladh M., Björkman C., Blennow K., Cleary M., Jonsell M., Klapwijk M.J., Niklasson M., Petersson L., Rönnberg J., Sang Å.O., Wrethling F., Hedwall P.O. Forest biodiversity and ecosystem services from spruce-birch mixtures: The potential importance of tree spatial arrangement // Environmental Challenges, 2022. – Vol. 6. – P. 100407. https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100407.
8. Lisitsyn V.I., Drapalyuk M.V., Matveev N.N. Modeling the Forest Stand Growth Dynamics Based on the Thermodynamic Approach // Russian Forestry Journal, 2022. – No. 3. – P. 213-225. https://doi.org/10.37482/0536-1036- 2022-3-213-225.
9. Lisitsyn V.I., Matveev N.N., Saushkin V.V. Ecological and physiological modelling of mixed stand dynamics // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021. – Vol. 875. – P. 012042. doi:10.1088/1755-1315/875/1/012042.
10. Nash J.E., Sutcliffe J.V. River flow forecasting through conceptual models part I – A discussion of principles // Journal of Hydrology, 1970. – Vol. 10, Iss. 3. – P. 282-290. https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6.
11. Oksanen E. Birch as a Model Species for the Acclimation and Adaptation of Northern Forest Ecosystem to Changing Environment // Frontiers in Forests and Global Change, 2021. – Vol. 4. – P. 682512. doi: 10.3389/ffgc.2021.682512.

СОБИЧЕВСКИЙ VS КАЙГОРОДОВ: ПОЛЕМИКА КОНЦА XIX ВЕКА ПО РУССКОЙ ЛЕСНОЙ ТЕРМИНОГРАФИИ

Лукьянова Л.В., lykianovaludmila@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Формирование языка русской науки начинается в первой трети XVIII века: именно в это время, как считают исследователи, появляется систематическое изложение ряда научных дисциплин на русском языке (арифметики, геометрии, механики, астрономии, географии и т.п.). Наступает эпоха напряженного творчества авторов научных книг и переводчиков по созданию русского научного стиля, – это становится делом государственной важности, т.к. от его разрешения зависит русское научное и техническое образование [5, с.7].

Однако и в конце XIX века в лесной сфере ощущается не только неудовлетворенная потребность в систематизации научного знания, но и отсутствие единой русской терминологии и достоверной фиксации специальной лексики в справочных изданиях. Как замечает первый библиограф российской лесоводственной литературы П.Н. Вереха, не только для специалистов «незнакомство с терминами и их сбивчивость представляют огромные затруднения», но и в практической деятельности множество «недоразумений возникает при технических разговорах с лесопромышленниками, дроворубами, заготовщиками лесных материалов и вообще местными крестьянами» [3, с.4].

Попыткой частичного решения этой актуальной проблемы, как представляется, было создание в 1883 году профессором лесной технологии и лесного инженерного искусства Санкт-Петербургского лесного института Д.Н. Кайгородовым первого «Русского толкового лесотоварного словаря» [4]. В инициальной части («От автора») составитель достаточно подробно изложил лексикографическую концепцию издания, его ключевые параметры, обозначил возможные дискуссионные вопросы и перспективы дальнейшей работы. Причиной создания словаря, по мысли Кайгородова, стала необходимость справочного издания с целью систематизации разнообразного лесного товара в целом, локальной специфики сортиментов и их наименований. Составителем были затронуты и вопросы оригинальности, полноты и адекватности словника, принципы размещения лексикографических единиц, проблема правильности и содержательности толкований. Признавая свою работу пробной и называя «опытом», составитель, с одной стороны, устанавливал диалогические отношения с предшествующей лексикографической традицией, с другой, – прокладывал новые перспективные пути в области русской лесной терминографии.

На публикацию словаря последовала краткая и сдержанная библиографическая реакция авторитетного русского ученого-лесовода Ф.К. Арнольда, отметившего актуальность, необходимость в дальнейшем продолжения работы и расширения перечня используемых источников [2]. На просьбу составителя «Русского толкового лесотоварного словаря» о дополнении

словника откликнулись специалисты-практики, направлявшие списки слов, необходимых для включения во второе издание (часть материалов публиковалась на страницах «Лесного журнала»).

Вероятно, издание Кайгородовым «Русского толкового лесотоварного словаря», на первый взгляд, может показаться ординарным фактом в богатом наследии «отца русской фенологии» и истории лесотехнической науки, если не принимать во внимание острую полемику с В.Т. Собичевским, заострившим не только спорные вопросы специальной области знаний, но и актуальные до настоящего времени аспекты теории термина и адекватной фиксации специальной лексики.

Спустя пять лет после выхода «Лесотоварного словаря» ученый-энциклопедист, в недавнем прошлом директор Санкт-Петербургского лесного института (1881–1887), В.Т. Собичевский на страницах «Лесного журнала» дал подробный (в двух частях) критический анализ работы Кайгородова. Общий вывод Собичевского был однозначно категоричен: «Лесотоварный словарь» представляет собой «…только неразработанный, сырой и притом очень неполный материал» [7, с.823]. Замечания ученого основывались на различных аспектах терминографирования и касались полноты словника, адекватности/точности толкования (особенно ввозимых в Россию древесных пород), способа семантизации (объяснения) лексикографических единиц, принципа размещения и др. В частности, Собичевский, отмечая неполноту словника (в словаре Кайгородова 1200 единиц), приводил дополнительные списки актуальной лесотоварной лексики и подчеркивал, что 265 слов (только из известных ему) вообще отсутствовали, а 93 – разъяснены неверно или неточно. Существенным недостатком он считал также и способ толкования: по мнению Собичевского, при каждом слове необходимо указание, откуда заимствовано сообщаемое объяснение (т.е. необходима ссылка на первоисточник), так как «на основании этого указания очень часто можно судить и о самой правильности приводимого объяснения» [6, с.503].Отмечал критик и непоследовательный характер помет в толковании иностранных древесных пород: например, из 40 различных названий только 21 снабжено русскими, иностранными и латинскими наименованиями [7, с. 817]. Помимо частных замечаний, касающихся отдельных единиц специальной лексики, к существенным недостаткам Собичевский также отнес и общие: алфавитную систему расположения материала, пренебрежение и поверхностное знание составителя лесотоварного словаря предшествующих отечественных и новейших европейских исследований.

Критический анализ Собичевского вызвал ожидаемую реакцию Кайгородова, с последующим возражением на контркритику инициатора полемики и завершившуюся уже в 1890 году публикацией Собичевского «Материалов для народного лесотехнического словаря» [8]. Работа над «Лесотоварным словарем» не получила продолжения, второе издание, изначально предполагаемое Кайгородовым, не состоялось.

В ходе обсуждения оппоненты, признавая справедливыми некоторые мелкие и формальные замечания друг друга, в целом бескомпромиссно отстаивали собственную точку зрения на принцип размещения толкуемых единиц,

моделирование логико-понятийной системы словарной статьи, оставаясь непримиримыми в оценке корректности толкований даже отдельных специальных слов (среди которых «дрючек», «ветреничный лес», «каравка», «ласт» и «лоад» и др.).

Рассматриваемая полемика по русской лесной терминографии стала маркером одной из ключевых точек периода формирования, сбора и первоначальной обработки терминов и определений специальных понятий, важным этапом в становлении научного стиля, научного языка отечественной лесной науки, что, безусловно, заслуживает внимания.

Значимость этого исторического и, к сожалению, оставленного до сих пор без внимания исследователей материала, в настоящее время заключается не в установлении «победителя» и «побежденного», а в открытии страницы предыстории лесной терминологии, в возможности фактически проследить за ходом научной мысли. Специальная лексика, терминология, могут рассматриваться как своеобразный коррелят некой ментальной операции, протекающей в сознании исследователя и представляющий одну из актуализированных частей целостного творческого научного процесса [1, с.546], научную рефлексию в определенный период.

Библиографический список

1. Алексеева Л.М. Термин // Стилистический энциклопедический словарь русского языка [Электронный ресурс]/ под ред. М.Н. Кожиной. 4-е изд., стер. М.: Флинта, 2019. – С.544-549.
2. Арнольд Ф.К. Библиографический обзор // Лесной журнал, 1883. – Вып.11. – С. 601–626.
3. Вереха П.Н. Опыт лесоводственного терминологического словаря. СПб.: тип. СПб. градоначальства, 1898.– 588 с.
4. Кайгородов Д.Н. Русский толковый лесотоварный словарь. СПб.: тип. Императорской Академии наук, 1883. –169 с.
5. Кутина Л.Л. Формирование языка русской науки (Терминология математики, астрономии, географии в первой трети XVIII века). М.-Л.: Наука, 1964.– 220 с.
6. Собичевский В.Т. Библиография. Русский лесотоварный словарь. Составил Димитрий Кайгородов // Лесной журнал,1888. – Вып.3. – С.502-516.
7. Собичевский В.Т. Библиография. Русский лесотоварный словарь. Составил Димитрий Кайгородов (Окончание) // Лесной журнал, 1888. – Вып.5. – С.793-823.
8. Собичевский В.Т Материалы для народного лесотехнического словаря // Лесной журнал, 1890. – Вып.1. – С.59-68.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРНЫХ ЛЕСОВ БОЛЬШОГО КАВКАЗА В ПРЕДЕЛАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Нагалевский Ю.Я., fizgeografia@kubsu.ru,
Кочурова Д.Г., kndiana01@mail.ru,
Нагалевский Ю.Э., uranagalevskiy36@gmail.com,
Кубанский государственный университет

Общая площадь, занятая лесами в Краснодарском крае, составляет около 22% от его площади. Физико-географические условия, такие как рельеф местности, экспозиция склона (северного и южного) в пределах Главного Кавказского хребта оказывают влияние на современное расположение лесных формаций края и его типизацию. При этом основная роль отведена выпадающим атмосферным осадкам, изменяющихся от 500 мм на с-з и до 1400 мм в районе Сочи (МС Лазаревская).

В юго-восточной части края на его северном склоне расположена гора Ачишхо, где выпадает около 3200 мм осадков. Это самое «дождливое» место не только края, но и РФ.

В крае произрастает более 3 тыс. видов растений, включая умеренные и субтропические пояса. Основная часть лесов расположена в горах и подчинена основным зональным закономерностям вертикальной поясности [4].

Нижнегорные широколиственные леса расположены до высоты 500-800 м с богатой флорой и фауной. Более половины этих лесов покрыты различными видами дуба, насчитывающими до 40 видов. Кроме дуба в низкогорьях произрастает бук, каштан посевной, клён, граб, ясень. Отличается большое обилие плодовых деревьев (дикие груша, яблони, алыча, черешня). Богатый кустарниковый подлесок, представленный рододендроном, азалией, лещиной (фундук), кизил, жимолость, мушмула [3].

Особый интерес представляет нижнегорные леса южного склона Большого Кавказа. В районе Анапы основной вид растительности шибляк, состоящий из низких пород дуба Пушистого, Держидерева и др. Можжевеловые леса, состоящие из можжевельника высокого, красного, вонючего произрастают в районе Новороссийска и Геленджика. Для Большого Сочи характерны леса колхидского типа, образованный дубом скальным грузинским, каштаном, буком Восточным, грабом Кавказским. В подлеске произрастают вечнозеленые растения (лавровишня, самшит, падуб, иглица Понтийская).

Среднегорные широколиственные леса имеют отметки от 300 до 1200 м над уровнем моря. Основные породы представлены буком, ясенем, липой, грабом и рядом темнохвойных пород (ель и пихта кавказская). Буковые древостои достигают высоты 45 метров с запасом древесины 600-700 $м^3$/га.

Верхняя граница лесной растительности на северном склоне достигает 1900 м над уровнем моря.

На южном склоне леса поднимаются до 2200 м и представлены в основном темнохвойными елово-пихтовыми формациями.

Структура лесного фонда по данным «Управления «Краснодарлес» составляет 118,3 тыс. га. Соотношение основных лесообразующих пород приведено на рис. 1 [1].

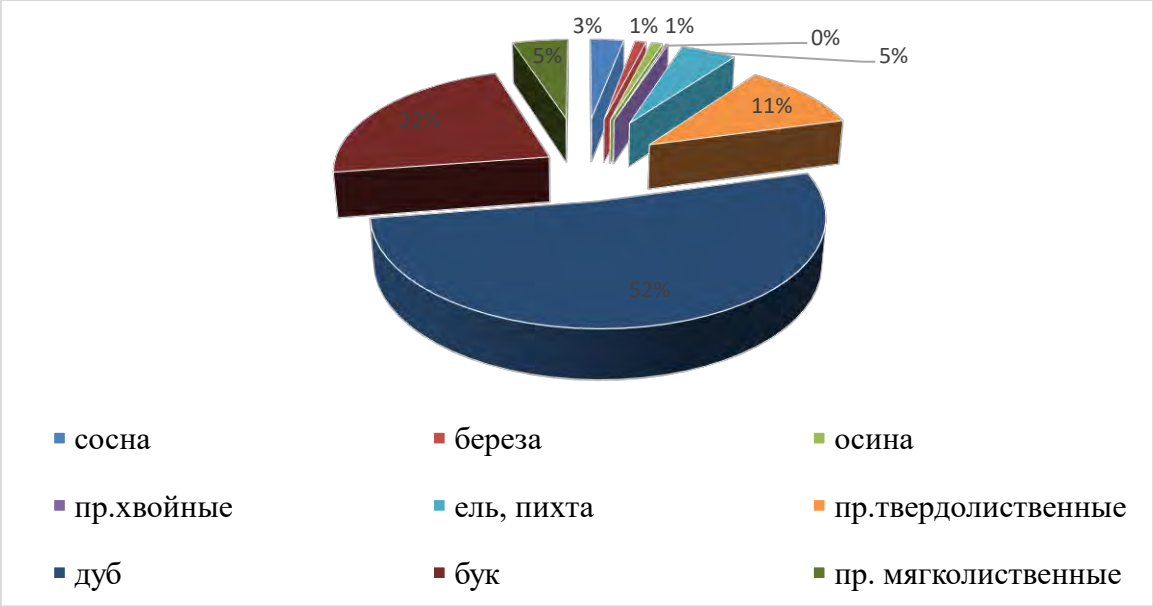


Рис. 1 Соотношение основных лесообразующих пород

Дубовые леса на Главном Кавказском хребте представлены по всей протяженности с-з на ю-в от г. Анапы до г. Адлера. Где произрастают различные виды дубов, причем леса из дуба Пушистого не высокие (12-15 м), малопродуктивные и не имеют промышленного значения. Их главная задача – защита почв от дождей, ливней т.е. водоохранная роль. Лучшей продуктивностью обладают леса дуба скального, дающие 200-250 м^3/га (в верховьях рек Белая и Лаба).

Буковые леса занимают промежуток от 700 до 1200 м над уровнем моря, а их продуктивность оценивается от 350-550 м^3/га. (в верховьях р. Лабы).

Темнохвойные, пихтовые и еловые леса сильно пострадали в 40-50 гг. XX века, где производились сплошные рубки этого леса. При этом запас древесины составляет от 520 до 1350 м^3/га. В настоящее время пихтовые леса в крае практически уничтожены [2].

Заготовка древесины в горных лесах края практически не ведется за исключением санитарных рубок с целью защиты леса от вредителей и криволесья. Всего на территории края санитарно-оздоровительными мероприятиями в 2022 г. было охвачено 3369 га [1].

В результате многолетнего мониторинга за санитарным состоянием лесов сложилась наиболее неблагоприятная санитарная обстановка в Апшеронском, Геленджикском, Горячеключевском, Мостовском и Туапсинском районах Краснодарского края (рис. 2).

Наиболее часто пожары за последние 10 лет проходили в Новороссийском, Геленджикском, Горячеключевском лесничествах. В заповеднике Утриш в 2020 году произошел большой пожар, где выгорела большая часть лесов, включая можжевельник высокий, фисташка туполистная, сосна пицундская

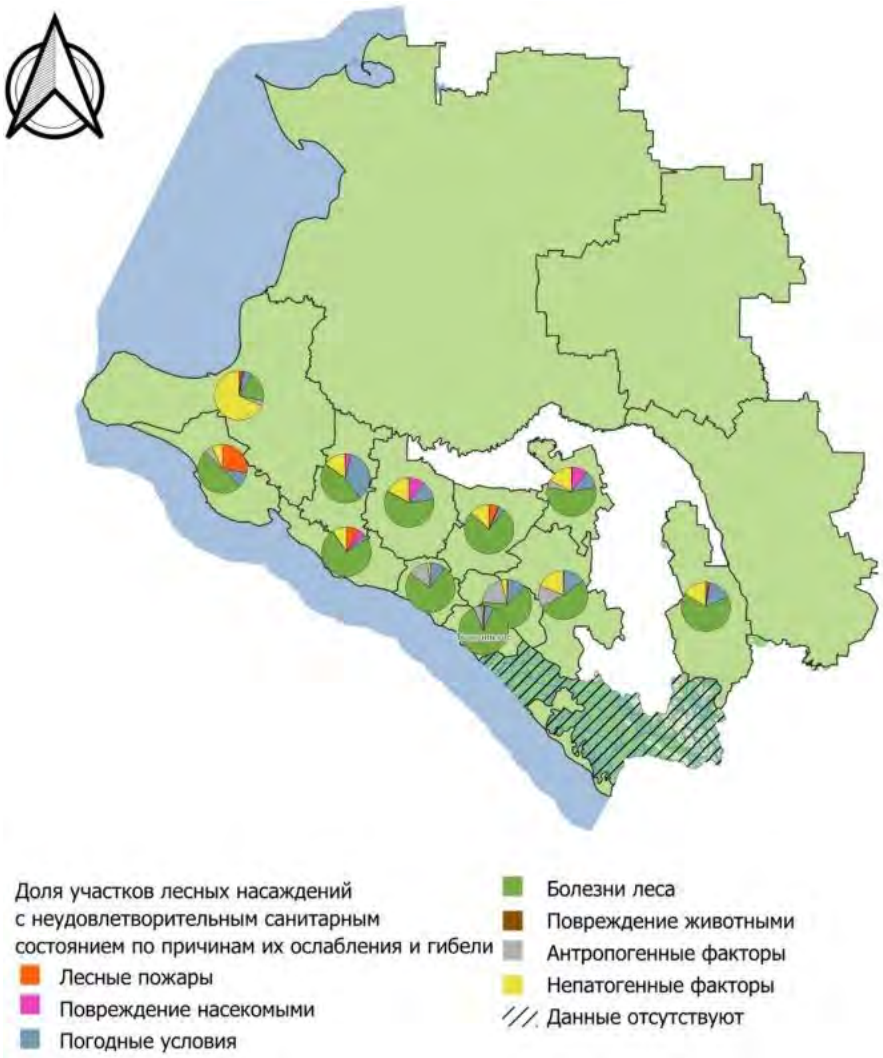


Рис. 2 Доля участков лесных насаждений с неудовлетворительным санитарным состоянием по причинам их ослабления и гибели

В крае в связи с уникальностью лесов проводятся работы по лесовосстановлению, причем коэффициент лесовосстановления составляет 5,3, коэффициент эффективности лесовосстановления 1,6. Коэффициент ввода молодняка в категорию ценных насаждений 8,7%.

При этом лесовосстановительные работы в составе лесных насаждений и искусственного лесовосстановления составляет 45%, а мероприятия по естественному возобновлению 565 га [1].

Библиографический список

1. Доклад «О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2022 г.». – Краснодар, 2023 г. – 397 с.
2. Нагалевский Э.Ю., Нагалевский Ю.Я., Голубятникова Е.В. Физическая география Краснодарского края: учебное пособие. Краснодар, 2023. – 403 с.
3. Нагалевский Э.Ю., Нагалевский Ю.Я., Кочурова Д.Г. Современное состояние горных лесов северо-западного Кавказа // Экологические проблемы использования горных лесов, Майкоп, 2022. – С. 312-317.
4. Тильба А.П. Растительность Краснодарского края. Краснодар, 1981. – 84 с.

ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОГО РОСТА СОСНЫ В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОМОРФОМЕТРИЧСКИХ УСЛОВИЯХ ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Неверов Н.А., na-neverov@yandex.ru,
Минеев А.Л., mineew.al@gmail.com,
Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени Н.П. Лаверова УрО РАН

Рельеф является косвенным абиотическим фактором и определяет направление и скорость потоков вещества, энергии и способствует, а иногда определяет структуру, продуктивность и состав лесных насаждений [1, 2, 3]. В лесах Архангельской области наиболее продуктивные древостои приурочены к склонам гряд, моренных холмов и другим положительным формам рельефа. Цель исследования заключается в изучении влияния мезорельефа на радиальный рост древесины сосны в подзоне средней тайги. Рельеф исследуемого района моренный, холмисто-грядовый. Почвы – подзолистые иллювиально-железистые на кварцевых песках. ПП закладывались на склонах моренных холмов с южной и северной сторон в верхней и нижней частях склона (табл. 1).

Табл. 1. Геоморфометрические параметры ПП, таксационные показатели древостоев, макроструктура древесины сосны

	Экспозиция	Положение на склоне	№ ПП	Угол наклона, °	Возраст, лет	Средние		ШГС, мм	Доля ПД, %
						Высота, м	Диаметр, см		
У 1	юг	верх	1	9	102	16	21	1,0±0,03	28,1±1,1
		низ	2	5	103	19	21	1,0±0,04	28,4±1,0
	север	верх	3	14	93	15	20	1,1±0,05	31,1±1,3
		низ	4	18	94	16	20	1,1±0,05	27,5±1,1
У 2	юг	верх	5	2	96	18	16	0,8±0,04	30,8±1,5
		низ	6	14	94	19	17	0,9±0,03	30,5±1,1
	север	верх	7	11	110	15	22	1,0±0,14	30,6±2,7
		низ	8	16	116	16	21	0,8±0,02	29,5±0,8
У 3	юг	верх	9	12	88	12	18	1,0±0,03	29,0±1,0
		низ	10	5	87	16	20	1,1±0,07	26,7±1,3
	север	верх	11	17	82	14	18	1,3±0,05	27,0±0,9
		низ	12	10	93	15	21	1,0±0,04	22,8±1,1
У 4	юг	верх	13	5	75	12	17	1,6±0,09	26,6±0,6
		низ	14	17	81	12	18	1,0±0,07	30,3±0,6
	север	верх	15	5	126	12	19	0,6±0,02	27,3±1,4
		низ	16	13	115	14	17	0,7±0,03	26,2±1,0
Фон	-	-	17	0	90	15	17	0,9±0,03	28,7±0,6

Однотипные, близкие к пессимальным, условия произрастания были выбраны в связи с тем, что в различных топоэкологических условиях у одних и тех же видов растений значительно трансформируется климатический сигнал в изменчивости радиального прироста [4].

Однотипность почвенно-гидрологических условий и древостоя позволят оценить вклад рельефа в радиальный рост древесины сосны. Всего исследовано

4 участка (У) на которых заложено 17 ПП и одна как фоновая на ровной поверхности. На ПП отбирались керны древесины сосны на высоте 1,3 м в направлении север-юг по 12-15 штук у наиболее крупных деревьев, не имеющих видимых повреждений. На ПП произрастают чистые сосновые древостои брусничного типа, полнотой 0,5-0,7. Параметры макроструктуры (ширина годичного слоя (ШГС), доля поздней древесины (ПД) определяли с помощью прибора Lintab 6 и программного обеспечения TSAP-Win (версия 4.80) с точностью 0,01 мм (табл. 1). В пределах одного участка выявлены достоверные различия по ШГС и доле ПД между ПП разных экспозиций (табл. 2). В целом, изменчивость и достоверность различий по ШГС больше, чем по доле ПД. Выявленные различия могут быть обусловлены также различным генезисом и онтогенезом исследуемых древостоев. В ПП 10-12 прошел беглый низовой пожар 17-летней давности. Мощность подстилки на ПП 15-16 более 10 см, что дополнительно снижает тепло- и воздухообеспеченность корней. На ПП 13-14 проведены выборочные рубки 15-летней давности. Все перечисленные выше факторы вносят свой значимый вклад в радиальный рост сосны, однако в совокупности с мезорельефом, могут или улучшать или ухудшать условия произрастания. В целом, наблюдается снижение макроструктурных параметров у древостоев, произрастающих в нижних частях склонов. Это обусловлено как экспозицией, так и выраженной крутизной склонов. Выявленная тенденция уменьшения макрокструктурных показателей - как ширины годичного слоя, так и доли поздней древесины в древостоях, произрастающих в нижней части склонов северной экспозиции, говорит о значимости мезорельефа в процессе радиального роста сосны в подзоне средней тайги, что в первую очередь связано с перераспределением тепла.

Исследования проведены в рамках государственного задания № 122011300380-5 Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук.

Библиографический список

1. Floors R. The effect of baroclinicity on the wind in the planetary boundary layer / R. Floors, A. Peña, S.E. Gryning // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 2015 – Vol. 687. – P. 619-630. https://doi.10.1002/qj.2386
2. Алексеев А.С., Никифоров А.А. Влияние рельефа на структуру и продуктивность лесных ландшафтов с применением 3D-моделирования на примере Лисинского учебно-опытного лесхоза // Лесоведение, 2014. – № 5. – С. 42-53.
3. Щербаков Ю.А. Поступление и отражение прямой солнечной радиации на неодинаково ориентированных склонах в разных условиях / Влияние экспозиции на ландшафты. М.: Наука, 1970. – С. 100-133.
4. Бабушкина Е.А., Кнорре А.А., Ваганов Е.А., Брюханова М. В. Трансформация климатического отклика в радиальном приросте деревьев в зависимости от топоэкологических условий их произрастания // География и природные ресурсы. 2011. № 1. С. 159-166.

Табл. 2. Достоверность различий между древостоями по ширине годичного слоя.

Участок	У 1				У 2				У 3				У 4				фон
Экспозиция	Ю		С		Ю		С		Ю		С		Ю		С		
Положение	в	н	в	н	в	н	в	н	в	н	в	н	в	н	в	н	
№ ПП	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	17	18	19	20	21
1	-	0,3/0,0	1,9/2,9	0,4/0,1	**9,1**/1,9	**4,8**/2,1	0,0/0,9	**10,4**/0,5	6,9/0,3	0,3/0,4	**21**/0,4	0,0/**9,8**	**5,7**/1,2	0,0/2,6	**7,7**/0,1	0,9/0,1	**4,5**/0,8
2		-	2,5/2,6	0,9/0,4	3,9/1,7	1,3/1,9	0,0/1,5	2,8/0,4	0,3/0,2	0,7/0,8	**16/0,9**	0,2/**13,3**	**6,4**/2,2	0,3/2,4	3,6/0,4	0,4/3,7	1,8/0,6
3			-	0,3/**4,6**	**10,5**/0,0	**6,8**/0,0	0,4/0,0	**7,3**/0,5	2,0/1,5	0,2/**4,6**	**4,3/5,7**	0,6/**21,3**	2,6/**10**	0,4/0,3	**4,9**/3,8	2,4/**11,6**	**7,0**/0,9
4				-	**6,8**/3,2	3,8/3,7	0,1/1,6	**4,6**/1,3	0,5/1,1	3,2/0,1	**6,8**/0,0	0,0/**8,3**	3,7/0,4	0,0/**5,0**	**38**/0,0	1,4/1,3	**4,2**/1,9
5					-	1,1/0,0	**32**/0,0	0,0/0,2	**9,2**/0,9	**4,7**/3,3	**31**/4,1	3,3/**16,7**	**9,9/7,6**	**3,7**/0,1	**12**/2,6	0,1/**8,7**	0,2/0,5
6						-	1,0/0,0	1,0/0,3	**4,7**/0,9	2,5/3,6	**32/5,5**	1,5/**22,7**	**7,7/9,9**	1,7/0,0	**33**/2,8	0,0/**10,9**	0,1/0,5
7							-	1,6/0,1	0,0/0,4	0,0/1,5	4,5/2,4	0,0/**11,0**	1,7/**4,5**	0,0/0,0	**16,2/1,2**	0,2/**4,9**	1,1/0,2
8								-	**10,3**/0,0	2,9/1,3	**33,2**/2,7	2,1/**15,1**	**5,6/5,3**	2,2/0,3	**19,5**/0,9	0,0/**5,6**	0,0/1,0
9									-	0,3/1,6	**28,5**/1,9	**23/16,1**	**7,0/4,0**	0,1/0,9	**8,3/1,0**	1,1/**5,7**	**5,2**/0,0
10										-	**4,6**/0,0	0,0/**4,0**	3,1/0,0	0,0/**4,8**	**25**/0,0	1,2/0,3	3,0/2,1
11											-	**7,6/7,3**	0,1/0,1	**6,7/8,5**	14/0,0	**8,1**/0,7	**29,0**/3,5
12												-	3,5/**9,2**	0,0/**3,6**	**21/5,2**	0,7/**4,5**	1,9/**21,0**
17													-	3,8/**15,0**	**26**/0,1	**6,7**/0,4	**8,3/6,8**
19														-	**21,6**/3,4	1,0/**15,6**	2,7/0,2
19															-	3,7/0,7	**15,0**/1,4
20																-	0,0/**7,9**
21																	-

Примечание: достоверные значения при $p \leq 0.05$ выделены черным, числитель – ШГС, знаменатель – ПД.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОЦЕНОЗОВ НА УЧАСТКАХ ЧЕРЕСПОЛОСНЫХ ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В КИСЛИЧНОМ ТИПЕ ЛЕСА РЕГИОНА ЮГО-ЗАПАДА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Никитин Д.В., guffi2008dog@yandex.ru,
Брянский государственный инженерно-технологический университет

Одним из значительных трансформационных факторов для лесных экосистем являются рубки. Исследований, посвященных сохранению, изменению биологического разнообразия при рубках леса, крайне мало. Особенно остро данный вопрос стоит в защитных лесах, к которым законодательством установлены повышенные требования, в частности – запрет на проведение сплошных рубок спелых и перестойных насаждений.

Сосняки кисличные, наряду с сосняками орляковыми и липовыми объединены [6] в кисличную хозяйственную группу типов леса и повсеместно встречаются в регионе исследования. Специальных рекомендаций для проведения выборочных рубок в таких насаждениях нет. Общие рекомендации [6] заключаются в проведении таких же рубок (равномерно-постепенных), как и в брусничной хозгруппе с сохранением елового подроста, что, конечно, не учитывает такие факторы, как состояние подроста, подлеска, напочвенного покрова. Опыт проведённых в таких же [4] и схожих [1, 7] типологических условиях чересполосных постепенных рубок (ЧПР) показывает хорошие результаты по возобновлению хозяйственно-ценных пород. Но для научного обоснования их также недостаточно.

В целях изучения изменения флористического разнообразия на вырубаемых полосах ЧПР в Учебно-опытном лесхозе «БГИТУ» была произведен первый приём двухприёмной чересполосной постепенной рубки перестойного среднеполнотного сосняка кисличника (кислично-зеленчукового) с примесью ели в 2-3 единицы. На трёх вырубленных полосах (П1, П2, П3) оставлены семенные деревья сосны с последующей минерализацией почвы плугом ПКЛ-70 (расстояние между центрами борозд – 3,5 м), посадкой сеянцев по дну борозды (шаг посадки - 1,0 м). Дополнительно на первой полосе (П1) во второй год после рубки проводился однократный агротехнический уход за сеянцами сосны.

Закладка и описание пробных площадей осуществлялись по ОСТ 59-69-83 [2]; определение состава естественного возобновления, а также оценка напочвенного покрова проводились по методикам [5, 1].

Возобновление древесных пород спустя 2 года после рубки на объектах исследования представлено в табл. 1.

В результате проведенной рубки с последующей минерализацией почвы плугом ПКЛ-70, посадкой сеянцев по дну борозды в сосняке кисличном через 2 года после рубки густота главных пород составляет 5,9-9,1 тыс. шт./га. При этом максимальное количество подроста сосны появляется в минерализованной части из семян семенных деревьев и стен леса (2,3-3,7 тыс. шт./га).

Табл. 1. Учет возобновления древесных пород на объектах исследования

Номер полосы	состав возобновления	густота подроста, тыс. шт./га					подлесок	
		Общая	в т. ч.					
			главных пород (сосна, ель, дуб)	сосны искусственного происхождения	сосна естественного происхождения на минерализованной	сосна естественного происхождения на не минерализованной	состав	густота, тыс. шт./га
П1	6С1Е1Д1ИВК 1ОС+КЛ	10,3	9,1	1,3	3,7	2,2	6Р3КР1БЕР	7,0
П2	4С1Е3ОС1ИВК1Д+Б , ед КЛ	11,1	5,9	0,9	2,3	0,6	7Р2ЛЩ 1КР+БУЗ	8,6
П3	4С2Е2ОС 2ИВК+КЛ+Б	11,4	6,6	0,7	2,3	1,2	6Р3ЛЩ 1БУЗ+БЕР	9,6

Количество сохранившихся особей искусственного происхождения составляет 0,7-1,3 тыс. шт./га. Подлесок на пробных площадях относится к категории средней, представлен в основном рябиной, крушиной ломкой, лещиной. Его густота составляет 7,0-9,6 тыс. шт./га.

Также по данным пробных площадей видно, что на участке, где проводились агротехнический уход состав и густота подроста хозяйственно-ценных пород выше, чем на участке без ухода, причём такого подроста больше как на минерализованных полосах, так и в межполосном пространстве. Хотя стоит отметить, что количество подроста хвойных пород и дуба на всех участках пока достаточное для формирования в будущем при должном уходе хозяйственно-ценного насаждения.

Видовое богатство живого напочвенного покрова спустя 2 года после рубки на всех участках вырубки увеличивается за счет появления видов сорной и рудеральной флоры. (рис. 1).

Рис.1. Проективное покрытие травянистыми растениями на вырубленных полосах через 2 года после рубки

Общее число видов растений живого напочвенного покрова, зарегистрированных в насаждении, равно 34. Основу травянистого яруса составляют такие виды, как вейник тростниковидный, кипрей узколистный, осока волосистая, малина обыкновенная. Из растений, произрастающих под пологом леса, остались на участках земляника лесная, ландыш майский, черника, зелёные мхи (в основном плевроциум Шребера).

Проведя корреляционный анализ количества особей сосны естественного и искусственного происхождения от проективного покрытия видов травянистой растительности видно, что на участке ЧПР кисличного типа леса наибольшее количество самосева присутствует при совместном произрастании с черникой, зелёными мхами, ландышем майским, марьянником дубравным и на участке минерализованной части. Умеренная и заметная ($|R|>0,3$) отрицательная корреляция наблюдается при совместном произрастании самосева сосны с осокой волосистой. Не наблюдается заметного влияния на количество самосева сосны наличие кипрея узколистного и орляка обыкновенного, что объясняется малым их присутствием ко второму году после рубки.

Полученные данные позволяют судить о возможности формирования хвойных или хвойно-лиственных насаждений при проведении ЧПР в сосняках кисличных. В лесоводственную практику необходимо внедрять, особенно в защитных лесах, более широкое применение таких рубок. Исходя из критериев выбора способа лесовосстановления согласно Правил лесовосстановления (2021) на полосе П1 необходимо провести мероприятия по уходу за подростом, а на полосах П2 и П3 – мероприятия по минерализации почвы.

В случаях, когда требуется ускоренное возобновление древесными растениями участков для выполнения ими полезных функций (например, в защитных лесах) рекомендуем минерализацию почвы совмещать с подсадкой по дну борозд сосны обыкновенной. Вопросы по выбору вида посадочного материала для региона исследования (стандартные сеянцы или саженцы (дички) с комом земли) и густоты посадки пока продолжают исследоваться.

Библиографический список

1. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: Гилем, 2012. – 488 с.
2. ОСТ 56–69–83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки». М.: ЦБМТлесхоз, 1984. 10 с.
3. Пугачевский А.В., Серенкова В.А. Оценка лесовосстановительных процессов на вырубках сосновых фитоценозов белорусского Полесья // Лесная экология и лесоводство, 2015. - №1. – С. 83-86.
4. Синькевич С.М. Лесоводственная эффективность чересполосно-постепенной рубки в сосняке среднетаёжной подзоны Карелии // Сибирский лесной журнал, 2022. - №2. – С. 21-28.
5. Тихонов А.С. Брянское опытное лесничество:1906-2006. Калуга: «Гриф», 2005. – 400 с.
6. Тихонов А.С. Типы леса, рубки, лесовозобновление и формирование древостоев в Скандинавско-русской провинции. Калуга: «Гриф», 2013. – 432 с.

7. Усов М.В. и др. Перспективность применения чересполосных постепенных рубок в сосняках Алтая / М.В. Усов, С.В. Залесов, Д.А. Шубин, А.Ю. Толстиков, Л.А. Белов // Аграрный вестник Урала. - 2017. - №1. – с.44-48.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПО ВСХОЖЕСТИ И РОСТУ СЕЯНЦЕВ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

Пастухова А.М., albinp@yandex.ru,
Войткевич А.Е., magichesckikubick@gmail.com,
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

При проведении лесовосстановления остается актуальным вопрос рационального использования географической изменчивости лесообразующих видов РФ. Накопленные данные по испытанию разных климатипов, экотипов в условиях культур подтверждает необходимость соблюдения лесосеменнного районирования [1, 2]. Но данные требования необходимо учитывать и при технологии контейнерного выращивания посадочного материала. Несмотря на то, что выращивание сеянцев здесь осуществляется в условиях закрытого грунта, нивелирующего влияние внешней среды, выращиваемое потомство из разных мест произрастания может отличаться реакцией на продолжительность светового дня, температурный режим, продолжительностью периода активного роста и его интенсивностью. Это может потребовать корректировки технологии выращивания.

Одной из широко выращиваемых пород при лесовосстановлении является лиственница сибирская. Выделено несколько ее разновидностей (подвиды, экотипы, географические расы): *obensis. altaica, sajanensis. jenisseensis, polaris, lenensis, baicalensis, transbaicalensis* [3], генотипы которых формировались в определенных частях ареала данного вида.

Целью данной работы стало изучение проявления географической изменчивости по грунтовой всхожести и росту сеянцев лиственницы сибирской в условиях закрытого грунта.

Объектом исследования стали сеянцы лиственницы сибирской разного географического происхождения, выращиваемых по технологии контейнерного выращивания. Для опыта были взяты семена лиственницы сибирской 1 класса качества разного географического происхождения: республика Тыва, Каа-Хемское лесничество (Южно-Сибирская горная лесорастительная зона, Алтае-Саянский горно-таежный район) и Иркутская область, Жигаловское лесничество (таежная лесорастительная зона, Верхнеленский таежный район).

Наблюдения показали, что грунтовая всхожесть семян из Иркутской области была выше на 4,9%, тогда как по энергии прорастания различия не проявились (рис. 1).

Отмечено проявление географической изменчивости по росту всходов лиственницы сибирской. Так, можно отметить, что на первоначальном этапе

формирования всхода разница по высоте между изучаемыми происхождениями составляла только 9%, тогда как к концу вегетации составила 21%.

При контейнерном выращивании большое значение уделяется развитию корневой системы. Можно отметить, что активно наращивали длину корневой системы всходы лиственницы сибирской, выращенные из семян Иркутской области. Длина корней потомства деревьев из данного региона превышала тувинское происхождение в 1,3 раза в конце вегетационного периода.

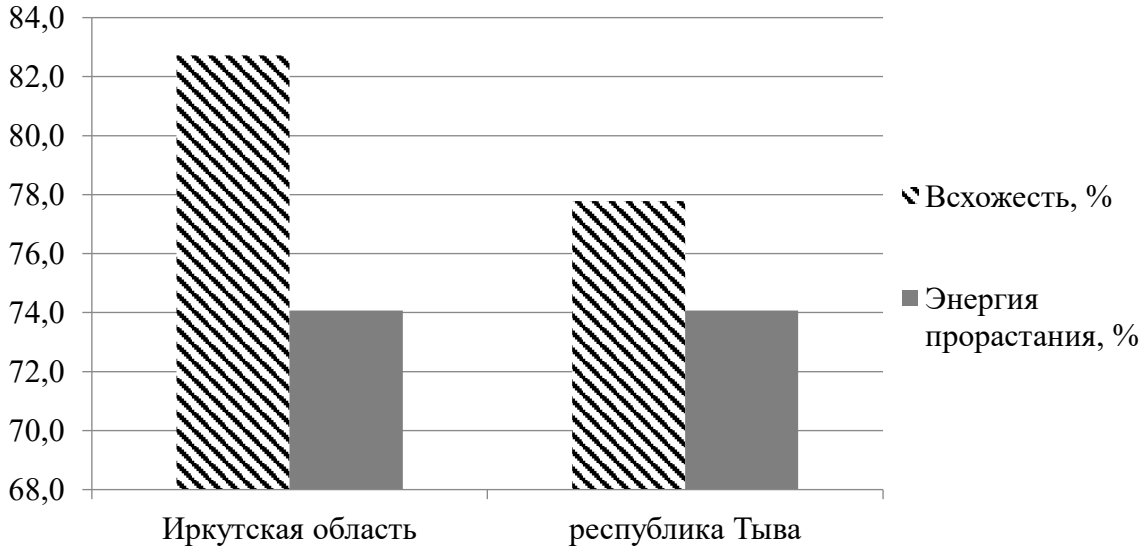


Рис. 1. Грунтовая всхожесть и энергия прорастания семян лиственницы сибирской в зависимости от географического происхождения, %

Интересно отметить, что у сеянцев наблюдалась географическая изменчивость и по динамке прироста высоты и длины корней в течении вегетационного периода. Так, у потомства деревьев из Иркутской области на 74 день наблюдений активней нарастала надземная часть растения – соотношение длины центрального побега и корня составила 61%, тогда как у тувинского варианта – 66%, но к концу вегетации напротив – быстрее остановились в росте растения тувинского происхождения, что возможно связано с проявлением их генотипических особенностей (табл. 1).

Табл. 1. Высота сеянцев лиственницы сибирской в зависимости от географического происхождения

Происхождение	Дата наблюдения					
	30.08.2023			28.09.2023		
	$\overline{X}$	±m	$t_ф$	$\overline{X}$	±m	$t_ф$
	Высота, см					
Иркутская область	11,2	0,11	4,71	16,2	0,47	5,68
Республика Тыва	10,5	0,10		13,4	0,15	
	Длина корней, см					
Иркутская область	6,8	0,09	0,83	10,9	0,40	6,26
Республика Тыва	6,9	0,08		8,1	0,20	
	Соотношение надземной и подземной частей сеянца, %					
Иркутская область	60,9	0,66	5,79	66,2	0,71	5,55
Республика Тыва	66,1	0,61		60,1	0,84	

В условиях закрытого грунта нивелируется влияние внешних факторов и можно установить проявление географической изменчивости в полной мере. Проведенные исследования показали, что рост всходов лиственницы сибирской из разных частей ареал значительно отличается. Более короткий период роста можно отметить у потомства тувинского происхождения, что необходимо учесть при выращивании сенцев лиственницы сибирской с ЗКС.

Библиографический список

1. Корешков, Н.В. Географические культуры лиственницы: монография / Н.В. Корешков, Е.А. Царева. - Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 2021. – 414 с.
2. Кузьмин, С.Р. Дифференциация климатипов лиственниц (*Larix spp*.) в географических культурах в лесостепи Средней Сибири / С.Р. Кузьмин, А.В. Рубцов, А.П. Барченков, Т.В. Карпюк // Вестник Томского государственного университета. Биология, 2021. - № 56. - С. 170–188
3. Милютин Л.И. Биоразнообразие лиственниц России / Л.И. Милютин // Хвойные бореальной зоны, 2003. - №1. – Т.21. – С.6-9.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РАЗМЕЩЕНИЯ-РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В МОДЕЛИРОВАНИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЖАРНО-ХИМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ РЕГИОНА РОССИИ

Подольская Е.С., podols_kate@mail.ru,
Ершов Д.В.,
Ковганко К.А.,
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук

Одной из важных задач проектов регионального уровня является оценка оптимального расположения логистических центров. Такая оценка может выполняться как статистически по единицам административного деления, так и путем учета взаимного пространственного положения объектов доступа относительно центров. К одним из используемых методов оценки пространственного положения объектов доступа и центров логистики относят Размещение-Распределение (Location-Allocation), реализованный в функциональности современного коммерческого и программного обеспечения с открытым кодом. Указанный ГИС-метод представляет интерес для лесного хозяйства, где необходимо моделирование и оптимизация положения пожарно-химических станций (ПХС) для организации наземного доступа к ресурсам леса и лесным пожарам в отечественной [1, 2] и зарубежной [3, 4] практике ведения лесного хозяйства.

Целью статьи является оценка расположения ПХС Красноярского края с использованием метода Размещение-Распределение. В качестве источника инфраструктурных данных по населенным пунктам и дорогам были взяты актуальные цифровые слои проекта Open Street Map (OSM). При помощи эллипса

стандартных отклонений был сформирован набор населенных пунктов, ближайших к его центру. В качестве обоснования переноса станции в ближайший населенный пункт использовалось количество построенных маршрутов: если в предлагаемом наборе населенных пунктов это количество было больше, чем в прежнем расположении ПХС, то принималось решение выбора населенного пункта в качестве новой локации.

Выполненный анализ для архива данных Красноярского края по лесным пожарам, детектированных по MODIS, за 2002-2022 гг. показал, что от 39 станций из 59 (или около 2/3) в предлагаемом новом размещении можно построить больше маршрутов наземного доступа к лесным пожарам при условии, что ПХС будут перенесены в ближайшие населенные пункты.

Для того, чтобы систематизировать полученные варианты, показать различия в количестве маршрутов для продолжительности до 3х часов включительно (согласно Методическим рекомендациям МЧС для лесного хозяйства России), более 3х часов, а также дать общее количество маршрутов любой продолжительности, использовалась следующая структура (пример выборки для трех станций Красноярского края дан в таблице). Для принятия решения по выбору (оставлять ПХС или выбирать населенный пункт) рассчитывается количество пожаров, достижимых маршрутами до 3х часов и всеми маршрутами (% в табл. 1). Для этого количество всех маршрутов в текущем положении станций принимается за 100%.

Табл. 1 Структура и результаты Размещение-Распределение-анализа для ПХС Красноярского края

Номер ПХС	Кандидат для размещения ПХС	Количество маршрутов наземного доступа			% количества пожаров		Решение по выбору
		до 3х часов	более 3х часов	все маршруты	все маршруты	маршруты 3 часов и меньше	
N 2	Текущая ПХС	1526	0	1526	+27	+4	Денисовка
	Денисовка	1587	348	1935			
N 26	Текущая ПХС	623	0	623	+37	+2	Казанцево
	Казанцево	635	169	854			
N 32	Текущая ПХС	847	0	847	+30	+2	Шуваево
	Шуваево	861	240	1101			

Транспортную доступность лесных пожаров региона при переходе от текущей к предлагаемой схеме расположения станций можно оценить при помощи процентных пунктов изменения количества построенных маршрутов. Процентные пункты были получены путем нормирования количества маршрутов в текущем и предлагаемом расположении станций на общее количество зарегистрированных лесных пожаров архива (60637 записей). Далее была

определена арифметическая разница между значением процентного пункта в текущем и предлагаемом расположении станций, получен список из 39 станций с увеличением количества маршрутов. Для этой группы в исходной схеме размещения станций был обеспечен доступ к 23396, в предлагаемой – к 28076 лесным пожарам (на 20% больше).

Для того, чтобы понять, каким образом транспортная доступность лесных пожаров в этой группе перераспределилась при переходе от старой схемы станций к новой, был проведен количественный анализ по двум параметрам. Анализировались количества маршрутов: 1 – к пожарам, которые сохранили свою доступность и принадлежность прежним станциям и в новой схеме размещения ПХС; 2 – к пожарам, перераспределенным к другим (соседним) станциям. Суммарно 1 и 2 определяют количество маршрутов в новой схеме размещения станций.

Как показывает рис. 1, новая схема размещения станций позволила сохранить доступ к бОльшей части пожаров; доступ к части пожаров был перераспределен, маршруты построены от других станций.

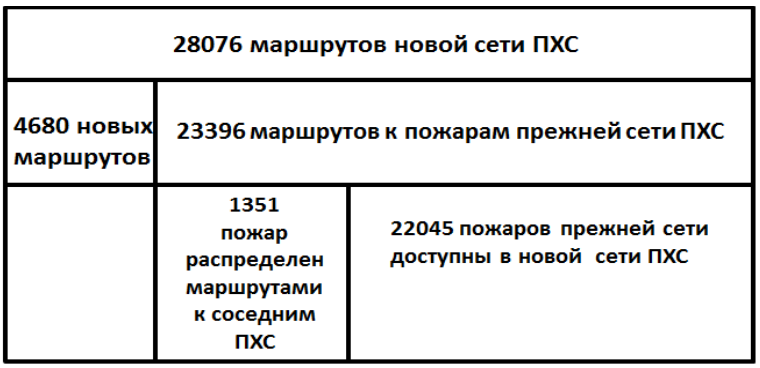


Рис. 1. Принцип анализа количества достижимых пожаров при переходе от старой к новой схеме размещения ПХС

Полученные результаты работы по оценке транспортной доступности лесных пожаров зависят от используемых данных, в частности, от топологической корректности данных по дорогам, типа и количества жителей населенных пунктов-кандидатов выбора. Разработка рекомендаций для проектирования и строительства новых объектов, которые улучшат доступность выездов к лесным пожарам по дорогам разного класса, является возможным продолжением исследования.

Исследование выполнено в рамках темы государственного задания ЦЭПЛ РАН 2024-2026 гг. «Биоразнообразие и экосистемные функции лесов», регистрационный номер № 124013000750-1.

Библиографический список

1. Подольская Е.С. Пожарно-химические станции: современные нормативные и инфраструктурные особенности в лесном хозяйстве России // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы VII Международной научно-практической конференции / отв. ред. И. Г. Дроздов [Электронный ресурс].

Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2022. Сборник. 1. - С. 491-499.
2. Подольская Е.С., Ковганко К.А., Ершов Д.В., Шуляк П.П., Сучков А.И. Использование модели транспортной сети региона для оценки времени и расстояния наземной доставки сил и средств до лесных пожаров // Вопросы лесной науки, 2019. - Т. 2. - № 1. - С. 1-28.
3. Akay A. E., Karas I. R., Kahraman I. Determining the locations of potential firefighting teams by using GIS techniques. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2018. International Conference on Geomatics and Geospatial Technology (GGT 2018), 3–5 September 2018, Kuala Lumpur, Malaysia. XLII-4/W9:83–88. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W9-83-2018
4. Bispo R., Vieira F.G., Yokochi C., Marques F. J., Espadinha-Cruz P., Penha A., Grilo A. Using spatial point process models, clustering and space partitioning to reconfigure fire stations layout. Int J Data Sci Anal, 2023:1–11. https://doi.org/10.1007/s41060-023-00455-z.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ПОДРОСТА ПОСЛЕ НИЗОВОГО ПОЖАРА В ОСУШЕННЫХ СОСНЯКАХ КУСТАРНИЧКОВО-СФАГНОВЫХ (ПОДТАЙГА, ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Покоева М.В., mpokoeva@yandex.ru
Егоров А.А.,
Глухова Т.В.
Институт лесоведения РАН

Лесные пожары приводят к значительным изменениям экологических условий на гарях, где процесс возобновления во многом зависит от совокупности таких факторов как глубина прогара подстилки и торфа, количество погибших насаждений, потеря углерода и т. д. Возобновление соснового подроста на гарях происходит через 3-10 лет в зависимости от интенсивности пожара и степени повреждения древостоя [4]. Это объясняется повышенной температурой поверхности почвы, отсутствием верхней части гумусового горизонта, конкуренцией с лиственными породами-пионерами, что препятствует прорастанию семян сосны.

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) является основной породой для облесенных олиготрофных торфяников территории исследования, которые в 1972-1973 гг. были осушены [1] и в 1999 г. подверглись пожару [2].

Анализ возобновления подроста проводился в 2001 г. [2] и 2022-2023 г. на постоянных пробных площадях (ПП) Западнодвинского лесоболотного стационара Института лесоведения РАН в Тверской области Западнодвинского района (N 56° 09′, E 32°10′), пройденных низовым торфяным пожаром средней интенсивности. Исследования 2001 г. показали, что растительность на 7-ми ПП (1, 1а, 1б, 2а, 2б, 4, 4а) из 9-ти сильно пострадала от низового пожара: на

площадях практически не осталось жизнеспособных деревьев. На 9-ти ПП было заложено от 10 до 28 учетных площадок (УП) размером 1×1 м^2, расположенных рядами. Количество УП устанавливалось в зависимости от размера ПП и от степени равномерности распределения подроста, определяемой предварительным рекогносцировочным обследованием.

По данным перечёта подроста в 2023 г., на всех ПП были выявлены 3 породы: сосна обыкновенная, береза повислая (*Betula pendula* Roth), б. пушистая (*B. pubescens* Ehrh.). В целом можно говорить о хорошем возобновлении подроста т.к. его густота составляет более 10 тыс. экземпляров на га, встречаемость на ПП варьируется от 67% до 93% (табл. 1).

Табл. 1. Характеристика подроста через 23 года после пожара в осушенных сосняках кустарничково-сфагновых

№ ПП	Кол-во учетных площадок	Густота подроста, тыс. шт./га	Встречаемость, %
1	22	22	90,9
1а	20	19	30,0
1б	11	19	72,7
2	21	21	85,7
2а	22	25	81,8
2б	28	20	82,1
3	20	33	75,0
4	18	22	66,7
4а	15	17	93,3

На 5-ти ПП преобладает сосна обыкновенная, на 4-х – береза повислая, на 6-ти ПП появился новый, ранее не характерный для исследуемых местообитаний вид – ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) H. Karst.) (рис.1). Вероятно, что ель обыкновенная появилась на данных площадях в период с 2014 г. т.е. через 15 лет после пожара, что вероятно связано с улучшением почвенного состава.

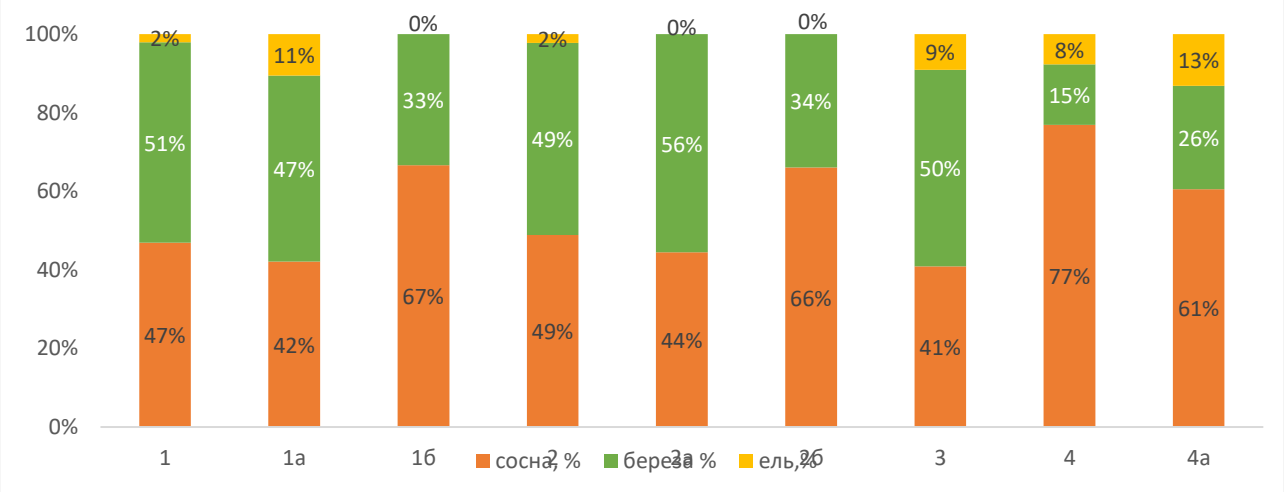


Рис.1. Породный состав подроста на ПП через 23 года после пожара в осушенных сосняках кустарничково-сфагновых

Подрост березы порослевой – низкобонитетный, находится в угнетенном состоянии и нежизнеспособен. Подрост сосны находится в жизнеспособном

состоянии. Высота подроста от 0,4 до 1,8 метра, встречаемость от 60 до 93%, возобновляемость считается хорошей, т.к. на 1 га приходится от 16 до 23 тыс. экземпляров.

Рассматривая отдельно возобновление подроста сосны были выявлены следующие закономерности: на 4-х ПП (1, 1а, 1б, 4а), где была зафиксирована полная гибель древостоя [Вомперский, Глухова, 2005; Вомперский и др., 2007], на 2023 г. наблюдается хорошее возобновление соснового подроста, (встречаемость 60-93,3%) и его высокая густота (13,3-17,5 тыс.шт./га). На других 4-х ПП (2, 2а, 2б, 3) с живыми деревьями, уцелевшими спустя 23 года после пожара, наблюдается хорошее возобновление соснового подроста (встречаемость 62-71%) и высокая густота (16-19,3 тыс. шт./га).

Таким образом, после низового торфяного пожара средней интенсивности, на осушенных сосняках кустарничково-сфагновых происходит успешное возобновление сосной обыкновенной – характерной породой для мест произрастания. Общие показатели подроста оцениваются как хорошие, несмотря на наличие низкобонитетной березовой поросли, распространение которой является результатом пирогенной сукцессии. После пожара произошло изменение почвенного состава, что в дальнейшем способствовало прорастанию семян ели – вида более требовательного к плодородию почвы.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда — проект 23-74-00067.

Библиографический список

1. Биогеоценологическое изучение болотных лесов в связи с опытной гидромелиорацией / С. Э. Вомперский, С. А. Соловьев, А. Д. Вакуров и др., отв. ред. А. А. Молчанов. М.: Наука, 1982. – 207 с.
2. Вомперский С.Э., Глухова Т.В., Смагина М.В., Ковалев А.Г. Условия и последствия пожаров в сосняках на осушенных болотах // Лесоведение, 2007. – № 6. – С. 35−44.
3. Глухова Т.В., Сирин А.А. Потери почвенного углерода при пожаре на осушенном лесном верховом болоте // Почвоведение, 2018. – № 5. – С. 580-588.
4. Сирин А.А., Макаров Д.А., Гуммерт И., Маслов А.А., Гульбе Я.И. Глубина прогорания торфа и потери углерода при лесном подземном пожаре // Лесоведение, 2019 – № 5. – С. 410-422.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДОЗ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЪЕКЦИЙ В СТВОЛЫ ДЕРЕВЬЕВ ОСИНЫ В ФАЗЕ ЖЕРДНЯКА

Постников А.М., a.postnikov@spb-niilh.ru,
Егоров А.Б.,
Бубнов А.А.,
Павлюченкова Л.Н.,
Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства

В настоящее время в лесной зоне накоплены большие площади смешанных молодняков различного происхождения (культуры, естественные насаждения), требующие кардинального регулирования состава и густоты. Одной из основных причин низкой эффективности технологий искусственного и естественного лесовосстановления на практике является недостаточное количество и качество проводимых уходов [2]. Значительная часть лесных культур угнетена лиственными породами, в частности осиной. Применяющиеся механические способы уходов не в полной мере соответствуют лесоводственным требованиям, предъявляемым к ним. Основные причины – недостаточная эффективность, короткий период защитного действия, высокая трудоемкость при ручных способах и низкая избирательность при механических. Хорошей альтернативой механическим уходам является химический метод. Способ инъекции гербицидов высокоэффективен, экологически безопасен, прост в исполнении и очень перспективен для лесного хозяйства России, где для его внедрения имеются широкие возможности [1]. Кроме того, также актуален поиск способа снижения доз гербицидов для дальнейшего повышения экологической безопасности и экономической эффективности метода. По результатам ранее проведенных нами исследований установлено, что вполне реально добиться значительного снижения доз гербицидов для подавления осины по сравнению с рекомендованными в «Государственном каталоге…» [1,4]. В данной работе оценивается возможность еще большего снижения рекомендуемых доз гербицидов и результаты дополнительной проверки ранее полученных результатов.

Полевые исследования проводились в Гатчинском районе (Гатчинское районное лесничество) Ленинградской области, который входит в Балтийско-Белозерский таёжный район таёжной зоны. В данной работе представлены результаты одного опыта из восьми, заложенных по теме исследования. При закладке опытов руководствовались «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве, раздел – Испытания гербицидов на землях несельскохозяйственного назначения» [3]. При учетах эффективности обработки определяли долю отмерших листьев в процентах от их общего количества на деревьях, сохранивших жизнеспособность, а также количество полностью отмерших деревьев в процентах от числа обработанных. Во всех вариантах наносили по одной насечке на дерево. Диаметр деревьев составлял 8-12 см. В каждую насечку вводили по

1 мл раствора гербицида. До 1 мл объем раствора доводился добавлением воды. Статистическая обработка полученных экспериментальных данных проводилась при помощи теста Краскела-Уоллиса.

Первый учет в опыте 1 показал, что наиболее эффективным через 27 дней после обработки оказался вариант торнадо, 0,20 мл/дерево, в котором отмерло 46,5 % листьев и 8 % деревьев осины (табл. 1). В вариантах, где применялись смеси торнадо, 0,12 мл/дерево + арбонал, 0,08 мл/дерево и торнадо, 0,12 мл/дерево + арбонал, 0,04 мл/дерево, доля отмерших листьев составляла 10,7 и 16,2 % соответственно.

Через 64 дня после обработки эффективность подавления осины значительно повысилась во всех вариантах опыта. Наибольшая доля отмерших листьев (около 80 %) зафиксирована в вариантах 1 и 6, кроме того, в варианте 1 полностью отмерли 70 % обработанных деревьев, а варианте 6 – 30 %. В варианте арбонал, 0,08 мл/дерево доля отмерших листьев увеличилась более чем в 15 раз по сравнению с результатами, полученными во время первого учета, и составила 65 %, при этом полностью отмерли 29 % деревьев осины.

Табл. 1. Действие гербицидов на осину в опыте 1 (обработка 14.06.2023)

Вариант опыта	Дата учёта	Отмирание листьев, %	Отмирание деревьев, %
1. Торнадо, 0,20 мл/дерево	11.07.2023	46,5 ± 7,95	8
	17.08.2023	80,0 ± 6,3	70
	12.09.2023	90,8 ± 3,98	76
2. Торнадо, 0,12 мл/дерево	11.07.2023	6,5 ± 1,36	0
	17.08.2023	47,8 ± 4,90	9
	12.09.2023	69,2 ± 6,73	44
3. Арбонал, 0,08 мл/дерево	11.07.2023	4,3 ± 1,32	0
	17.08.2023	65,0 ± 5,99	29
	12.09.2023	75,4 ± 4,99	36
4. Арбонал, 0,04 мл/дерево	11.07.2023	2,3 ± 1,22	0
	17.08.2023	46,5 ± 4,69	9
	12.09.2023	69,8 ± 5,07	12
5. Торнадо, 0,12 мл/дерево + арбонал, 0,08 мл/дерево	11.07.2023	10,7 ± 4,21	0
	17.08.2023	57,3 ± 6,24	26
	12.09.2023	68,8 ± 7,44	48
6. Торнадо, 0,12 мл/дерево + арбонал, 0,04 мл/дерево	11.07.2023	16,2 ± 3,59	0
	17.08.2023	79,3 ± 4,86	30
	12.09.2023	82,6 ± 4,41	44

По результатам заключительного учета 2023 года наибольшая эффективность подавления осины зафиксирована в варианте 1 – отмерло более 90 % листьев и 76 % деревьев. Также высокая доля отмерших листьев осины отмечена в варианте торнадо, 0,12 мл/дерево + арбонал, 0,04 мл/дерево – 82,6 %, однако количество отмерших деревьев в 1,7 раз меньше, чем в варианте 1. В остальных вариантах опыта на данном этапе была схожая эффективность отмирания листьев. Арбонал значительно медленнее торнадо и смесей гербицидов начал проявлять токсическое действие. В связи с эффективным, согласно ранее проведенным исследованиям, арборицидным действием

арбонала, а также невысокой скоростью его проявления, вполне обоснованно рассчитывать на значительное повышение эффективности в вегетационном сезоне 2024 года.

Таким образом, вполне реально рассчитывать на снижение доз применения гербицидов торнадо и арбонал и их смесей способом инъекций в стволы деревьев осины, по сравнению с теми, что продемонстрировали высокую эффективность ее подавления в ходе исследований 2022-2023 гг. Кроме того, предполагается повышение эффективности испытанных доз за счёт более раннего срока обработки. Однако стоит учитывать, что в конце первого вегетационного сезона может быть дана только предварительная оценка эффективности подобранных доз гербицидов и их смесей. Окончательная эффективность будет оценена в результате учетов в начале вегетационного сезона 2024 года.

Финансирование исследований осуществлялось Федеральным агентством лесного хозяйства по государственному заданию ФБУ «СПбНИИЛХ».

Библиографический список

1. Мартынов, А.Н. Применение раундапа в лесном хозяйстве: учебное пособие / А.Н. Мартынов, А.Н. Красновидов, А.В. Фомин. – СПб.: СПбНИИЛХ, 1996. – 32 с.
2. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / Всероссийский НИИ защиты растений (ВИЗР), Минсельхоз России. – СПб., 2013. – 280 с.
3. Перспективный способ предотвращения нежелательной смены пород с применением современных гербицидов / Постников А.М., Егоров А.Б., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н. // Мониторинг и оценка состояния растительного мира: материалы VI Международной научной конференции (9-13 октября 2023 г., Минск-Лясковичи, Беларусь) / Национальная академия наук Беларуси – Минск, 2023. – С. 84-87.
4. Писаренко, А.И. Создание искусственных лесов // А.И. Писаренко, М.Д. Мерзленко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 270 с.
5. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2021 г.: приложение к журналу «Защита и карантин растений», № 4. – М.: Колос, 2021. – 815 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Раздымахо А.А., razdymakho00@mail.ru,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)
Нарбутовских Т.В.,
Рослесозащита
Савченкова В.А.,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

Технологии, позволяющие осуществлять генетический контроль лесной продукции, контроль за оборотом посадочного материала, а также молекулярно-генетический анализ болезней и вредителей леса в настоящее время особенно актуальны.

Методы молекулярно-генетического анализа позволяют осуществлять работы по защите и воспроизводству лесов более эффективно и менее затратно по временным ресурсам, по сравнению с традиционными методами. Например, молекулярно-генетический анализ позволяет собрать экспертную доказательную базу для контроля за легальностью оборота древесины и оборота репродуктивного материала при воспроизводстве лесов, а также диагностировать заболевания посадочного материала, на самой ранней стадии возникновения болезней, для дальнейшего проведения профилактических мероприятий в лесных питомниках и при создании лесных культур [5-8].

С 2008 года в ФБУ «Рослесозащита» открыта первая ДНК лаборатория для развития лесной генетики. К настоящему моменту открыто восемь лабораторий по всей стране. Ежегодно этими лабораториями проводится более 34 тысяч генетических анализов основных лесообразующих пород и фитопатогенов [9].

Работы проводятся по 4 главным направлениям (генетическая паспортизация насаждений лесообразующих пород, генетическая паспортизация объектов лесного семеноводства, оценка фитосанитарного состояния посадочного материала и насаждений методами ДНК диагностики, генетическая паспортизация репродуктивного материала), результаты заносятся в единую базу популяционно-генетических данных лесных растений и фитопатогенов Российской Федерации.

В лесном хозяйстве России на данный момент существует одна генетическая база данных – «Лесная генетика», представляющая собой автоматизированную аналитическую систему, при Российском центре защиты леса.

ААС «Лесная генетика» предназначена для автоматизации процесса контроля за достоверностью сведений о месте, времени отбора и составе образцов лесообразующих пород Российской Федерации, репродуктивного материала и фитопатогенов, результатах проведенных работ по генетическому анализу имеющихся образцов, а также автоматизированной подготовки отчетно-аналитических материалов [10].

ААС «Лесная генетика» работает по четырем подсистемам, совпадающим с направлениями деятельности отдела мониторинга состояния лесных генетических ресурсов ФБУ «Рослесозащита».

Анализируя ААС «Лесная генетика», был выведен ее основной функционал, с которыми далее будут сравниваться функции международных баз генетических данных. ААС «Лесная генетика» включает в себя последовательность занесения основных данных в систему. Все начинается с выбора породы, а далее заносятся адреса (координаты) мест сбора генетических образцов (с помощью карты, на которой можно увидеть точки сбора ранее собранных образцов, или печатая) в соответствии географически привязанной сетью и специалист собравший образец. Указывается тип генетического материала – это может быть хвоя, листва, древесина и т.п. Затем выбирается тип анализа и указывается его выполнивший специалист. Выбирается локус, используемый при анализе, указывается электрофоретический спектр ампликонов (фореграммы полученных результатов), нуклеотидная последовательность микроорганизмов, род/вид выявленного патогена в пробе и его таксономическая принадлежность. Далее формулируются результаты анализа, которые можно вытащить из системы – сформировав выходные данные (отчет).

В рамках исследовательской работы проанализировано 11 сформированных баз данных генетических ресурсов древесных растений, размещенных на общедоступных платформах в сети интернет [1-4]. Выведен их функционал и сравнен с базой генетических данных ААС «Лесная генетика».

Функционал проанализированных баз данных схож между собой из-за привязки к трем основным ресурсам («BLAST», «GenBank», «PubMed») Как и в ААС «Лесная генетика» все начинается с указания вида живого организма, далее – локус и его характеристика. Обозначается белок, ген или нуклеотидная последовательность ДНК, функция, структура и описание. В базах данных можно посмотреть литературу, связанную с данным белком, геном или нуклеотидная последовательность, обычно в литературе указаны первые публикации или упоминания, связанные с ними. В некоторых базах данных присутствует дополнительная информация, которая может представлять собой карту сбора генетического материала, гербарные образцы, рисунки или схемы и т.п. Затем формулируется выходная информации.

Принимая во внимание изложенное, можно заметить, что концептуальный подход к формированию лесной генетической базы данных ААС «Лесная генетика» близок к существующим международным базам. В настоящее время целесообразно реализовать функцию по предоставлению возможности наполнения ААС «Лесная генетика» сведениями, представленными исследователями, специализирующимися на генетике древесных растений. Это позволит наполнить функционал имеющейся базы данных множеством удобных для исследователей функций.

Предоставляя ученым возможность участия в создании функционала базы ААС «Лесная генетика» позволит повысить достоверность собираемых сведений по генетическому разнообразию основных лесообразующих пород, их

биологической устойчивости и запасу генетической изменчивости, а также количественной оценке параметров генетической структуры популяций отдельных видов и видовых комплексов.

Библиографический список

1. BOLD: http://www.boldsystems.org, свободный [дата обращения 30.01.24]
2. NCBI: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/, свободный [дата обращения 30.01.24]
3. TreeGenes: https://treegenesdb.org/, свободный [дата обращения 30.01.24]
4. UniProt: https://www.uniprot.org/, свободный [дата обращения 30.01.24]
5. Камалов Р.М. Генетическая изменчивость популяции внутри лесосеменных районов и семеноводство QuercusRoburL. / Р.М. Камалов // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада, 2022. - №144. – С. 19-24.
6. Кнаус О.А. Эффективность использования экспертиз при расследовании преступлений, связанных с незаконными рубками лесных насаждений / О.А. Кнаус, А.Ю. Прудникова, Д.М. Никеров // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра, 2019. – №3. – С. 57-65.
7. Корчагин О.М. Развитие генетико-селекционных методов повышения продуктивности лесов / О.М. Корчагин, М.А. Семенов, И.Н. Вариводина, Р.М. Камалов, В.А. Кострикин, В.А. Царев, В.И. Спицына // Лесохозяйственная информация, 2020. - №4. – С. 5-22.
8. Мельчакова Е.В., Малеева Н.А. Генетическое разнообразие естественных популяций сосны обыкновенной в северной части Республики Карелии / Е.В. Мельчакова, Н.А. Малеева // Лесохозяйственная информация, 2023. - №1. – С. 85-96.
9. Российский центр защиты леса: https://rcfh.ru//, свободный [дата обращения 30.01.24]
10. Руководство пользователя Автоматизированной Аналитической системы ААС «Лесная генетика», Пушкино 2022, 25 с.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРИЖИВАЕМОСТЬ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В ЛЕСНИЧЕСТВАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Русова И.Г., rusova_68@mail.ru,
Алпацкая Ю.И., alpatskaya88@mail.ru,
Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства

В степной зоне Ростовской области преимущественный способ лесовосстановления – искусственный. Статистическая отчетность свидетельствует о снижении его эффективности в течение последних 10–15 лет. Официальные данные о динамике и площадях создания и списания лесных культур за период с 2011 по 2021 г.г. подтверждают ежегодное списание значительных площадей искусственных лесных насаждений. В качестве причины списания указаны засуха и суховеи.

Однако результаты исследований, полученные при проведении полевых работ в нескольких лесничествах Ростовской области в последние три года, показали массовое заселение лесокультурных площадей личинками восточного майского хруща [3]. Поэтому возник вопрос об определении роли хруща в гибели лесных культур и целесообразности борьбы с ним. Для расчета экономического ущерба и определения критерия целесообразности борьбы с хрущом мы использовали Методику экономического обоснования необходимости мер [2]. Кроме того, нами был использован опыт широко известного специалиста в области лесной энтомологии и лесной фитопатологии П.Г. Трошанина [5], предполагающий комплексный подход к оценке вреда, наносимого лесам хрущом, с учетом эколого-экономического значения насаждения в конкретном регионе.

Ростовская область находится в засушливом поясе с преобладанием процессов испарения над процессом поступления атмосферных осадков. Увлажнение территории возможно оценить посредством различных климатических коэффициентов и индексов. Наиболее распространенным и широко применяемым в метеорологических исследованиях является гидротермический коэффициент увлажнения Г. Т. Селянинова (ГТК) [4], представляющий собой отношение суммы осадков за период ($\Sigma_{ос}$) к сумме температур выше 10°С за этот же период ($\Sigma_{Т}$), уменьшенной в 10 раз:

$$ГТК = \frac{\Sigma ос}{0{,}1\ \Sigma т}$$

Этот коэффициент увлажнения используют в качестве основного показателя для оценки интенсивности атмосферных засух.

Классификация зон увлажнения по ГТК: влажная – 1,6–1,3; слабо засушливая – 1,3–1,0; засушливая – 1,0–0,7; очень засушливая – 0,7–0,4; сухая – <0,4.

В таблице приведены данные о создании и списании лесных культур в некоторых лесничествах Ростовской области в сопоставлении с величиной ГТК, рассчитанной с использованием архивной информации о метеоусловиях [1] в ряде лесничеств Ростовской области за 2017–2021 гг. (табл. 1).

Колебания значений ГТК для территорий лесничеств Ростовской области с неустойчивым увлажнением значительны. Это связано с неравномерностью выпадения осадков в Донецком, Каменском, Кашарском, Ремонтненском, Тарасовском и Усть-Донецком лесничествах. Сумма осадков за периоды с температурой выше 10 °С варьировалась от 98,4 мм в год в 2020 г. в Ремонтненском лесничестве до 398,1 мм в год в 2021 г. в Тарасовском, Донецком, Каменском, Кашарском и Усть-Донецком лесничествах (здесь показатель ГТК оказался самым высоким за пять лет – 1,15). В Верхнедонском, Боковском, Обливском и Шолоховском лесничествах наблюдалось полное отсутствие осадков за периоды со среднесуточной температурой выше 10°С в течение пяти лет. ГТК равен 0,00, зона увлажнения – сухая, т.е. очень вероятно,

Табл. 1. Создание и списание лесных культур и ГТК на примере метеоусловий лесничеств Ростовской области

Лесничество	Порода	2017 г.			2018 г.			2019 г.			2020 г.			2021 г.		
		Создано, га	Списано, га	ГТК	Создано, га	Списано, га	ГТК	Создано, га	Списано, га	ГТК	Создано, га	Списано, га	ГТК	Создано, га	Списано, га	ТК
Боковское	сосна	50,0		0,00	50,0	66,0	0,00	50,0	-	0,00	45,0	58,8	0,00	70,0	17,4	0,00
	акация	-							-		15,0	15,0		-	-	
Верхнедонское	сосна	260,0		0,00	270,0	73,3	0,00	212,3	-	0,00	227,8	-	0,00	73,2	116,0	0,00
	акация	-			-	-		57,7	-		72,2	-			9,9	
Донецкое	акация	-		0,42	-	-	0,77	5,0	-	0,60	3,4	3,4	0,54	-	-	1,15
	сосна	-			-	-			-		1,6	1,6		-	-	
Каменское	акация	31,0		0,42	5,3	4,0	0,77	19,5	-	0,60	31,9	36,4	0,54	13,3	35,5	1,15
	сосна	69,0			84,7	20,8		80,5	-		58,1	23,5		9,4	26,7	
	-[6]	-			-	-		-	-		-	-		97,3	-	
Кашарское	порода не указана	-		0,42	-	-	0,77	4,0	-	0,60	-	-	0,54	-	-	1,15
Обливское	акация	167,9		0,00	270,0	-	0,00	305,0	-	0,00	300,0	181,3	0,00	-	-	0,00
	сосна	62,1			-	-		-	-		-	-		80,5	74,2	
	-	-			-	-		-	-		-	-		244,5	-	
Ремонтненское	акация	300,0		0,70	300,0	-	0,45	269,0	-	0,67	250,0	334,0	0,32	300,0	566,0	0,47
Тарасовское	акация	13,0		0,42	19,0	-	0,77	4,0	-	0,60	30,2		0,54		17,2	
	сосна	34,8			16,0	9,0		31,0			39,8	21,2		64,5	89,8	
	-	-			-	-		-			-	-		85,5	-	
Усть-Донецкое	сосна	30,0	1,8	0,42	20,0	-	0,77	135,0		0,60	60,0	169,2	0,54	-	-	
	-	-			-	-		-			-	-		65,0	-	
Шолоховское	сосна	155,0		0,00	165,0	80,0	0,00	127,0		0,00	165,0	201,0	0,00	77,2	77,2	
	-															

[6] Прочерк в данной колонке означает, что порода не указана

что причиной гибели культур там в первую очередь являлась именно засуха, а не хрущ.

Выводы:

Если причиной гибели и списания лесных культур является засуха, роль майского хруща в их гибели вторична и специальных мер борьбы с затратами временных и материальных ресурсов не требуется.

Списание лесных культур в больших объемах можно наблюдать в большинстве лесничеств области вне зависимости от интенсивности и охвата территорий засухами. Это обстоятельство позволяет предположить, что в настоящее время, помимо засухи, являющейся официальной причиной списания лесных культур, хрущ остается значимым фактором, влияющим на успешность лесовосстановления. Необходимо продолжать работу для более детального анализа реальных причин гибели лесных культур.

Библиографический список

1. Метеорологический архив [Электронный ресурс] - Режим доступа: URL: https://www.meteoblue.com/ru
2. Методика экономического обоснования необходимости мер по локализации и ликвидации очагов (утв. приказом Рослесхоза от 29.12.2007 № 523) [Электронный ресурс] - Режим доступа: URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129394/471678dc4a9c9a317733cee8f47b44dcde7c7814
3. Русова И.Г., Алпацкая Ю.И. Экономическая оценка эффективности выращивания сосновых культур и проблема формирования очагов восточного майского хруща в Ростовской области. / В сб. «Государственное управление лесами: проблемы и пути решения. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции». С-Пб., 2024. С. 230-239.
4. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 165 – 177.

Трошанин П.Г. Хрущи и борьба с ними в лесном хозяйстве. М., Лесная промышленность, 1966. – 160 с

ПОЛУВЕКОВАЯ ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ЛИСТВЕННИЧНИКАХ СЕВЕРНОГО САХАЛИНА

Сабиров Р.Н., r.sabirov@imgg.ru,
Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН

Лесные пожары являются одним из мощных экзогенных факторов, оказывающих существенное влияние на состав и структуру, функции и динамику лесных экосистем. В России с каждым годом наблюдается значительный рост частоты пожаров, площади пирогенных повреждений и гибели лесов, которые в отдельные годы становятся катастрофическими и наносят огромный ущерб не только лесному комплексу, но и экономике в целом. К тому же и изменения

климата сопровождаются увеличением количества и интенсивности пожаров, продолжительности пожароопасных сезонов и горимости лесов [2; 4 и др.].

На острове Сахалин, несмотря на муссонный климат, ежегодно происходят десятки и даже сотни возгораний в лесу. За последние полвека лесные пожары происходили, главным образом, в северных районах острова. В этой связи целью работы явилась анализ многолетней динамики лесных пожаров в северной части Сахалина и оценка масштабов их последствий. Для реализации поставленной цели были привлечены многочисленные ведомственные и фондовые материалы, лесоустроительные, статистические и другие учетные данные, а также спутниковые и аэрофотоснимки, топографические карты различных лет и др. Кроме этого, состояние лесов были оценены по результатам собственных натурных исследований в регионе, проведенных в течение более 20 лет.

Северный Сахалин характеризуется особыми, существенно отличающимися от остальной его части, климатическими, геолого-геоморфологическими и почвенно-грунтовыми условиями, и где в качестве зональной растительности господствуют светлохвойные леса из лиственницы Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr) и занимают около 70% лесопокрытой площади [1]. Здесь выпадает в два с лишним раза меньше осадков, чем в южных районах острова и в этой связи на бедных песчаных и супесчаных почвах развиваются преимущественно сухие и крайне сухие типы лиственничников, зачастую с кедровым стлаником (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) в подлеске, которые соответственно характеризуются очень высокими классами природной пожарной опасности. Кроме этого, в северных районах острова были проведены масштабные изыскания углеводородного сырья, вследствие которых вся территория пронизана густой сетью геолого-геофизических профилей с вырубкой в них лесонасаждений шириной 4–6 м, что является одним из важнейших факторов повышенной доступности лесных участков, следовательно, предпосылкой высокой вероятности их возгораний [3]. Леса в северной части острова, согласно административному делению региона, представлены Охинским и Ногликским лесничествами, в которых количество возгораний и площадь, пройденная пожарами за 1970-2023 гг., приведены на рисунках 1 и 2. Как можно заметить из рисунков, в лиственничных лесах северной части Сахалина практически ежегодно происходят пожары.

Рис. 1. Динамика лесных пожаров в Ногликском районе Сахалинской области за 1970–2023 гг.

Рис. 2. Динамика лесных пожаров в Охинском районе Сахалинской области за 1970–2023 гг.

За полвека наблюдений в Ногликском лесничестве произошло 416 пожаров, которыми были пройдены 226132 га лесных земель. В Охинском лесничестве за этот период было зафиксировано 449 возгораний, а суммарная площадь пирогенных повреждений лиственничных лесов составила 65459 га. За анализируемый период в обоих районах ежегодно в среднем происходили по 8 лесных пожаров, а средняя площадь их в Охинском лесничестве составляла 1212,2 га, а в Ногликском – почти в 4 раза больше и достигала 4187,6 га. Наиболее масштабные, со всей очевидностью даже катастрофические лесные пожары в северной части острова произошли в 1989 и 1998 гг., когда суммарная площадь сгоревших лесных земель, судя только по официальным данным, составила около 210 тыс. и 32 тыс. га, соответственно. Разумеется, официальные данные не всегда точно отражают масштабы произошедших пожаров. Так, по результатам обработки космических снимков, лесопокрытая площадь, охваченная пожарами в 1998 г. на севере острова, составила не менее 235 тыс. га.

В Ногликском районе в 1989 г. случилось 16 возгораний в лесу, при этом площадь, охваченная пожарами, достигала свыше 180 тыс. га. В Охинском лесничестве в этот год было зафиксировано 19 очагов лесных пожаров, которыми были пройдены более 24 тыс. га лесных земель. При этом общие объемы погибшего леса в 1989 г. составили свыше 13 млн. куб. м. Ряд пожаров происходил по старым гарям, а другая часть из них охватывал новые, не сгоревшие ранее участки лесных земель, и в результате огромные площади зональных лиственничников подверглись пирогенному повреждению. В наибольшей степени выгорели сухие типы леса – лишайниковые и кедровостланиковые лиственничники, в которых пожары полностью уничтожили растительный и почвенный покровы. Лесные пожары слабо затронули лишь сырые сфагновые группы типов леса, не миновали их даже багульниковые типы лиственничников, особенно на сухоторфянистых почвах.

Заключение. В силу природно-климатических особенностей лиственничные леса северной части Сахалина характеризуются высокими классами природной пожарной опасности, в которых практически ежегодно происходят возгорания, а в отдельные годы масштабы их становятся катастрофическими. Последние в лесах Охинского и Ногликского районов Сахалина произошли в 1989 и 1998 гг. и нанесли огромный ущерб лесному хозяйству и экономике региона в целом.

Библиографический список

1. Агеенко А.С., Клинцов А.П. Леса о. Сахалина и Курил (Сахалинская область) // Леса Дальнего Востока. М.: Лесная пром-сть, 1969. С. 228–263.
2. Барталев С.А., Стыценко Ф.В., Егоров В.А., Лупян Е.А. Спутниковая оценка гибели лесов России от пожаров // Лесоведение. 2015. № 2. С. 83–94.
3. Сабиров Р.Н., Сабирова Н. Д. Причины и предпосылки лесных пожаров на Сахалине // Геодинамические процессы и природные катастрофы. Опыт Нефтегорска: Всероссийская научн. конф. с международным участием. Владивосток: Дальнаука, 2015. Т. 2. С. 391–394.
4. Швиденко А.З., Щепащенко Д.Г. Климатические изменения и лесные пожары в России // Лесоведение. 2013. № 5. С. 50–61.

РАЗМНОЖЕНИЕ АЛЛОТРИПЛОИДНЫХ СОРТОВ ТОПОЛЯ СЕЛЕКЦИИ ВГЛТУ им. Г.Ф. МОРОЗОВА

Сиволапов А.И., Aleksey-Sivolapov@yandex.ru,
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова
Благодарова Т.А., Tana-blagodarova@yandex.ru,
Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии
Сиволапов В.А., Vladimir-Sivolapov@yandex.ru,
Российский центр защиты леса - Центр защиты леса Воронежской области

Тополь – это ценная быстрорастущая древесная порода умеренного пояса России и других стран мира [2, 3, 4]. Поэтому он всегда привлекал внимание ученых и практиков. В Воронежском лесотехническом университете получены три аллотриплоидных сорта тополя:

1. – тополь ЭС-38 «Воронежский гигант»,
2. – тополь, сереющий «Хоперский 1»,
3. – тополь сереющий Приярский.

Эти сорта характеризуются быстрым ростом, устойчивостью, высоким качеством древесины (длинное древесинное волокно до 1,7 мм, у тополя Приярского плотность древесины 645,7 кг/м^3).

Наследуемость этих признаков высокая. Коэффициент наследуемости в широком смысле по высоте деревьев равен 0,79, по диаметру – 0,70.

Для сохранения ценных хозяйственно-биологических признаков отселектированных растений наиболее перспективным способом вегетативного размножения с точки зрения биологии, агротехники и экономики является зеленое черенкование [2]. При этом способе в качестве черенков используют облиственные части однолетних побегов, которые отрезают от ветвей маточных растений без существенного для них ущерба. Наличие на черенках листьев, активная дифференциация меристематических тканей и их высокая жизнедеятельность способствуют регенерационным процессам и восстановлению целостности организма. Применение же синтетических регуляторов роста для обработки черенков позволяет ускорить корнеобразовательный процесс, улучшить развитие корневой и надземной систем и увеличить выход укорененных черенков. Тополь ЭС-38 дает почти 100% укоренение зелеными черенками.

Учитывая важность сроков заготовки черенков, то есть степень их одревеснения, заготовку побегов увязывали со сроками цветения акации белой [2]. Для тополя Хоперский 1 лучшим сроком заготовки побегов считается 3 – 5-дневный срок после начала цветения акации белой. К этому времени побеги становятся упругими, корка в нижней части побега начинает буреть (одревеснеть). Определенных календарных сроков для заготовки побегов назвать нельзя, так как они зависят от погодно-климатических условий района черенкования. Однолетние энергичные побеги с прививок тополя Хоперский 1 в

возрасте 3 – 4 лет, которые были использованы для заготовки черенков. Черенки обрабатывали водными растворами лактонов РВУ-1 и РВУ-9 в концентрации 0,01% при экспозиции 18 час. В качестве контроля брали черенки, обработанные в воде при такой же экспозиции. Подготовленные черенки высаживали в теплицу с полиэтиленовым покрытием на песчано-торфяной субстрат (соотношение песка и торфа 1:1). Опыты закладывались в 3 – 6-кратной повторности с количеством черенков от 30 до 60. В теплице с туманообразующей установкой поддерживали относительную влажность воздуха около 80%. По данным осенней инвентаризации, определено, что в контрольном варианте укоренилось 72,5% черенков, при обработке черенков лактоном РВУ-9 – 80%, РВУ-1 – 93,6%. При замерах высот укорененных черенков установлено, что в опытных вариантах высота черенков превысила контрольные. Если в контрольном варианте она составила всего 9,2 см, то в опытах при обработке РВУ-1 – 11,8 см, а РВУ-9 – 16,5 см, то есть превышение достигло 29-80%. Черенковые саженцы использованы для создания сортоиспытательного участка тополей.

Рис. 1. Размножение тополя сереющего Хоперский 1 зелеными черенками в теплице с туманом

Размножение тополей зимними черенками применяется гораздо шире, чем зеленое черенкование, которое связано с устройством теплиц и парников.

Лучшим временем заготовки прутьев для них является конец зимы или начало весны, до распускания почек.

Условия парника и стимулятор резко увеличивают укореняемость тополя сереющего. В парнике короткие черенки, обработанные этилкротиловым эфиром этиленгликоля (концентрация 0,07 мл на литр воды, экспозиция 5 часов), укоренились на 74,6%, контроль – 44%; открытый грунт – 40% и 18,7%.

Хранение черенков в течение 2-3 недель во влажном песке при температуре +7 ± 10º С. Такой способ хранения черенков предполагает появление у черенков ко времени посадки каллюса и корневых зачатков. Укоренение черенков с такой предпосадочной подготовкой резко повышает укореняемость.

У этих же тополей испытывались черенки разной длины: короткие (12-15 см) и длинные (30-35 см). Опыты показали, что у тополя сереющего, в связи с медленным процессом корнеобразования, длинные черенки даже существенно

снизили процент укоренения, примерно в 1,5 раза, по сравнению с короткими черенками.

Тополь Приярский с высокой плотностью древесины не укореняется ни зелеными ни зимними черенками, для него разработаны способы клонального микроразмножения [1].

а б в

Рис. 2. а и б – укорененные растения клона тополя Хоперский 1 (а) и т. Приярского (б) через месяц культивирования; в – размноженный *in vitro* посадочный материал тополя Хоперский 1 и Приярский – укорененные микрорастения на грядках

Таким образом, аллотриплоидный сорт тополя ЭС-38 и тополь сереющий Хоперский 1 успешно размножают зелеными, зимними черенками и клонированием *in vitro*, тополь Приярский только путем биотехнологии *in vinro.*

Библиографический список

1. Машкина О.С., Сиволапов А.И., Табацкая Т.М. Методические рекомендации по выращиванию посадочного материала сортов тополя сереющего с использованием технологии in vitro ВГЛТА. – Воронеж, 2011. – 30 с.
2. Сиволапов А.И. Тополь сереющий: генетика, селекция, размножение: монография; ВГЛТА. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005. – 157 с.
3. Сиволапов В., Сиволапов А., Благодарова Т. Плантационное лесовыращивание березы, ольхи и тополя с использованием биотехнологии in vitro. Saarbrücken, Deutschland: LAP LAMVERT Academic Publishing, 2014. – 120 с. Электронная книга. http://dnb.d-nb.de.
4. Царев А.П., Плугатарь Ю.В., Царева Р.П. Селекция и сортоиспытание тополей: монография / под ред. А.П. Царева. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. – 252 с.

ЗАВИСИМОСТЬ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ХВОЙНЫХ ПОРОД ОТ ВОЗРАСТА МАТЕРИНСКОГО ДРЕВОСТОЯ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ситникова Д.Н., dasha.sitnik2001@mail.ru,
Беляева Н.В., galbel06@mail.ru,
Кази И.А., irenakazi@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Способность к самовозобновлению – одно из важнейших свойств леса, выработанных в ходе естественного отбора. Успешность естественного лесовозобновления зависит прежде всего от биологических особенностей, но не менее важными являются условия произрастания, природная зона, происхождение древостоя и его таксационные показатели. В данной работе рассмотрим влияние возраста материнского древостоя на появление и формирование подроста хвойных пород.

Целью данного исследования являлось установление влияния возраста материнского древостоя на появление и развитие подроста хвойных пород.

Объектами исследования являлись сосновые, еловые, березовые и осиновые древостои с полнотой от 0,3 до 1,0 и подростом сосны обыкновенной и ели европейской в количестве 1265 пробных площадей в Орлинском участковом лесничестве Гатчинского лесничества Ленинградской области.

Учет подроста был проведен с помощью круговых площадок постоянного радиуса равного 1,78 м или по 10 м^2 [1, 2].

На объектах данного исследования возраст материнских еловых и сосновых древостоев с наличием подроста варьируется в пределах от 2-го до 8-го класса возраста. Возраст материнских березовых и осиновых древостоев с наличием подроста колеблется в пределах от 5-го до 10-го класса возраста. Оценить успешность возобновления соснового подроста невозможно из-за отсутствия необходимого количества учетных площадок.

Средняя численность елового подроста в материнских еловых, сосновых, березовых и осиновых древостоях с разной возрастной структурой представлена в таблицах 1-2 и на рисунках 1-2.

Как показали наши исследования, активное появление и формирование подроста ели европейской под пологом елового и соснового материнского древостоя отмечается в 35-40 лет. Это объясняется тем, что в данном возрасте сосна вступает в возраст возмужалости и начинается активное плодоношение. В это время численность подроста ели под пологом елового древостоя составляет 1,9 тыс. экз./га, а под пологом соснового – 2,5 тыс. экз./га. В березовых и осиновых материнских древостоях наибольшая численность молодого поколения ели наблюдается в 4-м и 5-м классе возраста – 2,4 и 2,8 тыс. экз./га соответственно. Далее отмечается тенденция снижения численности подроста с увеличением класса возраста.

Табл. 1. Средняя численность елового подроста в материнских еловых и сосновых древостоях с разной возрастной структурой

Класс возраста	Еловый материнский древостой		Сосновый материнский древостой	
	Средняя численность подроста, тыс. экз./га	Ошибка	Средняя численность подроста, тыс. экз./га	Ошибка
2-й (21-40 лет)	1,9	±0,98	2,5	±2,71
3-й (41-60 лет)	1,6	±0,84	1,7	±0,94
4-й (61-80 лет)	1,6	±1,23	1,8	±1,37
5-й (81-100 лет)	2,0	±1,34	1,9	±1,06
6-й (101-120 лет)	2,4	±1,53	1,8	±1,12
7-й (121-140 лет)	1,7	±1,05	1,6	±0,29
8-й (141-160 лет)	2,2	±1,08	1,4	±0,68
9-11 -й (≥161 года)	0,0	0,00	0,0	0,00

Табл. 2. Средняя численность елового подроста в материнских березовых и осиновых древостоях с разной возрастной структурой

Класс возраста	Березовый материнский древостой		Осиновый материнский древостой	
	Средняя численность подроста, тыс. экз./га	Ошибка	Средняя численность подроста, тыс. экз./га	Ошибка
4-й (31-40 лет)	0,0	0,00	2,8	±1,17
5-й (41-50 лет)	2,4	±1,24	0,0	0,00
6-й (51-60 лет)	2,2	±1,18	0,0	0,00
7-й (61-70 лет)	2,0	±1,27	2,1	±0,81
8-й (71-80 лет)	2,0	±1,44	1,9	±0,82
9-й (81-90 лет)	0,0	0,00	1,8	±1,59
10-й (91-100 лет)	2,1	±1,02	0,0	0,00

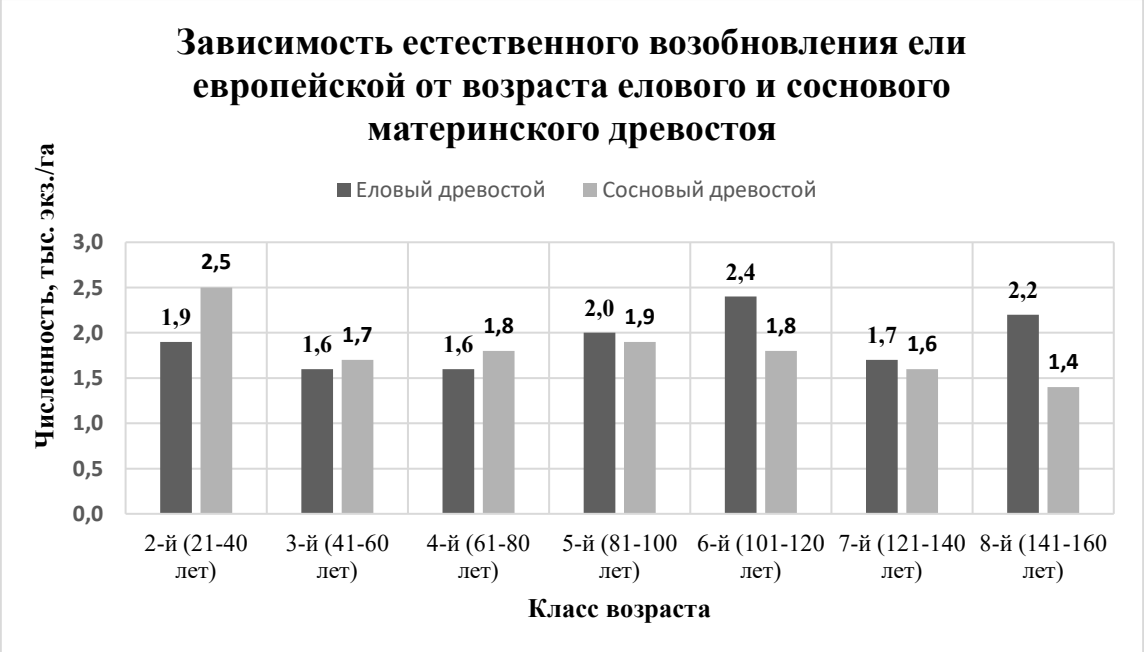


Рис. 1. Зависимость естественного возобновления ели европейской от возраста елового и соснового материнского древостоя

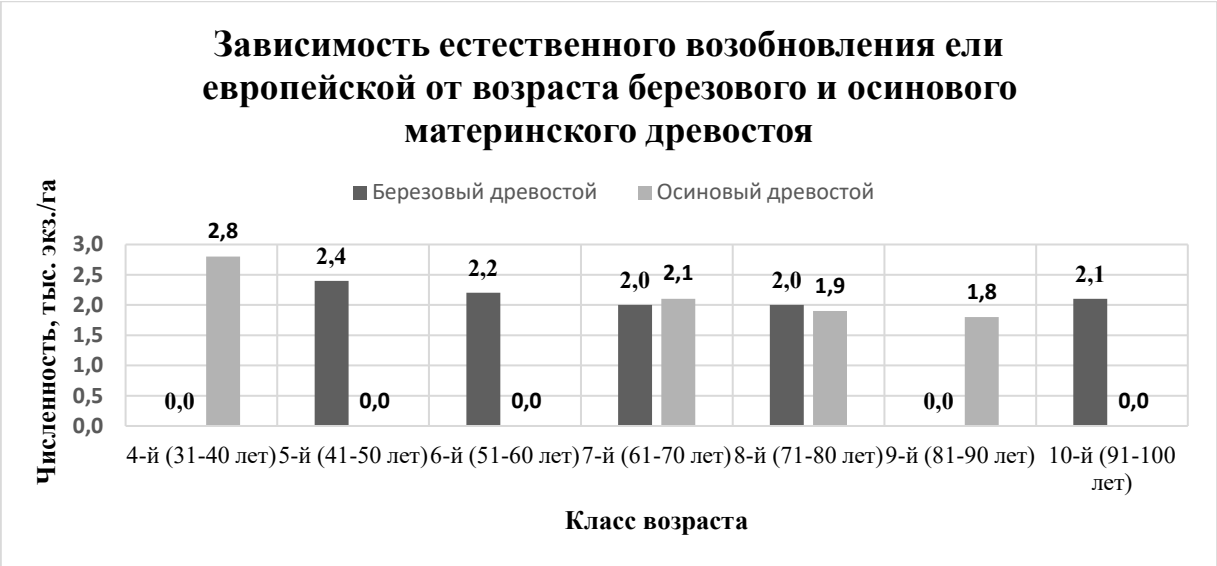


Рис. 2. Зависимость естественного возобновления ели европейской от возраста березового и осинового материнского древостоя

Обобщая вышесказанное, можно сформулировать вывод о том, что в еловых насаждениях наиболее успешное возобновление молодого поколения ели происходит со 2-го класса возраста по 6-й, в сосновых – со 2-го по 7-й, в березовых – в 4-м, в осиновых – в 5-м. Полученные результаты объясняются благоприятными условиями для появления и формирования нового поколения хвойных пород.

Библиографический список

1. Беляева Н.В., Грязькин А.В., Калинский П.М. Точность учетных работ при оценке естественного лесовозобновления // Аграрный научный журнал. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2012. – № 8. – С.7-12.
2. Беляева Н.В. Зональные особенности возобновления ели в условиях Ленинградской области // Журнал «Научное обозрение». – Москва; Саратов: Издательский дом «Наука образования», 2012. – №5. – С.97 – 106.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ НА ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Стеценко С.К., stets_s@mail.ru,
Андреева Е.М., e_m_andreeva@mail.ru,
Ермакова М.В., m58_07e@mail.ru,
Терехов Г.Г., terekhov_g_g@mail.ru,
Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук

Посадочный материал основных хвойных пород для лесовосстановления в Уральском регионе традиционно выращивают в постоянных лесных питомниках – это сеянцы в открытом грунте. Востребованность в хвойных сеянцах растет

ежегодно в связи с необходимостью восстановления нарушенных масштабными пожарами лесных территорий, а также с необходимостью выполнения задач компенсационного лесовосстановления, введенного в области с 2019 г. Хвойные сеянцы, предназначенные для создания лесных культур, должны обладать стандартными биометрическими характеристиками и свойствами, обеспечивающими успешную приживаемость при пересадке на лесокультурную площадь (достаточно развитая корневая система, нормальный водообмен в надземной части и др.). Однако, негативные факторы, сопровождающие процесс выращивания сеянцев, затрудняют получение необходимых объемов качественной лесорастительной продукции – это постепенное сокращение площадей питомников, снижение плодородия, подходящего для возделывания хвойной породы вследствие постоянного выращивания монокультуры, сохраняющееся годами пестицидное загрязнение почвы, снижающее выход стандартных сеянцев с нормальным фенотипом.

В настоящее время изучаются способы снижения негативных факторов, препятствующих получению здорового посадочного материала – это биоремедиация почвы, снижающая уровень пестицидного загрязнения [3] и стимулирование роста сеянцев, позволяющее им достигать стандартных размеров в требуемые сроки их выращивания в посевном отделении лесного питомника [5].

При внедрение новых приемов выращивания хвойных растений необходимо анализировать физиологическое состояние растений на начальном этапе развития, которое определяет свойства будущих саженцев в культурценозах. Целью данной работы стало изучение воздействия приемов повышения качества посадочного материала сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на некоторые физико-химические параметры сеянцев.

Сравнение характеристик проводили среди сеянцев сосны, предназначенных для посадки в лесокультурную площадь одновременно в одном вегетационном сезоне. Варианты эксперимента: 2-летние сеянцы, выращенные с 2021 по 2022 гг. в опытных площадках с применением биостимулятора и без него (контроль); 2-летние сеянцы, отобранные в посевном отделении, где посадочный материал выращивается работниками лесничества с открытой корневой системой, обозначенный нами далее, как «производственный посев» (ПП); 1-летние сеянцы, выращенные в теплице специализированного предприятия в кассетах с комом субстрата – сеянцы с закрытой корневой системой (ЗКС). Предпосевное замачивание семян сосны выполняли в растворе экстрактивных материалов, полученных из хвойной зелени ели, в дозе 0,5 г/кг семян. Ранее, препарат, основанный на этом сырье, показал положительную эффективность по отношению к хвойным сеянцам [2]. В контрольном варианте семена замачивали в дистиллированной воде. Предпосевная подготовка семян в вариантах ПП и ЗКС выполнялась работниками лесничества и тепличного хозяйства. В рамках эксперимента нами были отобраны растительные образцы (хвоя текущего года и стволики), а также измерена высота сеянцев. Химический состав хвои (% от сухой массы золы) был проанализирован в специализированной лаборатории по

стандартным методикам. Плотность древесины стволиков (кг/м^3) определяли по методу максимальной влажности, разработанной для кернов.

Всего, в результате анализа химического состава хвои было определено содержание 15 элементов. Содержание только пяти элементов превышало 5% от массы золы (рис. 1). Менее всего кремния содержалось в хвое сеянцев ЗКС. В содержании магния выраженных колебаний между вариантами не было. Содержание кальция и калия в хвое сеянцев, выращенных в питомнике, было обратно пропорциональным. Наибольшее количество калия отмечено в варианте «биостимулятор», что может указывать на более активные метаболические реакции в организме этой группы растений [1]. При снижении активности вегетационных процессов в стареющей хвое может накапливаться кальций [4].

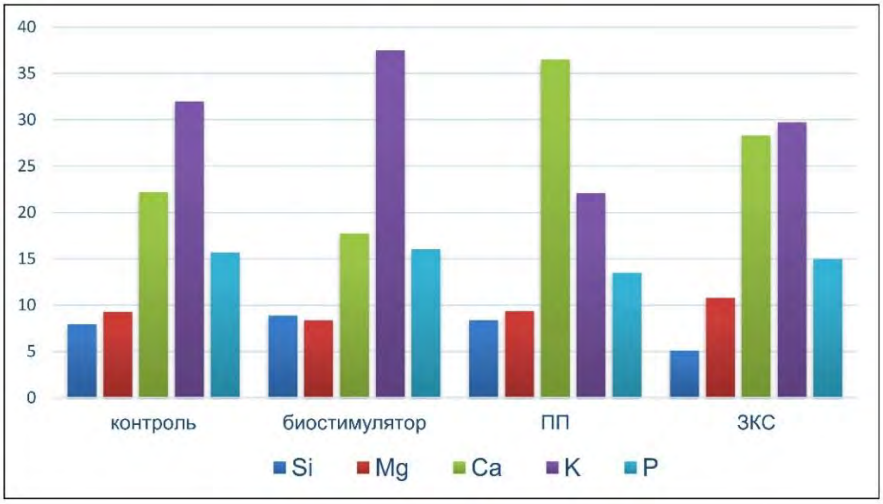


Рис. 1. Содержание элементов в хвое сеянцев сосны (% от сухой массы)

В сеянцах из производственного посева соотношение пары K-Ca противоположно соотношению этих элементов в вариантах «контроль» и «биостимулятор», что указывает на то, что недостаточный уровень агротехнических мероприятий, который, к сожалению, существует в большинстве современных производственных питомниках, приводит к сокращению периода ростовых процессов у сеянцев. Изучение значения плотности древесины стволика на единицу его длины и сравнение его с высотой растений (рис. 2) показало, что сеянцы, выращенные в теплице, несмотря на хороший показатель роста стволика в высоту, перед высадкой в лесной участок имеют более рыхлую структуру древесины по сравнению с другими вариантами.

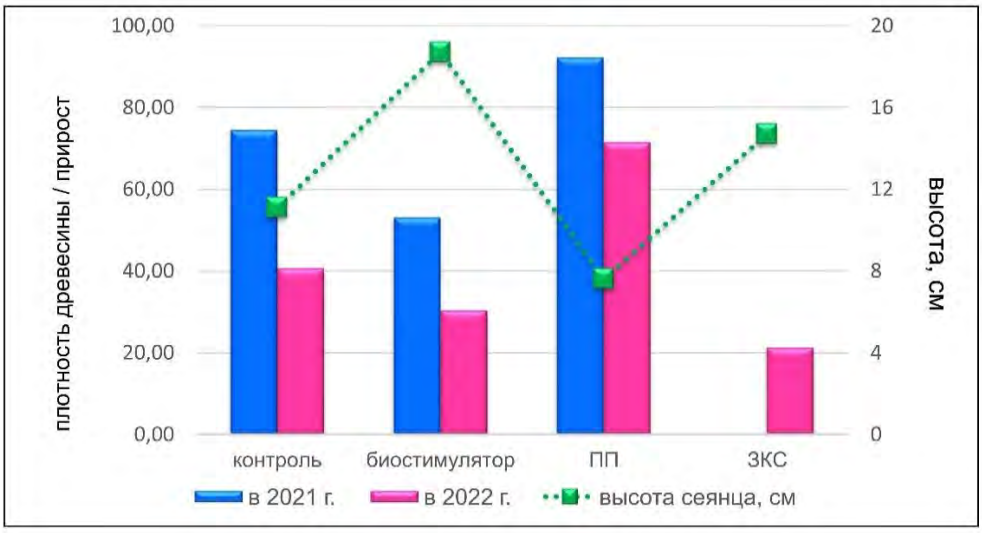


Рис. 2. Относительная плотность древесины (кг/м^3) и высота (см) сеянцев сосны

В варианте с применением биостимулятора в первый год роста плотность древесины стволика была заметно ниже этого параметра в контроле, но на второй год роста (в приросте текущего года) эта разница уже начала сокращаться). Наибольшая плотность отмечена у сеянцев из производственного посева, но высота стволика здесь была неудовлетворительной.

Таким образом, вводимые в агротехнику выращивания сосны новые технологические приемы, могут влиять на некоторые физические и химические параметры сеянцев, что необходимо учитывать при создании лесных культур из подобного посадочного материала.

Библиографический список

1. Ильин В.Б. Элементный химический состав растений. Новосибирск: Наука, 1985. – 130 с.

2. Стеценко С.К., Андреева Е.М., Хуршкайнен Т.В., Терехов Г.Г., Кучин А.В. Сравнение эффективности воздействия биостимуляторов на сеянцы основных лесообразующих пород Среднего Урала. В сб.: Актуальные вопросы органической химии и биотехнологии. Материалы очных докладов Международной научной конференции. Екатеринбург, 2020. – С. 582-584.

3. Фрейберг И.А., Стеценко С.К. Биологические параметры очистки почв от пестицидной токсичности // Экология и промышленность России. 2013. – № 2. – С.40-42.

4. Хабарова Е.П., Феклистов П.А., Кошелева А.Е. Содержание минеральных элементов в отмирающей хвое сосны на осушенных площадях // Лесной вестник. – № 2. – 2015. – С. 15-20.

5. Хуршкайнен Т.В., Кучин А.В., Стеценко С.К., Андреева Е.М., Терехов Г.Г. Способ стимуляции скорости роста сеянцев сосны обыкновенной. Патент на изобретение RU 2790667 C1, 28.02.2023. Заявка № 2022220583 от 19.04.2022.

ТЕПЛОТВОРНАЯ СПОСОБНОСТЬ СТВОЛОВ ЕЛИ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ИХ ЕЛОВОЙ ГУБКОЙ

Тюкавина О.Н., o.tukavina@narfu.ru,
Корепин Д.Ю., korepin.mitya@ya.ru,
Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

Теплотворная способность растений является важным параметром для оценки и индексирования материальных циклов, преобразования энергии в лесных экосистемах. Данный параметр характеризует способность растений фиксировать солнечную радиацию в процессе фотосинтеза [9]. Растительная биомасса является перспективным источником энергии. Необходимо комплексное вовлечение древесной биомассы, в том числе и низкосортной и неликвидной древесины, отпада в древостоях в энергетическое использование, основанное на научных исследованиях энергетических характеристик сырья.

На Северо-Западе России такой биомассы достаточно и стоит вопрос, как сделать рентабельными разработки ветровалов, горельников, очагов вредителей и болезней. В лесном фонде Архангельской области на начало 2024 года зафиксировано наличие 36,0 тыс. га ослабленных и погибших насаждений, в том числе 8,8 тыс. га погибших насаждений (Реестр лесных участков, занятых поврежденными и погибшими лесными насаждениями, в разрезе лесничеств и лесопарков https://rosleshoz.gov.ru/activity/forest_security_and_protection/stat). Основная причина повреждения (гибели) лесных насаждений – это погодные условия, почвенно-климатические факторы (79% площади), следующая по значимости причина – это лесные пожары (20% площади). Причиной неудовлетворительного состояния насаждений является комплекс факторов, включающий изменение уровня грунтовых вод в результате неблагоприятных погодных условий, высокий возраст древостоев (для ели более 180 лет) [3]. Ослабления деревьев разными причинами приводит к повреждению насекомыми и поражению дереворазрушающими грибами, особенно ели. Значительный возраст древостоев также предрасполагает их к поражению грибными патогенами [2]. В ослабленных насаждениях происходит поражение деревьев сосновой, еловой, корневой губкой, окаймленным трутовиком. При поражении еловой губкой гниль развивается очень быстро, поднимается по стволу высоко, захватывая до 50 % его объема. В результате пораженные деревья не дают деловой древесины [5].

Изменение методики отнесения насаждений к погибшим в 2007 г. искусственно уменьшает масштабы усыхания лесов Архангельской области [3]. В 2023 году погибшие леса разработаны лишь на 1,7% территории. Следовательно, скапливаются массивы усохших и усыхающих лесов, которые пожароопасны и являются источниками распространения патогенных организмов, но, с другой стороны, это сырье, которое могло бы быть использовано как энергетический ресурс, решив предыдущие проблемы.

Цель исследования – оценка влияния деструкции древесины ели на ее теплотворную способность.

Исследования проведены в Архангельском лесничестве в ельнике черничном. Объектом исследования являлась ель, стволы которой поражены еловой губкой (*Phellinus chrysoloma* (Fr.) Donk). Деструкция ствола в поперечном сечении составляет 65 - 75%. Оценку теплотворной способности проводили на трех деревьях в трехкратной повторности. Спил брали в средней части ствола.

Теплотворную способность древесины определяли при помощи автоматизированного бомбового калориметра АБК-1В. Образцы компонентов ствола ели прессовали и высушивали в сушильном шкафу при температуре 105 °С до абсолютно сухого состояния. После извлечением из сушильного шкафа бумажные пакеты с образцами помещали в эксикатор с хлористым кальцием.

Теплотворная способность древесины ели 2 стадии деструкции находится в диапазоне от 18659 до 19573 Дж/г. Теплотворная способность деструктированной древесины снижается по сравнению со здоровой древесиной на 5,3 % (t=14,5 при t_{st}=3,2 и p = 0,99). Теплотворная способность коры находится на уровне здоровой древесины. Теплотворная способность сучка максимальна и составляет 21731 ± 68 Дж/г (табл. 1).

Табл. 1. Теплотворная способность основных компонентов стволов ели, пораженных коррозионной ядровой гнилью

Компонент ствола	Среднее значение с ошибкой	Стандартное отклонение	Коэффициент изменчивости	Достовер-ность	Точность
Деструкция древесины центральной части ствола	19116±34	83	0,4	564	0,2
Деструкция древесины средней части ствола	19468±44	109	0,6	440	0,2
Деструкция древесины вблизи раневого кольца	18923±93	228	1,2	203	0,5
Раневое кольцо	19649±126	308	1,6	156	0,6
Здоровая древесина	20232±37	90	0,4	553	0,2
Кора	20268±58	141	0,7	352	0,3
Сучок	21731±39	97	0,4	551	0,2

Теплотворная способность здоровой древесины ели меньше теплотворной способности здоровой древесины сосны (20868 Дж/г) [6] на 3,1% (t= 6,7 при t_{st}=3,2 и p = 0,99).

Деструктированная древесина (2 стадия гнили) различается по теплотворной способности в разных положениях поперечного сечения ствола. Наименьшая теплотворная способность древесины, подверженной коррозионной гнилью, отмечается вблизи раневого кольца. Она на 2,8% ниже по сравнению с соседней деструктированной зоной (t= 5,3 при t_{st}=3,2 и p = 0,99). Внешнее отличие данной зоны в меньшем количестве светлых ячеек в пестрой ячеистой гнили. Т.е. ее можно отнести к переходной зоне между 1 и 2 стадией гнили, где активность мицелия возрастает. Активность дереворазрушающих грибов, обусловлена

содержанием азота. В зоне активного роста мицелия отмечается повышенное содержание азота. [4; 7]. Высокое содержание азота в биомассе уменьшает теплотворную способность [8].

Таким образом, древесина, пораженная коррозионной гнилью второй стадии, имеет энергетическую ценность, отличающуюся от здоровой древесины на 5,3%. При условии, что 65% поперечного сечения ствола поражено коррозионной гнилью, учитывая протяженность выделенных в таблице зон и без учета сучков, средневзвешенная теплотворная способность ствола составляет 19646 Дж/г.

Библиографичекий список

1. Драчков В.Н. Влияние лесопатологических факторов на продуктивность лесов // Повышение продуктивности лесов Евро пейского Севера. - Архангельск: АИЛиЛЖ, 1974. - С. 191-200.
2. Лебедев А.В., Иванова Э.А. Патология ели в древостоях разного состава // Лесной журнал. - 2001. - №3. - С. 47-50.
3. Пушкина Т.М. Масштаб усыхающих лесонасаждений в Архангельской области // Форум молодых ученых. - 2019. - №4(32). - С. 875-887.
4. Рипачек В. Биология дереворазрушающих грибов. - М.: Лесн. пром-сть, 1967. - 276 с.
5. Семенкова И.Г., Соколова Э.С. Фитопатология: Учебник. - М.: Издательский центр «Академия», 2003. - 480 с.
6. Тюкавина О.Н. Биолого-экологические закономерности продукционного процесса сосны обыкновенной в естественных и антропогенно трансформированных насаждениях/ дис. … д.с.-х. наук. - Архангельск, 2021. – 43 с.
7. Тюкавина О.Н., Кунников Ф.А., Кошелева А.Е. Влияние гнили на распределение минеральных элементов в древесине тополя бальзамического // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. - 2016. - № 214. - С. 105-119.
8. Librenti E., Ceotto E., Candello M. Biomass characteristics and energy contents of dedicated lignocellulose crops // Biomass and Waste. - 2010. - Pp. 7-8
9. Zeng W., Tang S., Xiao Q. Calorific values and ash contents of different parts of Masson pine trees in southern China // Journal of Forestry Research. – 2014. - 25(4). – Pp. 779−786.

СОХРАННОСТЬ И РОСТ ТОПОЛЕЙ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Царев А.П., antsa-55@yandex.ru,
Царева Р.П., tsarais42@mail.ru,
Царев В.А., vad.tsareff@yandex.ru,
Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии

Условия произрастания коренным образом влияют на сохранность и рост древесных растений и особенно на такие быстрорастущие породы, какими являются тополя. В связи с этим как в нашей стране [2, 3], так и за рубежом [1, 4, 5] проводятся работы по выявлению оптимальных условий по их выращиванию и получению успешных результатов.

Исследования проводились на Кумылженском сортоучастке, заложенном авторами в зоне сухой Волгоградской степи в пойме реки Песковатки. В испытание были введены 20 различных видов, гибридов и сортов тополей.

При достижении 30-летнего возраста у всех тополей на исследуемом участке были измерены окружности стволов на уровне 1,3 м, которые затем были переведены в диаметры. Высота же измерялась выборочно для составления графика высот, с которого затем снимались высоты всех оставшихся деревьев. График высот представлен на рис. 1.

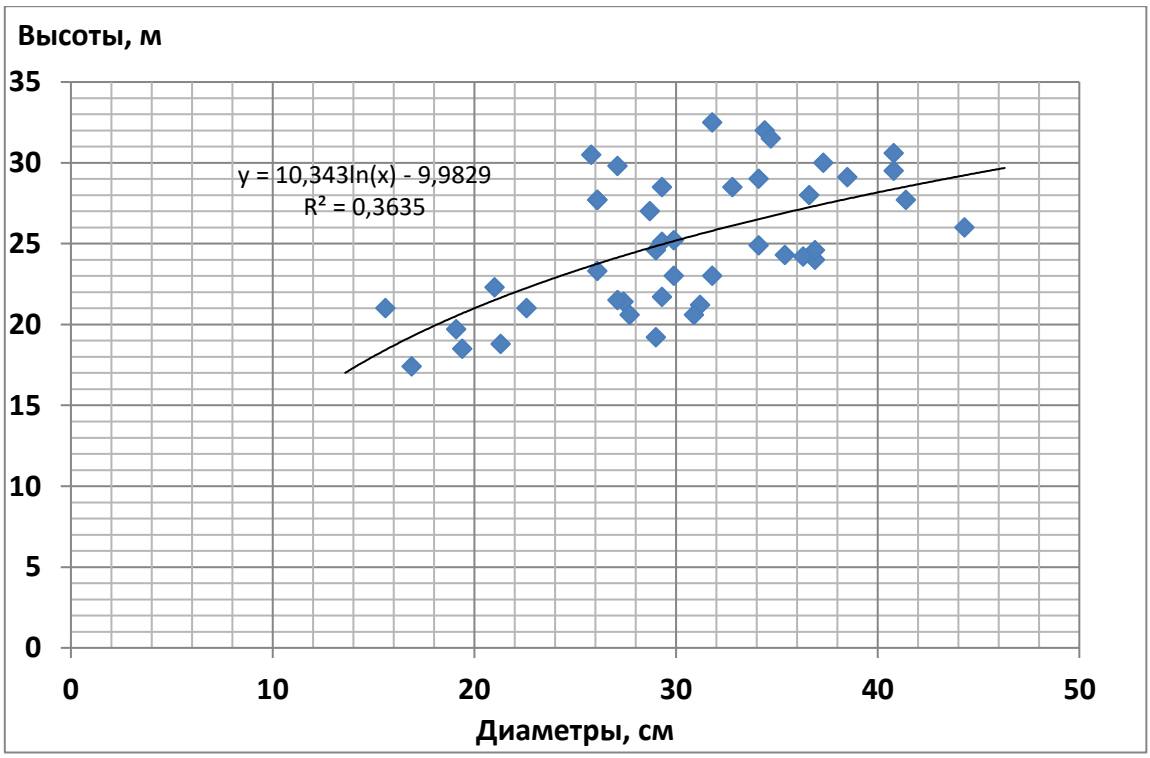


Рис. 1. График высот тополей Кумылженского лесничества в пойме р. Песковатка.

Показатели сохранности растений приведены в табл. 1, а их роста и продуктивности - в табл. 2. Общий вид 30-летнего насаждения показан на рис. 2.

Табл.1. Сохранность перспективных клонов тополей, произрастающих в Кумылженском лесничестве Волгоградской области в возрасте 30-лет

№№ п/п	Наименование тополей	Инв. №	Сохранность, %	Происхождение или авторы гибридов
Евро-американские и спонтанные гибриды				
1	Бахельери	30	72	евро-амер. гибрид
2	Брабантика-175	55	56	– «» –
3	Вернирубенс	54	80	– «» –
4	Евро-американский	160	72	– «» –
5	Каролинский-162	162	66	– «» –
6	Мариландика	190	77	– «» –
7	Регенерата	90	95	– «» –
8	Робуста-195	33	73	– «» –
9	Сакрау-59	50	70	– «» –
10	Серотина	13	77	– «» –
11	Э.д.-120	28	87	Ф. Копецкий
Среднее по группе			75	
Лицензированные сорта настоящих тополей отечественной селекции				
12	‘Пионер’	42	70	А.С. Яблоков
13	‘Э.с.-38’	94	89	М.М. Вересин, А.П. Царев
14 Осокорь (местный)		б/№	70	Контрольный вид
Среднее по участку			75	

Табл. 2. Продуктивность перспективных тополей, произрастающих в Кумылженском лесничестве Волгоградской области в возрасте 30-лет

Наименование тополей	Высоты, м	Диаметры, см	Объемы стволов, $м^3$	Запас древесины, $м^3$/га	Ранг
Евро-американские и спонтанные гибриды					
Бахельери	24,9	30,0	0,67	603	6
Брабантика-175	25,1	30,2	0,69	483	11
Вернирубенс	24,7	28,8	0,62	620	2
Евро-американский	23,3	25,4	0,46	414	13
Каролинский-162	24,0	27,3	0,54	446	12
Мариландика	24,0	27,5	0,56	539	10
Регенерата	24.2	27,7	0,54	641	1
Робуста-195	24,5	28,5	0,62	566	9
Сакрау-59	25,4	29,7	0,66	578	8
Серотина	24.5	29,2	0,63	606	4
Э.д.-120	24,1	27,7	0,54	587	7
Среднее по группе	24,4	28,4	0,59	553	-
Лицензированные сорта настоящих тополей отечественной селекции					
‘Пионер’	24,9	30,6	0,69	604	5
‘Э.с.-38’	24,5	28,1	0,55	612	3
Контроль					
Осокорь (местный)	20,2	21,2	0,29	254	14
Среднее по участку	24,2	28,0	0,58	544	-

Рис. 2. Тополь Вернирубенс в опытно-производственном сортоиспытательном насаждении Кумылженского участкового лесничества Подтелковского Центрального лесничества Волгоградской области, (возраст 30 лет, высота -29 м, диаметр -39 см).
Фото А. П. Царева.

В целом, результаты, полученные при сортоиспытании в исследованных производственных условиях, позволили выделить наиболее продуктивные и устойчивые сорта и гибриды тополей, ранги которых по запасу 1 – 5. Эти сорта и гибриды тополей: Регенерата, Вернирубенс, «Э.с.-38», Серотина, «Пионер» - имеют практическое значение для использования.

Библиографичекий список

1. Poplars and Willows – Trees for Society and the Environment. / Isebrands J. S., Richardson J. (Eds) Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and CABI, 2014. – 634 p. ISBN: 978 1 78064 108 9 (CABI), 978 92 5 107185 4 (FAO).
2. Машкина О.С. Испытание триплоидных гибридов тополя в условиях Воронежской области // Сибирский лесной журнал, 2016. № 5. – С. 72-80.
3. Царев А.П., Плугатарь Ю.В., Царева Р.П. Селекция и сортоиспытание тополей: монография / под общей редакцией А.П. Царева. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. – 252 с. – ISBN 978-5-907198-56-2.
4. Liesebach M. Poplars and other fast-growing tree species in Germany – Report of the national poplar Commission 2016-2019. – Großhansdorf, Braunschweig/Germany: Thünen Working Paper 141a, 2020. – 34 p. – DOI: 10.3220/WP1585727785000. – Urn: nbn: de: gbv: 253-202004-dn062191-9. – https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/ThuenenWorkingPaper_141a.pdf
5. The role of Salicaceae and other fast-growing trees in economic recovery, sustainable wood supplies and climate change mitigation // Abstracts of Submitted Papers and Posters. Organized by Council for Agricultural Research and Economics, Italy (CREA), Italian Ministry for Agricultural Food and Forest Policies (MIPAAF), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), IPC 26TH Session. 5-8 October 2021 – 143 P.

ЗАДЕРЖАНИЕ ТВЕРДЫХ ОСАДКОВ В БЕРЕЗОВЫХ, СОСНОВЫХ И ЛИСТВЕННИЧНЫХ ДРЕВОСТОЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Шурыгин С.Г., serges3000@yandex.ru,
Павлов А.А., Sasha-pa2002@mail.com,
Шурыгина М.С., mariya32003@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова.

Снежный покров в Ленинградской области образуется обычно в начале декабря. С декабря по конец февраля и начало марта мощность снега увеличивается. В период зимы иногда встречаются оттепели, и высота снежного покрова может значительно снижаться [1]. На высоту снежного покрова в значительной степени влияет состав древостоя и сомкнутость крон деревьев, так как значительная часть осадков задерживается на кронах. В нашей работе изучались характеристики снежного покрова, количество осадков, которое задерживалось на кронах деревьев за период зимы, а также запас воды в снеге.

Объектами исследований при изучении снежного покрова являются осушенные сосновые древостои, древостои березы и насаждения лиственницы в Охтинском учебно-опытном лесхозе. На опытных участках (ОУ 1, 2 и 3) торфяная залежь представлена верховым и переходным торфом, подстилаемым суглинками иногда супесями [2]. Наблюдения за снежным покровом на опытных участках 1 – 3, расположенных в Ленинградской области, и в березовых древостоях и культурах лиственницы, расположенных в г. Санкт-Петербурге, проводили в период зимы 2023 – 2024 годов.

В середине марта иногда в конце февраля, при максимальном запасе воды в снеге, перед снеготаянием ежегодно измеряли высоту снежного покрова, определяли плотность снега и запас воды в снеге. Исследования проводили с помощью снегомера–плотномера (рис. 1) на каждом опытном участке в 15–20 кратной повторности [3].

Места для отбора проб подбирались таким образом, чтобы на этих участках не проводилась уборка снега, и к началу снеготаяния там был не нарушенный снежный покров. Данные по мощности снега, его плотности и запасам воды в снеге, а также процент задержания твердых осадков на кронах деревьев, представлены в таблице 1.

За зимний период (с декабря по февраль) 2023–2024 годов выпало 140,9 мм твердых осадков, к началу снеготаяния (28 февраля 2024 года) на поле запас воды в снеге был – 98,0 мм. Получается, что за зимний период с поверхности снега испарилось 42,9 мм влаги – по 14,3 мм влаги в месяц или 0,47 мм в сутки. Сильных оттепелей в это год не наблюдалось, в течение всего зимнего периода снег обычно накапливался.

В течение зимы были отмечены метели, что могло способствовать переносу значительного количества снега в поле на соседние участки. К началу снеготаяния – 28 февраля 2024 года на поле в городе Санкт-Петербурге (без деревьев) мощность снега составила 28 см и запас воды 98 мм. Запас воды в снеге

в сосняках II бонитета при полноте 1,0 – 79,8,0 мм, в сосняках I бонитета при полноте 0,9 – 83,1 мм, в сосняках III класса бонитета при полноте 0,6 – 92,4 мм, в березовом древостое с полнотой 1,0 – 72,9 мм, а в культурах лиственницы с полнотой 1,2 – 50,6 мм. В среднем на трех опытных участках в сосновых древостоях глубина снега была 31,5 см, запас воды в снеге составил – 85,1 мм, на кронах задерживалось 13,2% твердых осадков.

Рис. 1. Снегомер – плотномер и образец отобранного снега.

Табл. 1. Показатели снежного покрова перед снеготаянием

Показатели	Поле	Сосна ОУ-1, полнота 1,0 100 лет	Сосна ОУ-2, полнота 0,9 110 лет	Сосна ОУ-3, полнота 0,6 160 лет	Береза, полнота 1,0 80 лет	Листвен-ница, полнота 1,2 80 лет
Дата 28.02.2024						
Глубина снега, см	28,0	28,5	31,1	35,0	23,6	14,2
Плотность снега, г/см^3	0,350	0,280	0,267	0,264	0,309	0,356
Запас воды в снеге, мм	98,0	79,8	83,1	92,4	72,9	50,6
Задержание осадков, %	0,0	18,6	15,2	5,7	25,6	48,4

За зимний период 2023 – 2024 годов в спелых и перестойных сосновых древостоях при полноте 1,0 на кронах сосновых деревьев задержалось 18,6% твердых осадков, при полноте 0,9 – 15,2%, а при полноте 0,6 только 5,7%, в берёзовом древостое при полноте 1,0 – 25,6% осадков, а в культурах лиственницы при полноте 1,2 – до 48,4%

Березовые и лиственничные древостои расположены непосредственно в городской черте города Санкт-Петербурга, где температура воздуха на 2 – 3

градуса Цельсия выше, чем в Ленинградской области. Поэтому, к началу снеготаяния в этих древостоях плотность снега была выше в среднем на 19%, чем в сосняках Ленинградской области. А запасы воды в снеге меньше, чем в сосняках за счет большего испарения влаги с поверхности снега, при переходе воды из твердого состояния в газообразное состояние, минуя жидкое.

По многолетним наблюдениям за снежным покровом в Ленинградской области максимальные запасы снега были отмечены в 2011 году, а минимальные в 2007 году. В 2011 году отмечены рекордные показатели мощности снега и запаса воды в снеге [4]. В этот год мощность снега была равна 82,6 см, что в 2 раза выше нормы, а запас воды составил 199,4 мм – в 1,8 раза больше средних многолетних значений.

В среднем за 1999 – 2024 годы в поле у города Санкт-Петербурга запас воды в снеге был равен 100 мм, в сосняках II бонитета при полноте 1,0 – 78,0 мм, в сосняках I бонитета при полноте 0,9 – 82,9 мм, в сосняках III класса бонитета при полноте 0,6 – 90 мм.

За весь зимний период года в спелых и перестойных сосновых древостоях при полноте 1,0 на кронах сосновых деревьев задерживается до 22% твердых осадков, при полноте 0,9 – 17%, а при полноте 0,6 только 10%;

При увеличении полноты сосновых древостоев с 0,6 до 1,0 – на 0,4 количество задержания на кронах твердых осадков увеличивается в 2 и более раза. В спелых сосновых древостоях при полноте 1,0 на кронах задерживается до 22% твердых осадков, в березовых древостоях при полноте 1,0 – до 25%, а в культурах лиственницы при полноте 1,2 даже до 48%.

Библиографический список

1. Данилов Н.И. Формирование снежного покрова в насаждениях различного состава и структуры // Изв. вузов. Лесн. журн.– 1992. – № 2. – С. 27–31. – Библиогр.: С.30–31.
2. Полякова В.В., Шурыгин С.Г. Влияние кольцевой автодороги на рост сосновых древостоев в Жерновском участковом лесничестве // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 225. С. 76–89. DOI: 10.21266/2079-4304.2018.225.76-89.
3. Шурыгин С.Г., Денисенко Г.Д. Содержание примесей в снежном покрове городских лесов Санкт-Петербурга // Леса России: политика, промышленность, наука, образование / материалы третьей международной научно-технической конференции. Том 2 / Под. ред. В.М. Гедьо. – СПб: СПбГЛТУ, 2018. – С.66-68.
4. Шурыгин С.Г., Владимирова Ю.А., Кожин А.Н. Особенности снежного покрова в Санкт-Петербурге и Ленинградской области // В книге: Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы IV научно-технической конференции. 2019. С. 88-91.

УСТОЙЧИВОСТЬ СЕВЕРО-ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ В УСЛОВИЯХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Ярмишко В.Т., vasiliyarmishko@yandex.ru,
Ботанический институт имени В.Л. Комарова РАН
Игнатьева О.В., ignateva_oksana@inbox.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Наибольшее влияние на жизненное состояние и устойчивость лесов Кольского п-ова оказывают экстремальные природные факторы, рубки, пожары, вредители и болезни, промышленное атмосферное загрязнение, глобальные изменения климата. Устойчивость как одна из основных характеристик лесных экосистем уже давно стала предметом пристального внимания учёных различных стран [4; 5; 6; 3; 9; 10]. Лес никогда не бывает стабильным, под воздействием внешних сил меняются условия местообитания, как следствие, в результате возникает измененная модель биотической сукцессии, имеющей устойчивое состояние. Оно в свою очередь, не является конечным в том смысле, что не будет изменяться по составу и структуре.

Задача настоящих исследований состояла в изучении и оценке реакции отдельных деревьев и древостоев сосны обыкновенной на изменение характеристик физической и ценотической среды. Одним из важных вопросов была оценка реакций сосны на существенное снижение выбросов промышленных предприятий SO_2 и тяжелых металлов (Ni, Cu, Co).

Исследования проводились в лишайниковых и зеленомошно-лишайниковых сосновых лесах, расположенных на различном расстоянии от источников эмиссии в пределах трех зон: фоновой, буферной и импактной. В каждой зоне были заложены серии постоянных пробных площадей (ППП) размером 0.1-0.25 га. Особое внимание уделялось исследованиям сообществ сосны обыкновенной в фоновых районах, где отсутствует влияние антропогенных факторов, включая атмосферное загрязнение. Методика подбора, закладки ППП и детальных исследований древесной растительности описана нами в более ранних работах [7;1;8].

Многолетние наблюдения за ходом естественного возобновления и формирования древостоев в фоновых лишайниковых и зеленомошно-лишайниковых сосняках позволили нам составить обобщенную картину восстановления нарушенных рубками лесов. На свежих вырубках, а также на паловых вырубках вскоре после удаления древостоя появляются всходы сосны в количестве 12-15, иногда 30-35 тыс. шт./га. Однако, большое количество проростков, всходов и самосева гибнет в первые годы (пересыхание субстрата, болезни и др.). По мере роста и развития подроста усиливаются конкурентные взаимоотношения между отдельными особями, как в надземной части, так и в зоне корневых систем, что вызывает интенсификацию процессов дифференциации в развивающихся молодых сообществах.

Исследованные нами сосняки III-IVклассов возраста в фоновых районах характеризуются хорошим ростом и развитием, деревья равномерно распределены по площади и количество их достигает в среднем 4-4,5 тыс. шт./га. Анализ данных по линейному и радиальному росту сосны показывает, что в первые12-15 лет жизни она характеризуется достаточно интенсивным приростом. В дальнейшем, по мере развития молодняка сосны и растений напочвенного покрова, интенсивность прироста заметно снижается. Полученные многочисленные данные свидетельствуют о том, что исследуемые сосняки в фоновых условиях обладают свойствами самовозобновления и устойчивости.

В ходе решения проблем влияния антропогенных факторов, в частности промышленного атмосферного загрязнения, на лесные экосистемы, мы ставили перед собой задачу комплексного изучения сообществ сосновых лесов как систем взаимодействующих между собой ярусов и составляющих их видовых популяций при разном уровне промышленного загрязнения воздуха SO_2 в сочетании с тяжелыми металлами.

Проведенные исследования показали многообразие реакций лесных экосистем на промышленное атмосферное загрязнение. Под воздействием загрязнителей существенное изменение претерпевают растения всех ярусов лесных фитоценозов, их химический состав и процессы жизнедеятельности. Выбросы комбината «Североникель» загрязняют не только воздушную среду, но и почву, вызывая, в конечном итоге, ее разрушение и аккумуляцию элементов-загрязнителей в верхних горизонтах. Промышленное загрязнение вызывает повреждение надземной части растений одновременно с нарушением функциональной деятельности и существенными изменениями строения подземных органов. Токсичность почв препятствует росту растений, восстановлению разрушенных сообществ.

Неодинаковая чувствительность растений разных таксонов к рассматриваемому типу загрязнения приводит к постепенному нарушению состава, структуры и продуктивности лесных фитоценозов, упрощению структуры, снижению жизненного состояния и продуктивности лесных экосистем.

Согласно данным Кольской ГМК [2], с начала XXI века годовой объем атмосферных выбросов диоксида серы составил 35,9 тыс.т, твердых веществ — 4,1 тыс. т, из них на долю никеля и меди приходилось суммарно 1.16 тыс. т. Иными словами, отмечено сокращение объемов атмосферных выбросов комбината «Североникель» почти в 8 раз по сернистому ангидриду и в 5 раз по полиметаллической пыли в сравнении с их максимальными значениями.

В ответ на существенное снижение объемов токсических веществ сосна отреагировала увеличением продолжительности жизни и запасов хвои на деревьях, увеличением интенсивности ростовых процессов, увеличением числа здоровых деревьев в сообществах, улучшением жизненного состояния сообществ в целом. Это является ярким свидетельством устойчивости сосны обыкновенной в районах средних уровней аэротехногенного загрязнения на Кольском п-ове в последние 20-25 лет.

В заключение следует отметить, что леса, как и другие открытые

биологические системы, обладают свойством устойчивости и самовозобновления. Эти замечательные свойства выработаны природой в процессе эволюции, и надежность их проверена на миллионах поколений древесной растительности, испытана многочисленными катаклизмами, катастрофами и прочими бедствиями, в разное историческое время обрушивавшимися на леса. На основе эволюционной нацеленности на устойчивость и самоорганизацию лесными экосистемами приобретено также удивительное свойство авто тиражирования - способность создавать некие копии уже существующих лесных сообществ на нарушенных землях.

Работа выполнена по государственному заданию по теме: «История создания, состояние, потенциал развития живых коллекций растений Ботанического сада Петра Великого БИН РАН», № 124020100075-2.

Библиографический список

1. Методы изучения лесных сообществ. Под ред. В.Т. Ярмишко и И.В. Лянгузовой. СПб: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
2. Официальный сайт ОАО «Кольская ГМК», http//www.kolagmk.ru
3. Павлов И.Н., Барабанова О.А. Закономерности роста и строения искусственного происхождения на юге Сибири при антропогенном и биотическом воздействиях. Красноярск: СибГТУ, 2013. 201 с.
4.Страхов В. В., Писаренко А.И., Борисов В.А. Глобализация лесного хозяйства. М.: ВНИИЦлесресурс, 2001. 396 с.
5. Цветков В.Ф. Сосняки Кольской лесорастительной области и ведение хозяйства в них. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та. 2002. 380с.
6. Цветков В.Ф. Лесовозобновление: природа, закономерности, оценка, прогноз. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та. 2008. 212 с.
7. Ярмишко В.Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. СПб.: Изд-во НИИ химии СПбГУ, 1997. - 210 с.
8. Ярмишко В.Т., Игнатьева О.В. Многолетний импактный мониторинг состояния сосновых лесов в центральной части Кольского полуострова // Известия РАН. Серия биологическая. 2019. № 6. С. 658-668. DOI: 1134/S0002332919060134
9. Forest Condition in a Changing Environment. - The Finnish Case (Ed. Eino Mälkänen)/ Klumer Academic Publishers. -V.65. 2000. -378 p.
10. MälkönenE. Importance of forest in Finland// Forest Condition in a Changing Environment. - The Finnish Case (Ed. EinoMälkänen)/ Klumer Academic Publishers. -V.65. 2000. Pp.1-5.

Секция «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В ЛЕСНЫХ И АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТАХ»

ЗАВИСИМОСТЬ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ОТ ИХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ

Бачериков И.В., ivashka512@gmail.com,
Российские железные доргоги
Сидоренко А.Н., sidorenko.forest@bk.ru,
Министерство природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области
Щекалев Р.В., schekalevrv@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Хвойные леса вносят существенный вклад в мировое лесное хозяйство. Вследствие чего, повышение продуктивности, качества и устойчивости хвойных насаждений, усиление их средообразующих функций является одной из важнейших задач лесного комплекса РФ. Решением является использование при воспроизводстве лесов семян с ценными наследственными свойствами.

Семена хвойных пород деревьев и, в частности, сосны обыкновенной обычно имеют высокую степень покоя, даже если они подвергаются благоприятным условиям окружающей среды для прорастания. Постоянно растет интерес к поиску решений, стимулирующих прорастание семян и, таким образом, способствующих лесовосстановлению. На всхожесть семян сильно влияют вид, возраст, свойства, климатические условия и биотические факторы.

Семена *Pinus sylvestris* L. на площади своего ареала характеризуются широким диапазоном оттенков семенной оболочки. Окраска оболочки семян сосны и ее стабильность в онтогенезе отмечается в исследованиях [3, 4, 7]. Окраска является фенотипическим маркером географической дифференциации [2]. Окраска семян используется для характеристики генотипического состава популяций наряду с другими морфологическими признаками. У сосны выделено около пятидесяти вариаций окраски семенной оболочки. Установлено, что окраска вызревших семян сосны не изменяется в урожае одного дерева и постоянна в онтогенезе. Окраска семян у сосны имеет определенное селекционное значение. При исследовании семян сосны более чем девяносто пунктов [5] светлые семена характеризовались пониженной энергией прорастания, 75% против 81% у пестрых и черных семян. Однако не везде потомство из светлых семян растет хуже. На северо-западе России саженцы из светлых семян равнозначны и даже превосходят по высоте растения, полученные из семян других окрасок [1].

Размер семян считается важным признаком, который напрямую влияет на интервал, процент и силу прорастания, а также обычно определяется генетическими факторами и напрямую связан с объемом питательных веществ, которые будут выделены для роста, климатическими и погодными условиями [1,

5, 6]. Эффективность прорастания в значительной степени коррелирует с массой семян, более крупные семена не всегда прорастают быстрее, чем более мелкие.

В ходе исследования предполагается определить влияние цвета, размера (фракции) и региона происхождения на посевные качества семян сосны обыкновенной. Посевы проводились в 2021-2023 годах в пос. Дружная горка, Гатчинского р-на Ленинградской области, По итогам выполненных этапов определена грунтовая всхожесть семян с территории в окрестностях Санкт-Петербурга, Тамбова, Бузулука, Тюмени и Республики Коми.

По предварительным данным [8] можно сделать вывод, что всхожесть семян сосны растет пропорционально с увеличением размера семян и имеет тенденцию к снижению от белой к коричневой окраске и далее к черному цвету.

В отношении географических районов получены следующие параметры всхожести в рамках лабораторного эксперимента: Бузулук (53°00′ с. ш.) - 43%, Тюмень (57°09′ с. ш.) - 48%, Санкт-Петербург (59°25′ с. ш.) - 53%, Тамбов (52°44′ с. ш.) - 63%, Коми (61°40′ с. ш.) - 88%. Предварительно можно считать, что регион произрастания влияет на величину всхожести в лабораторном эксперименте. В частности, всхожесть семян сосны увеличивается по мере продвижения места произрастания в широтном направлении с юга на север.

В РФ закреплена практика (Приказ МПР РФ № 909 от 09 ноября 2020) – «для воспроизводства лесов следует использовать районированные семена, заготовленные в границах территории муниципального района, а при их отсутствии - семена лесных растений, источник происхождения которых находится в пределах территории лесничества, при отсутствии последних - семена лесных растений, источник происхождения которых находится в пределах лесосеменного района». Лесосеменные районы закреплены приказом МПР № 353 от 08 октября 2015. Все исследованные семена относятся к разным лесосеменным районам, поэтому обоснование использования в Ленинградской области посевного материала из других регионов потребует создания географических культур и дальнейших исследований.

В планах на лето 2024 года и полевой сезон 2025 года закладка полевых опытов с семенами из Приморского края, Республики Карелия, Республики Марий Эл, Архангельской области, и учет сеянцев Коми, Тамбова, Тюмени, Бузулука по результатам зимовки под снегом.

Библиографический список

1. Долголиков В.И., Осьминина Р.Ф. Испытание потомства сосны и ели на Северо-Западе РСФСР. Ленинград: ЛенНИИЛХ, 1984. 44 с.
2. Луганская С.Н. Изменчивость семян сосны обыкновенной в зависимости от географического местоположения, погодных условий и подсочки на Среднем Урале: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Луганская Светлана Николаевна. Екатеринбург, 2001. 21 с.
3. Новиков А.И. Совершенствование технологии получения высококачественного лесосеменного материала: автореф. дис. ... доктора технических наук: 05.21.01 / Новиков Артур Игоревич. Воронеж, 2021. 32 с.

4. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная: изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. Москва: Наука, 1964. 189 с.
5. Проказин Е.П., Ключарева Л.Н., Кузина Л.А. Масса 1 000 семян и количество семенных коробочек в сеянцах как диагностические признаки сосны обыкновенной / Селекция, семеноводство и генетика, 1975. С. 243-251.
6. Рогозин М.В. Величина семян и шишек сосны обыкновенной и рост потомства / Вестник Пермского Университета, 2021. Выпуск 3. С. 11-18.
7. Снежевская Е.С. Изменчивость морфологических признаков шишек и семян у *Pinus sylvestris* L. (*Pinaceae*) / Ученые записки ЗабГУ. 2017. Том 12, № 1. С. 107-113.
8. Bacherikov I.V., Raupova D.E., Durova A.S., Bragin V.D., Petrishchev E.P., Novikov A.I., Danilov D.A., Zhigunov A.V. Coat colour grading of the scots pine seeds collected from faraway provenances reveals a different germination effect / Seeds, 2022. № 1. P. 49-73. https://doi.org/10.3390/seeds1010006

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ С РАЗНЫМ СРОКОМ ЗАЛЕЖИ

Блохин М.А., maks.blokhin.03@list.ru,
Яковлев А.А., artem95692@gmail.com,
Данилов Д.А., stown200@mail.ru,
Шкуренков Е.Д., foxi99999@yandex.ru,
Герасимова Т.А., cold.tata@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Биологическая активность почв – один из важнейших агропочвенных показателей, который четко показывает изменения, происходящие в почве под воздействием растений, различных обработок, внесенных удобрений и других антропогенных факторов. Данный показатель затрагивает размеры и направление процессов превращения веществ и энергии в почве, интенсивность разложения органических веществ и минералов [2].

Важной особенностью для определения биологической активности почв – временной и пространственный отрезок. Так как требует при их определении большого числа наблюдений и статистической обработки результатов [1].

Объектами исследования служил хронологический ряд восстановительных сукцессий на постагрогенных почвах на двучленных наносах — супесчано-суглинистые на красноцветном мореном валунном суглинке в Гатчинском районе Ленинградской области в условиях Оредежского плато. Определялась Биологическая активность почвенных микроорганизмов по методу, предложенному академиком Е.Н. Мишустиным [3]. Данный метод характеризует скорость разложения целлюлозы почвенными микроорганизмами. Для определения биологической активности микроорганизмов брались полосы шириной 10 см неотбеленной грубой льняной ткани и пришивались на

пластиковую сетку. Затем определялся вес абсолютно сухих льняных полос. Полосы ткани с известным весом закапывались в середину гумусового горизонта на объектах исследования. После 30-ти дневной выдержки в почве льняные полосы выкапывались и в лабораторных условиях отмывались, сушились до абсолютно сухого состояния и взвешивались. По разнице массы и определялась интенсивность разложения целлюлозы, которая характеризует биологическую активность почвенных микроорганизмов [3].

Полученные результаты показывают различную скорость потери массы образцов льняной ткани. Наблюдается снижение к возрасту залежи 25 лет, а затем снова увеличение к возрасту спелого древостоя 90-125 лет (рис.1).

Данный процесс хорошо описывается уравнением полиномом второго порядка, коэффициенты которого можно интерпретировать с биологической точки: x — как скорость процесса, x^2 — ускорение процесса потери массы при разложении. Коэффициент детерминации уравнения составляет R=0,79, что позволяет говорить о высокой степени его значимости.

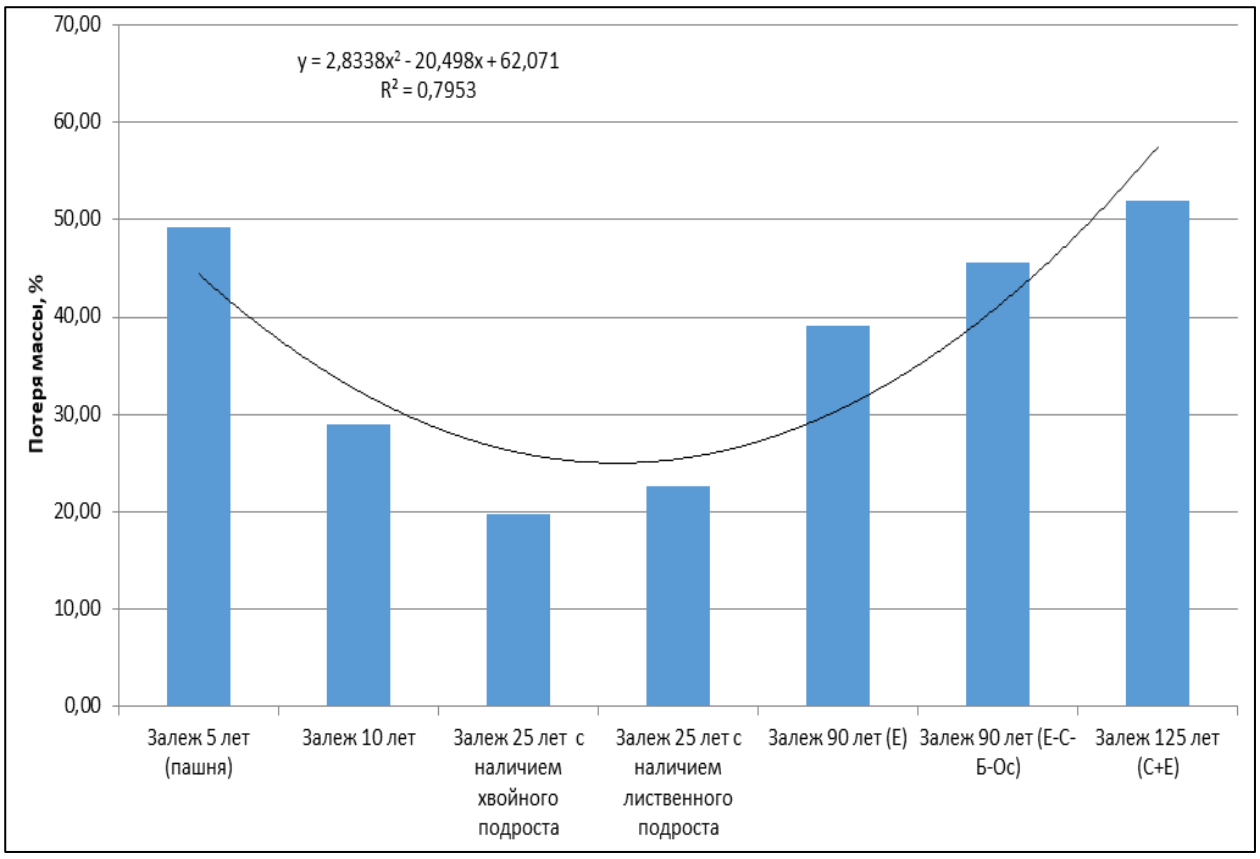


Рис 1. Зависимость микробиологической активности от степени залеженности участка.

Вероятно, к возрасту залежи 25лет, в процессе восстановительной сукцессии, происходит смена доминант в микробном сообществе. Происходит постепенное сокращения преобладания бактерий от пахотной почвы в процессе увеличения срока залежи и заполнение освободившейся ниши почвенными микромицетами.

Библиографический список
1. Биологическая активность почв: учебно-методическое пособие / составители А. С. Сыренжапова [и др.]. — Улан-Удэ: Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова, 2019. — 80 с. — Текст : электронный Использовано: (1-5 стр.)
2. Мельникова О. В., Ториков В. Е.Теория и практика биологизации земледелия. Монография — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — ISBN 978-5-8114-3623-1. — Текст : электронный Использованно: (330-340 стр.)
3. Мишустин Е.Н., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы // Микробиология. - 1963. - 3: Т. 32. - стр. 479-483.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АГРОЛЕСОВОДСТВА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Данилов А.А., stown200@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова,
Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»

Термин понятия «агролесоводство» был впервые введен в 1977 году для описания интеграции между лесным и сельским хозяйством [4]. Он описывал собирательное название систем землепользования, в которых древесные многолетние растения, выращиваются совместно с травянистыми растениями, включающие зерновые культуры, пастбища или скотом, в пространственном расположении на участке сельскохозяйственного пользователя. Данные системы предусматривали ротации или севообороты между древесными породами и другими компонентами системы, между которыми существуют как экологические, так и экономические взаимодействия.

Постановление Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2020 г. N 1509 г. «Об особенностях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения» дало законодательную основу для развития агролесоводства, как перспективного направления землепользования в современных экономических реалиях [1]. Тем самым созданы возможности для товарного выращивания лесов на землях сельскохозяйственного назначения и использования и продажи древесины на основе организации систем агролесоводства, что особенно актуально для бореальных регионов страны с умеренным климатом.

Проблемы охраны и рационального использования земельных угодий одна из важнейших в современном сельском хозяйстве в условиях Северо-запада РФ. Системным подходом в рациональном использовании земель сельскохозяйственного назначения является организация земельной территории на ландшафтной основе с учётом агро-лесо-мероприятий. В таких условиях необходим переход к комплексному, адаптивно-ландшафтному агролесоводству для конкретного сельхозформирования. Применяя методы агролесоводства,

можно увеличить экономическую стабильность, а также оптимизировать управление естественными ресурсами при конкретном землепользовании в Северо-Западном регионе РФ. В России данное направление сводится в основном к разработке систем лесомелиоративных мероприятий в южных регионах и имеет свои наработки в ряде учреждений — ФНЦ агроэкологии РАН, ФГБНУ «РосНИИПМ», ФБУ ВНИИЛМ.

Для Северо-Запада РФ целью ландшафтного земледелия с элементами агролесоводства является создание условий для такой деятельности, которая обеспечила бы экономическую стабильность сельхозформирования на фоне достижения высокой продуктивности агроландшафтов без нарушения экологического баланса территории. Для региона проблематика исследований по данной тематике в настоящее время не проработана.

В Северо-Западном регионе в настоящее время проблематично перейти при традиционной системе землепользовании к адаптивному интенсивному сельскохозяйственному производству, когда, например, в обороте у товарного сельскохозяйственного производителя находятся земли, которые по своим генетическим признакам и агрохимическому состоянию не должны использоваться в интенсивном земледелии [3]. Вкладывая в них средства, соответствующей отдачи хозяйство не получает. Одна из задач оптимизации землепользования состоит в исключении из активного сельскохозяйственного использования низкокачественных, убыточных для земледелия земельных участков. Предварительно целесообразно провести ориентировочную оценку объемов возможных культуртехнических или мелиоративных мероприятий. Практически у каждого сельскохозяйственного землепользователя в условиях Нечерноземной зоны на Северо-западе России есть участки пашни, зарастающие кустарником и мелколесьем. Генезис этого явления чаще всего обусловлен наличием пятен оглееных почв в пределах массива в комплексе с почвами нормального увлажнения или слабо глееватыми. На таких участках обычно возникает сезонное переувлажнение почвы, что затрудняет их использование в качестве пашни. Таким образом, в пределах полей севооборота образуются своеобразные «выключки» размером от 0,1- 0,5 га, занятые лесной растительностью. В некоторых случаях эти образования являются следствием некачественного проведения культуртехнических работ и мелиорации. В тоже время вновь освоить эти участки путем сведения кустарника и мелколесья не рационально, так как большинство «выключек» связано с пятнистостью почвенного покрова и вопрос может решаться только в рамках обустройства мелиоративной системы всего севооборотного участка. Характер лесной растительности также свидетельствует о наличии на этих участках избыточного увлажнения. Основные виды – ива, осина, берёза. Наличие пятнистости, из-за незначительных размеров контуров, часто не отражается при почвенном картировании и землепользователю приходится решать эти проблемы по мере их обострения. Процессы восстановления естественных биоценозов на мало пригодных для пахотного использования землях имеют в регионе значительные масштабы. При размерах «выключек» из пашни более 30 % ее площади

необходимо разрабатывать проекты их мелиорации и определить источники капитальных вложений на эти цели, либо принять решение о переводе данной пашни в другие угодья. Участки с пестрым почвенным покровом целесообразнее использовать в агролесоводственной системе в качестве участков по выращиванию древесных пород для получения товарной фитомассы. Очевидно, природные факторы не являются основной причиной деградации сельскохозяйственного землепользования. Это явление, главным образом, обусловлено социально-экономическими факторами. В тоже время анализ особенностей почвенного покрова конкретного землепользователя позволит более рационально использовать земли, разрабатывать мероприятия по их улучшению и более эффективному использованию. Агролесоводство – это намеренное внедрение древесных видов растений в различные типы сельскохозяйственной деятельности. По определению использование древесных видов должно приводить к повышению либо биологической продуктивности, либо экономической отдачи системы, либо и того, и другого вместе.

Одна из задач оптимизации землепользования в системе агролесоводства состоит в исключении из активного сельскохозяйственного использования низкокачественных убыточных для земледелия земельных участков. Одновременно возможна, переориентация их на более эффективное в экономическом, экологическом и социальном отношении использование по другим направлениям. В числе основных мер при проведении работ по лесному освоению неиспользуемых сельскохозяйственных земель необходим подбор древесных пород, позволяющих в кратчайшие сроки создать устойчивые насаждения. Создание насаждений древесных пород на постагрогенных землях в таежной зоне целесообразно ориентировать на выращивание хвойных и лиственных пород, могущих в короткий срок продуцировать большую древесную биомассу. Совершенно естественно встает вопрос о возможной продуктивности будущих насаждений, который тесно связан с почвенными условиями и их гидрологическим режимом, а также выбором породы.

В результате дефицитные ресурсы, которые неэффективно расходовались и могли расходоваться на низкокачественных землях, могут быть перемещены на лучшие земли для технологической нормализации возделывания сельскохозяйственных культур и повышение благодаря этому эффективности производства. В эту часть работы входит также улучшение технологических характеристик обрабатываемых участков путем устранения изломанности границ, улучшения конфигурации [3]. Очевидно, землепользователю придется проводить лесоагромелиоративное обустройство проблемных участков и оптимизировать землепользование за счет сокращения площади пашни. и повысить эффективность ведения сельского хозяйства менее затратными методами.

В настоящее время необходимо разработать элементы агролесоводства для сельхозформирования включающие в себя технологические схемы для конкретных почвенно-гидрологических условий агроландшафтов для условмй региона. Определить экономическую целесообразность разработанных элементов системы агролесоводства и дать рекомендации по ведению сельского

хозяйства на агролесоводственной основе на различных по степени окультуренности почвах для Северо-Западного региона РФ.

Библиографический список

1.Данилов, Д. А. Приоритеты использования постагрогенных земель для вовлечения их в активный хозяйственный оборот / Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2023. – С. 407-409.
2. Мальцева И.С. Устойчивое землепользование в северном регионе: проблемы и инструменты // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2021. №2 (48). – С. 102-114.
3. Danilov, D. A. Ilves A. L., Smolina L. P. Criteria for Assessing the Quality of Cultivable Land in Land Use Optimization / International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018), Tyumen, 16–20 июля 2018 года. Vol. 151. – Tyumen: Atlantis Press, 2018. – P. 123-128. – DOI 10.2991/agrosmart-18.2018.24.
4.Lundgren, B. 1982. Introduction [Editorial]. Agroforestry Systems 1:3-6.

СОТНОШЕНИЕ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА И АЗОТА В ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ РАЗНОГО СРОКА ЗАЛЕЖНОСТИ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Зайцев Д.А., disoks@gmail.com,
Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»
Данилов Д.А., stown200@mail.ru,
Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Иванов А.А.,
Януш С.Ю., btkwood@mail.ru,
Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»

Постагрогенные почвы в настоящий момент находятся на различных сукцесионных стадиях восстановления растительности. После прекращения использования под сельскохозяйственные культуры и окончания проведения работ по вспашке данные земли зарастают древесно-кустарниковой растительностью, которая на фоне предыдущего использования этих почв также оказывает воздействие на их состояние [2,3]. Биологическая активность почв имеет прямую связь с содержанием органического вещества и с комплексом элементов, наиболее важным из которых является азот. В свою очередь

взаимосвязь между углеродом и азотом (C:N) в почве играет ключевую роль в изучении потенциального плодородия почв [1].

С целью изучения динамики отношения углерода и азота на объектах разных сукцесионных стадий в Ленинградской области в условиях ландшафта Оредежского плато по общепринятым методикам было проведено изучение показателей уровня pH, содержание гумуса органического вещества почвы и общего азота [4]. Исследуемые объекты сроком залежности 20-35 лет объединены сходными грунтово-почвенными условиями, перепады рельефа не являются значительными, почвы двучленные – супесчано-суглинистого гранулометрического состава, подстилаемые красноцветными моренными валунными суглинками. Объект со сроком залежности 15 лет расположен в контрастных к ним условиях – на девонском песчанике на склоне в 50 м от берега реки. По породному составу возобновившейся растительности объекты представлены следующим образом:

– Объект 15 лет с возобновлением хвойной древесной растительности;

– Объект 20 лет с преобладанием лиственной древесно-кустарниковой растительности;

– Объект 25 лет со смешанной по породному составу древесно-кустарниковой растительностью;

– Объект 35 лет с преобладающей древесно-кустарниковой растительностью лиственных пород (с подростом ели под пологом).

Стадии развития древесно-кустарниковой растительности представлены на рис. 1.

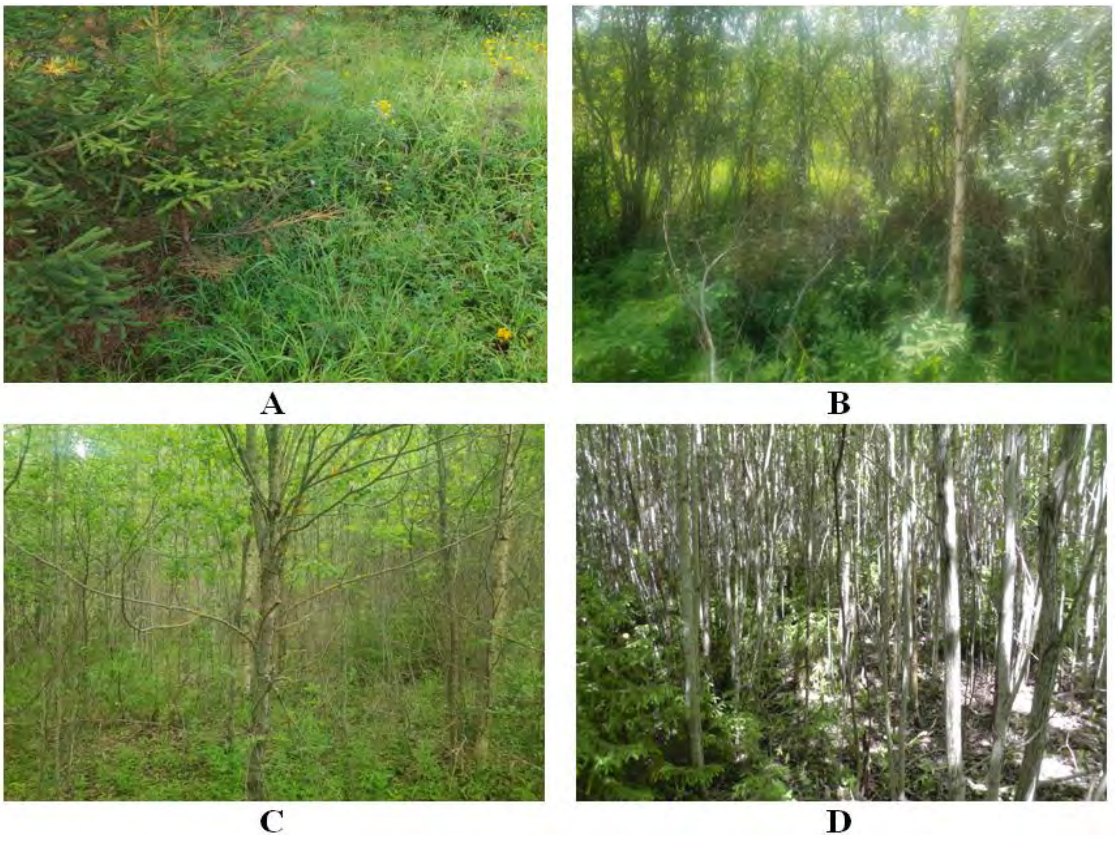


Рис. 1. A – залежь 15 лет; B – залежь 20 лет; C – залежь 25 лет; D –залежь 35 лет

Почвенные образцы на объектах отбирались по горизонтам – бывший пахотный ($А_{б.пах.}$) и бывший подпахотный ($А_{б.подпах.}$), глубиной в среднем 0-20 см и 20-40 см соответственно (глубина вспашки по объектам незначительно различалась). Полученные данные по агрохимическим показателям показали резкие различия объекта с контрастными почвенно-грунтовыми условиями и остальных (табл. 1). Для демонстрации размаха также в таблице приведены стандартные отклонения величин.

Табл. 1. Средние агрохимические показатели по объектам исследования

Объект	Горизонт	pH_{KCl}	Гумус, %	Азот общий, %	C:N
15 лет, хвойные (песчаник, склон)	Аб.пах.	4.35±0.20	0.88±0.45	0.32±0.06	3.03±2.03
	Аб.подпах.	4.39±0.13	0.71±0.19	0.18±0.06	4.53±1.89
20 лет, листв.	Аб.пах.	5.18±0.98	6.83±4.30	0.56±0.25	11.18±3.31
	Аб.подпах.	5.34±0.94	3.23±2.05	0.39±0.15	7.79±2.27
25 лет, смеш.	Аб.пах.	4.23±0.36	4.87±1.42	0.36±0.09	14.25±4.78
	Аб.подпах.	4.42±0.35	2.53±1.39	0.31±0.17	9.88±5.76
35 лет, листв.	Аб.пах.	4.42±0.57	3.91±1.45	0.33±0.11	11.98±2.25
	Аб.подпах.	4.47±0.66	1.37±0.64	0.26±0.10	5.78±3.04

Полученные данные по объекту ранней стадии восстановления растительности 15 лет на склоне реки демонстрируют процесс перехода азотсодержащих соединений из вышележащего горизонта в нижележащие. По остальным объектам, объединенным сходными почвенно-грунтовыми условиями, соотношение C:N выше в бывшем пахотном горизонте во всех случаях. Закономерного влияния сукцессионной стадии восстановления растительности в периоде сроком залежей 20-35 лет не наблюдается, соотношение C:N на залежах возраста 20 лет и 35 лет значительно не различается. Из представленных показателей видно, что на объекте 25 лет залежности со смешанной древесно-кустарниковой растительностью данные варьируют относительно сильно, что говорит о явной роли состава напочвенного покрова на динамику показателей по всей пробной площади. Объекты сроком залежей 20 и 35 лет имеют более однородный породный состав. Объект сроком залежи 20 лет характеризуется наибольшим средним запасом гумуса в почве, однако и показатели общего азота также значительны, соотношение C:N данного объекта не различается с объектом сроком залежи 35 лет, имеющим меньшие запасы гумуса в почве.

В целом по объектам на двучленных почвах содержание гумуса имеет закономерную тенденцию к снижению по мере увеличения срока прекращения использования земель под пашню, что вероятно связано с активным ростом древесных пород, которые активно потребляют высвобождающийся азот в процессе минерализации органического вещества. Показатели соотношения углерода органического вещества к валовому азоту в почве указывают на этот активный процесс, т.е. происходит активная минерализация почвенной органики.

Библиографический список
1. Артемьева З.С. Органическое вещество и гранулометрическая система почвы. М.: ГЕОС, 2010. – 240 с.
2. Красновидов А. Н., Данилов Д. А., Рябинин Б. Н., Шестаков В. И. Перспективы выращивания лесных насаждений на землях, вышедших из сельскохозяйственного оборота // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2014. – № 209. – С. 80-91.
3Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. – 416 с.
4. Минеев В.Г. Сычев В.Г., Гамзиков Г. П.и др. Агрохимия. М.: Изд. ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.

АГРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ПРЕПАРАТОМ «ХАКЕР» В РАЗНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ

Ищук Т.А., Rabbit0189@mail.ru,
Левицкая В.С.,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Широкое использование гербицидов, их токсичность, противоречивые данные о воздействии на биосферу объясняет актуальность проводимых исследований гербицидов с возможностью экологической оценки их использования в сельском хозяйстве.

Почва – обязательный компонент всех наземных биогеоценозов для жизнеобеспечения организмов средой обитания, часть экотопа, связывающая в единую функционирующую систему все остальные компоненты биотопа: фитоценоз, микробоценоз, зооценоз. [4]

Под влиянием пестицидов у растений может уменьшатся количество и качество всходов, энергия прорастания семян, дружность всходов, снижения накопления сухого вещества, падает показатель урожайности, растения могут плохо развиваться и гибнуть вследствие угнетения внутренних систем. Химические соединения могут вызывать поражения листьев (хлорозы, деформация, их скручивание, опадение, ожоги), приводить к искривлению стеблей, нарушению обмена веществ, разрушению некоторых тканей и органов, а также угнетать рост и развитие растения в целом. [4]

В тоже время, имеются данные исследований о стимулирующем эффекте пестицидов на рост и развитие растений в низких концентрациях, что может быть полезно для решения агроэкологических задач и агропромышленного комплекса в целом: для повышения устойчивости сельского хозяйства, для минимизации негативного влияния сельскохозяйственной деятельности на окружающую среду и для оптимизации использования природных ресурсов и обеспечения продовольственной безопасности на долгосрочной основе.

Для обработки всходов был выбран гербицид «Хакер» с действующим веществом – клопиралид ($C_6H_3Cl_2NO_2$), который относится к производным пиколиновой кислоты. Карбоновые кислоты пиридина обладают свойствами фитогормонов и являются ауксинами. Гормоноподобные гербициды способствуют увеличению растений в размерах, из-за чего они могут не успевать обеспечивать себя питательными веществами и погибают. [2]

В качестве тест-объекта была выбрана одна из значимых по питательным и медицинским качествам кормовая культура семейства Крестоцветные (*Crucíferae*) - горчица белая (*Sinapsis alba l.)*, сорт «Радуга».

Семена горчицы проращивали в чашках Петри. На четвертый день их пересадили в грунт в специально подготовленные пронумерованные емкости. При пересадке ростки имели здоровый вид и развитый главный зародышевый корешок размером более длины семени. Обработку препаратом проводили на пятый день опыта. Оптимальные условия влажности и температуры поддерживались вплоть до снятия эксперимента (15-ый день). Определение агрохимических показателей почвы проводили в соответствии с ГОСТами. [1,3] (табл. 1)

Табл. 1. Агрохимические показатели почвенных образцов

Концентрация клопиралида, мг/л	pH	Содержание органического вещества в почве, %	Влажность	Содержание P_2O_5 в почве	Содержание K_2O в почве	Содержание NH_4 в почве	Содержание NO_3 в почве
0	5,56	94,64±0,68	5,21	788,91±89,3	1165±133,8	364,53±12,8	79,69±3,9
0,1	5,51	94,55±1,1	5,38	692,9±43,8	932,67±68,9	348,46±2,9	72,62±1,8
0,2	5,31	94,66±1,45	6,19	733,25±72,1	980±89,6	**328,55**±10,1	**63,93**±2,3
1	5,21	94,03±1,62	5,88	**648,38**±49,6	**914**±55,2	346,89±16,4	71,61±7,8
2	5,44	94,34±1,21	5,47	759,69±77,3	1063,33±39,3	337,11±11,8	70,6±1,5
4	5,48	**95,66**±1,47	6,01	701,25±76,5	991,33±84,5	**314,75**±11,1	**66,86**±2,5
6	5,59	95,48±1,07	6,55	**578,81**±27,1	**863,33**±36,6	**317,89**±9,6	**62,82**±3,4
10	5,63	95,31±1,44	6,24	**652,55**±6,1	**865,67**±63,8	349,51±15,0	70,9±2,3
16	5,73	**96,54**±1,17	5,64	763,86±85,6	975,67±96,3	**336,06**±10,9	**67,17**±1,1
20	5,54	**96,13**±0,96	5,86	**591,33**±23,4	**842,33**±20,9	354,57±9,5	71,71±4,7

Органическое вещество в почве накапливает запасы углерода, азота, калия, фосфора, микроэлементов, способствует формированию оптимального режима и структуры почвы, предотвращает эрозионные процессы и снижает воздействие токсичных веществ. Органические вещества регулируют расход питательных веществ, помогая предотвратить непроизводительные потери из-за вымывания, образования газообразных продуктов и труднорастворимых минеральных соединений, что повышает эффективность минеральных удобрений. Содержание органического вещества увеличивается при концентрациях: 4 мг/л; 16 мг/л и 20 мг/л. Чем меньше органического вещества в почве, тем больше его вынос растениями.

В результате агрохимического анализа на содержание подвижных форм макроэлементов доступных для усвоения растениями под действием клопиралида отмечены следующие результаты:

1. Самое низкое содержание P_2O_5 в почвенных образцах зафиксировано в концентрациях: 1мг/л – 648,38 мг/кг, 6 мг/л – 578,81 мг/кг, 10 мг/л – 652,55 мг/кг, 20 мг/л – 591,33 мг/кг.

2. Самое низкое содержание K_2O в концентрациях: 1мг/л – 914 мг/кг, 6 мг/л – 863,33 мг/кг, 10 мг/л – 865,67 мг/кг, 20 мг/л – 842,33 мг/кг. Можно предположить, что растениями больше поглощались основные элементы при данных концентрациях препарата.

3. Что касается содержания в образцах аммонийного азота и азота нитратов, то их показатели очень схожи между собой. Самые низкие значения NH_4 в концентрациях: 0,2 мг/л – 328,55 мг/кг; 4 мг/л – 314,75 мг/кг, 6 мг/л – 317,89 мг/кг, 16 мг/л – 336,06 мг/кг.

4. Самые низкие значения NO_3 в концентрациях:0,2мг/л – 63,93 мг/кг; 4мг/л – 66,86 мг/кг, 6 мг/л – 62,82 мг/кг, 16 мг/л – 67,17 мг/кг.

По результатам проведенного исследования, можно сделать вывод, что различные концентрации клопиралида по-разному оказывают влияние на физиологическую активность растений и некоторые показатели агрохимического анализа. Так при максимальном его содержании в 16 мг/л и 20 мг/л некоторые исследуемые показатели улучшаются, но были отмечены морфологические дефекты у большинства всходов. Побеги в данных вариантах опыта имели тонкий стебель, пожелтение и скрученность листьев и стеблей. Оптимальная концентрация препарата в качестве гормона роста наблюдается в 6 мг/л, на ней же зафиксирована максимальная длина надземной и подземной частей тест-культуры и так же снижено количество поврежденных экземпляров.

Библиографический список

1. Есаулко А.Н., Голосной Е.В., Ожередова А.Ю. и др. Лабораторный практикум по агрохимии: учебное пособие, Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь, 2019. – 170 с.
2. Культиасов И.М. Экология растений: учебник – М.: изд-во Моск. Ун-та, 1982, 384 с.
3. Практикум по агрохимии (под ред. В.Г. Минеева). – М.: Изд. МГУ, 2001. – 688 с.
4. Прутенская Е.А., Шувалова Н.Е. Биотехнологические аспекты определения токсичности пестицидов на клеточных и организменных тест-системах: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь, 2021, 137 с.

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ КРОНЫ С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМ ПОНИЖЕНИЕМ *TILIA EUROPAEA* L. НА КОРОТКОМ ШТАМБЕ ПАРКА МУЗЕЙ-УСАДЬБЫ Н. К. РЕРИХА, Д.ИЗВАРА ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ

Нерубацкий С.В., Promalp.ip@gmail.com,
Салямова М.А., mariasaliamova@yandex.ru,
Иванов А.А.,
Данилов Д.А., Stown200@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

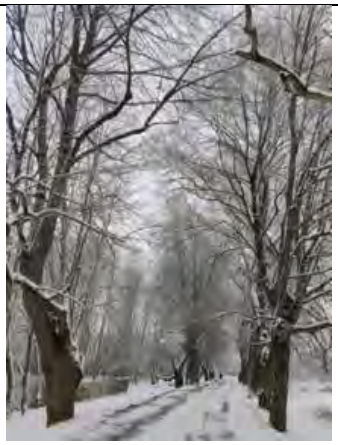
Проведённые выборочные определения абсолютного возраста лиственных деревьев показали, однако, что самым старым из них не более 130 лет. Представленные древесные породы, включают виды крупнолистного вида липы европейской *Tilia europaea* L. и вяза шершавого *Ulmus glabra* Huds.

Для проверки состояния древесины были высверлены выборочно керны на глубину не менее, чем до центра ствола, из ряда деревьев, расположенных ближе к внутренним и внешним дорогам, наиболее посещаемыми людьми.

По кернам установлено, что у ряда деревьев имеется узкая или разрушенная заболонь, а радиальный прирост минимальный или отсутствует, что свидетельствует о угнетении деревьев.

Паренхима отсутствует от прикорневой шейки и выше по штамбу, в древесине обнаружены поражения дереворазрушающими грибами и гнили.

Часть данных представлена ниже:

53-73 Преобладающая порода: *Tilia europaea* L. 15 шт. Диаметр – 700-1200мм. Состояние – ослабленное. Возраст более 200 лет. Дупла, дупла в прикорневой шейке, микозы, вильчатость, трещины, сухобочины. Паренхимная ткань отсутствует везде в прикорневой шейке. Кроны смыкаются – образуют коридор, Штамб короткий – предположительно занижен искусственно, подобные решения на древостоях схожего возраста встречаются в усадьбах Ленинградской области, в частности в усадьбе Руковичниковых. Требуют работ с дуплами, понижения крон – с последующим смыканием, стабилизации скелетных ветвей и штамба.	

За счет развитых обширных крон и их значительной парусности имеется угроза падения ряда деревьев или их частей при сильных порывах ветра с изломом ствола в месте его разветвления, дупел и пр. дефектов.

На основании Постановления Правительства Ленинградской области от 29.06.2009 N 188 (ред. от 17.08.2020) "Об объявлении Музея-усадьбы Н.К.Рериха памятником природы регионального значения" ПРАВИТЕЛЬСТВО ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПОСТАНОВЛЕНИЕ от 17 августа 2020 г. N 583 О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ОТДЕЛЬНЫЕ ПОСТАНОВЛЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В СФЕРЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ. В соответствии с разрешенными видами деятельности и природопользования у данных деревьев (кроме одного, крона которого уже была повторно обрезана) необходимо произвести работы по облегчению кроны и снижению парусности. Для этого рекомендуется произвести повторную обрезку кроны.

Краткий обзор в формате статьи на предлагаемое решение по укреплению штамба и скелетной части древостоев *Tilia europaea* L.: ввиду отсутствия механической несущей способности, рассматривается вариант применения различных средств скрепления сохранившихся частей штамба:

-Стальные обручи – с коразащитной рубашкой

-Статическая металлическая система – с коразащитной рубашкой, без внедрения в стволовую часть.

-Динамическая система из полых плетеных полимерных тросов, с коразащитной рубашкой – полевые испытания, применяемый материал – полиамид защищенный от УФЛ. Основные сборки:

-поддерживающие для массивных ветвей

-ветрозащитные «на кольцо», предлагаем применить в своде крон над дорогой с целью частично разгрузить штамб. Предполагаемая разрывная нагрузка не менее 8 тонн. Предлагаемая авторами экспериментальная система – предполагает минимальный контроль со стороны человека на весь период эксплуатации (не менее 9 лет, с естественным снижением прочностных и разрывных характеристик используемого материала), однако не стоит забывать о том что несущая способность установленных элементов, воспринимается древостоем как собственная и как следствие обязателен контроль за массой и высотой кроны, возможно применение регуляторов роста в комплексе,

ингибирующих ростовые процессы, после набора объема фито массы необходимой для нормальных обменных процессов в темновой и световой фазах фотосинтеза. В частности, предлагается использовать Абсцизовою кислоту в необходимых расчетных дозах -прямым введением в штамб в виде инъекций.

Библиографический список

1. Скворцов В.В., Ганнибал., Б.К. Боркин Л.Я. Многолетние экологические исследования памятника природы «Музей-усадьба Н.К.Рериха «Извара» Русский орнитологический журнал 2022, Том 31, Экспресс-выпуск 2195: 2555-2563
2. Извара - памятник природы, истории, культуры: [текст] : сборник статей / [редкол.: О. А. Черкасова и др.]. - Санкт-Петербург: [б. и.], 2014. - 216 с. : ил., цв. ил., портр., планы. - Библиогр. в конце ст. - Б. ц.
3. Технологического регламента производства работ по содержанию территорий зеленых насаждений и ремонту расположенных на них объектов зеленых насаждений», утвержденного распоряжением Комитета по благоустройству Санкт-Петербурга от 28.08.2020 г. № 244-Р.
4. Забота о деревьях: Научные рекомендации для практиков / ред.-сост.: а. Королева, П. тышко-хмеловец, К. виткош-Гнах. – Калининград: Экозащита; вроцлав: FER, 2016. – 196 с.: фот. – 400 экз.
*Памятник природы «Музей-усадьба Н.К. Рериха» (утвержден постановлением Правительства Ленинградской области от 29.06.2009 № 188).

ЕСТЕСТВЕННЫЕ ДРЕВОСТОИ СОСНЫ И ЕЛИ НА КАРБОНАТНЫХ ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Суворов С.А. sergey_suvorov1999@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Зайцев Д.А., disoks@gmail.com,
Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»
Данилов А.А., stown200@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова,
Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»

Целью проведённого исследования было изучение формирования естественных древостоев ели и сосны, и их качественных и количественных характеристик на постагрогенных почвах Ленинградской области. Актуальность данной проблематики заключается в том, что особенности возобновления и роста хвойных древостоев на старопахотных землях ещё плохо изучены, что затрудняет ведение хозяйства в них в регионе. Исследования в данной области

помогут в дальнейшем создавать рекомендации по вовлечению данных насаждений в хозяйственный оборот. Исследование проводилось на территории Гатчинского района Ленинградской области, в древостоях, возобновившихся на бывших старопахотных землях на супесчано-суглинистых почвах на карбонатных мореных суглинках, в которых наблюдается наличие известняковой щебёнки. Участок с возобновившимся древостоем примыкающей к пойме реки Суйда. Содержание гумуса в бывшем пахотном горизонте варьируется от 2,97% до 4,55 % на всей площади исследования, на основе данного показателя, можно сделать вывод, о средней и хорошей обеспеченности почвы гумусом. Показатели кислотности по степени обменной кислотности (pH_{KCl}) изменятся в пределах от 3,66 до 5,75, что отражает различную степень кислотности от очень сильнокислой до нейтральной, что вызвано разной глубиной залегания карбонатных пород. Источник возобновления хвойных пород на данном участке площадью около 3 га, материнская стена сосново-елового спелого древостоя. На двух заложенных пробных площадях по 0,25 га с разной долей участия сосны и ели проведён переучет деревьев по ступеням толщины. На ПП-1 преобладает ель в составе насаждения, на ПП-2 сосна. Сомкнутость куртин высокая. Единичное наличие мелколиственных пород. В напочвенном покрове преобладают травянистые злаковые виды. Средний возраст соснового элемента 32 года, елового 30 лет, определён по кернам, взятым от комлевой части ствола. Одновозрастность древостоя может говорить о том, что после прекращения землепользования возобновление происходило одновременно. В целом необходимо отметить, что идёт формирование смешанного хвойного древостоя с преобладанием ели. Насаждения, в составе которых имеется значительная доля сосны, расположены на постагрогенных почвах, подстилаемых супесчаной породой. Древостои с преобладанием ели соотносятся с землями с сохранившимся пахотным горизонтом, с мощностью до 30 см, в то время как на почвах с большей долей сосны пахотный горизонт составляет 15-20 см.

Анализ таксационных характеристик показывает, что по таблицам хода роста для региона исследования данные древостои растут по Iа классу бонитета (см. табл.1)

Табл. 1. Средние таксационные показатели ярусов ели и сосны на опытных объектах

№ПП	Порода	$Д_{ср}$, см	$Н_{ср}$, м	Запас, $м^3$
1	Ель	15,0	11,2	150
	Сосна	18,5	12,5	36
2	Ель	14,0	12,5	142
	Сосна	18,5	12,0	8

Анализ полученных данных по исследованным образцам кернов, по апробированной ранее методике, показал, что в активно формирующемся приросте еловой части насаждений большую часть составляет ранняя древесины её содержание в годичном кольце составляет от 72-74 до 94 %, как для ели, так и сосны [2]. Для еловой части древостоев колебания плотности древесины составляют от 268,8 до 403,5 кг/$м^3$ по ступеням толщины стволов (см. табл.2).

Табл. 2. Средние значения ширины ранней и поздней ксилемы и плотности древесины ели на опытных объектах

Ступень толщины, см	Среднее значение ширины ранней древесины, мм	Процент ранней древесины, %	Процент поздней древесины, %	Базисная плотность древесины, кг/м^3
ПП-1				
8	3,87	79	21	350,4
12	5,85	85	15	354,0
16	6,63	88	12	327,8
20	6,60	87	13	373,1
24	8,79	92	8	268,8
28	9,74	90	10	353,3
ПП-2				
8-1	4,57	86	14	338,8
8-2	3,48	84	16	366,4
12-1	4,78	83	17	324,0
12-2	4,33	82	18	294,2
16-1	5,90	84	16	403,5
16-2	6,40	78	22	294,2
20-1	5,74	85	15	335,3
20-2	7,01	84	16	320,4
24-1	8,13	91	9	374,9
24-2	8,39	74	26	351,3
28-1	10,37	92	8	294,4

Для сосновой части древостоев отметается большее содержание в годичном приросте доли поздней древесины, чем у елового элемента насаждений на постагрогенных почвах. Для сосновых насаждений размах показателей плотности древесины составил от 294,4 до 410,6 кг/м^3 и меньшую вариабельность по классам диаметров стволов, чем у ели. В насаждениях на залежных землях древесина сосны имеет средние показатели плотности от 385,7 до 393,6 кг/м3, что является на 4-6% ниже средних справочных данных для региона исследования 409-412 кг/м^3 [1-4]. Однако в целом средняя базисная плотность древесины сосны несколько выше, чем у ели на этом этапе роста в условиях постагрогенных карбонатных почв.

Табл. 3. Средние значения ранней и поздней ксилемы и плотности древесины сосна на опытных объектах

Ступень толщины, см	Среднее значение ширины ранней древесины, мм	Процент ранней древесины, %	Процент поздней древесины, %	Базисная плотность древесины, кг/м3
ПП-1				
16-1	7.11	79	21	372,1
16-2	6.5	79	21	384.0
20	4.89	72	28	401,0
24	6.58	78	22	394,9
28	10.62	83	17	410,6
32	8.77	71	29	398,8
ПП-2				

16	4.32	70	30	387,6
20	4.29	73	27	371,6
24	5.35	75	25	404,3
28	6.29	78	22	379,5
24-2	8,39	71	29	351,3
28-1	10,37	70	30	294,4

Проведённый ранговый корреляционный анализ по критерию Спирмена выявил для елового элемента значимую обратную связь плотности древесины ели с шириной годичного слоя R= -0,68 т.е. с увеличением прироста плотность древесины будет уменьшаться. Для доли поздней древесины при её увеличении в ширине годичного прироста плотность древесины будет, увеличивается, т.к. коэффициент составил R= 0,50. Полученный для зоны ранней древесины коэффициент ранговой корреляции с плотностью древесины составил R= -0,50, что подтверждает выше полученные результаты. Для сосны выявлена только достоверная корреляция плотности древесины на умеренном уровне R= 0,40, с зоной поздней древесины. Для остальных элементов макроструктуры связи слабые и недостоверные.

Библиографический список

1. Данилов, Д.А. Стволовая масса древесины сосны в насаждениях на постагрогенных землях / Д.А. Данилов, С.Ю. Януш, Т.А. Шестакова // Актуальные проблемы лесного комплекса. Вып. 56. Брянск: БГИТУ, 2020 г. С. 22-24.
2. Зайцев, Д. А., Данилов Д. А. Влияние макростроения ксилемы на плотность древесины сосны и ели в смешанных спелых древостоях, не затронутых хозяйственным воздействием // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2023. – № 1. – С. 20-30.
3.Полубояринов О.И. Плотность древесины. - М.: Лесная промышленность, 1976. - 160 с.
4. Janusz, S., Danilov D. Density of wood of pine and spruce in the postagrogenic soil of the boreal zone // Research for Rural Development, Jelgava, 16–18 мая 2018 года. Vol. 1. – Jelgava: 2018. – P. 92-96. – DOI 10.22616/rrd.24.2018.014.

АНАЛИЗ ХОДА РОСТА НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ, СОЗДАННЫХ НА ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВАХ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Шкуренков Е.Д., foxi99999@yandex.ru,
Герасимова Т.А., cold.tata@gmail.com,
Ануфриев М.В., mishah175@gmail.com,
Данилов Д.А., stown200@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

В настоящее время на территории Российской Федерации выведены из оборота большие площади сельскохозяйственных угодий. На этих участках

постагрогенных земель происходит быстрое зарастание сорными растениями и древесно-кустарниковой растительностью [1, 2].

Сокращение используемых сельскохозяйственных территорий характерно почти для всех регионов Российской Федерации. В тоже время эти территории обладают высоким потенциалом почвенного плодородия для выращивания хвойных насаждений. В связи с этим тематика исследований лесовосстановления на старопахотных землях очень актуальной на сегодняшний день. [3]

Объектом исследования являются насаждения сосны, посадка которых проводилась на постагрогенных почвах поперёк склоновой части плакорной возвышенности. В качестве посадочного материала были взяты выкопанные на линейном объекте (линия газопровода) деревья возрастом 3-5 лет. Расстояние между рядами составило 4-5 метров, шаг посадки 1,5-2 метра. Методика. Измерения высот осуществлялось с помощью телескопической рейки Geobond TS-7. Посадочный материал отличался неоднородностью по высоте, и варьировала от 0.4 до 0.8 м, так как являлся естественным возобновлением сосны от стены леса на линейном объекте. В ходе измерения замерялись высоты деревьев и расстояния от земли до каждого из приростов, начиная с приростов 2022 года.

Табл. 1. Средние значения приростов насаждений сосны на постагрогенных почвах по годам.

№ Ряда	Приросты, см							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ряд 1	1,9	4,8	10,0	14,6	23,7	29,8	45,7	56,0
Ряд 2	3,3	4,8	10,6	15,7	25,8	31,0	41,8	44,4
Ряд 3	1,6	2,4	10,2	16,5	28,8	34,3	43,5	45,8
Ряд 4	1,7	3,8	12,5	19,7	28,6	33,5	44,5	49,1
Ряд 5	0,0	0,0	4,2	13,5	28,6	33,4	43,6	54,7
Ряд 6	0,0	3,8	15,6	17,1	25,0	29,6	41,9	45,5

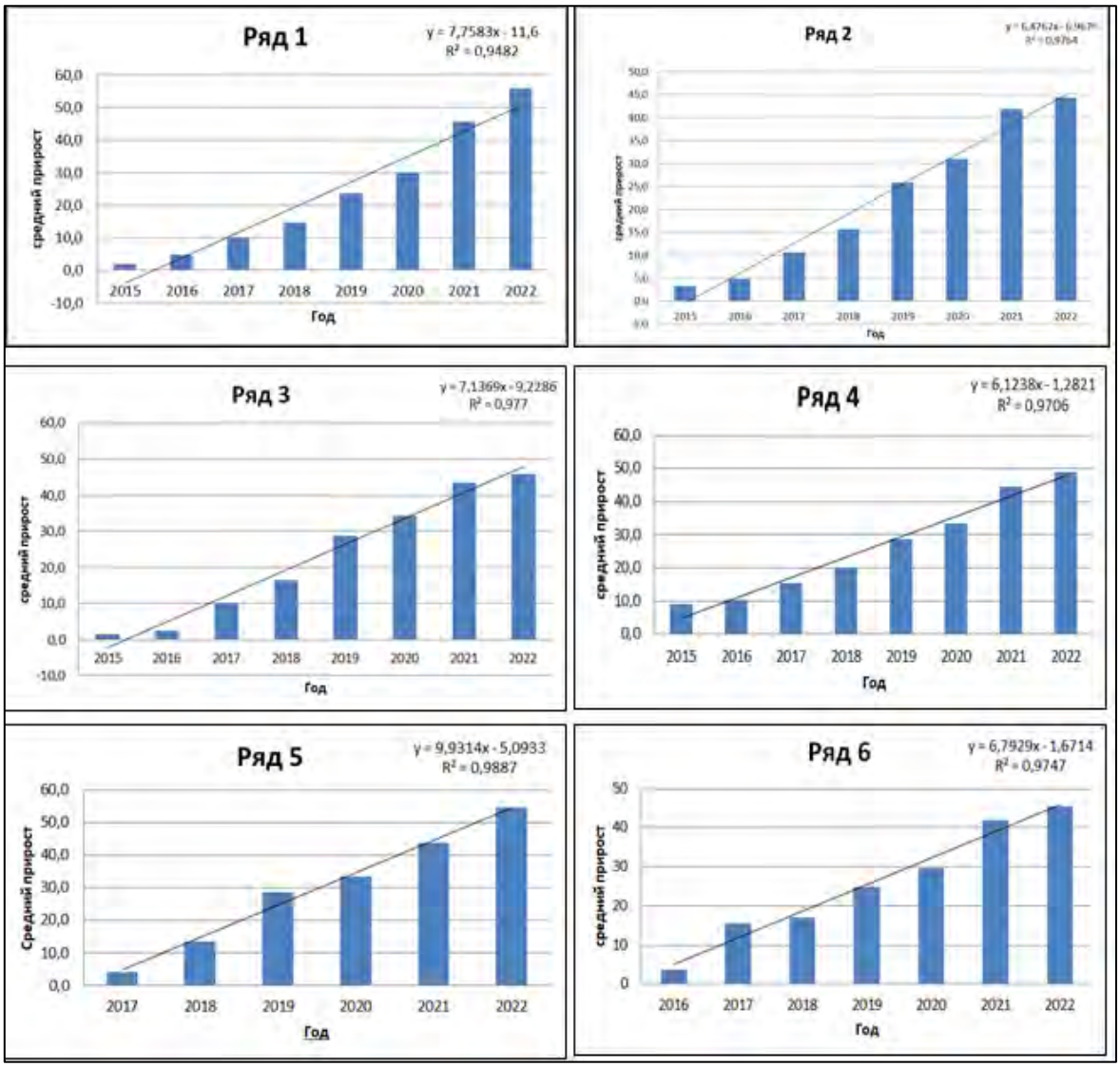


Рис 1. Ряды приростов насаждений сосны на постагрогенных почвах по годам.

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. В каждом из четырёх рядов можно наблюдать тенденцию депрессии приростов с первого по третий года посадки, что связано с послепосадочной адаптацией деревьев.

2. Отмечена тенденция скачков приростов по двулетним циклам.

3. Моделирование уравнений линейной регрессии имеет показатель детерминации (R^2) более 0.9, что указывает на хорошее совпадение расчетной прямой с исходными данными. Следовательно, их можно для прогнозирования приростов будущих лет.

Библиографический список

1. Бобровский М. В. Лесные почвы Европейчкой России: биотические и антропогенные факторы формирования. - Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2010. - стр. 359.

2. Лукина Н.В. Аккумуляция углерода в лесных почвах и сукцессионный статус лесов. - Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2018. - стр. 232. - 25 цв. вкл..

3. Орфанитский Ю.А. Рациональное использование лесных почв таежной зоны. - Москва: ГОСЛЕСБУМИЗДАТ, 1963. - стр. 184.

Секция «ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА БИОМАССЫ ДЕРЕВА И БИОЭНЕРГЕТИКА»

ВОДНЫЙ ЭКСТРАКТ ХВОЙНОЙ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ. УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫХОДА ВЫХОДА ЭКСТРАКТА ЗВУКОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Ведерников Д.Н., dimitriy-4@yandex.ru,
Завьялова С.М., snezanazavyalova1@gmail.com,
Миронова Н.М., natasha.mironova.2001@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М.Кирова
Заремба Д.В., ndz@list.ru,
Санкт-Петербургский государственный технологический университет
Обмолоткова Н.С., volynyak@bk.ru,
Тихвинская Эко Фабрика

Хвойная древесная зелень является зачастую неиспользованным отходом переработки биомассы дерева. При массовой доле водорастворимых веществ 30–35% в хвое ели водная экстракция позволяет извлечь 55–60% экстрактивных веществ (ЭВ), что составляет 20-ти процентный коэффициент использования сырья. Водную экстракцию хвойной лапки и в настоящее время осуществляют на ООО НПО "Тихвинская Эко Фабрика". Продуктами являются: Экстракт хвойный натуральный и хвойно-солевые брикеты. Используются продукты, в основном, для приготовления хвойных ванн, нормализующих сон, успокаивающих, укрепляющих нервы, стимулирующих кровообращение, активизирующих обмен веществ, восстанавливающих энергетику, повышающих работоспособность. Водный экстракт применяется также как регулятор роста растений.

Целью работы было увеличение выхода экстрактивных веществ в результате применения тензо-импульсной модуляции (ТИМ).

Задачи работы:

1. Установление оптимальных частоты и амплитуды ТИМ, увеличивающих выход ЭВ.

2. Опытно-промышленные испытания на действующем экстракторе в г. Тихвине.

3. Установление состава органорастворимых соединений водного заводского экстракта и предложения по его использованию.

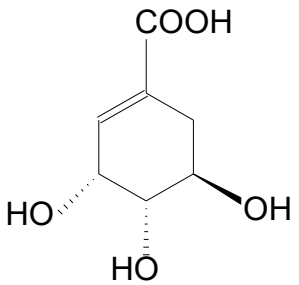
Для экстракции использовалась древесная зелень ели обыкновенной (европейской), которую собирали в пос. Комарово, измельчали на дисковой мельнице, экстрагировали методом настаивания дистиллированной водой при 85°С в течение 2 часов. В полученном экстракте определяли выход сухих веществ и оптическую плотность раствора при 277 нм. На колбу воздействовали слабой вибрацией с использованием генератора электромагнитных колебаний с

изменяемой частотой и амплитудой (тензо-импульсная модуляция (ТИМ)). Вибрация возникала в результате удлинения -сокращения при коротком замыкании стального проводника - хомута, одетого на горло колбы. Установленная оптимальная частота 245 кГц и амплитуда 3,2 В при ТИМ позволили увеличить выход ЭВ на 18% (увеличение оценено по выходу сухих веществ).

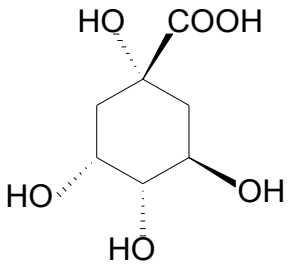
Опытно промышленные испытания на Тихвинской фабрике подтвердили влияние слабой вибрации при применении аналогичного генератора на экстракцию хвойной лапки водой при 120°С в промышленном экстракторе объемом 4 $м^3$ в течение 3 часов. Из полученной в августе мисцеллы были выделены вещества растворимые в этилацетате (8% от сухих веществ мисцеллы) и в бутаноле (35% от сухих веществ мисцеллы). В составе этилацетатного экстракта идентифицировали сравнением масс-спектров с масс-спектрами из банка данных NIST 2005: ароматические кислоты: бензойную кислоту (1,5%), 4-гидроксиацетофенон (14,5), салициловую (0,7) , 4-гидроксибензойную (2,2), 4-гидроксифенилуксусную (4,2), ванилиновую (1,2), кумаровую (1,3), галловую (0,6), жирную кислоту - стеариновую, смоляные кислоты (1,0), янтарную кислоту (1,0), стерины (4,6), катехины (19). В составе бутанольного экстракта идентифицировали: глицерин (0,6%), шикимовую кислоту (16), фруктозу (1), глюкозу (1,4), сахарозу (8,7) и другие дисахариды, инозит (2,7), смоляные кислоты (0,8), янтарную кислоту, 4-гидроксифенилуксусную кислоту, 2 сложных эфира шикимовой кислоты неустановленного строения.

Востребованным компонентом экстракта является шикимовая кислота. Шикимовая кислота используется для синтез противовирусного препарата и в косметике. является отличным антибактериальным и противогрибковым средством, в частности, она подавляет развитие *Propionibacterium acnes* - бактерий, ответственных за появление угревой сыпи. Кислота проявляет отшелушивающие свойства уже в малых процентах; положительно влияет на разблокировку закупоренных устьев сальных желез, уменьшает количество воспалительных папул и предотвращает их дальнейшее образование. Кислоту можно выделить из мисцеллы с использованием анионита АВ -17-В [1].

Шикимовая кислота является промежуточным соединением в синтезе фенольных соединений в высших растениях. Предшественником шикимовой кислоты является хинная кислота.



шикимовая кислота



хинная кислота

Хинная кислота в большом количестве обнаруживается в молодых ветках ели, собранных в мае, что подтверждает последовательность превращений.

Последовательная экстракция молодых веток ели изопропанолом (ИПС) и метил-*трет*-бутиловым эфиром (МТБЭ), с выделением из последнего экстракта фракций сильных и слабых кислот привела к следующему групповому составу молодых веток:

Фракция	Выход, % от а.с.с.
ИПС экстракт	44,7
МТБЭ экстракт	5,6
В составе МТБЭ -экстракта: Сильных кислот - 3,5% Слабых кислот - 60,7 Нейтральных веществ - 35,7%	 0,2 3,3 2,0

В составе слабых кислот идентифицировали - жирные кислоты: пальмитиновую (37%), линоленовую (30), олеиновую кислоты (33), смоляную - абиетиновую кислоту (1). В составе ИПС-экстракта после удаления эфирорастворимой части идентифицировали: щавелевую (12%), хинную (44) аскорбиновую кислоту (1,3), ванилиновую (8), кумаровую (2), малеиновую (1), лимонную(10) кислоты, глюкозу, фруктозу, инозитолы (12), 2 сложных эфира хинной кислоты неустановленного строения. Таким образом приблизительный выход хинной кислоты составляет 17%. Ранее Кизель выделил с применением ацетата свинца из водного экстракта 10% чистой хинной кислоты из молодых побегов [2]. Хинная кислота ранее использовалась как жаропонижающее вещество, сейчас используется как вяжущее средство. Кислота является универсальным хиральным исходным материалом для синтеза фармацевтических препаратов, строительным блоком в синтезе осельтамивира, который используется для лечения гриппа А и В

Библиографический список

1. Бочков Д.В., Сысолятин С.В., Калашников А.И., Сурмачева И.А. Исследование содержания шикимовой кислоты в некоторых растениях Алтайского края//Химия растительного сырья, 2011.-№1.- С.119-122.
2. Кизель А. О нахождениихинной кислоты в молоых побегах ели// Журнал экспериментальной биологии и медицины, 1928. - С.607-614

ЭКСТРАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ЗЕЛЕНОЙ ЧАСТИ ЕЖЕВИКИ СИЗОЙ (*RUBUS CAESIUS* L.)

Ведерников Д.Н., dimitriy-4@yandex.ru,
Виноградова М.В., mary0vinograd@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М.Кирова

В настоящее время все больший интерес у ученых вызывают растения, которые используются в народной медицине и обладают малоизученным химическим составом. Одним из представителей таких растений является ежевика сизая (*Rubus caesius* L). Ежевика — вид кустарника рода *Rubus* семейства *Rosaceae*. Плоды съедобны, используются как в сыром виде, так и для переработки. В естественных условиях *R. caesius* произрастает на территориях Европы и Азии, в искусственных условиях данная ягода легко приживается на территориях Северной и Южной Америки. В официальной научной медицине препараты ежевики пока не используются, но экстракты ягод этого растения широко представлены в БАД-индустрии. CO2-экстракт ежевики позиционируется как средство для избавления от диареи и гастрита, ангины и фарингита, истерии и бессонницы, а также для лечения различного рода кожных патологий. Листья ежевики в народной медицине с давних времён востребованы в качестве терапевтического средства нормализации состояния ЖКТ: избавления от болей в желудке, улучшения перистальтики кишечника, остановки кровавых поносов и желудочных кровотечений, лечения воспалительных заболеваний. Известно, что побеги и листья *R. caesius* содержат витамин С в количестве до 270 мг/100г и дубящие вещества в количестве 12-13%, а семена содержат жиры в количестве 22-26%. Компонентами жиров являются сложные эфиры глицерина и жирных кислот; растительные стероидные спирты – фитостерины; жирные кислоты: олеиновая (составляет около 18% жиров), линолевая (составляет около 1,5% жиров), пальмитиновая [1].

Ежевика сизая была заготовлена в 2022 году в Краснодарском крае. Зеленая часть была высушена, измельчена и проэкстрагирована изопропиловым спиртом (ИПС). Полученный спиртовый экстракт упарен при пониженном давлении. Из экстракта извлекли вещества, растворимые в метил-*трет*-бутиловом эфире (МТБЭ). Из эфирного экстракта (МТБЭ) были выделены «сильные» и «слабые» кислоты последовательной экстракцией эфирного раствора 5% раствором $NaHCO_3$ и 2% водным раствором NaOH. Нейтральные вещества подвергли реакции омыления гидроксидом калия, после чего продукты реакции разделили на неомыляемые соединения и связанные кислоты. Фракцию слабых кислот проэкстрагировали петролейным эфиром, что позволило отделить жирные кислоты от тритерпеновых (Табл. 1).

Табл. 1. Групповой состав веществ чашелистников

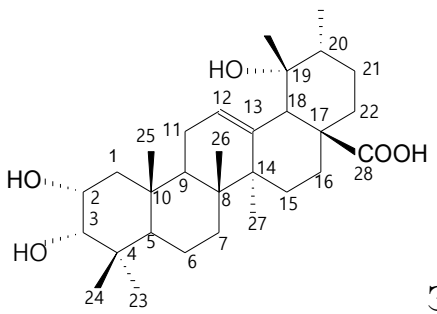
Группы веществ	% от а.с.с.
Экстрактивные вещества растворимые в :	
Изопропанол	5,5
МТБЭ В составе экстракта: Нейтральных веществ 51% «Сильных кислот» 8 «Слабых кислот» 42	2,9 1,5 0,2 1,2
Этилацетат	4,6
В составе нейтральных: Неомыляемых соединений 82% Связанных кислот 18	
В составе слабых кислот Жирных кислот 78% Тритерпеновых кислот 22	 0,9 0,3

Вещества растворимые в ИПС, но нерастворимые в МТБЭ анализировали методом хромато-масс-спектрометрии (ГЖХ-МС) после предварительного силилирования. Все соединения были идентифицированы сравнением масс-спектров и индексов удерживания с масс-спектрами и индексами удерживания из базы данных NIST 05. В экстракте преобладает глюкоза (42%) и сахароспирт – арабитол (12%). В экстракте также присутствуют: фруктоза – 26% от суммы «летучих» соединений, инозит, сорбит – 4,5%, следы маннозы и галактозы, сахароза – 2% и другие дисахариды.

После метилирования диазометаном методом ГЖХ-МС были установлены составы групп соединений МТБЭ – экстракта.

В «сильных» кислотах, идентифицировали бензойную кислоту пара- и орто-гидроксибензойные кислоты, п-гидроксибензойную кислоту, ванилиновую и сиреневую кислоты, кумаровую и феруловую кислоты, алифатические дикарбоновые кислоты.

В «слабых кислотах» идентифицировали жирные и тритерпеновые кислоты. Среди жирных кислот, преобладали пальмитиновая (8,4%), линоленовая (9,2) и линолевая (4,5), стеариновая (3,3). Гомологический ряд жирных кислот начинался с кислоты С14, а заканчивался С30. Среди тритерпеновых кислот, преобладала эфскафовая кислота (21,7%). В составе неблюдалось значительное разнообразие дигидрокситритерпеновых кислот. 1β-



Эфскафовая кислота

1β-Гидрокси эфскафовая ранее была выделена из корней ежевики вязолистной *Rúbus ulmifólius* [2].

Процентное содержание оценивалось методом внутренней нормализации

В составе связанных кислот - 65% пальмитиновой кислоты, по 6% олеиновой и линолевой кислот, 9% линоленовой кислоты и 13% стеариновой кислоты. В неомыляемых соединениях преобладали насыщенные углеводороды: С25, С27, С29 (21,8%), С31 и алифатические альдегиды с 24, 26,28 и 30 атомами углерода, 6,10,14-триметилпентадеканон-2 (1,5), β-ситостерин (19,7), и α- (2,0) и β-амирины (2,6%).

Таким образом, даже скриннинговый анализ состава экстрактивынх веществ чашелистника показывает наличие широкого класса известных биологически активных веществ: феруловой кислоты, эфскафовой кислоты.

Эфскафовая кислота является ингибитором простагландин синтезы [3]. О гепатозащитных свойствах эвскафовой и 1β-гидрокси эфвскафовой сообщалось ранее [4].

Библиографический список

1. Дамиров И.А. Лекарственный растения Азербайджана 3-е изд. //Баку: Маариф, 1988. 319 с.
2. Hu J., ZHao J., Chen W.,Lin S., Zhang J., Hong Z. Hepatoprotection of 1β-hydroxyeuscaphic acid – the major constituent from *Rubus aleaefolius* against CCl_4-induced injury in hepatocytes cells // Pharm. Biol.,2013. -V.51(6). - P. 686-690
3. Reiningera E. R**.** Bauerb Inhibition of PGHS-1 and PGHS-2 by Triterpenoid Acids from Chaenomelis fructus // Nat. Prod. Comm., 2008. - Vol. 3 (12) -P. 1991-1994.
4. Hong Z. Chen W., Zhao J., Wu Z., Zhou J., Li T., Hu J. Hepatoprotective effects of *Rubus aleaefolius* Poir. and identification of its active constituents // J. Ethnopharmacology, 2010. - V. 129. - P. 267–272.

К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ДРЕВЕСНОУГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ

Жуков В.А., vadim.zhukov.01@bk.ru,
Спицын А.А., spitsyn.andrey@gmail.com,
Мочалова Н.А., 89817074205@mail.ru,
Акулов М., Misha.akulov.11@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Введение. Брикеты из древесного угля широко распространены по всему миру. В Юго-Восточной Азии он является основным источником тепла для приготовления пищи и обогрева. В последние годы популярность кальяна возросла во всем мире. Это привело к увеличению потребности в сопутствующем материале — угольных брикетах. В то же время остается проблема обеспечения качества брикетов [6].

Цель исследования: разработка утилизации отходов пиролизного производства с получением качественных угольных брикетов, и разработка рецептуры для масштабного экономически выгодного производства.

При анализе литературных источников установлено [1;4], что для получения качественных угольных брикетов, следует придерживаться общепризнанным методикам пиролиза и брикетирования. Так температура термической обработки древесины должна находиться от 500 до 1050 °С, а количество связующего 6–18 % [3], для достижения хороших прочностных характеристик и низкой интенсивности запаха [2].

В производстве бытовых древесно-угольных брикетов (ДУБ) предпочитают использовать связующие типа технического крахмала, в основном его дешевые сорта. Для ДУБ промышленного назначения в качестве связующих предложены пеки, древесная, торфяная и каменноугольные смолы и другие связующие [7].

Методики анализа сырья и изготовления брикетов. Определение содержания воды проводилось по ГОСТ 16399. Определение зольности угля проводилось по ГОСТ 12596. Определение массовой доли летучих веществ в пересчете на абсолютно сухой уголь проводят согласно ГОСТ 6382-80.

Прессование образцов древесно-угольных брикетов производилось на лабораторном гидравлическом прессе — ПЛГ-20. Полученные «зеленые» брикеты, высушивали в сушильном шкафу при заданной температуре со скоростью нагрева 2 °С/мин. Прочность изготовленных брикетов определяется ГОСТ 21289-2018 на лабораторном испытательном стенде.

Результаты и их обсуждения. Характеристики полученного берёзового угля в сравнении с требованиями ГОСТ 7657-84 показаны в табл. 1.

Табл. 1. Результаты определения характеристик угля

Наименование	Требования ГОСТ	Среднее значение
Массовая доля золы, %	4.0	1.3
Массовая доля воды, %	6.0	0.3
Массовая доля нелетучего углерода, %	67.0	92.6

Методика определения закономерностей при брикетировании предусматривает использование математических методов планирования эксперимента. Для получения адекватных моделей процесса был выбран ротабельный центральный композиционный план (ЦКП). Все опыты дублировались. Обработка данных проводилась с использованием общепринятых методик и языка программирования для статистической обработки данных и работы с графикой «R» [5]. Изменяемыми факторами были содержание воды в шихте, количество связующего и давление прессования: X_1 — Количество воды в шихте: минус 1 — 30 %, 1 — 60 %, 0 — 45 %, минус 1,6818 — 19,77 %, 1,6818 — 70,23 %; X_2 — Количество связующего от а. с. шихты: минус 1 — 10 %, 1 — 20 %,0 — 15 %, минус 1,6818 — 6,59 %, 1,6818 — 23,41 %; X_3 — Давление прессования: минус 1 — 5 МПа, 1 — 15 МПа,0 — 10 МПа, минус 1,6818 — 1,59 МПа, 1,6818 — 18,41 МПа;

По подготовленному плану были получены образцы брикетов со

связующими: кукурузный и картофельный крахмалы.

Для оценки влияния факторов на эксплуатационные характеристики брикетов применялся p-уровень — рассчитанная в ходе статистического теста вероятность ошибочного отклонения нулевой гипотезы.

Обработка результатов показала следующие зависимости для прочности в холодном состоянии, уравнение 1, горячем состоянии, уравнение 2 и запаха, уравнение 3.

На рисунках представлены поверхности откликов зависимостей прочности в холодном и горячем состояниях рис. 1. Для удобства оценки влияния каждого фактора зависимости даны в кодированном состоянии:

Y_1— Прочность брикетов в холодном состоянии, кгс/см^2 ;

Y_2— Прочность брикетов в горячем состоянии, кгс/см^2;

Y_3— Интенсивность запаха, балл;

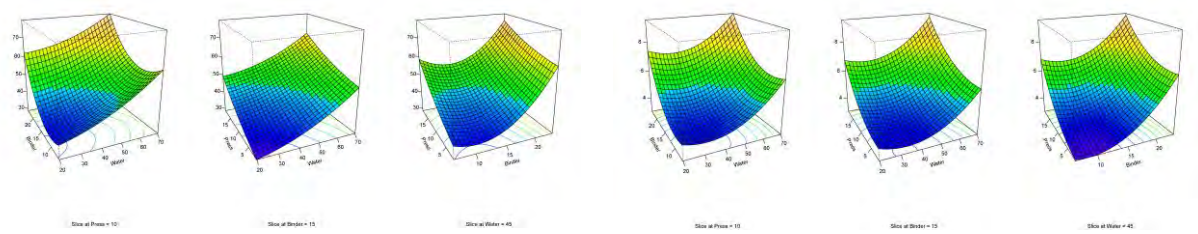


Рис. 1. Прочность брикетов в холодном и горячем состояниях

$$Y_1=44.01 + 6.34*X_1 +6.57*X_2 + 5.32*X_3 + 4.18*X_2^2 \qquad R^2: 0.7335(1)$$

$$Y_2=4.45 + 0.69*X_1 + 0.93*X_2 + 0.92*X_3 + 0.41*X_1^2 + 0.44*X_2^2 +0.29*X_3^2 \qquad R^2: 0.9158(2)$$

$$Y_3=2 — 0.49*X_1 + 0.88*X_2 — 0.37*X_1*X_2 — 0.15*X_1^2 + 0.2*X_2^2 \qquad R^2: 0.9346(3)$$

При анализе полученных зависимостей установлено, что с увеличением давления прессования увеличивается прочность брикетов в холодном состоянии и в горячем. На интенсивность запах давление прессования практически не влияет.

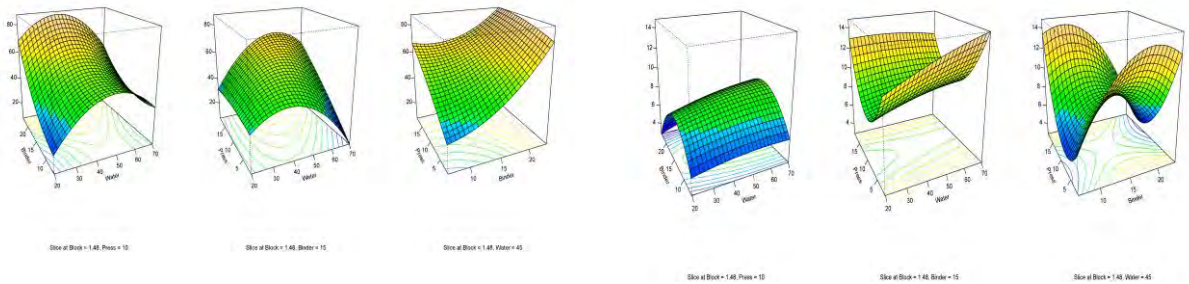


Рис. 2. Прочность брикетов в холодном и горячем состояниях

Обработка результатов показала следующие зависимости для прочности в холодном состоянии, уравнение 4, горячем состоянии, уравнение 5 и запаха, уравнение 6.

На рисунках представлены поверхности откликов зависимостей прочности в

холодном и горячем состояниях рис. 2.

$$Y_1=56.6 + 10.56*X_2 + 7.42*X_3 — 7.59*X_1^2 \quad R^2: 0.7835 \ (4)$$

$$Y_2=10.43 + 0.86*X_1 + 0.41*X_2 + 0.36*X_3^2 \quad R^2: 0.7669 \ (5)$$

$$Y_3=2.46 + 0.69*X_2 — 0.87*X_3 \quad R^2: 0.6519 \ (6)$$

При анализе полученных зависимостей установлено что, на прочность в холодном состояние положительно влияет количество связующего, а количество воды в угольной смеси лучше всего держать в пределах 40–50%.

Выводы. Установлено, что уголь, применяемый для брикетирования, соответствует характеристикам ГОСТ 7657-84. Для получения прочных брикетов с добавлением кукурузного крахмала в качестве связующего, необходимо оптимальное смешивание угольной смеси с процентным содержанием 31% воды и 8.3% связующего. Наилучшая рецептура угольной смеси для связующего картофельный крахмал является 45% влажности угольной смеси и 9.6% связующего.

Библиографический список

1. Carbon materials in environmental applications / F. Derbyshire [et al.] // Chemistry and Physics of Carbon / ed. by L. R. Radovic. — 2001. — Vol. 27.
2. Demirbas A. Переработка древесины в жидкие продукты с помощью щелочного глицерина. Conversion of wood to liquid products using alkaline gricerol // Fuel Sci. and Technol. Int.. -. -10, N2. -C.. -Англ. РЖхим. 1992. — 32, 1992. — Т. - V. 10. - N 2. — С. 123—128. — Pemirbas A.
3. PROCESS ECONOMIC ANALYSIS OF BIO-OIL PRODUCTION FROM WOOD RESIDUE USING PYROLYSIS IN SOUTH-WESTERN NIGERIA / L. POPOOLA [et al.] // Journal of Applied Chemical Science International. — 2015. — Vol. 2, no. 1. — P. 12–23.
4. Алексеенко О. В. Древесно-угольные брикеты // Лес и бизнес. — 2005. — С. 15.
5. Мастицкий С. Э. , Шитиков В. К. Статистический анализ и визуализацияданных с помощью R. — 2014. — 401 с. — URL: http://r-analytics.blogspot.com .
6. Пиялкин В. Н. , Леонович А. А. , Ширшиков В. И. К вопросу о монолитизации древесно-угольных брикетов // Известия Санкт-Петрбургской Лесотехнической академии. — 2012. — № 198. — С. 201—208.
7. Ширшиков В. И. , Литвинов В. , Пиялкин В. Н. Химия и технология производства древесно-угольных брикетов. — Спб.: Химиздат, 2012. — 176 с.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СУЛЬФАТНОЙ ВАРКИ ПЛАНТАЦИОННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ НА СТЕПЕНЬ ДЕЛИГНИФИКАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Ковалева О.П.,
Петруничев О.В., lta_cbp@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Плантационные насаждения производятся для получения конкретной продукции с высокой добавленной стоимостью. В лаборатории кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ были определены свойства плантационной древесины ели, выращенной в Ленинградской области, и проведена оценка её пригодности для получения целлюлозы сульфатным способом [1].

В статье представлены результаты исследования влияния факторов сульфатной варки плантационной древесины ели на степень делигнификации целлюлозы с целью оптимизации условий варки. График лабораторной варки: подъём температуры от 20°С до конечной в течение 2 часов; выдерживание на конечной температуре варки производили до достижения определенного значения Н-фактора. Для выявления закономерностей выбран центральный композиционный план. Факторы варки в кодированном виде: X_1 - температура варки, 162, 165 и 168°С, X_2 - сульфидность белого щелока, 25, 30, 35%, X_3 - расход активной щелочи, 18, 19, 20 % в ед. Na_2O, X_4 - Н-фактор, 1700, 2000, 2300. После анализа значимости критериев получили уравнение регрессии:

$$30{,}0 - 1{,}67\ X_3 - 2{,}25\ X_1 \times X_3 + 2{,}75\ X_2 \times X_3 - 2{,}0\ X_3 \times X_4 + 1{,}71\ X_2^2$$

В результате обработки экспериментальных данных получены диаграммы поверхностей отклика, которые представлены на рис. 1-3. Диаграммы показывают зависимость степени делигнификации целлюлозы (Y, %) от взаимного влияния различных факторов сульфатной варки. На осях диаграммы введено условное обозначение факторов варки: Т - температура, °С; S - сульфидность белого щелока, %; Н - Н-фактор; С - расход активной щелочи, % в ед. Na_2O.

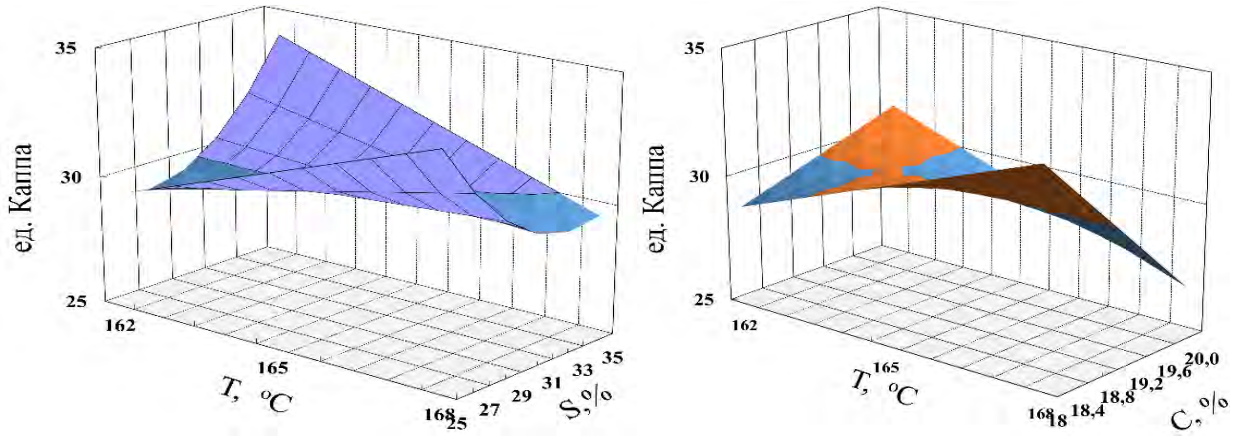


Рис. 1. Зависимость степени делигнификации целлюлозы от температуры варки и: а) сульфидности белого щелока, %; б) расхода активной щелочи, % в ед. Na_2O

Как видно из рис. 1а и 1б, степень делигнификации целлюлозы достигает оптимальных значений в 30 ед. Каппа при одновременном снижении температуры, сульфидности белого щелока и расходе активной щелочи в выбранном диапазоне значений. В то же время число Каппа повышается при одновременном снижении сульфидности белого щелока и расходе активной щелочи, и повышении температуры, так же, как и при одновременном повышении сульфидности белого щелока и расходе активной щелочи, и снижении температуры.

Снижение степени делигнификации целлюлозы (повышение числа Каппа) при температуре 162°С и сульфидности белого щелока 35% объясняется недостаточным содержанием в растворе гидроксид-ионов. При повышении температуры до 168°С происходи гидролиз сульфида натрия с образованием гидроксид-иона, что положительно сказывается на степени делигнификации. При понижении сульфидности варочного раствора до 25% и температуры до 162°С гидроксид-ионов будет достаточно, опасная граница варки не будет достигнута, и число Каппа окажется оптимальным. Однако при повышении температуры до 168°С и сульфидности 25% начинается осаждение лигнина на волокно за счёт недостаточного количества сульфид-ионов и, соответственно, степень делигнификации целлюлозы снижается. На рис. 1б видно, что при расходе активной щелочи 20% и температуре 168°С число Каппа достигает минимальных значений, однако при снижении расхода активной щелочи до 18% число Каппа достигает максимума.

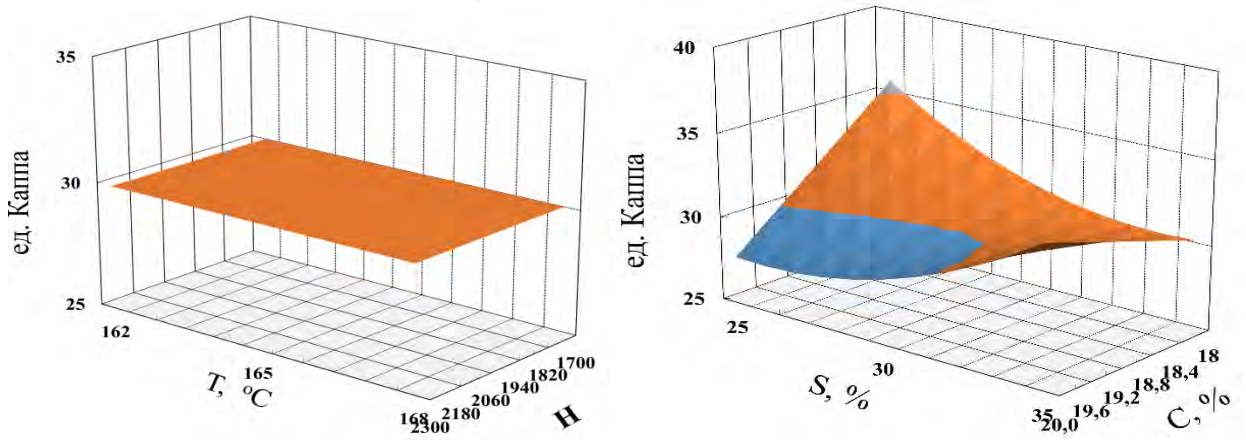


Рис. 2. Зависимость степени делигнификации целлюлозы а) от температуры варки (°С) и Н-фактора; б) от сульфидности белого щелока (%) и расхода активной щелочи (% в ед. Na_2O)

Следует отметить, что зависимость степени делигнификации целлюлозы от взаимного влияния суммарного Н-фактора и температуры отсутствует (рис. 2а). Как видно из рис. 2б, при сульфидности белого щелока 25% и расходе активной щелочи 18% число Каппа достигает максимального значения 37 ед Каппа, что объясняется суммарным недостатком OH- и HS- анионов. При этом с повышением расхода белого щелока до 20% число Каппа снижается за счёт увеличения количества данных анионов, что способствует интенсификации процесса делигнификации целлюлозы. Пониженный расход активной щелочи (18%) при повышении сульфидности щелока до 30% приводит к получению

целлюлозы со степенью делигнификации 30 ед Каппа. Однако при одновременном повышении расхода активной щелочи и сульфидности белого щелока число Каппа увеличивается.

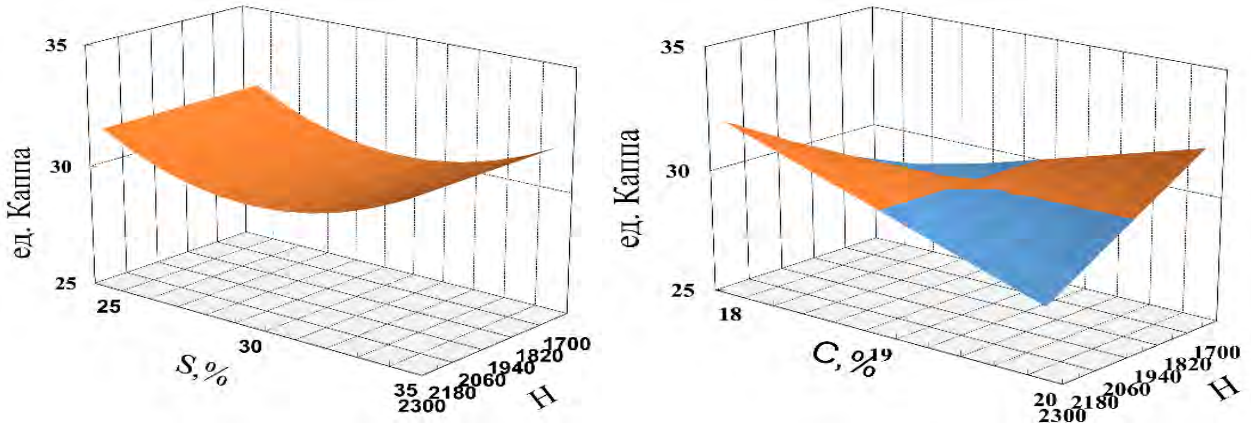


Рис. 3. Зависимость степени делигнификации целлюлозы от суммарного Н-фактора и: а) сульфидности белого щелока, %; б) расхода активной щелочи, % в ед. Na_2O

Из данных, представленных на рис. 3а видно, что на степень делигнификации целлюлозы не влияет величина Н-фактора при изменении сульфидности белого щелока. Использование варочного щелока с сульфидностью 30% приводит к увеличению степени делигнификации целлюлозы. При сульфидности щелока менее 30% число Каппа возрастает за счет недостатка сульфид-ионов в варочном растворе, а при повышении сульфидности более 30% возникает недостаток гидроксид-ионов, что препятствует процессу делигнификации.

Как видно из рис. 3б, степень делигнификации целлюлозы снижается при расходе активной щелочи 18% и Н-факторе 2300, что объясняется конденсацией лигнина на волокнах целлюлозы. Однако, степень делигнификации целлюлозы повышается (число Каппа снижается) при расходе активной щелочи 20% и Н-факторе 2300, а также при расходе 18% и Н-факторе 1700, за счет того, что лигнин не успевает адсорбироваться на волокнах.

Таким образом, наибольшее влияние на степень делигнификации плантационной еловой целлюлозы оказывает расход активной щелочи и температура сульфатной варки. В исследуемых условиях сульфатной варки сульфидность щелока 30% оказалась оптимальной по влиянию на степень делигнификации целлюлозы, полученной из плантационной древесины, ели.

Библиографический список

1.Ковалева О.П., Петруничев О.В., Мочалова Н.А. Исследование физико-химических свойств плантационной древесины ели // Материалы VII Всероссийской научно-технической конференции «Леса России: политика, промышленность, наука, образование» 25-27 мая 2022 г. / Под. ред. А.А. Добровольского. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2022. – С. 186-188.

СОСТАВ ФРАКЦИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ И СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ СОЛОМЫ МИСКАНТУСА ГИГАНТСКОГО

Кодиров Д.А., doniyor.kod@yandex.ru,
Рощин В.И., kaf.chemdrev@mail.ru,
Миксон Д.С., ms.mikson@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Будаева В.В., budaeva@ipcet.ru,
Скиба Е.А., eas08988@mail.ru,
Институт проблем химико-энергетических процессов Сибирского отделения Российской академии наук

Существует широкий спектр растительного сырья, которое может быть использовано в биоэнергетике, в производстве целлюлозы. Ввиду того, что воспроизводимость древесного сырья требует большего времени, особое внимание следует уделить многолетней траве Miscanthus × giganteus, которая обладает рядом ценных преимуществ: легкость в культивации и сбора урожая, высокая урожайность (до 20 тонн сухого вещества с гектара), неинвазивный вид, низкая потребность в удобрениях и эффективное использование воды, способность очищать почву от тяжелых металлов и загрязненной нефтью воду[1-3].

Исследовали солому мискантуса гигантского (Miscanthus × giganteus) сорта Камис, собранную в июне 2023 года в Калининградкой области д.х.н.Скибой Е.А. и к.х.н. Будаевой В.В. Объектом исследования являются нейтральные вещества, выделенные из экстракта пропан-2-ола петролейным эфиром. Измельчение соломы производили на универсальной мельнице «Вилитек». Определение влажности измельченной соломы проводили на лабораторном влагомере Shimadzu MOC 63.

Для характеристики мискантуса гигантского по содержанию экстрактивных веществ, извлекаемых различными растворителями проведена экстракция петролейным эфиром (40-70 °С), диэтиловым эфиром и этилацетатом в сокслетах емкостью 50 мл. Наработкуэкстрактивных веществ проводили в аппарате Сокслета, емкостью 1 л, применив в качестве экстрагента пропан-2-ол (ИПС).

Из полученного ИПС-экстракта отбирали пробу для расчета содержания ЭВ в ИПС-экстракте. Далее отгоняли ИПС на роторном испарителе и экстрагировали остаток последовательно ПЭ, ДЭ и ЭА по методике.

Вещества растворимые в петролейном эфире (ПЭ), полученные из ИПС-экстракта, разделили на группы веществ по кислотно-щелочной схеме: на нейтральные вещества и свободные кислоты.

Нейтральные вещества, растворимые в ПЭ, разделили на отдельные группы соединений методом колоночной хроматографии. В качестве экстрагента использовали смесь петролейного эфира с возрастающей добавкой метил-трет-бутилового эфира (рис. 1).

Для определения состава кислотной и спиртовой составляющей составляющей фракцию 2 разделили на кислоты и неомыляемые вещества (рис. 1).

Полученные фракции изучали с помощью метода газожидкостной хроматомасс-спектрометрии. Полученные МС-спектры соединений фракций идентифицировали путем сравнения с банками данных «NIST-0,5» и «WILLEY-275».

Рис.1. Схема разделения нейтральных веществ

Влажность исходного сырья составляла 9,74%. При определении экстрагирующей способности используемых растворителей было определено, что выход ПЭ экстракта составил 0,43% здесь и далее от массы сухого сырья; ДЭ экстракта — 0,66%, ЭА-экстракта — 0,80%. При наработке экстрактивных веществ ИПС выход составил 1,42%. ПЭ-растворимые вещества составили62,42% от массы ИПС-экстракта, ДЭ-растворимые вещества — 26,11% и ЭА-растворимые вещества 11,47%.

При разделении на группы веществ определено, что в ПЭ-растворимых веществах преобладают нейтральные вещества, доля которых составляет 70 % от массы ПЭ-растворимых веществ, свободные кислоты — 30%.

После элюирования методом колоночной хроматографии доля фракции углеводородов составила 5,71% от массы нейтральных веществ (НВ) и, условно названных, сложных эфиров — 14,29% от массы НВ. После омыления фракции кислоты и неомыляемые вещества разделились поровну.

Группами веществво фракции углеводородов являются алифатические предельные и непредельные углеводороды C_{12}-C_{29}(35,94% от массы фракции), сесквитерпены (20,85% от массы фракции) и продукты деградации фитостеринов (25,10% от массы фракции). Два соединения из продуктов

деградации фитостеринов составляют 25% от массы фракции углеводородов: стигмаста-3,5-диен (8,63%) (рис.2) и стигмастан-3,5,22-триен(16,47%) (рис.3), являются основными соединениями фракции углеводородов.

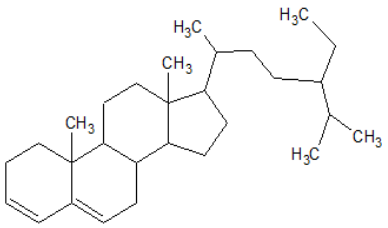


Рис.2. Стигмаста-3,5-диен.

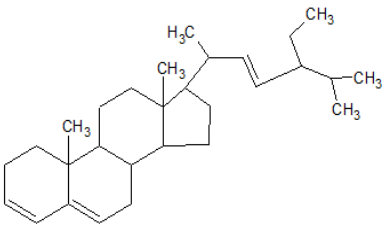


Рис.3 Стигмастан-3,5,22-триен.

Основными компонентами кислотной составляющей фракции 2 являются НЖК такие, как олеиновая (9,22%), пальмитолеиновая (5,41%), 6,9-линолевая кислоты (4,22%), и насыщенная жирная кислота пальмитиновая (14,19%). Неомыляемая фракция в основном представлена стеринами и тритерпеновыми спиртами, а также кетонами и альдегидами. Основными из них являются: 24-метиленциклоартанон (2,34%), Ланоста-8,24-диен-3-он (2,47%), Октакозаналь (11,04%), α1-ситостерин (9,57%), эпилупеол(α-OH) ацетат (3,96%), лупеол (3,78%), ситостерол (3,29%).

Мискантус гигантский при определении состава углеводоров и, условно названных, сложных эфиров достаточно богаты ненасыщенными жирными кислотами и фитостеринами, которые применяются в пищевой промышленности и фармацевтической промышленности.

Библиографический список

1. Корчагина, А.А. Мискантус гигантский сорта «КАМИС» – новое сырье для нитратов целлюлозы / А.А. Корчагина, Ю.А. Гисматулина, В.В. Будаева, В.Н. Золотухин, Н.В. Бычин, Г.В. Сакович // Журн. Сиб. федер. унта. Химия, 2020. 13(4). С. 565–577. DOI: 10.17516/1998-2836-0206.

2. Kowalczyk-Juśko A., Mazur A., Pochwatka P., Janczak D., Dach J. Evaluation of the effects of using the giant Miscanthus (Miscanthus giganteus) biomass in various energy conversion processes // Energies. 2022. Vol. 15, no. 10. P. 3486. https://doi.org/10.3390/en15103486.

3. Nebeska D., Trögl J., Ševců A., Špánek R., Marková K., Davis L., et al. Miscanthus giganteus role in phytodegradation and changes in bacterial community of soil contaminated by petroleum industry // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2021. Vol. 224. P. 112630.

ВЛИЯНИЕ ХВОЙНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ НА СНИЖЕНИЕ МЕТАНОГЕНЕЗА У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Короткий В.П., himinvest@sandy.ru
Научно-технический Центр «Химинвест»
Зайцев В.В., himinvest@sandy.ru,
Самарский государственный аграрный университет
Рощин В.И.,
Миксон Д.С.,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Рыжов В.А., woodnn@yandex.ru,
Научно-технический Центр «Химинвест»

Жвачные животные являются основными производителями метана (CH_4), они могут производить от 250 до 500 литров метана в день [2]. Такой уровень производства приводит к высокой оценке вклада крупного рогатого скота в глобальное потепление. На выбросы метана от крупного рогатого скота влияют многие факторы: уровень потребления корма, тип углеводов в рационе, подготовка корма и т. д. Манипулирование этими факторами может снизить выбросы метана от крупного рогатого скота. Переваривание корма в рубце микроорганизмами в анаэробных условиях приводит к образованию ацетата, пропионата и бутирата, которые используются животными в качестве источника энергии, а также к производству диоксида углерода (CO_2) и CH_4, который устраняется посредством отрыжки [3]. Все эти газы производятся в рубце в процессе метаногенеза. Помимо негативного воздействия на окружающую среду, это процесс, представляющий собой потерю 2-15% общей потребляемой энергии животным, приводит к непродуктивному использованию пищевой энергии [4].

Методы управления этим процессом включают устранение простейших, использование антибиотиков, использование источников липидов, органических кислот и ионофоров или изменение структуры рационов [1]. С глобальной точки зрения, CH_4 является главным парниковым газом (ПГ), потенциал которого в 23 раза выше, чем у углекислого газа, и на его долю приходится 16% от общих глобальных выбросов ПГ.

От домашнего скота наибольшее количество CH_4 образуется в результате кишечной ферментации, которая представляет собой естественный процесс, производимый жвачными животными, на долю которых приходится треть метана.

В связи с этим разработка методов снижения выделения метана жвачными животными, является актуальной задачей науки и практики.

По мнению многих авторов использование в рационах фитобиотиков и эфирных масел способствует снижению метанообразования в рубце.

В задачу нашего исследования входило изучение влияния хвойной энергетической добавки (ХЭД) на молочную продуктивность, качество молока и выделения метана лактирующими коровами.

Исследования проводили в производственных условиях на двух группах коров черно-пестрой породы (по 10 голов в каждой) после отела с проведением предварительного (уравнительного) периода (10 дней), подобранных по продуктивности, лактации с соблюдением Международных рекомендаций Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых при экспериментальных исследованиях (1986). Коровы контрольной группы получали основной рацион (ОР), в состав которого входит сенаж многолетних трав, силос кукурузный, сено бобовое, комбикорм и патока. Коровы опытной группы кроме основного рациона получали хвойную энергетическую добавку в дозе 150 г/гол в сутки. Добавку смешивали с комбикормом и давали однократно в утреннее кормление.

Продолжительность научно-хозяйственного опыта составила 60 дней. Животные контрольной и опытных групп были размещены в одном помещении.

Хвойная энергетическая добавка (ХЭД), производимая ООО НТЦ «Химинвест» (Нижний Новгород) представляет собой смесь натуральных компонентов [5].

Глицерин является основным компонентом всех жиров (триглицериды). Он частично ферментируется в рубце в масляную и в пропионовую кислоту. Масляная кислота оказывает положительное влияние на эпителий рубца. Она частично адсорбируется, поступает в печень, там преобразовывается в глюкозу.

Хвойный экстракт является натуральным витаминоносителем. Хвоя содержит каротин, хлорофилл, ксантофилл и другие вещества, играющие роль в обмене веществ и в синтезе ряда новых витаминов в организме; причем каротина, являющегося провитамином А, содержится в хвое в два раза больше, чем в моркови. В зимний и осенний периоды дефицит витаминов можно восполнить добавкой в рацион хвои сосны и ели, богатой витаминами А, С, B_2, К, Е, Р.

Методы исследования. В период проведения исследований определяли химический состав задаваемых кормов, молочную продуктивность и качество молока коров, рассчитывали количество выделенного коровами метана. Приросты живой массы (валовой, среднесуточный) рассчитаны на основе индивидуальных взвешиваний подопытных животных

Удой (валовой, среднесуточный) рассчитан на основе проводимых контрольных доек от всех подопытных животных.

Для определения качества молока подопытных животных отбирались средние пробы молока и в научно-исследовательской лаборатории ФГБОУ ВО Самарский ГАУ были определены массовые доли жира, белка, лактозы, СОМО.

Для анализа компонентного состава молока коров использовали аналитическую систему MilkoScan 7/Fossomatic 7 DC (Дания). MilkoScan 7 является спектрофотометром, работа которого основана на инфракрасной спектрофотометрии с преобразованием Фурье.

Выделение метана животными контрольной и опытной групп рассчитывали по уравнению регрессии, предложенному Stefanie W. Engelke et al. (2018):

361.4+18.9 x DMI+ 28.5 x C18:0 + (-23.6) x C18:1cis,

где DMI - потребление сухого вещества кг/день

C18:0 - содержание стеариновой кислоты (% от общего количества жира)

C18:1cis - содержание олеиновой кислоты (% от общего количества жира)

Полученные в опыте материалы обработаны биометрически с использованием t-критерия Стьюдента. При этом вычислены следующие величины: среднеарифметическая (M), среднеквадратическая ошибка (m) и показатель существенной разницы (P). Результаты исследований считали высокодостоверными при $P<0,001$ и достоверными при $P<0,01$ и $P<0,05$. При $P<0,1$, но $P>0,05$ - тенденция к достоверности полученных данных. При $P>0,1$ разницу считали недостоверной.

Выводы. На основании проведённых исследований можно заключить, что включение в состав рациона хвойной энергетической добавки (ХЭД) приводило:

- к снижению на 33% выбросов метана от коров, так в контрольной группе коров отмечено максимальное количество метана - 446,6 л в сутки, тогда как в опытной 333,84 л;

- к увеличению среднесуточных удоев молока натуральной жирности на 11,9-12,2%, при снижении затрат кормов на единицу получаемой продукции.

При этом условно чистый доход от применения хвойной энергетической добавки составил 2617,6 рублей за период эксперимента в расчёте на одно животное.

Библиографический список:

1. Getabalew, M., Methane Production in Ruminant Animals: Implication for Their Impact on Climate Change / M. Getabalew, T. Alemneh, D. Akeberegn//Concepts of Dairy & Veterinary Sciences. - 2019.-4.-P. 204-210.

2. Olijhoek, D. Methane production by ruminants. Department of Animal science AU-Foulum/ D. Olijhoek, P. Lund// Aarhus University, Denmark. - 2017.

3 Kim, E.T. Effects of plant extract on microbial population, methane emission and ruminal fermentation characteristics in in vitro/ E.T. Kim, C.H. Kim, K.C. Min, S.S. Lee// Asian-Aust. J. Anim. Sci.-2012.- 2.-P. 806-811.

4. Martin, C. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale/ C. Martin, D.P. Morgavi, M. Doreau// Animal. - 2009.- 4(3). - P. 351-365.

5. Патент РФ 2543814 Хвойно-энергетическая добавка/ Короткий В.П, Рыжов В.А., Турубанов А.И, Рощин В.И., Баюнова Е.А., Прытков Ю.Н, Рыжова Е.С. Опубл. 10.03.2015.б Бюл. № 7

СОСТАВ СОЕДИНЕНИЙ ЭКСТРАКТА ИЗ ШРОТА ПИХТЫ СИБИРСКОЙ ПОСЛЕ CO_2-ЭКСТРАКЦИИ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ

Кузьмина А.С., genskayalogika@gmail.com,
Миксон Д.С., ms.mikson@mail.ru, Рощин В.И., kaf.chemdrev@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М.Кирова

Одним из крупнейших предприятий по переработке древесной зелени, в частности древесной зелени пихты сибирской (*Abies sibirica* L.), является

томский завод «SIBEX». Предприятие использует технологию углекислотной экстракции и производит следующие продукты: «клеточный сок» - водорастворимая фракция, включающая в себя витамины группы В, С, минеральные соединения и мальтол; а также масляная фракция. Показано, что жидкий CO_2 не способен в полной мере извлекать экстрактивные вещества из древесной зелени [1]. Таким образом, отходом производства является шрот – неизученный остаток, древесной зелени после углекислотной экстракции.

Соответственно, объектом исследования является шрот пихты сибирской с томского завода «SIBEX». Методика выделения экстрактивных веществ, извлекаемых петролейным (ПЭ) и диэтиловым эфирами (ДЭ) из изопропанольного (ИПС) экстракта была описана нами ранее [2]. После ПЭ-растворимую и ДЭ-растворимую части по кислотно-щелочной схеме разделяли на следующие группы веществ: нейтральные вещества и кислоты. Массы нейтральных веществ: ДЭ-экстракта – 1,16 г; ПЭ-экстракта – 39 г. Нейтральные вещества ДЭ-экстракта разделяли на отдельные группы веществ методом колоночной хроматографии на силикагеле. Первая фракция элюировалась из колонки чистым ПЭ и содержала углеводороды. Контроль за выходом веществ производился методом тонкослойной хроматографии на силикагелевых пластинах «SILUFOL UF-254». Отбирали соединения, элюируемые до пятна, соответствующего уровню подъема сквалена. Выход фракции составил 0,15 г (3,5%) от массы ДЭ-экстракта. Основной составляющей фракции являются углеводороды, подробный состав веществ представлен в табл. 1.

Табл. 1. Состав соединений углеводородной фракции диэтилового экстракта

Вещество	*Содержание, % от фракции*
Алифатические предельные углеводороды	
Нонадекан	Следы
Гептадекан	3,13
Генэйкозан	6,34
Докозан	8,01
Трикозан	9,73
Тетракозан	10,82
Пентакозан	9,23
Гексакозан	7,52
Гептакозан	6,22
Октакозан	4,34
Нонакозан	3,45
Триаконтан	3,22
Алифатические непредельные углеводороды	
1-гексадецен	2,00
1-октадецен	2,62
Дитерпеновые соединения	
18-нордегидроабиетан	1,88
Тритерпеновые соединения	
Сквален	2,34
Дитерпеноиды	
Метилдегидроабиетат	следы

Другие соединения	
Не идентифицировано	11,30

Нейтральные вещества ПЭ-экстракта анализировали аналогично ДЭ-экстракту. Выход фракции углеводородов составил 0,55 г (0,52%) от массы ПЭ-экстракта. Основной составляющей фракции являются углеводороды, подробный состав веществ представлен в табл. 2.

Табл. 2. Состав соединений углеводородной фракции петролейного экстракта

Вещество	*Содержание, % от фракции*
Монотерпеновые соединения	
α-пинен	0,94
Камфен	3,49
β-пинен	0,91
α-метилстирен	0,75
β-мирцен	Следы
3-карен	8,17
n-цимен	0,85
D-лимонен	4,49
β-фелландрен	2,59
γ-терпинен	0,58
Сесквитерпеновые соединения	
α-лонгипинен	1,70
Иланген	1,16
Копаен	0,49
Селинен	0,86
Цедрен	0,29
ε-муролен	2,92
Лонгифолен	7,13
α-хамигрен	0,95
Кариофиллен	10,51
Изокариофиллен	2,54
α-гумулен	6,19
γ-муролен	0,24
β-селинен	0,86
α-селинен	0,61
α-муролен	1,06
β-бисаболен	7,50
δ-кадинен	0,35
Каламинен	0,20
Дитерпеновые соединения	
Пимарадиен	1,24
18-нордегидроабиетан	0,58
18-нордегидроабиета-3-ен	1,41
Дегидроабиетан	4,27
19-нордегидроабетан	3,50
Цембрен	3,65
Алифатические предельные углеводороды	
Трикозан	6,48
Пентакозан	2,03
Гептакозан	2,10

Нонакозан	0,58
Гентриаконтан	0,51
Тритерпеновые соединения	
Сквален	0,37
Другие соединения	
Кумол	0,97
Не идентифицировано	2,90

Стоит отметить, что основными группами веществ во фракции углеводородов нейтральных соединений ДЭ-экстракта являются алифатические предельные (72,01% от массы фракции) и непредельные соединения (4,62% от массы фракции) с количеством атомов углерода от С16 до С31. Во фракции углеводородов нейтральных соединений ПЭ-экстракта преобладают, в основном, терпеновые соединения, а также алифатические с нечетным количеством атомов углерода от C_{17} до C_{31}. Монотерпены составляют 23,52% фракции; сесквитерпены – 48,96%, дитерпены – 15,26%; алифатические соединения – 11,7%. В обеих фракциях присутствует сквален – тритерпеновое соединение, активно применяющееся в производстве косметической продукции. Алифатические соединения входят в состав натуральных восков пихты, покрывающих и защищающих хвою от внешних воздействий.

Библиографический список

1. Ушанова В.М. Комплексная переработка древесной зелени и коры пихты сибирской с получением продуктов, обладающих биологической активностью. 2012. С. 12-19.
2. Кузьмина А.С., Миксон Д.С., Рощин В.И. Исследование состава кислот шрота пихты сибирской после СО2-экстракции // Актуальные вопросы лесного хозяйства. Материалы VII международной молодежной научно-практической конференции.2023. С.28-30.

МИКРОВОЛНОВАЯ ДЕЛИГНИФИКАЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ КАК СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛУЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ФОРМЕ ПОРОШКА

Кушнир Е.Ю., eugenekuschnier@gmail.com,
Базарнова Н.Г.
Алтайский государственный университет

Древесина служит основным сырьем для промышленного производства целлюлозы со второй половины XIX в. [4]. По итогам 2022 г. в мире из древесного сырья произведено 158 млн т технической целлюлозы, 28,9 млн т древесной механической массы и полуцеллюлозы; производство целлюлозы из недревесного сырья составило лишь немногим более 11,5 млн т [8]. Интенсивная эксплуатация естественных лесов и неэффективное использование лесных ресурсов привели к значительному приросту доли низкотоварной древесины в

общем объеме запасов древесины в российских лесах [5]. В связи с этим одной из первостепенных задач развития целлюлозно-бумажной отрасли является увеличение доли использования древесных отходов и низкосортной древесины для снижения потребления качественного сырья в основном производстве [3, 7].

Значение низкотоварной и низкокачественной древесины в качестве топлива ежегодно снижается [5]. Химическая переработка низкосортной древесины и древесных отходов может иметь более высокую рентабельность по сравнению с их утилизацией сжиганием [6]. Однако увеличение доли низкокачественного древесного сырья в широко применяемых процессах целлюлозно-бумажного производства зачастую приводит к уменьшению степени провара и ухудшению механических свойств волокнистых полуфабрикатов [2]. По этой причине в настоящее время целесообразно разрабатывать процессы химической переработки низкосортной древесины и древесных отходов с получением новых продуктов, обладающих комплексом практически ценных свойств. В частности, опилки, на которые приходится 14–26 % биомассы балансовой древесины, подвергаемой механической переработке [1], являются подходящим сырьем для получения порошковых целлюлозных материалов.

В данной работе исследован процесс получения полуцеллюлозы и технической целлюлозы в форме порошка микроволновой делигнификацией опилок древесины сосны (*Pinus sylvestris* L.) надуксусной кислотой (НУК). Оценено влияние расхода НУК и продолжительности варки на выход продуктов делигнификации (в пересчете на абсолютно сухое сырье). В эксперименте использовали фракцию опилок с размерами 0,315–0,630 мм и содержанием целлюлозы 49,6 %, лигнина 28,0 %, гемицеллюлоз 16,5 %. НУК получали взаимодействием H_2O_2 с CH_3COOH в присутствии H_2SO_4. Измельченную древесину обрабатывали растворами НУК под воздействием микроволнового излучения (МВИ) с частотой 2450 МГц. Продукты делигнификации промывали водой и высушивали при 103 °С до постоянной массы.

Показано, что МВИ интенсифицирует процесс делигнификации, вызывая глубокую окислительную деструкцию лигнина уже в течение первых 5 мин обработки измельченной древесины растворами НУК. Для делигнификации древесных опилок использовали варочные растворы, содержащие 5–15 % НУК, 3–8,4 % H_2O_2 и 0,05 моль/дм^3 H_2SO_4. Увеличение начальных концентраций НУК с 5 до 10–15 % и H_2O_2 с 3 до 5,6–8,4 % приводит к повышению белизны продуктов делигнификации. Однако при этом в течение первых 30 мин варки происходит значительное уменьшение выхода полуцеллюлозы и технической целлюлозы (рис. 1), в основном обусловленное деструкцией гемицеллюлоз пероксидными соединенями.

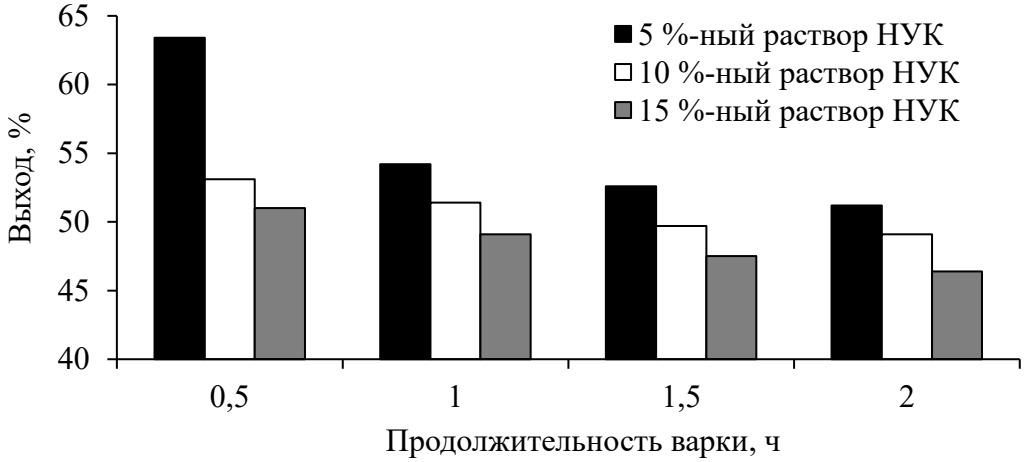


Рис. 1. Выход продуктов делигнификации в зависимости от концентрации НУК и продолжительности варки (жидкостный модуль 1:50)

Использование начальных концентраций НУК в пределах 14–15 % и H_2O_2 в пределах 7,6–8,4 % позволяет сократить расход варочного раствора на единицу массы сырья в два раза без существенного влияния на выход и продолжительность процесса получения порошковых целлюлозных материалов (рис. 2). Методом сканирующей электронной микроскопии установлено, что продукты микроволновой делигнификации имеют вид грубодисперсных порошков с сохранившейся структурой слоев клеточных стенок древесины, подвергнутой механическому разрушению.

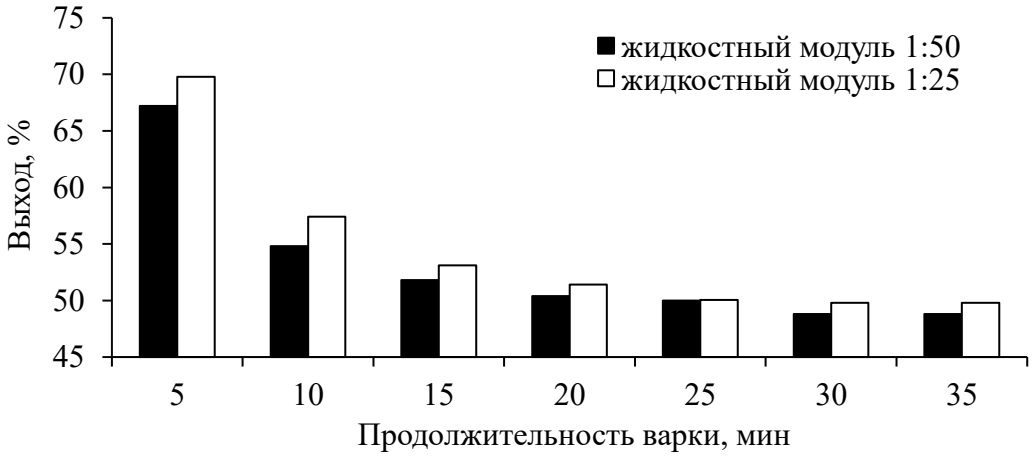


Рис. 2. Выход продуктов делигнификации в зависимости от жидкостного модуля и продолжительности варки (концентрация НУК 15 %)

Оптимальная продолжительность получения полуцеллюлозы и технической целлюлозы из опилок древесины сосны под воздействием МВИ составила 5–10 и 10–30 мин соответственно. Результаты исследования свидетельствуют об эффективности микроволновой окислительной делигнификации как способа получения порошковых целлюлозных материалов из отходов механической переработки древесины.

Библиографический список
1. Баланс древесины в лесопильном производстве при изготовлении пиломатериалов // Бюллетень Ассоциации «ЛЕСТЕХ», 2024. – № 1 (15). – С. 54–55.
2. Вьюков Б.Е. Эффективность использования крупной фракции технологической щепы // Целлюлоза. Бумага. Картон, 2009. – № 5. – С. 56–57.
3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 1-2022 «Целлюлозно-бумажное производство». – М.: Бюро НДТ, 2022. – С. 24–25.
4. Кононов Г.Н., Веревкин А.Н., Сердюкова Ю.В., Миронов Д.А. Древесина как химическое сырье. История и современность. IV. Делигнификация древесины как путь получения целлюлозы. Часть I // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. – Т. 26. – № 1. – С. 97–113.
5. Куницкая О. Обработка низкотоварной древесины на комплексных лесопромышленных предприятиях. Направления диверсификации с использованием инновационных технологий // ЛесПромИнформ, 2016. – № 1 (115). – С. 84–89.
6. Передерий С., Крылов В. Высокорентабельная технология промышленной переработки древесины. Поговорим о возможностях // ЛесПромИнформ, 2020. – № 1 (147). – С. 116–121.
7. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года: [утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.02.2021 № 312-р]. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202102170022 (дата обращения: 07.04.2024).
8. Forestry Production and Trade // FAOSTAT, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations. – URL: https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO (дата обращения: 07.04.2024).

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ПРИРОСТ СТЕПЕНИ ПОМОЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ ПРИ БЕЗНОЖЕВОМ РАЗМОЛЕ

Литвинова М.М., marg32883@gmail.com,
Алашкевич Ю.Д., alashkevichud@sibsau.ru,
Марченко Р.А., marchenkora@sibsau.ru,
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева

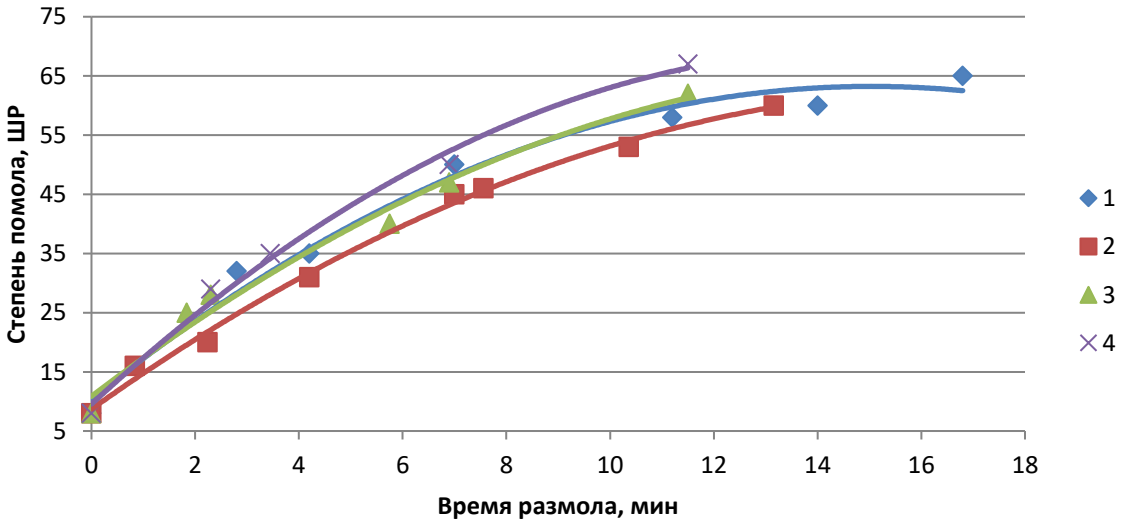
Техническая конопля, является универсальной и экологически безвредной культурой, которая вызывает интерес благодаря своей способности повышать устойчивость целлюлозно-бумажного производства. Последние достижения в области производства бумаги позволили использовать техническую коноплю в качестве жизнеспособной замены традиционным материалам, получаемым из древесины, благодаря ее экологичным свойствам и меньшему воздействию на

окружающую среду. Техническая конопля является убедительным обоснованием перехода бумажной промышленности к более экологичным методам производства [2].

В Сибирском государственном университете им. М.Ф. Решетнева на кафедре Машин и аппаратов, промышленных технологий были проведены исследования по переработке волокон технической конопли. Первоначальная подготовка включала в себя измельчение лубяной части стебля конопли. Учитывая, что волокна технической конопли имеют длину от 2 до 4 метров, перед дальнейшей обработкой их необходимо предварительно измельчить. Следовательно, начальная фаза процесса включала в себя этап предварительного измельчения с использованием дробилки-дезинтегратора «Рекорд» [1]. Последующие этапы переработки включали термическую обработку измельченных волокон при температуре 100°С в течение различной продолжительности времени.

Последующий этап включал размол обработанного материала с использованием безножевой установки типа «Струя-преграда» [3]. Этот эксперимент проводился при давлении в рабочем цилиндре 12 МПа. Устройство оснащалось соплом с внутренним диаметром 2 мм, предназначенным для распыления струи волокнистой суспензии на преграду, при этом струя суспензии выбрасывалась со скоростью 130 м/с.

На рис. 1 показана зависимость степени помола от времени размола по шкале Шоппер-Риглера.



1 – Без термообработки; 2 – Термическая обработка в течении 10 минут; 3 – Термическая обработка в течении 60 минут; 4 – Термическая обработка в течении 90 минут

Рис. 1 - Степень помола по шкале Шоппер-Риглера от времени размола

Из рисунка видно, что не зависимо от времени термической обработки полуфабриката и без термообработки полуфабриката, качественные и количественные зависимости близки друг к другу. Во всех случаях имеет место изменение степени помола осуществляется по параболической зависимости. Количественные зависимости также близки друг к другу, разница в показателях составляет примерно 7-10%. Учитывая эти обстоятельства, на наш взгляд, отсутствует необходимость проводить термическую обработку полуфабриката,

целесообразнее использовать в качестве полуфабриката лубяной слой технической конопли, подверженной предподготовкой в виде измельчения длины волокон до 3-5 мм. Во всех случаях степень помола повышается с увеличением времени размола.

Выводы:

1. Параболический характер качественных изменений при размоле безножевым способом остается неизменным независимо от продолжительности термической обработки.

2. Количественные зависимости размола по шкале Шоппера-Риглера более заметно, когда материал подвергается 90-минутной термической обработке по сравнению с массой без термической обработки.

Библиографический список:

1. Карелина, А. А. Предподготовка однолетних растений для размола массы высокой концентрации в дисковых мельницах / А. А. Карелина, Ю. Д. Алашкевич, В. А. Кожухов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы VII Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 25–27 мая 2022 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2022. – С. 176-179.

2. Конкурсное сортоиспытание перспективного селекционного материала конопли посевной / В. А. Серков, Р. О. Белоусов, М. Р. Александрова, О. К. Давыдова // Нива Поволжья. – 2019. – № 2(51). – С. 91- 100.

3. Патент № 2363792 C1 Российская Федерация, МПК D21C 1/00. установка для измельчения волокнистого материала: № 2008119775/12: заявл. 19.05.2008: опубл. 10.08.2009 / Ю. Д. Алашкевич, В. И. Ковалев, А. И. Невзоров, Р. А. Марченко; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирский государственный технологический университет".

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ В РОССИИ

Мельничук М.С., mariya.melnichuk@inproec.com,
Дубовый В.К., dubovy2004@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Высшая школа технологии и энергетики

В данной работе анализируются литературные источники, касающиеся производства целлюлозы для химической переработки, а также исследуются предпосылки и возможности создания в России производства целлюлозы для химической переработки.

Целлюлоза для химической переработки – это белёная целлюлозная масса, характеризующаяся высокой степенью химической чистоты и содержащая более 90 % альфа-целлюлозы.

Основные характеристики целлюлозы для химической переработки представлены в табл. 1.

Табл. 1. Основные характеристики целлюлозы для химической переработки

Характеристика	Ед. изм.	Значение
Белизна ISO	%	88-92
Вязкость	мл/г	400-600
Содержание альфа-целлюлозы	%	93-95
Зольность	%	<0,1

Наиболее распространенной продукцией, в производстве которой используется целлюлоза для химической переработки является:

• вискозное волокно – используется в производстве текстиля и нетканых специальных материалов промышленного назначения (здравоохранение, автомобильная промышленность и др.).

• микрокристаллическая целлюлоза – применяется в фармацевтической промышленности в качестве связующего, и в пищевой промышленности в качестве загустителя.

• ацетаты целлюлозы – применяются в текстильной промышленности, в производстве высококачественных пластиков и в химической промышленности (лаки, краски и др.).

• эфиры целлюлозы – потребляются в пищевой, фармацевтической и химической промышленностях.

Целлюлоза для химической переработки в основном применяется для производства, используемого в текстильной промышленности вискозного волокна.

Помимо степени чистоты, значимым критерием качества целлюлозы для производства вискозного волокна является ее вязкость, которая должна находиться в диапазоне 400-600 мл/г (и снижаться до 200-250 мл/г в процессе производства вискозы). Слишком низкая вязкость может вызвать гелеобразное набухание раствора вискозы, что может затруднить фильтрацию, а также может отрицательно сказаться на физической прочности получаемого целлюлозного волокна, в то время как слишком высокая вязкость вызовет неоднородность целлюлозы в процессе обработки.

Основные факторы, которые оказывают влияние на физико-механические свойства производных целлюлозы для химической переработки, это длина и форма волокна, его шероховатость, а также распределение длины волокон.

Вид волокна, а также технологические методы производства целлюлозы для химической переработки являются определяющими для получения конечного вида продукции.

Качество конечной продукции из целлюлозы для химической переработки в значительной степени зависит от используемого сырья (лиственные или хвойные породы древесины). Поскольку содержание лигнина в древесине хвойных пород выше по сравнению с лиственной древесиной, остаточное содержание лигнина в целлюлозе из хвойной древесины после варки выше, а степень белизны ниже [1]. Однако лиственные породы древесины отличаются более высоким содержанием гемицеллюлоз, которые необходимо удалять при производстве целлюлозы для химической переработки проведением предварительного гидролиза [2].

В зависимости от целевого назначения целлюлозы выбирается способ её получения. Существуют два основных способа производства целлюлозы для химической переработки:

1. Сульфитная варка.

Производственный процесс получения целлюлозы для химической переработки сульфитным способом аналогичен технологии получения целлюлозы для производства бумаги. У сульфитной целлюлозы для химической переработки выше реакционная способность и более высокая и равномерная степень полимеризации, чем у сульфатной. Для сульфитного способа варки более предпочтительным сырьём являются малосмолистые породы древесины (ель, пихта).

2. Сульфатная варка с предгидролизом (паровой или водный).

Отличием от сульфитной варки является процесс деполимеризации и растворения гемицеллюлозы, осуществляемый на этапе гидролиза до стадии варки. Путем регулировки интенсивности процесса гидролиза остаточное содержание гемицеллюлозы можно свести до низкого уровня. В результате процесса получается масса, содержащая 96 % альфа целлюлозы.

Водный предгидролиз применяется чаще. Роль катализатора, ускоряющего гидролиз гемицеллюлоз, выполняют органические кислоты, главным образом уксусная и муравьиная, образующиеся при водной варке за счет отщепления ацетильных и формальных групп от полисахаридов.

Паровой предгидролиз – это разновидность водного предгидролиза. При его использовании отпадает необходимость отбирать гидролизат и утилизировать переходящие в раствор сахара. Метод мокрой пропарки приводит к получению целлюлозы с несколько меньшим содержанием альфа-целлюлозы и большим количеством пентозанов по сравнению со способом водной варки. Кроме того, из-за отсутствия циркуляции жидкости на стадии предгидролиза увеличивается неоднородность целлюлозы по объему котла [3].

Основным преимуществом сульфатного способа варки является возможность использования в качестве сырья любых пород древесины.

Анализ литературных источников показал, что производство целлюлозы для химической переработки является очень важной отраслью в современном мире. Масштабный выпуск целлюлозы для химической переработки в России остановился с закрытием Байкальского ЦБК в 2013 г. Рынок России по продуктам целлюлозы для химической переработки, в основном, покрывается за счёт импорта из дружественных стран. Наличие сырьевой базы, отсутствие крупных игроков на рынке продуктов, потребность в импортозамещении,

высокий экспортный потенциал и ежегодный рост спроса создаёт благоприятные условия для создания производства целлюлозы для химической переработки в России. В текущем состоянии российской целлюлозно-бумажной промышленности может представлять интерес проведение стадии облагораживания для ускорения процесса получения целлюлозы для химической переработки, используя в качестве исходного сырья техническую лиственную целлюлозу с предприятий на территории России (товарную целлюлозу).

Библиографический список:

1. Терентьева Э. П. Химия древесины, целлюлозы и синтетических полимеров. Учебное пособие. В 2 частях. Часть 2 / Э. П. Терентьева, Н. К. Удовенко, Е. А. Павлова – Санкт-Петербург: СПбГТУРП, 2015. – 83 с. – Текст: непосредственный.
2. Технологические особенности производства растворимой целлюлозы из лиственных пород древесины / В.А. Липин, Е.Д. Софронова, А.П. Михайловская, С.Ф. Гребенников, О.Ю. Лейман. – Текст: непосредственный // Технология лёгкой промышленности – 2018. – №1. – С. 112.
3. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 томах. Т. 1, Часть 2. Сырьё и производство полуфабрикатов. Производство полуфабрикатов / Г. Л. Аким, Р. Б. Белодубровский, А. В. Буров, Э. И. Гермер и др.; – Санкт-Петербург: Политехника, 2003. – 633 с. ISBN 5-7325-0708-6. – Текст: непосредственный.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКНИСТОГО ПОЛУФАБРИКАТА ИЗ СОЛОМЫ ХЛЕБНЫХ ЗЛАКОВ ДЛЯ ТАРОУПАКОВОЧНЫХ ВИДОВ БУМАГ

Морозов В.Ю., vitmor50@gmail.com,
Симонова Е.И., bliznyakova1989@mail.ru,
Дубовый В.К., dubovy2004@mail.ru,
Демьянцева Е.Ю., demyantseva@mail.ru,
Санкт Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Высшая школа энергетики

На текущий момент одним из наиболее массовых видов бумаг, являются тароупаковочные. Достаточно быстрыми темпами растет производство упаковочной бумаги из первичных полуфабрикатов. Поиск альтернативных источников целлюлозного сырья, является одной из актуальных задач. Исследования в области получения волокнистых полуфабрикатов из малоликвидного недревесного растительного сырья представляются важными, для решения сырьевой проблемы в ЦБП. Одним из наиболее перспективных и реально возможным источником целлюлозного сырья является – солома хлебных злаков.

Основными компонентами растительных клеток являются целлюлоза, гемицеллюлозы и лигнин. Компонентный состав соломы обусловливает

производство из нее разнообразных ценных продуктов. Химический состав соломы неоднороден и изменяется в зависимости от вида культуры (пшеница, рожь, овес, и т. д.), климатической зоны, времени посева (яровая, озимая, озимая-стерновка), способов уборки, хранения и других факторов. В табл. 1 представлен компонентный состав исследуемой соломы хлебных злаков.

Табл. 1– Компонентный состав соломы хлебных злаков

Компоненты, массовая доля от абсолютно сухого сырья (а.с.с.)	Ед. измерения	Значение показателя
Целлюлоза	%	46,3
Лигнин	%	23,6
Легкогидролизуемые полисахариды	%	5,4
Трудногидролизуемые полисахариды	%	7,2
Зольность	%	12,5
Экстрактивные вещества растворимые в органических растворителях	%	3,2

Отличительными особенностями исследуемой соломы хлебных злаков, можно отметить, высокое содержание минеральных компонентов и лигнина. Особенность соломы злаковых культур состоит в том, что основное количество жировоскового слоя сосредоточено на внешней и внутренней поверхности стебля. Он выполняет защитную функцию и придает поверхности соломины гидрофобные свойства. Высокое содержание целлюлозы в соломе свидетельствует о целесообразности использования такого сырья для переработки, однако затруднения при варке соломы могут вызывать содержащиеся в ней минеральные и жировосковые вещества, препятствующие проникновению варочных реагентов внутрь лигноуглеводной матрицы [1].

Низкотемпературная щелочная обработка, один из перспективных способов получения волокнистых полуфабрикатов из недревесного растительного сырья, в частности соломы хлебных злаков [2].

В ходе исследовательской работы определяли влияние таких технологических параметров, как температура, концентрация гидроксида натрия и продолжительность обработки.

Низкотемпературную обработку гидроксидом натрия проводили в реакторе, при атмосферном давлении, гидромодуль обработки составлял 5:1.

Технологические параметры:

температура обработки: 70, 80, 90 ºС;

продолжительность обработки: 60, 120, 180 минут;

расход гидроксида натрия: 5, 10, 15 % от абсолютно сухого сырья (а.с.с.)

Полученный волокнистый полуфабрикат анализировали по показателям выход и степень делигнификации в ед. Каппа (ГОСТ 10070). Результаты анализа представлены в табл. 2-4

Табл. 2 – Характеристика волокнистых полуфабрикатов из соломы хлебных злаков, полученных низкотемпературной щелочной обработкой в зависимости от температуры обработки, продолжительность обработки 120 минут, расход гидроксида натрия 10 %

Наименование показателя	Температура, 70 º С	Температура, 80 º С	Температура, 90 º С
Выход волокнистого полуфабриката, %	70	58	48
Степень делигнификации, ед. Каппа	75	68	60

При температуре 70-80 °С полученный волокнистый полуфабрикат, отличается высокой степенью непровара. Из представленных в таблице данных можно заключить, что предпочтительный вариант делигнификации – проведение щелочной обработки злаков при температуре 90°С.

Табл. 3 – Характеристика волокнистых полуфабрикатов из соломы хлебных злаков, полученных низкотемпературной щелочной обработкой в зависимости от продолжительности обработки, температура обработки 90 º С, расход гидроксида натрия 10 %

Наименование показателя	продолжительность 60 минут	продолжительность 120 минут	продолжительность 180 минут
Выход волокнистого полуфабриката, %	80	48	40
Степень делигнификации, ед. Каппа	73	60	50

Волокнистый полуфабрикат, полученный при продолжительности обработки 60 минут, характеризуется высоким выходом, одновременно с этим, следует отменить высокую степень непровара, который можно определить визуально. При проведении щелочной обработки 180 минут, происходит существенное снижение выхода волокнистого полуфабриката. Таким образом, оптимально проводить низкотемпературную щелочную обработку соломы хлебных злаков продолжительностью 120 минут.

Табл. 4 – Характеристика волокнистых полуфабрикатов из соломы хлебных злаков, полученных низкотемпературной щелочной обработкой в зависимости от расхода гидроксида натрия, температура обработки 90 º С, продолжительность обработки 120 минут

Наименование показателя	5 % NaOH	10 % NaOH	15 % NaOH
Выход волокнистого полуфабриката, %	65	48	45
Степень делигнификации, ед. каппа	70	60	55

Из представленных в таблице данных видно, что наиболее приемлемым расходом гидроксида натрия является 10 %.

Из волокнистого полуфабриката, полученного при следующих условиях: гидромодуль 5:1, температура 90 °С, продолжительность 120 минут, расход гидроксида натрия 10 % от а.с.с., получали лабораторные образцы бумаги, массой 100 г/м^2. Проводили исследования по основным физико-механическим показателям. Результаты, исследования представлены в табл. 5. Для сравнения

показателей приведены данные по ГОСТ 8273-75 «Бумага оберточная. Технические условия» для марки Б.

Табл. 5 – Физико-механические показатели лабораторных образцов бумаги из волокнистых полуфабрикатов из соломы хлебных злаков

Наименование показателя	NaOH, расход 10 % от а.с.с.	Бумага оберточная марки Б
Масса $м^2$, г	100	100
Толщина, мм	0,13	-
Разрывная длина, м	8600	5300
Относительное сопротивление продавливанию, кПа	305	300

Таким образом по результатам проведенных исследований определены технологические параметры получения волокнистого полуфабриката низкотемпературной щелочной обработкой из соломы хлебных злаков. Получены лабораторные образцы бумаги, массой 100 г/$м^2$, физико-механические показатели лабораторных образцов значительно превышают показатели по ГОСТ для оберточной бумаги марки Б. Солома хлебных злаком является перспективным сырьем для получения волокнистых полуфабрикатов для тароупаковочных видов бумаг.

Библиографический список

1. Материалы из нетрадиционных видов волокон: технологии получения, свойства, перспективы применения: монография / Под ред. А. В. Вураско; Министерство науки и высшего образования РоссийскойФедерации, Уральский государственный лесотехнический университет. –Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – 252 с

2. Технология целлюлозно-бумажного производства [Текст]. В 3 т. Т. 1, ч. 2. Сырье и производство полуфабрикатов: справочные материалы. – СПб.: Политехника, 2003. – 633 с.

ЦЕЛЛЮЛОЗА. ИК-СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ, ЭВКАЛИПТА

Обухова И.А.,
Пименов С.Д.
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Сиклицкий В.И., siklitsky@mail.ioffe.ru**,**
Трапезникова И.Н.,
Атаманов И.В.
Физико-технический институт имени А.И. Иоффе Российской академии наук

В работе измерялась поглощательная способность целлюлозы, полученной из природной древесины лиственных пород, с помощью Фурье ИК (инфракрасной) спектроскопии для установления количественных характеристик параметров, влияющих на качество целлюлозы. Определены плотности водородных связей, энергии Н-связей, длины водородных связей для трёх типов Н-связей [1], характерных для целлюлозосодержащего растительного древесного сырья на основе березы и эвкалипта.

Измерения проводились на ИК-спектрометре FTIR-8400s Shimadzu ФТИ им.А.Ф.Иоффе и на ИК фурье-спектрометре ФСМ 2201 Санкт-Петербургского Лесотехнического университета с применением KBr. Образцы целлюлозы на основе березы и эвкалипта были предоставлены ЦБК (Карелия).

Табл .1 Результаты исследований технической беленой целлюлозы на основе технической березы и эвкалипта (Швеция**).**

Максимум, $см^{-1}$	Относительная плотность Н-связи,%	Длина Н- связи d, нм	Энергия Н связи, кДж/моль	Тип Н-связи
3476 (береза)	**27,4**	0,27586	9,97792	Внутримолекулярная $O(C_2)H$-$O(C_6)$
3379 (береза)	**32**	0,27	16,22472	Внутримолекулярная $O(C_3)H$ -$O(C_5)$
3259 (береза)	**17,2**	0,26516	21,86952	Межмолекулярная $O(C_6)H$ -$O(C_3)$
3491 (эвкалипт)	**22.2**	0.282	8,878	Внутримолекулярная $O(C_2)H$-$O(C_6)$
3365 (эвкалипт)	**27.6**	0.275	17,002	Внутримолекулярная $O(C_3)H$ -$O(C_5)$
3236 (эвкалипт)	**23,5**	0.269	22,688	Межмолекулярная $O(C_6)H$ -$O(C_3)$

Анализ спектров поглощения [1] образцов целлюлозы на основе березы и эвкалипта показал, что плотность у внутримолекулярной связи $O(C_3)H$-$O(C_5)$ выше, чем у связи $O(C_2)H$-$O(C_6)$ для образцов как технической березы, так и для эвкалипта.

Характерно, что исследованные образцы технической беленой целлюлозы эвкалипта и березы различаются относительным вкладом межмолекулярной

связи в плотность Н-связи. У березы она ниже. Суммарная же роль внутримолекулярных связей O(C2)H-O(C6) и $O(C_6)H$-$O(C_3)$ образцов березы выше, чем для эвкалипта.

Библиографический список

1.Иванов-Омский В.И. ИК-спектроскопия водородных связей в D-глюкозе//Письма в ЖТФ. 2014.Т.40(18).С.29-34.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

Рыжов В.А., woodnn@yandex.ru,
Научно-технический Центр «Химинвест»
Рощин В.И.,
Миксон Д.С.,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

По мнению ряда ученых и специалистов разведанных запасов нефти и газа хватит на 40 лет, дальнейшая их разведка, добыча и транспортировка будут стоить значительно дороже. В последние 10 лет цены на газ, нефтепродукты, электроэнергию и тепло неуклонно растут, в результате чего возникает проблема энергообеспечения.

В то же время по запасам лесных ресурсов Россия занимает первое место в мире, далеко не полностью их используя. Так, из 551 млн. $м^3$ годовой расчетной лесосеки вырубается ежегодно около 25%, кроме того, много неликвидной древесины образуется от рубок ухода за лесом, не говоря уже о громадных отходах деревоперерабатывающих производств, составляющих до 40% от вывезенной из леса древесины. Оставленная в лесу невырубленная спелая и перестойная древесина, особенно малоценных мягколиственных пород, порубочные остатки после заготовки древесины не только препятствуют переформированию лиственных насаждений в более ценные хвойные древостои, но создает в результате естественного отпада высокую пожарную опасность в лесах, способствует размножению лесных вредителей, фитозаболеваний и расходует в процессе гниения значительное количество атмосферного кислорода.

Решение проблемы промышленного использования такой древесины имеет важное не только национальное, но и глобальное мировое значение. При этом применяются традиционно известные технологические решения: сжигание с получением только тепловой энергии; пиролиз (низкотемпературное разложение), в результате которого получают уголь и жидкие продукты; и газификация – высокотемпературное разложение твердого топлива, основной задачей которого является получение генераторного газа.

Самым экономически невыгодным применением древесины является сжигание в виде дров, целесообразнее использовать ее отходы. Для повышения транспортабельности, теплотворной способности, а также улучшения условий

горения мелкие древесные отходы и кору необходимо брикетировать с получением топливных брикетов (крупных кусков правильной формы) и технологических топливных гранул (пеллетов).

Весь мир вынужден был всерьез заниматься данной проблемой, однако в нашей стране вопросы брикетирования решаются бессистемно, этому способствуют огромные запасы древесины и дешевые энергоносители. Были созданы экспериментальные установки брикетирования растительных и древесных отходов и коры. Сейчас есть смысл получать брикеты более крупного размера, которые могут быть использованы в качестве заменителя твердых видов топлива в котельных без существенной модернизации оборудования.

В России квалифицированное использование гранул в промышленных масштабах, увы, пока невозможно. Энергетические установки, работающие на традиционном виде топлива (уголь, газ, мазут), не могут «перейти» на гранулы, требуется замена или реконструкция топки и системы очистки дыма. Таким образом, встает вопрос создания высокоэффективного энергетического оборудования, но это требует больших каптальных вложений.

При сжигании 1 т опилок получается 1,89 Гкал тепловой энергии, а при сжигании 1 т древесных брикетов - 2,28 Гкал тепловой энергии.

Газификация растительного сырья (биотоплива), как доступного и дешевого альтернативного источника энергии, интересует большинство стран мира. В России это ощущается особенно остро в таких отраслях как лесопромышленный комплекс, сельское хозяйство, перерабатывающая промышленность и др., где накапливается большое количество неутилизируемых отходов.

Производство древесного угля в России имеет многовековую историю. За многие годы спроектировано и изготовлено большое количество печей и установок различной конструкции: стационарные вертикальные и горизонтальные непрерывно действующие печи (в настоящее время практически все производства остановлены), периодически действующие установки малой мощности. Причем большая часть древесного угля, выпускаемого в настоящее время в России, производится именно на установках малой мощности. Для работы этих печей не требуется электричество, поэтому они могут работать в полевых условиях и могут быть перемещены к местам сосредоточения древесного сырья [2].

Крупнокусковой (более 12 мм) древесный уголь из твердолиственных пород древесины, имеющий наиболее высокую прочность, применяется для производства активных углей, электроугольных изделий, кристаллического кремния, в качестве восстановителя в черной и цветной металлургии. Некондиционный (мелкий) уголь находит применение в сельском хозяйстве в виде минеральной подкормки и в быту в качестве экологически чистого топлива (брикетированный уголь).

При пиролизе 1 т древесины получается 225 кг угля-сырца (при его активации 67,5 кг активного угля марки БАУ) и 25 кг древесноугольной мелочи.

В России газификация древесины была освоена в середине XIX века для обеспечения горючим генераторным газом печей в черной металлургии и

стекольном производстве. Лишь в 30 - 40х годах XX века получили развитие газогенераторы нового поколения, в основу конструкции которых был заложен «обращенный процесс». Они устанавливались на автомобили и трактора с целью обеспечения газообразным топливом двигателей внутреннего сгорания. В 50 - 60х годах наблюдался следующий скачок, появились стационарные установки для получения генераторного газа для котельных или газодизелей. Однако энергохимия вследствие дешевизны электроэнергии не получила развития. В настоящее время во многих странах мира снова возрос интерес к газификации растительного сырья с целью получения газообразного топлива или синтез-газа.

Только в лесопромышленном комплексе образуется в год 41,2 млн. м³ древесных отходов, из которых можно получить электроэнергии 81577000 МВт, теплоэнергии 35075200 Гкал на общую сумму 144570,8 млрд. рублей, это без учета огромных отходов сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности. Квалифицированное использование древесных отходов может сэкономить миллиарды $м^3$ природного газа и решить ряд других задач.

В настоящее время применяются способы газификации древесины в шахтных газогенераторных установках с прямым или обращенным процессами. Полученный газ имеет низкую теплотворную способность (не превышает 4,2-4,6 МДж на 1 нормальный кубометр ($нм^3$)), поэтому пригоден только для производства тепла и малоэффективен для производства электроэнергии.

В результате многолетних исследований разработан новый способ газификации древесины [1], обеспечивающий полную конверсию древесного сырья и получение генераторного газа теплотворной способностью до 12 МДж на $1нм^3$ газа, что в 2,7 раза выше по сравнению с известными в мире газогенераторными установками. Полученный газ, на 86% состоящий из горючих компонентов (41,5% CO и 36,7% H_2) может быть использован в качестве топлива для выработки электроэнергии, тепла, получения жидких видов топлив. При газификации 1 т измельченной древесины получается 1280 $нм^3$ синтез-газа, 4266 кВт электроэнергии и 4,8 Гкал тепловой энергии.

В заключение хотелось бы отметить, что будущее за энергетическими установками, перерабатывающими отходы лесозаготовки и деревопереработки, что позволит обеспечить дешевой электрической и тепловой энергией предприятия и поселки в труднодоступных удаленных районах, ликвидировать и исключить образование пожароопасных и экологически опасных отвалов отходов деревообработки и лесопользования, снизить в 2-3 раза выбросы в атмосферу парниковых газов и окислов азота, а также создать новые рабочие места.

К сожалению, Россия не спешит внедрять новые технологии, позволяющие не только получить эффективное топливо, но и утилизировать древесные отходы. Это обусловлено как высокой стоимостью разработок, так и большими затратами на переоборудование и реконструкцию существующих производств, а, самое главное, наличием большого запаса нефти и газа.

Библиографический список:

1. Патент РФ №2238962.Опубл. 27.10.2004, Бюл. 30.

2. Рыжов В.А., Головин А.И., Бакулин Л.В., Рыжова Е.С. Углевыжигательные печи малой мощности снова актуальны/ Леспроминформ № 1(23), 2005. с.82-83.

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПЕЛЛЕТНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Соколова Н.В., sokolovanv@ksc.krasn.ru,
Злобин А.А., anzlobin999999@mail.ru,
Институт леса имени В. Н. Сукачева СО РАН

Поручение президента России по антисанкционной поддержке производителей пеллет дало старт для формирования новой подотрасли в теплоэнергетике страны [3]. В рамках реформы ЖКХ по замене или модернизации устаревших дизельных, мазутных и угольных котельных, выработавших свой ресурс, предусматривается переход на пеллетные котельные при условии экономической целесообразности, например, в отдаленных труднодоступных территориях. Перевод на твердотопливные пеллетные котлы осуществляется в целях повышения надежности обеспечения топливным сырьем, удержания роста энерготарифов и энергоэффективности. Выделенный государством бюджет позволяет регионам компенсировать субсидированный кредит. До введения эмбарго на экспорт лесопродукции в России производилось ежегодно до 3,0 млн т пеллет, из них 2,5 млн т экспортировалось в страны ЕС, Японию и Южную Корею. Оставшиеся 0,5 млн т потреблял внутренний рынок, из этого объема 200 тыс. т пеллет использовались на пеллетную теплогенерацию и 300 тыс. т поставлялись на рынок наполнителей для кошачьих туалетов [2]. В 2022 г. утратив возможность экспортных поставок пеллет в недружественные страны (китайский рынок низко маржинальный), производители столкнулись с затоваренностью и, соответственно, с приостановкой производственных линий из-за нехватки складских помещений, поэтому экономическая целесообразность развития внутреннего рынка пеллетного теплоснабжения имеет неоспоримые преимущества как меры поддержки предприятий ЛПК (рис).

Отечественный рынок пеллетной генерации тепла начал формироваться 15 лет назад по отдельным секторам – производство пеллет, производство котельного оборудования, инжиниринговые компании. Несбалансированность рынка, отсутствие нормативной базы для строительства и эксплуатации пеллетных котельных, низкий уровень гарантийного сервисного обслуживания, попытки производителей пеллет продавать продукцию на внутреннем рынке по экспортным ценам очевидно не стимулировали конечного потребителя высококалорийного пеллетного топлива.

У пеллетных котлов есть своя специфика, отличная по техническим характеристикам от котлов для сжигания угля. Пеллеты – возобновляемый источник энергии, экологичный и энергоэффективный ресурс с высоким КПД сжигания. Теплотворность пеллет не уступает углям энергетических марок. По теплоотдаче и длинному логистическому плечу пеллеты сравнимы с бурым углем. В отличии от пеллет, у щепы низкая эффективная стоимость логистики –

до 50 км вывозки. Удельная теплота сгорания 1 т пеллет составляет почти 5 мегаватт в час тепловой энергии или 4,2 Гкал. Устройство теплообменника пеллетного котла позволяет получить наибольший результат с точки зрения сжигания топлива и качества передачи выработанного тепла, нормативный КПД выработки теплоэнергии не менее 90-92 %, экологический эффект от сжигания пеллет по сравнению с углем заключается в отсутствии золошлаковых отходов и снижении выбросов CO2 [1, 4].

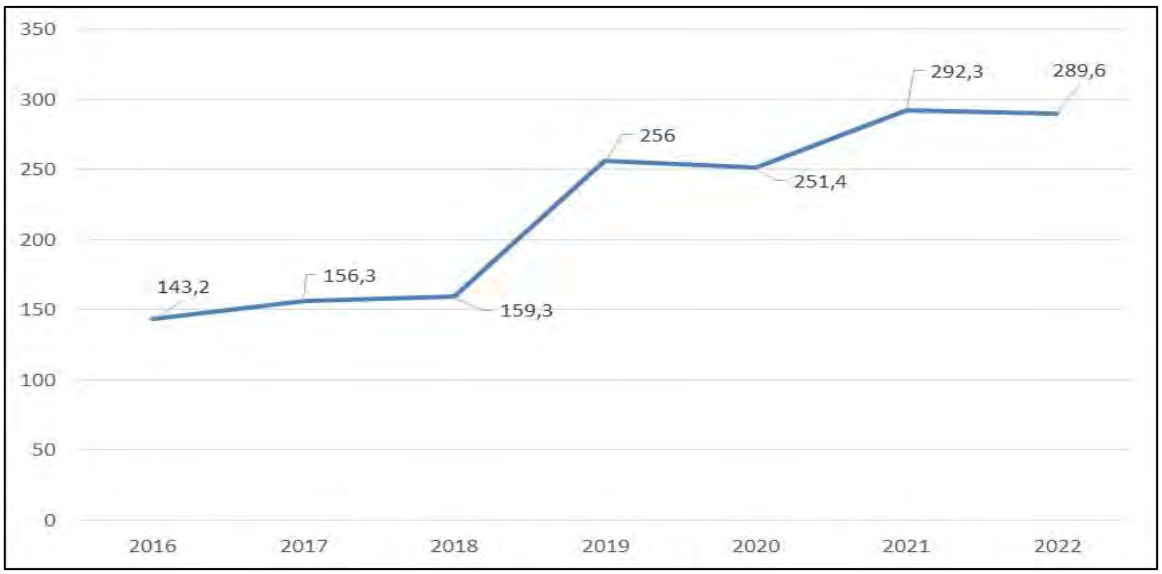


Рис. 1. – Динамика объема производства пеллет в Красноярском крае, тыс. т, Красноярскстат.

Рынок российских производителей котельного оборудования по сжиганию древесных гранул делится на два сегмента – производители теплообменников и горелок. Благодаря реинжинирингу емкость рынка пеллетных котельных не зависит от импортных составляющих и импорта технологий двойного назначения. С точки зрения технологии сжигания биотоплива на твердотопливных котельных установках на рынке существуют автоматизированные угольные котлы, в которых можно сжигать уголь, пеллеты, щепу, дрова, но из-за особенностей устройства теплообменника максимальное значение КПД составит 80-82 %. Если говорить о мощных региональных сетях ЖКХ, при генерации тепла на миллионе тонн пеллет экономия 10 % КПД теплоотдачи от пеллетных установок позволит оптимизировать бюджетные затраты.

На сегодняшний день потребители пеллетных котельных – это небольшие производства, ведомственные структуры, госкорпорации, добывающие компании, туристические объекты и домохозяйства, отрезанные от магистральных сетей. В СЗФО есть примеры создания регионального рынка теплоснабжения производителями пеллет, когда частные пеллетные котельные лесопромышленного холдинга вошли в энергетическую структуру региона на концессиальной основе, тем самым решив проблему с утилизацией отходов деревообработки и получив прибыль в виде теплоэнергии. В региональных системах ЖКХ подобные энергоэффективные схемы теплообеспечения, т.е. концессия и выход производителя топлива в реализацию тепловой энергии, не

реализуются из-за наличия утвержденных схем обеспечения теплоэнергетическим ресурсом и установленных тарифов. При калькуляции размера капитальных затрат на строительство пеллетных котельных бизнес не учитывал эффективность эксплуатации и топливную составляющую в тоннах в пересчете на килокалории или киловатт в час. В связи с текущим запросом государства и ужесточением экологических требований этот подход трансформируется, отмечается рост запросов коммерческого сектора на пеллетные котельные.

Производство пеллет ориентировано на частный бизнес, привязанный к крупным ЛПК. Трансформируется модель оптовых и розничных продаж пеллет на внутреннем рынке по европейским ценам. Производители пеллет вынуждены пересматривать цену, учитывая стоимость конкурентного угольного топлива. Для устойчивого обеспечения ресурсом топливного рынка поставщики пеллет готовы подписывать долгосрочные контракты по фиксированной цене, индексируемой на коэффициент инфляции. Одной из эффективных мер региональной поддержки производителей пеллет является перевод частных домовладений с угольного отопления на пеллеты с розничной ценой 4400 руб. за тонну. Для сравнения, цена тонны угля составляет 7400 руб. [5]. На стратегическом уровне для поддержания конкурентоспособности пеллетной энергетики помимо сбалансированности действий государства, производителей пеллет и котельного оборудования актуален аспект возобновляемости энергетического сырья. В 2022 г. от сплошных санитарных рубок получен объем ликвидной древесины 7,2 млн кубометров – потенциальное древесное сырье для переработки и генерации тепловой энергии [6].

Библиографический список

1. Камаев, Р. Оценка потенциала пеллетной энергетики России / Р. Камаев, О. Шаров, В. Бессель // Энергетическая политика. – 2023. – № 1(179). – С. 82-93. – DOI 10.46920/2409-5516.2023_1179.82.
2. Официальный сайт Ассоциации малой энергетики: https://energo-union.com/ru/team [дата обращения: 10.04.2024].
3. Перечень поручений по итогам совещания по вопросам развития лесопромышленного комплекса России, состоявшегося 10 февраля 2023 года: http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/70764 [дата обращения: 10.04.2024].
4. Сертификация устойчивого использования биомассы: стратегии смягчения климатических изменений // «Forest Engineering» / материалы очной научно-практической конференции с международным участием под ред. И. И. Слепцова – Якутск.: ЯГСХА, 2018. – С. 231-234.
5. С угля на пеллеты: http://www.krskstate.ru/press/news/ecology/0/news/112060 [дата обращения: 18.04.2024].
6. Объемы санитарных рубок в лесах России сократились на пятую часть в 2022 году: https://roslesinforg.ru/news/all/obemy-sanitarnykh-rubok-v-lesakh-rossii-sokratilis-na-pyatuyu-chast-v-2022-godu/ [дата обращения: 19.04.2024].

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОРЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ

Федоров В. С., fedorovvladimir1996@yandex.ru,
Рязанова Т. В., tatyana-htd09@mail.ru,
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Короткий В.П.,
Рыжов В.А.,
Научно -технический центр «Химинвест»
Прытков Ю.Н.,
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева

Основными лесообразующими породами на территории Красноярского края являются сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.). В результате механической деревообработки образуются отходы (кора, древесная зелень, корни, верхушки и др.), которые не нашли широкого применения и находятся в отвалах. Экстрактивные вещества хвойных пород содержат большое количество различных химических соединений, которые обладают фармакологической, биологической и дубящей способностью [6].

Одним из способов получения дубильных экстрактов является использование в качестве экстрагента водного раствора моноэтаноламина (МЭА) [2, 4-7], который является хорошим набухающим агентом, позволяет максимально извлечь экстрактивные вещества, которые являются ингибиторами для биоконверсии. А обработка твердого остатка после экстракции (одубины) в аппарате кавитационного типа способствует увеличению сорбционной емкости [6] и доступности его для биологической конверсии с использованием, например, базидиомицетов.

Целью данного исследования являлось изучение изменений компонентного состава коры лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на разных стадиях при их комплексной переработке.

Объектом исследования являлась кора лиственницы сибирской и сосны обыкновенной. Экстракцию коры хвойных пород проводили в две стадии [8]. Первая стадия – проводилась в оптимальных условиях: продолжительность процесса экстракции 5 ч, гидромодуль – 14, концентрация раствора моноэтаноламина – 5 %, температура – 90-98 °С. Вторую стадию проводили в аппарате кавитационного типа «струя-преграда». Выход экстрактивных веществ, извлекаемых водным раствором МЭА составляет, % а.с.в.: лиственница – 47,26; сосна – 41,23 [6-7]. Твердый послеэкстракционный остаток использовали для биоконверсии. В качестве биологического объекта использовали базидиомицет *Ganoderma lucidum* штамм Gl4-16A из коллекции «Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН», который был любезно предоставлен Литовкой Ю.А., д.б.н.

и Павловым И.Н., д.б.н., проф. Убыль масса субстрата при культивировании *G. lucidum* для обоих видов составляла 3 %.

Изучение химического состава исходной коры хвойных пород и одубины до и после культивирования базидиомицета проводили с помощью методик, принятых в химии растительного сырья [3], результаты приведены в таблице 1 (% от абсолютно сухой исходной коры).

Табл. 1. Изменение химического состава коры хвойных пород при комплексной переработке, % от а.с.с.

Компонент	Лиственница			Сосна		
	Кора	Одубина	Одубина после биоконвер-сии	Кора	Одубина	Одубина после биоконвер-сии
Вещества, экстрагируемые - водой	5,4	2,41	1,88	6,14	1,49	3,30
- спиртом	14,5	2,46	2,12	23,43	3,75	2,90
Легкогидролизуемые полисахариды	14,9	6,81	5,20	14,46	10,70	6,73
Трудногидролизуемые полисахариды	24,8	13,57	10,12	27,88	23,00	11,58
Негидролизуемый остаток	36,3	18,27	28,37	25,13	18,87	21,97
Зола	3,3	2,12	2,89	1,37	0,76	8,81

Как видно из результатов, приведенных в таблице, в процессе комплексной переработки коры хвойных пород происходит изменение содержания всех компонентов, как в коре лиственницы, так и сосны. В процессе первой стадии переработки – экстракции коры МЭА наблюдётся снижение содержания экстрактивных веществ на 83-86 %, величина практически одинаковая для обоих видов коры. В полисахаридном комплексе в процессе экстракции наибольшие изменения наблюдаются в коре лиственницы, так содержание, легко- и трудногидролизуемых полисахаридов (ЛГП и ТГП) снижается, % от содержания их в исходной коре, на 54,4 и 45,3 соответственно. В коре сосны эти изменения менее существенны, так содержание ЛГП снижается на 26,7 %, а ТГП – 17,6 %. Менее существенные изменения наблюдаются в коре сосны и в содержании полифенольного комплекса (негидролизуемого остатка). Если в одубине коры лиственницы остается практически половина негидролизуемых веществ, содержащихся в исходной коре, то в сосне их остается около 75 %.

По-разному изменяется состав субстратов на основе коры лиственницы и сосны в результате биоконверсии с использованием *Ganoderma lucidum* штамм Gl4-16A – второй стадии комплексной переработки коры. Так в процессе биоконверсии в лиственничном субстрате наблюдается снижение содержания основных компонентов на 0,3-3,4 %, по сравнению с их содержанием в одубине. исключение составляет негидролизуемый остаток. Его доля по сравнению с одубиной возрастает на 10 %. В сосновом субстрате по сравнению с одубиной наблюдается увеличение не только негидролизуемого остатка на 3,1 %, что существенно меньше, чем в лиственничном субстрате, но и водоэкстрактивных

веществ на 1,8 %. Как показали результаты исследования [1], возрастание содержания негидролизуемых веществ связано с наличием в их составе веществ белковой природы, образующихся в процессе биоконверсии. Отличительной особенностью соснового субстрата также является более значительное снижение в нем содержания ТГП, практически в 2 раза по сравнению с их содержанием в одубине, что, по-видимому, связано с их большей доступностью для ферментативного гидролиза.

Таким образом, использование для процесса экстракции МЭА позволяет не только максимально извлечь экстрактивные вещества, но и подготовить послеэкстракционный остаток для микробиологической переработки, тем самым решить проблему комплексного использования отходов окорки древесины хвойных пород.

Библиографический список

1. Короткий В.П., Прытков Ю.Н., Кистина А.А., Славцов Е.Б., Рязанова Т.В., Федоров В.С., Рыжов В.А. Эффективность использования в рационах телят кормового продукта на основе отходов деревообработки сосны обыкновенной // Зоотехния. – 2024. – № 3. – С. 20-23.
2. Пермякова Г.В., Лоскутов С.Р., Семенович А.В. Экстракция коры хвойных водой с добавлением моноэтаноламина // Химия растительного сырья. – 2008. – № 1. – С. 37-40.
3. Рязанова, Т.В., Чупрова Н.А., Исаева Е.В. Химия древесины: монография /Saarbrucken. Germany: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co.KG, 2012. – 428 с
4. Федоров В.С., Рязанова Т.В., Еременко О.Н. Переработка коры хвойных с получением дубильных экстрактов // Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, образование: Материалы XVII Международной научно-практической конференции, Улан-Удэ, 11–13 декабря 2021 года. – С. 27-34. – DOI 10.53980/9785907599079_27.
5. Федоров В.С., Рязанова Т.В., Литовка Ю.А., Павлов И.Н. Литвинова Е.А., Петрунина Е.А., Лоскутов С.Р., Ермолин В.Н., Баяндин М.А. Гидродинамически активированные опилки сосны обыкновенной Pinus sylvestris L. - субстрат для культивирования штамма Gl4-16A Ganoderma lucidum // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 90-101. – DOI 10.17516/1998-2836-0274.
6. Fedorov, V.S., Ryazanova, T.V. Bark of Siberian Conifers: Composition, Use, and Processing to Extract Tannin. // *Forests* 2021, *12*, 1043. https://doi.org/10.3390/f12081043
7. Fedorov V.S., Ryazanova T.V. Optimization of the extraction process of Pinus sylvestris L. pine bark with monoethanolamine // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 390. – P. 05038.

Секция «ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЙ ЛАНДШАФТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

ПРОЕКТ ПО СОЗДАНИЮ ГОРОДСКОГО ФИТОЦЕННОЗА НА ОПЫТНОМ УЧАСТКЕ НА ТЕРРИТОРИИ БАШГАУ

Ганиева Ю.А., Y08.07.87@mail.ru,
Габитова А.А., Abigabi@yandex.ru,
Ишбирдина Л.М., Butomus11@yandex.ru,
Башкирский государственный аграрный университет

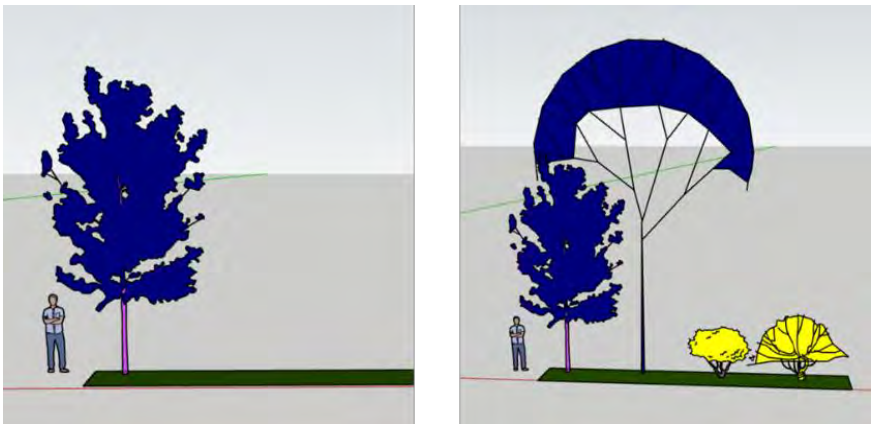
Аннотация: в статье дается описание проекта по конструированию фитоценоза на опытном участке в городской черте, с целью изучения его устойчивости и самодостаточности.

Ключевые слова: фитоценоз, растительные ярусы, устойчивость, самовозобновляемость.

Подход к городскому озеленению требует современного научного подхода и трансформации подхода к проектированию зеленых насаждений в городе [1].

Для решения сложной экологической обстановки, в особенности в центральной части городов, предлагаем идти по пути копирования природных фитоценозов, с их многослойной ярусностью, опираясь на местную флору региона. Данный подход необходимо начинать с анализа условий среды и качественной его оценки, для последующего выбора, копируемого природного фитоценоза и подбора ассортимента растений для конструирования городского фитоценоза.

В настоящее время подход к городскому озеленению, в случае необходимости быстрого и масштабного озеленения территории, например, вдоль крупных проспектов и улиц, заключен в создании двух ярусов растительности, - дерево и газонное покрытие (Рис.1.а), максимум трех ярусов – дерево, кустарник, газон (Рис.1.б) [4].



а) Два яруса – дерево, газон б) Три яруса – дерево, кустарник, газон

Рис. 1. Ярусы городского озеленения

На первый уровень древесных насаждения, первой величины от 20 метров и выше, возможен из видов, - *Pinus sylvestris, Picea abies, Tilia cordat*.

Второй уровень предлагается из деревьев второй величины и высоких кустарников, высотой от 10 до 20 метров, - *Prunus padus, Crataegus sanguinea, Viburnum opulus, Sorbus aucupari* [1].

Третий уровень – кустарниковый, из местных видов флоры предлагается использовать - *Caragana frutex, Cerasus fruticosa, Cotoneaster melanocarpus, Spiraea crenata, Rosa majalis* [1].

Четвертый уровень - травянистый покров, самый сложный с конструктивной точки зрения, т.к. имеет разделение на несколько подслоев (Рис.2).

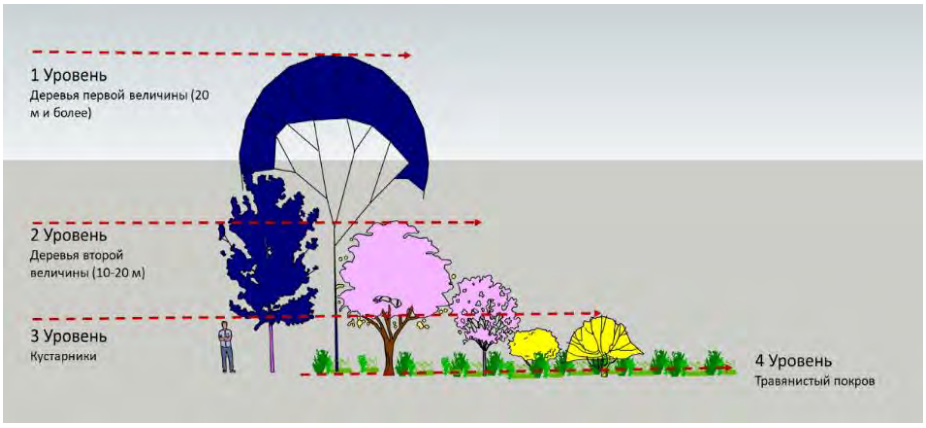


Рис. 2. Проект конструирования городского фитоценоза

Травянистый покров необходимо также конструировать в несколько уровней, выделяя три основных, составленных из эфемероидов, однолетних, двулетних растений и многолетний растений (Рис.3).

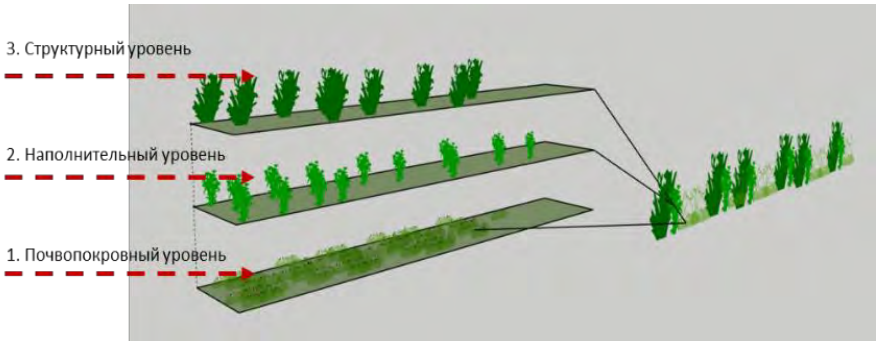


Рис. 3. Уровни травянистого покрова.

Первый травянистый слой - почвопокровный, самый важный и необходимый к формированию в условиях города. Данный слой, сложенный из почвопокровных теневыносливых низкорослых растений, способен защитить почву от излишнего воздействия солнечной радиации, что впоследствии, даст сокращение испарения влаги. Высота травянистых растений от 5 см до 40 см. Содержит в себе отдельны слой из растений эфемероидов, который первый покрывает поверхность ранней весной и имеет свой отдельный цветовой и временной сценарий.

Второй травянистый слой - наполнитель, сложен из растений, наполняющих пространство и дающих эстетическую сезонность, с помощью формирования

разных цветовых периодов цветения. Высота данных видов растения от 40 см до 70 см [3].

Третий травянистый слой архитектурный, сложен из структурных растений, высотой от 70 см. Главная функция данного слоя, это формирование продолжительной архитектуры посадок, - высотные акценты, зимняя структура.

На примере опытного участка представляем проект городского фитоценноза, находящегося на территории Башкирского аграрного университета, с условиями среды – теневая зона, примыкающая одной стороной к зданию и к автопарковке, имеющиеся насаждения три древовидных формы – *Thuja.*

Рис. 4. Опытный участок и условия освещенности

Ассортимент растений предлагаемый для конструирования городского фитоценоза на опытном участке - первый уровень (деревья первой величины) *Pínus sylvestris,* Второй уровень *Crataegus sanguinea, Viburnum opulus,* третий уровень *Cotoneaster melanocarpus, Spiraéa ×cinére,* четвертый травянистый слой *Calamagrostis epigeios, Digitalis grandiflora, Polemonium caeruleum L., Polemonium caeruleum L., Aquilegia vulgaris, Myosotis, Prunella grandiflora, Primula macrocalyx, Aegopodium Podagraria, Viola mirabilis, Lathyrus vernus, Fragaria vesca Linnaeus, Muscari, Íris sibírica, Brunnera macrophylla*[3].

Травянистый покров, в особенности на основе местных видов флоры, требует детального изучения на устойчивость в городе. Для формирования устойчивого городского фитоценоза предлагается использовать многолетней опыт применения интродукции в городских пространствах, вычленив из него наиболее устойчивые виды для региона. Это позволит увеличить эстетическую составляющую конструируемого фитоценоза, путем усиления цветовых акцентов, увеличения продолжительного цветения. Увеличенное количество листовых пластин за счет внесения почвопокровных растений дает большее поглощение CO2 и улавливание пыли [2].

Библиографический список:

1. Исяньюлова Р.Р. Деревья и кустарники в ландшафтной архитектуре /Р.Р. Исяньюлова, А.Ш. Тимерьянов, Л.Н. Блонская. - Уфа: [б. и.], 2013 - Ч. 1: Характеристика декоративных древесных растений -2013. - 216с.

2. Миронова Л.Н., Воронцова А.А., Шипаева Г.В. Итоги интродукции и селекции декоративных травянистых растений в Республике Башкортостан. М.: Наука, 2006. Ч. 1. 211 с.

3. Наумова Л.Г, Миркин Б.М, Мурдашев А.А, Мартыненко В.Б., Ямалов С.М. Флора и растительность Башкортостана: учеб.пособие– Уфа: Изд-во БГПУ, 2011 – 174 с.
4. Теодоронский В.С. Озеленение населенных мест. Градостроительные основы: учеб.пособие для студ.учреждений высш.проф.образования/ Г.П.Теодоронский, Г.П.Жеребцова. – М. Издательский центр «Академия», 2010. – 256 с.

К ВОПРОСУ О СОХРАНЕНИИ МАЛОМЕСТНЫХ УСАДЕБ ИСТОРИЧЕСКИХ ДЕЯТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ УСАДЕБНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Киселева Н.А., nadekiseleva@mail.ru,
Чертилова Е.А. katedriada@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Как отмечается в Указе Президента РФ от 9 ноября 2022 года, «ситуация в России оценивается как требующая принятия неотложных мер по защите традиционных ценностей», среди которых особое место занимают «историческая память и преемственность поколений» [1]. Следовательно, культурное наследие должно осознаваться как высочайший потенциал историко-культурных ценностей и служить основанием для формирования национального самоуважения.

В последнее десятилетие как феномен культурно-исторического наследия ученые гуманитарной направленности стали рассматривать усадебно-парковые комплексы, связанные с именами известных деятелей прошлого. Закономерно, что реставрация уникальных зданий, архитектурных ансамблей и садово-парковых комплексов выходит на новый уровень не только в научных исследованиях, но и в государственной политике.

Обратимся в качестве примера сохранения историко-культурного наследия к опыту работы Правительства Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Вопрос о переосмыслении роли и функции русских усадеб возник после их национализации в 1917 году, когда они утратили свою первоначальную роль как загородные жилые комплексы и были интегрированы в хозяйственную деятельность нового государства [5]. Точное количество сельских дворянских усадеб в Санкт-Петербургской губернии до сих пор остается неопределенным. Некоторые источники указывают на число от 700 до 2000 усадеб [3, 4]. Так на 1 января 1970 года было зафиксировано 527 усадебных парков на территории Ленинградской области [2]. На сегодняшний день значительное их число утрачено [6].

Многие усадьбы в пригородной зоне Санкт-Петербурга живут и продолжают развиваться благодаря своей историко-культурной ценности, среди них выделяются музей-усадьба Владимира Набокова «Рождествено», усадьбы Марьино (принадлежавшая Г.Д. Строганову) и Елизаветино (бывшая владелица

княжна Е.Э. Трубецкая). Однако до сих пор остаются невостребованными многие не менее значимые усадебные пространства с богатым историческим и культурным смыслом.

Так усадьбу Гостилицы, принадлежавшую братьям Разумовским, можно по праву назвать жемчужиной среди загородных парковых комплексов. В настоящее время усадьба пребывает в полном забвении: большинство построек лежат в руинах, а прекрасный парк зарос кустарником. Сейчас эта усадьба признана всемирным наследием ЮНЕСКО, но реставрационные работы по ее восстановлению так и не начались.

Территория усадьбы Санс-Эннуи, которой владел Петр III, после революции стала санаторием «Страховики», далее в ней расположился военно-морской госпиталь, с 2010 года усадьба находится в запущенном состоянии. Усадебный комплекс в Ропше Ленинградской области, ранее принадлежавший семье Романовых, после революции также перестал использоваться по назначению. В 1990 году он был включён в состав памятника Всемирного наследия «Исторический центр Санкт-Петербурга и связанные с ним комплексы памятников», однако до сих пор комплекс заброшен и пребывает в полуразрушенном состоянии.

Таким образом, в реальных условиях сегодняшнего Санкт-Петербурга и его пригородов, где огромное количество памятников нуждаются в срочном реставрационном вмешательстве, комплексная научно обоснованная реставрация по-прежнему остается приоритетом среди других методов сохранения, но именно она является наиболее затратной для экономики региона.

Вместе с тем в Санкт-Петербурге имеется позитивный опыт реализации инвестиционных проектов. Так ежегодно Комитет по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры проводит межрегиональный фестиваль социальных проектов «Миссия - сохранить» среди молодежи Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Фестиваль направлен на повышение осведомленности общественности о важности сохранения и изучения культурного наследия Санкт-Петербурга и Ленинградской области, в частности, объекта всемирного наследия ЮНЕСКО “Исторический центр Санкт-Петербурга и связанные с ним группы памятников” [6].

В рамках работы по обеспечению сохранения, использования и популяризации объектов культурного наследия следует выделить Государственное бюджетное учреждение культуры Ленинградской области «Парковое агентство». Оно было создано в 2020 году по распоряжению губернатора Ленинградской области. Организация проводит научно-исследовательские работы, разрабатывает и осуществляет культурно-просветительские, концертные и исторические события, которые способствуют просвещению населения. Яркими проектными работами этого учреждения являются Приоратский пейзажный парк в городе Гатчина и усадьба Демидовых в посёлке Тайцы [7].

Итак, определенная деятельность по восстановлению садово-паркового наследия ведется, однако, не стоит преувеличивать туристско-экскурсионную

функцию в работе музеев-заповедников, необходимо соотносить ее с особенностями жизнедеятельности культурного ландшафта и стремиться в первую очередь к сохранению естественности и подлинности воссоздаваемых объектов. С этой целью важно дать научную оценку текущего и потенциального использования объекта с точки зрения его исторической ценности и доступности, включая определение возможных ограничений и условий эксплуатации объекта в соответствии с законодательными охранными нормами.

Правительство Санкт-Петербурга в 2005 году разработало стратегию сохранения культурного наследия, которая определила основные приоритеты, критерии и направления охраны культурного наследия Санкт-Петербурга. В частности, в документе отмечается, что методов вечного сохранения не существует. Главная задача - приостановить процессы естественного старения и износа, минимизировать факторы их ускорения, а это требует проведения планомерных междисциплинарных исследований, при постоянном дефиците финансирования [6]. Решать проблему недостаточности средств предлагается за счет низкопроцентных ссуд, грантов, налоговых льгот оборотных средств и частных инвестиций.

Таким образом, анализ текущей научной и общественной ситуации показывает, что проблема сохранения усадебных комплексов является недостаточно изученной. В частности, практически не уделяется внимание маломестным усадьбам, при этом во многих научных исследованиях констатируется, что сохранение садово-парковых усадеб принесет огромную пользу для общества, поскольку эти объекты являются носителями культурной и исторической памяти. Более того реставрация и популяризация этого вида искусства будет способствовать формированию уважения к отечественному наследию, утверждению национальной идентичности в обществе.

Библиографический список

1. Указ Президента РФ от 9 ноября 2022 г. № 809 “Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей”:https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405579061/[дата обращения 26.04.2024 г.]
2. Гусева С.Е. Садово-парковый комплекс сельских дворянских усадеб Санкт-Петербургской губернии: типологический аспект:/дис. … канд. архитектуры. СПб, 2008. 317с.
3. Мурашова Н.А. Сто дворянских усадеб Санкт-Петербургской губернии. СПб.: Информ. центр «Выбор», 2005. – 400 с.
4. Дубяго Т. Б. Русские регулярные сады и парки. Л.: Госстройиздат, 1963. – 341 с.
5. Краснобаев. И.В. Сохранение и использование сельских дворянских усадеб в современной России: проблемы и перспективы. // Вестник ТГАСУ, 2007 – №2. – С.25-31.
6. Официальный сайт Комитета по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры :

https://kgiop.gov.spb.ru/deyatelnost/nasledie/molodyozh-i-vsemirnoe-nasledie/festival-missiya-sohranit/[дата обращения 29.04.2024 г.]
Официальный сайт «Парковое агентство» Ленинградской области: https://parkilenreg.ru [дата обращения 27.042024 г.

ВЛИЯНИЕ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА АВТОДОРОГ НА СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНОГО ПОКРОВА В ВОДООХРАННОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛА

Любомилов М.С., i.mark.l2001@gmail.com,
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова
Лукьянов Л.Е., lev.lykyanov@yandex.ru,
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Байкал – древнейшее и глубочайшее на Земле озеро тектонического происхождения с эндемичной фауной – является одним из объектом Всемирного природного наследия ЮНЕСКО. Однако высокая антропогенная нагрузка на его берегах несет риски для сохранения природных ландшафтов. Эти риски могут быть связаны с рекреационной деятельностью, загрязнением вод озера промышленными или бытовыми стоками, незаконным рыболовством и охотой и т.д. Одним из источником загрязнения является реконструкция или ремонт примыкающей к озеру транспортной инфраструктуры.

Непосредственно по водоохранной зоне оз. Байкал (ширина до 200 м) проходят две крупные транспортные магистрали – Транссибирская железнодорожная магистраль и федеральная автомобильная дорога Р-258 «Байкал», соединяющая Иркутск и Улан-Удэ. Если же влияние железной дороги на прилегающий древесный покров не столь значительно (распыление окислов и гидроокислов железа, путевые потери наливных грузов при перевозке), то влияние автотрассы несет бóльшие экологические риски [3]. К ним относятся оседание на листве пыли от движущегося транспорта и рассеивание загрязняющих веществ (твердых частиц, угарного газа, углеводородов, окислов азота и серы, сажи и тяжелых металлов). Рассеивание поллютантов приводит к угнетению растительного покрова и миграции поллютантов с поверхностными и подземными водами напрямую в воды Байкала. Однако ремонт дорог ограничивается не только химическим загрязнением, но и сопровождается активизацией механического сноса и другими негативными факторами воздействия на древесный покров, которые мы рассмотрим на примере проекта капитального ремонта участка автодороги Р-258 «Байкал». Необходимость ремонта была обусловлена оползанием земляного полотна дороги в горной местности, изношенностью дорожного покрытия и возросшей интенсивностью движения на участке.

Территория исследования. Участок ремонтных работ расположен на 119–120 км автодороги Р-258 «Байкал». В административном отношении участок

расположен в Слюдянском районе Иркутской области. Дорога проходит по склону горст-антиклинального хребта, перекрытого делювиально-пролювиальными песчаными отложениями. Климат резко-континентальный, среднегодовое количество осадков – 650 мм, максимум осадков наблюдается летом [1]. Для участка характерна оползневая активность, осыпи и обвалы, что приводит к размыву и оползанию земляного полотна, возникновению трещин и просадок. Ландшафтная структура представлена кедрово-таежными кустарничково-зеленомошными лесами на перегнойных подбурах. Древесный покров представлен кедром сибирским, лиственницей сибирской, сосной обыкновенной, в травяном покрове преобладают бадан толстолистный, василек шероховатый, подорожник прижатый, звездчатка, погремок поздний и др. [2]. На участке ремонтных работ не встречаются виды, внесенные в Красную книгу.

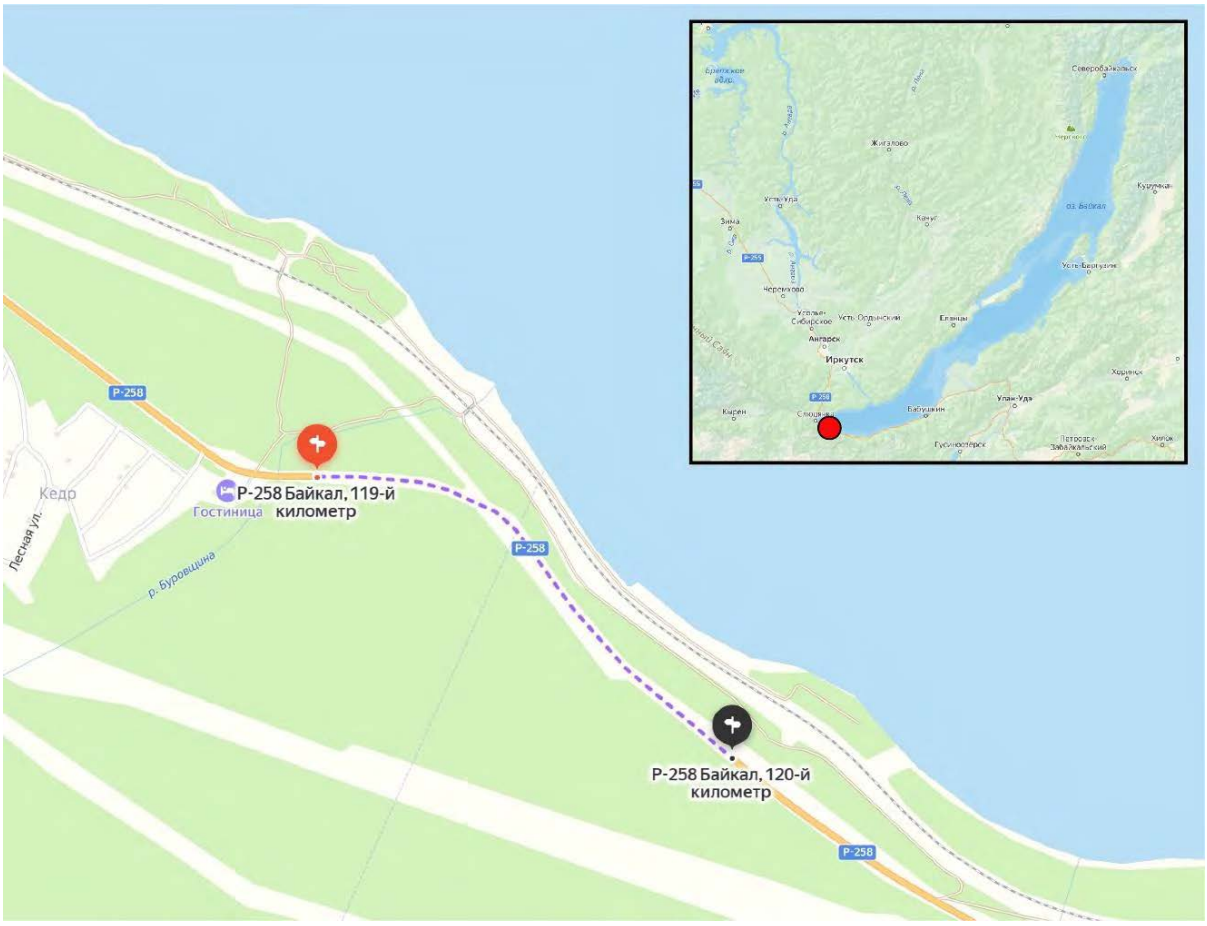


Рис. 1. Карта расположения участка ремонтных работ

Все возникающие в ходе ремонтных работ виды негативного воздействия на древесный покров можно разделить на несколько категорий.

1. *Загрязнение атмосферного воздуха*. Основную массу аэротехногенных поллютантов составляют отработанные газы строительных машин, токсичность которых обусловлена наличием окислов азота и сажи. Пыление воздуха происходит при транспортировке сыпучих и пылящих материалов самосвалами. Потенциал загрязнения атмосферы на участке небольшой из-за высокой продуваемости бризами и горно-долинными ветрами, что позволяет воздушным массам активно перемешиваться. Тем не менее для снижения пыления и загрязнения воздуха необходимо поддержание технического состояния

транспортных средств и строительной техники в соответствии с нормативными требованиями по выбросам загрязняющих веществ, укрытие кузовов самосвалов тентами, а также запрет на работу техники в форсированном режиме.

2. *Загрязнение почвенного и наземного растительного покрова* связано преимущественно с разливом нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов. Для избежания этого все работы должны проводиться только исправной спецтехникой. Заправка ее топливом должна проводиться на специальных площадках с покрытием, предохраняющим почву и грунтовые воды от попадания ГСМ. Также в ходе ремонтных работ имеет место застаивание загрязненной воды в понижениях рельефа и ее инфильтрация в грунты, что может быть разрешено путем грамотной вертикальной планировки строительных площадок. Сточные воды должны собираться в гидроизолированные накопители с возможностью последующего вывоза.

3. *Шумовое загрязнение* в ходе дорожных работ напрямую не оказывает влияние на растительность, однако способно отпугивать опылителей и переносчиков семян, а также полезных птиц – дятлов и других «санитаров» леса. В целях снижения шумового воздействия необходимо ограничение времени работы техники с высоким уровнем шума, оснащение машин и механизмов противошумными устройствами и применение шумозащитных экранов при сварочных работах.

4. Проблема *замусоривания* территории строительными и твердыми коммунальными отходами должна решаться путем их вывоза на полигоны ТКО.

5. *Перемещение снятых поверхностных грунтов* способно привести к перегрузкам склонов, активизации оползневой активности и, как следствие, гибели растительности при движении грунтов. Складирование снятых грунтов в бурты в пределах участка ремонтных работ при отсутствии сбора загрязненных сточных вод может привести к подтоплению и даже заболачиванию при подпруживании дорожной насыпи и, как следствие, к ускоренной плоскостной и бороздковой эрозии на обнаженных участках и дорожной насыпи [3].

Все вышеперечисленные проблемы могут быть решены только при грамотной организации ремонтных работ, с соблюдением сводов всех правил и только с учетом результатов оценки воздействия на окружающую среду.

Библиографический список

1. Бояркин В.М. География Иркутской области : учебное пособие. – Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1995. – 200 с.
2. Географическая энциклопедия Иркутской области. Общий очерк / под ред. Л.М. Корытного. – Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017. – 336 с.
3. Горшков С.П. Экзодинамика окружающей среды : учебное пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. – 152 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ЛАНДШАФТНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В РОССИИ И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Новокрещенова А.В., Aidarova.anastasya@yandex.ru,
Бокебаева Г.А. izgrb@mail.ru,
Башкирский государственный аграрный университет

Аннотация: в статье анализируются перспективы развития в России светодизайна на примере современных объектов ландшафтного искусства и формирования экологического освещения.

Ключевые слова: ландшафтное освещение; светодизайн; инсоляция.

Интерес человека к свету прошел через развитие всего человечества от изобретения огня до современных систем освещения на основе таких наук как, электротехника и оптика. Так же немаловажной темой является экологическая составляющая светодизайна.

Сегодня экологическое освещение главная тенденция в развитии светодизайна в ландшафтной архитектуре. Светодизайн в ландшафтном искусстве становится неотъемлемой частью проектирования и оформления садов, парков, лесопарков и других общественных пространств. Использование различных типов освещения, таких как прожекторы, светодиодные ленты, подземные светильники и другие, позволяет создавать уникальные атмосферные эффекты и подчеркивать красоту окружающей природы.

Цель статьи: сбор, краткий анализ и структурирование информации о истории становления современного ландшафтного освещения как отдельной области знаний для дальнейших исследований экологических аспектов.

Задачи: дать определение основным понятиям; составить хронологию развития; собрать примеры интересных объектов ландшафтного освещения, созданных с минимальным вредом для окружающей среды; анализ перспективы развития экологического ландшафтного освещения в России;

Ландшафтное освещение это результат развития светодизайна и архитектурного освещения городов и других урбанизированных территорий. Грамотно используя различные приемы светодизайнер, может создавать системы освещения, которые будут уменьшать вред на ландшафты и улучшать экологические показатели.

Светодизайн — направление в архитектуре и дизайне, в основе которого лежат проектирование и визуализация освещения для придания объема, глубины, оригинальности, для создания новых визуальных образов и влияния на настроение и эмоции людей. Основные инструменты — это знания о физических особенностях светового потока и принципах работы естественных искусственных источников света.

Ландшафтное освещение — направление светодизайна как функциональное, так и декоративное включает в себя освещение больших и малых ландшафтов, земельных участков, зелёных насаждений, элементов малой архитектуры и благоустройства. Ландшафтное освещение включает в себя широкий диапазон

работ от освещения городских парков и площадей до частных прилегающих территорий, садов и т. п.

Экологическое освещение – современное светодиодное освещение с расчетами спектрального состава, углов освещения, экономичного потребления энергии и других факторов. При грамотном проектировании освещения восстанавливаются биоритмы растений, животных и людей, города снова начинают спать и при этом сохраняется архитектурный облик в ночное время и ландшафтные объекты играют новыми красками, раскрываясь в необычных формах и решениях.

Современное освещение создает эстетику в деталях парков и садов в темное время суток, переходя от функционального освещения к декоративному, от многослойной подсветки общих пейзажей к освещению отдельных объектов: мостов, деревьев, камней, дорожек, водоемов.

Как было отмечено в начале история освещения ландшафтов и пейзажей началась с созидания мира, но основное развитие как искусства в его современном понятие ландшафтное освещение получило в 20 веке.

Ричард Келли (Richard Kelly, 1910-1977), американский архитектор и светодизайнер, который по праву считается родоначальником "световой архитектуры" и профессионального светодизайна.

Роже Нарбони (Roger Narboni) — светодизайнер и урбанист, руководитель студии Concepto. В 1988 году Нарбони основал в Париже студию Concepto, которая специализируется на архитектурном и городском освещении, а также световом планировании городов. Роже Нарбони преподает в Высших Национальных школах природы и ландшафта в Блуа и Версале.

Проекты Роже Нарбони ярко дополняют градостроительный облик города и всегда подкреплены философской идеей. Они не нарушают существующий ландшафт, подчеркивают морфологию места и выявляют характерные особенности существующей среды.

Под руководством Нарбони создано более 90 проектов, в том числе наиболее известные проекты систем освещения: набережной реки Севр, Ньор, замка Шамбор, Нотр-Дам де Пари, световое решение моста Рион-Антирион в Греции, освещение Большого канала в Гуанчжоу, дамбы на реке Гарона в Тулузе.

В нашей стране достаточно хорошо развито архитектурное освещение как в малых, так и в больших городах, особенное место уделяется новогодней подсветке площадей и улиц. Ландшафтное же освещение как искусство работы с большими пейзажными пространствами только начинает свое уверенное развитие и обещает быть перспективным направлением в строительстве и благоустройстве городов. Современные объекты ландшафтного искусства, такие как парки, скверы, архитектурные комплексы и другие, все чаще становятся объектами светового оформления. Это позволяет создавать уникальные визуальные эффекты и подчеркивать архитектурные и природные особенности местности.

У Ландшафтного освещения гораздо шире задачи чем у архитектурного, оно решает ряд функциональных и эстетических задач: освещение территории для

удобства передвижения и охранных функций, возможность отдыха в саду и парках, подсветка композиций растений, мостов, беседок и других МАФ, сохранение биоритмов растений и животных за счет правильного распределения мощности ламп и автоматики.

Один из немногих городов в России, который может похвастаться современным светодизайном, созданным специально для ландшафта это Краснодар. Одноименный парк «Краснодар» сияет яркими и интересными решениями круглый год, особенно интересен «Японский сад» со своей многослойной и многофункциональной подсветкой от компании «Storylithg». Компания «storylight» активно экспериментирует со светом в парках и общественных пространствах, занимает места на российских и международных выставках, поддерживает развитие образованного сообщества по освещению. На рисунке 1 представлены фото в темное время суток для ознакомления с видами ландшафтного освещения. Такое освещение помогает создать особую атмосферу для вовлеченности зрителя в окружающее пространство и подчеркнуть красоту пейзажей под интересным углом в темное время суток. Данный проект создан с учетом экологических аспектов в освещении и получил признание в нескольких конкурсах за инновации в российском ландшафтном освещении.

Рис. 1 — Парк Краснодар

Тема света популярна сегодня и поэтому появляется множество компаний, которые в свои услуги включают ландшафтное освещение. Из российских компаний, специализирующихся на создание ландшафтного освещения, хотелось бы выделить еще команду инженеров специализирующихся преимущественно на садовом освещение «Ландшафтный свет», многолетний опыт виден в объектах, статьях и заметках об освещение, создали свою линейку светильников. Так же интересны работы Юрченко Олега урбаниста и светодизайнера, который активно сотрудничает с различными архитектурными бюро и используя научные подходы меняет отношение к свету: «Света не должно быть много, он должен быть комфортным и функциональным».

Благодаря современным технологиям, дизайнеры и архитекторы получают все больше возможностей для творчества и создания уникальных световых композиций. Кроме того, развитие экологически чистых и энергоэффективных источников света, таких как светодиоды, позволяет снизить нагрузку на окружающую среду и сэкономить энергию.

Основные принципы ландшафтного освещения.

1) Свет должен быть комфортным и функциональным, проводить зонирование участка, создавать целостную композицию.

2) Использование современных и качественных светодиодных ламп и светильников позволяет создавать экологические решения, уменьшать световое загрязнение.

3) Свет в ночное время должен создавать новые ландшафты не похожие на дневные, но при этом сохранять функциональность, соблюдать баланс и симметричность.

4) Ландшафтное освещение создается из сочетания грунтовых, подводных, наземных, подвесных светильников, болардов, фонарей на стобе и пр., то есть позволяет создавать индивидуальные проекты под различные запросы.

Сегодня светодизайн ландшафтов важное направление в развитии природно-антропогенных ландшафтов, которое может создавать уникальную атмосферу и улучшать качество жизни людей, улучшать состояние деревьев и других растений за счет экологического подхода. Поэтому будущее ландшафтного освещения в России обещает быть интересным и прогрессивным.

Библиографический список

1. The Landscape Lighting Book Книга, Джанет Леннокс Мойер 2013
2. The Art of Landscape Lighting: A Designer's Companion Книга, Джанет Леннокс Мойер 2022
3. Формирование световой панорамы прибрежного города: на примере Владивостока - тема диссертации и автореферата по ВАК РФ 05.23.20, кандидат архитектуры Карпенко, Владимир Евгеньевич
4 Эволюция искусственного освещения: взгляд гигиениста. Капцов В.А., Дейнего В.Н. 2021 РАН. Москва. 2021, 632 страницы, ISBN 978-5-907366-44-2
4. Основы цветоведения и колористики. Цвет в живописи, архитектуре и дизайне. Рац А.П. 2014 Московский государственный строительный университет. Москва. 2014, 128 страниц, ISBN 978-5-7264-0832-3
5. https://web.archive.org/web/20070606212328/http://www.archlighting.com/industry-news.asp?sectionID=1312&articleID=454508 - библиографические архитектурного света, Наследие Ричарда Келли
6. Овчаров А.Т., Костарева А.С. Концептуальные решения в наружном освещении на современном этапе технических и эстетических возможностей светового благоустройства города // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 2. С. 134–157. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-2-134-15

ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЛОСЫ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Трещевская Э.И., ehllt@yandex.ru,
Тихонова Е.Н., tichonova-9@mail.ru,
Голядкина И.В., golyadkina@post.vgltu.ru,
Трещевская С.В., streshchevskaya@mail.ru,
Бобрешов К.В., 1993177.21@mail.ru,
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова

При добыче полезных ископаемых создаются отвалы различной высоты и формы, весьма неустойчивые к водной эрозии и дефляции. Одним из наиболее эффективных способов восстановления нарушенных земель является биологическая рекультивация.

Очень мало научных работ посвящено изучению защитных лесных полос, как составной части мероприятий по биологической рекультивации [1]. Во многом это обусловлено, тем что защитные лесные полосы можно создавать на поверхности суглинистых и глинистых отвалов площадью более 50 га. На поверхности меловых, мело-мергельных, песчаных и песчано-меловых отвалов такой же площади после землевания при условии их сельскохозяйственного освоения целесообразно создание полезащитных и стокорегулирующих лесных полос [5]. Комплекс защитных лесных насаждений на крупноплощадных отвалах позволит не только восстановить производительность рекультивируемых земель, но и получить более высокие урожаи сельскохозяйственных культур как на восстановленных, так и с учетом зоны мелиоративного влияния на зональных прилегающих площадях [2].

На зональных почвах в системе мер по защите земель от водной эрозии и дефляции лесным полосам принадлежит одно из главных мест [3]. Они регулируют снегораспределение в межполосных пространствах, способствуют большему накоплению влаги в почве, уменьшают скорость ветра, превращают поверхностный сток во внутрипочвенный, улучшают микроклимат в целом [4].

Целью данной работы является обобщение данных многолетнего мониторинга защитных лесных полос и разработка рекомендаций по подбору ассортимента древесных и кустарниковых растений для линейных защитных насаждений в условиях горнопромышленного ландшафта Курской магнитной аномалии (КМА).

Объектами исследований послужили древесные и кустарниковые породы в защитных лесных полосах, созданных на гидроотвале Березовый лог Лебединского горнообогатительного комбината КМА. Территория Губкинского района находится в северной части Белгородской области Среднерусского агролесомелиоративного района лесостепной зоны Европейской части России.

Гидроотвал Березовый лог начал формироваться с 1965 года путем гидравлического намыва песчаного грунта в одноименную балку площадью 449

га. Находится в непосредственной черте города Губкин, с юго-восточной его стороны. Гидроотвал сложен кварцевыми песками с включениями альбского яруса и песчано-глинистыми отложениями апского яруса, богатыми слюдой. Высота гидроотвала составляет 40-45 м, крутизна откосов – 6-30^0. На поверхность гидроотвала, предназначенную под сельскохозяйственную рекультивацию, был нанесен плодородный слой мощностью 30-80 см.

На гидроотвале были заложены стокорегулирующие и полезащитные лесные полосы с использованием следующих древесных и кустарниковых пород: тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.), ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.), робинии лжеакации (*Robinia pseudoacacia* L.), рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), жимолости татарской (*Lonicera tatarica* L.).

Приживаемость древесных и кустарниковых пород неодинакова. Наилучшей приживаемостью характеризуется тополь бальзамический, особенно в полосах на склоне юго-западной экспозиции, где она колеблется от 88 до 94 %. Приживаемость тополя в полосах на склонах северо-западной и западной экспозиций значительно ниже – 34-62 %. Хорошей приживаемостью характеризуется рябина обыкновенная, у которой этот показатель может достигать 88 %. У жимолости татарской также отмечается высокая приживаемость. В первой полосе она составляет 72-78 % во второй – 78-84, в третьей – 84-90 и в четвертой полосе – 66-88 %. Несколько ниже приживаемость у ясеня обыкновенного и робинии лжеакации. Она составляет соответственно 40-70 и 44-78 %.

Большое влияние на приживаемость оказывает экспозиция склона. У тополя лучшая приживаемость отмечается на юго-западных участках, у жимолости и рябины – на западных и юго-западных. Рябина лучшей приживаемостью характеризуется на склонах северо-западной и западной экспозиций, ясень – также на склонах северо-западной экспозиции. Какой-либо закономерности в приживаемости древесных и кустарниковых пород в различных полосах не наблюдается.

Из всех высаженных пород наибольший прирост отмечен у тополя. В большинстве случаев он колеблется от 18,6 до 25,0 см. Величина прироста тополя в значительной мере также зависит от экспозиции склона. Самый низкий прирост наблюдается в полосах на склонах юго-западной экспозиции. Здесь во всех четырех полосах он составляет 12,7-15,9 см. На склонах западной и северо-западной экспозиций он выше и составляет 18,6-29,3 см. Это объясняется, прежде всего, тем, что испарение с поверхности субстрата на южных склонах больше, что влечет за собой снижение влагообеспеченности растений, а значит и снижение прироста.

Второе место по величине прироста в высоту занимает робиния лжеакация, у которой он колеблется от 12,2 до 16,6 см. Прирост остальных древесных и кустарниковых пород в различных лесных полосах колеблется в широких пределах. Так, например, в западной и юго-западной частях второй полосы наибольший прирост отмечается у жимолости, который составляет 22,2-26,2 см, в то время как в первой, третьей и четвертой полосах он равен 7,5-12,6 см.

Анализ многолетних данных показывает, что сохранность культур в условиях нарушенных земель неодинакова. Наибольшая сохранность характерна для тополя и робинии в возрасте 8 лет, соответственно 80 и 90 %. У рябины и жимолости она ниже – соответственно 78 и 66 %. В возрасте 42 лет насаждение тополя имеет сохранность 11 %. Оставшиеся экземпляры растут по III классу бонитета, имея среднюю высоту 12,0 м и средний диаметр 36,61 см. Насаждение робинии в возрасте 41 года отличается наиболее высокой сохранностью – 42 %.

Мониторинг за насаждениями позволяет разработать ассортимент древесных и кустарниковых пород для создания лесных полос в техногенных ландшафтах. Несмотря на то, что тополь бальзамический является быстрорастущей древесной породой, в условиях нарушенных земель он не формирует долговечных устойчивых насаждений, и не может быть рекомендован для лесной рекультивации отвалов в техногенных ландшафтах. Робинию лжеакацию можно использовать на техногенно нарушенных землях для создания защитных лесных насаждений, лесных полос, а также для создания предварительных насаждений с последующим введением более ценных пород. Рябина обыкновенная, хоть и отличается в первые годы жизни удовлетворительной сохранностью, к возрасту 35 лет полностью выпала, поэтому является непригодной породой для создания долговечных насаждений. Жимолость татарскую рекомендуется вводить в лесные полосы по схемам смешения, применяемым на зональных почвах, или в защитные лесные насаждения санитарно-гигиенического, ландшафтно-озеленительного и рекреационного значения в количестве не более 50 %.

Библиографический список

1. Гурина И. В. О применении комплексных мелиораций при биологической рекультивации нарушенных земель // Мелиорация и водное хозяйство. 2013. – № 3. – С. 27-28.
2. Ивонин В. М. Обоснование системы лесных мелиораций природно-антропогенных ландшафтов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2017. – № 3(27). – С. 18-31.
3. Кулик К. Н., Манаенков А. С., Кузенко А. Н., Салугин А. Н. К вопросу о состоянии защитного лесоразведения в Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. – № 1(57). – С. 23-33.
4. Михин В. И., Михина Е.А. Лесомелиоративные системы в бассейне Среднего Дона // Охрана, инновационное восстановление и устойчивое управление лесами. Forestry-2023: материалы Международного лесного форума. Воронеж, 2023. – С. 86-91.
5. Панков Я. В., Трещевский И.В. Мониторинг процессов биологической рекультивации техногенных ландшафтов КМА // Лес. Наука. Молодежь-2004: сборник материалов по итогам научно-исследовательской работы молодых ученых за 2004 год. Воронеж. 2005. – С. 60-63.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР И ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ ИЗ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО В ГОРОДЕ НОВОСИБИРСКЕ

Цветкова Н.В., tsvetkovanatasha@mail.ru,
Национальный исследовательский Томский государственный университет

Городские леса в настоящее время являются неотъемлемой частью многих сибирских городов. В структуре городского пространства крупных городов и мегаполисов они могу занимать существенную долю площади. Так, в г. Новосибирске, городские леса занимают 18% площади в структуре городского пространства.

Природно-климатические условия местопроизрастания в г. Новосибирске, а также высокие антропогенные нагрузки вносят существенные ограничения в выборе пород для городского озеленения и создания городских лесов.

В пятидесятые-семидесятые, послевоенные годы, в Сибири начали использовать тополь в городском озеленении и в лесных культурах городских лесов. Данная практика не получила широкого распространения в более позднее время.

Тем не менее, тополь остается самым крупным древесным растением, произрастающим на территории Сибири. Кроме того, тополь является и рекордсменом по экологическим свойствам – способности к шыле-шумо-газо-защите самые высокие среди ассортимента древесно-кустарниковой растительности региона [1].

Учитывая вышеизложенное, использование тополя в городском озеленении и создании лесных культур в городских лесах в настоящее время могло бы положительно повлиять на экологическую обстановку в отдельных районах города и сделать условия жизни в городе более комфортными [2].

Важным вопросом при проектировании насаждений с использованием тополя является стоимость работ. При этом важно понимать и объем разовых затрат на создание насаждений и объем текущих затрат на содержание в течение жизненного цикла, а также стоимость работ по удалению насаждений.

На базе МАУ «Горзеленхоз» г. Новосибирска проведен расчет затрат на создание 1 га лесных культур из тополя бальзамического [3] и 1 га зеленых насаждений в скверах или на улично-дорожной сети.

Для оценки затрат на создание 1 га лесных культур с использованием черенкового посадочного материала из расчета 4100 шт./га включены затраты на обработку почвы, заготовку и посадку черенков в грунт, а также агротехнические уходы и противопожарные мероприятия в первые 5 лет жизни лесных культур [4]. Общий размер затрат на создание 1 га лесных культур из тополя по состоянию на январь 2024 года составил 331 252 руб.

Размер затрат на рубки ухода и рубки главного пользования составил 813 853 руб./га. Общая сумма затрат на полный цикл выращивания и удаления 1 га лесных культур тополя в 2024году составила 1 566 088 руб. или 17 476,91 USD (по курсу на 30.01.2024).

Для оценки затрат на создание и эксплуатацию 1 га насаждений из тополя в скверах и на улично-дорожной сети учена рекомендуемая плотность посадки насаждений в городе. Так, на 1 га городских насаждений необходимо высадить 400экземпляров стандартного посадочного материала высотой не менее 2,5 метра.

В ценах по состоянию на январь 2024 г. стоимость работ по созданию насаждений в скверах и на улично-дорожной сети г. Новосибирска составляет 9 675 20 руб. за 1 га, включая заготовку и доставку саженцев, посадку с применением установки "OPTIMAL-1400", стоимостью посадочного материала и уход за саженцами в течение 5 лет.

В соответствии с рекомендациями формовочная обрезка запланирована каждые 2 года, а по окончанию жизненного цикла – удаление зеленых насаждений. Стоимость формовочных обрезок и сноса насаждений с последующей утилизацией составляет 11 460 078 руб. за 1 га.

Общая сумма затрат на полный цикл выращивания и удаления 1 га лесных культур тополя в 2024 году составляет 21 136 000,00 руб. или 235 869,16 USD (по курсу на 30.01.2024 г.).

Таким образом, в ценах 2024 года в г. Новосибирске, вырастить 1 га лесных культур в 13,5 раз дешевле, чем 1 га насаждений в сквере или на улично-дорожной сети. Создание защитных насаждений из тополя бальзамического, как один из элементов городских лесов, значительно экономнее, чем насаждения аналогичного состава и назначения на объектах общего пользования и специального назначения.

Библиографический список

1. Бакулин, В. Т. Антимикробная активность листьев тополей и ив (Salicaceae) в Сибири / В. Т. Бакулин, Л. Н. Чиндяева, Н. В. Цыбуля // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 6. – С. 60-64. – EDN NCSMVX.
2. Бакулин, В. Т. Использование тополя в озеленении промышленных городов Сибири: краткий анализ проблемы / В. Т. Бакулин // Сибирский экологический журнал. – 2005. – Т. 12, № 4. – С. 563-571. – EDN HRVBQH.
3. Лесной кодекс Российской Федерации" от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 30.12.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022)
4. Федоров, А. В. Система управления городскими лесами г. Томска / А. В. Федоров, С. В. Аушев, Н. В. Цветкова // Экология и управление природопользованием. Стратегия использования природного капитала в интересах устойчивого развития Арктики и регионов : сборник научных трудов Второй всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Томск, 23–24 ноября 2017 года. Том Выпуск 2. – Томск: Литературное бюро, 2018. – С. 95-97. – EDN XZMNRZ.

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРИТЕРИЯ ВАЛЬДА-ВОЛЬФОВИЦА В ЛЕСНОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Аввакумов М.С., apxumakc@mail.ru,
Власов Е.Н., vlasov-en@mail.ru,
Кузин И.С., kiva11@list.ru,
Прытков Н.Д., Prytkov_k@mail.ru,
Стрельцов С.В., 777sparta777@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Критерий Вальда-Вольфовица называют также критерием итераций. Этот критерий позволяет выявлять любые различия в выборках, не показывая, в чем они состоят. Критерий применим в случае одной или двух выборок данных, а также в случае, когда хотим установить случайность чередования двух альтернативных признаков.

В случае сравнения двух выборок данных с сопоставимыми объемами критерий работает путем объединения элементов обеих выборок, их ранжирования и проверки случайности чередования элементов первой выборки элементов (x) и элементов второй выборки (y).

При проверке случайности последовательности изменения выборочных значений признака определяют среднюю или медиану, а затем, обозначая элемент, меньший средней или медианы (x), а больший соответственно через (y), проверяют случайность расположения элементов. Можно просто последовательно фиксировать с помощью обозначений (x) и (y) последовательность появления альтернативных событий, а потом проверить, является ли случайным их расположение в общем ряду данных.

Рассмотрим пример применения критерия Вальда-Вольфовица. Пусть в процессе обучения две группы инженеров лесного комплекса получили два разных типа переподготовки. После переобучения способность каждого специалиста к инженерной деятельности была индивидуально проверена, причем эксперты, оценивающие их действия, не знали о типе переподготовки проверяемых.

И пусть оценки специалистов у экспертов выглядят следующим образом:

Группа А:

10; 11; 12; 18: 28; 38; 40; 38; 13; 22; 96; 81,83.

Группа В:

44; 50;78;35; 67; 36;78; 28; 44; 61, 80

Требуется определить, является ли существенным различия в переподготовке этих двух групп специалистов.

Последовательность решение выглядит следующим образом:

Нулевая гипотеза: H_0: X = Y (нет различий)

Альтернативная гипотеза: H_1: $X \neq Y$ (есть различия).

Уровень значимости положим P = 0.025; критерии в нашем случае двусторонний.

Объединяем отметки для двух групп оцениваемых специалистов, затем упорядочиваем их по возрастанию (или по убыванию). Отмечаем при этом, какой группе A или B, принадлежит каждый из элементов выборки данных.

Проставим символы x или y, указывающие принадлежность элемента выборки данных к той или иной группе. Будем называть серией группу одинаковых символов, то есть содержащую либо x, либо только y.

Последовательность x и y имеет в нашем примере следующий вид:
xxxxxxx yyy xxx yyyyyyyy xxx.

Таким образом у нас в примере получилось 5 серий.

Существует проблема, связанная с наличием совпадений. Если совпадают между собой отметки, принадлежащие одной выборке, (например, в нашем случае это 38 и 38; 44 и 44; 78 и 78), то последовательность x и y остается без изменений, но если совпадает отметки из разных групп, то последовательность может быть получена неоднозначным способом. В этом случае рекомендуется путем перебора определить всевозможные последовательности и найти число серий для каждой из них. Если все они окажутся статистически значимыми, то нулевая гипотеза может быть отклонена. Например, если мы оценку 28 из группы B, будем считать предшествующей, такой же оценке 28 из группы A, то последовательность будет выглядеть так: xxxxxx y x yy xxx yyyyyyyy xxx, т.е. число серий будет равно уже шести. Число серий в этом случае увеличилось на одну.

Статистика может быть оценена с помощью формул:

$$\frac{N+1}{2} - \sqrt{N-1} \leq r \leq \frac{N+1}{2} + \sqrt{N+1}$$

где N - объем объединенной выборки данных; r - число серий; и если r фактически лежит вне указанного интервала, то различия можно признать значимыми.

$$N = n_1 + n_2$$

n_1, n_2 - объёмы первой и второй групп данных соответственно; в нашем примере $n_1 = 13$; $n_2 = 11$. Тогда

$$N = n_1 + n_2 = 13 + 11 = 24$$

$$\frac{24+1}{2} - \sqrt{24-1} \leq r \leq \frac{24+1}{2} + \sqrt{24+1}$$

или получаем $7.7 \leq r \leq 17.5$

Так как наше значение критерия Вальда-Вольфовица (r) не укладывается в этот интервал, то различия между двумя группами данных можно признать статистически достоверными.

С помощью таблицы [1] находим для $n_1 = 13$ и $n_2 = 11$ при $P = 0.025$, максимальное значение критерия Вальда-Вольфовица (r) при котором различия существенны. Из таблицы получаем r = 7. Так как наше фактическое r равно шести и меньше табличного, равного семи, то различия существенны.

Результат: мы должны отклонить нулевую гипотезу и признать значимыми с вероятностью P = 0.025 различия в уровне переподготовки специалистов двух рассматриваемых групп A и B.

Библиографический список

1. Руниор Р. Справочник по непараметрической статистике: Современный подход / Пер. с англ. Е.З. Демиденко; Предисл. Ю.Н. Тюрина. - М.: Финансы и статистика, 1982. – 198 с.

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРИТЕРИЕВ ЗНАЧИМОСТИ ИЗ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В ЗАДАЧАХ ЛЕСНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Аввакумов М.С., apxumakc@mail.ru,
Власов Е.Н., vlasov-en@mail.ru,
Кузин И.С., kiva11@list.ru,
Прытков Н.Д., Prytkov_k@mail.ru,
Стрельцов С.В., 777sparta777@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Первым рассмотрим пример применения критерия Розенбаума. Пусть есть две выборки данных численностью 19 и 22 единиц, которые характеризуют затраты времени на производство одного вида продукции двумя бригадами предприятия лесного комплекса.

Затраты времени первой бригады:

33, 37,47,40,45,43,31,48,21,23,37,23,25,35,34,31,47,41,39 (X).

Затраты времени второй бригады:

24,53,51,30,30,53,48,34,48,29,36,49,47,38,42,41,39,32,44,40,52,37 (Y).

Надо определить, отличаются ли существенно производительности труда этих двух бригад.

Решение:

- нулевая гипотеза: H_0: X = Y, т.е. нет различий в производительности, выборки данных взяты из одной генеральной совокупности данных;
- альтернативная гипотеза: H_1: X < Y;
- у нас критерий односторонний так как H_1: X < Y. Возьмем уровень значимости P = 0.05;
- первым рядом считаем ряд Y, так как минимальная и максимальная величины в нем больше, чем в ряду X;

-упорядочиваем оба ряда по возрастанию и находим N – количество наблюдений первого ряда больших максимальной величины наблюдений второго ряда. В нашем случае N = 5;
-Находим M – количество наблюдений второго ряда меньших минимальной величины первого ряда M =3;
-находим Q = N + M =5 + 3 = 8;
-из таблицы критерия Розенбаума для n_1 = 22 и n_2 =19 при P = 0.01 находим $Q_{табл}$=9;
-сравниваем Q и $Q_{табл}$, получаем Q < $Q_{табл}$, 8 < 9.

Результат решение примера: нулевая гипотеза не отвергается, так как Q < $Q_{табл}$, т.е. существенных различий в производительности двух бригад нет.

Теперь рассмотрим пример на применение критерия Вилкоксона. Пусть у нас есть абсолютные значения величины себестоимости (в у.е.) десяти видов продукции машиностроительного предприятия лесного комплекса до и после организационного мероприятия по снижение себестоимости данной продукции за счет внедрения новой техники.

Себестоимость (у.е.) до мероприятия была:

93,111,94,106,122,86,82,109,90,100..

Себестоимость после организационного мероприятия стала:

108,103,91,110,89,73,111,68,75,94.

Формулируем нулевую гипотезу: H_0: X = Y.

Альтернативная гипотеза: H_1: X > Y.

Критерий у нас здесь односторонний, уровень значимости положим равным P = 0.05.

Находим разности ($X_i – Y_i$). i = 1,…,10. Они в примере равны соответственно:

-15; 8; 3; -4; 33; 13; -29; 41; !5; -6.

Для присвоения каждой из полученных разностей соответствующего ранга, упорядочиваем полученные разности по абсолютным значениям в порядке возрастания: 3; -4; -6; 8; 13; 15; -15; -29; 33; 41. Первая и девятая разности оказались равны по своему абсолютному значению. Разность, стоящая на первом месте, получает ранг равный единице, на втором месте – равный двум и т.д. Шестая и седьмая одинаковые по абсолютной величине разности получают ранг равный 6,5 (т.к. (6+7) / 2=6,5).

Далее находим сумму рангов отрицательных разностей:

$$T^{/} = 6,5 + 2 + 8 + 3 = 19,5.$$

По таблице для максимальных значений критерия Вилкоксона (для парного критерия) [1] находим критическое значение T для P = 0.05 и N =10 (количество видов продукции). Оно равно десяти (T =10).

Сравниваем $T^{/}$ и T. В нашем случае имеем $T^{/}$ > T.

Отсюда можно сделать вывод, что нулевая гипотеза не нарушается, а это значит, что отсутствует влияние мероприятия по снижение себестоимости данной продукции за счет внедрения новой техники на себестоимость рассматриваемой продукции.

В заключении рассмотрим пример использования критерия знаков. Чтобы определить какая из двух технологий (A или B) предпочтительна, осуществлен

опрос представителей 30 лесопромышленных предприятий. Результат, когда отдается предпочтение технологии А отмечаем плюсом; когда предпочтение отдается технологии В, эти случаи отмечаем знаком минус.

Нулевая гипотеза H_0: A = B.

Альтернативная гипотеза: H_1: A > B.

Рассмотрим статистику. Пусть в двадцати случаях предпочтение отдавалось технологии А (имеем 20 знаков плюс).

Находим решение: Будем действовать согласно алгоритму критерия знаков, который в данном случае двусторонний. Обозначим через S количество минусов. В нашем примере S = 10. Тогда $S^{/}$ = min (S, n-S) = min (10; 30 -10) = 10.

По таблице для критерия знаков из [1] находим для n =30 максимальное число (менее часто встречающихся), при котором различия в парных сравнениях можно считать существенными. Оно равно 10 при P = 0.05 и соответственно оно равно 8 при P = 0.01.

Следовательно, при менее жестком ограничении (P = 0.05) можно признать не случайным появление в опросе 20 плюсов, то есть технология А признается более предпочтительной. При более строгом ограничении (P = 0.01) разница в выборе технологий может быть признана несущественной.

Библиографический список

1. Руниор Р. Справочник по непараметрической статистике: Современный подход / Пер. с англ. Е.З. Демиденко; Предисл. Ю.Н. Тюрина. - М.: Финансы и статистика, 1982. – 198 с.

О ВЫБОРЕ УСТРОЙСТВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Власов Е.Н., vlasov-en@mail.ru,
Кузин И.С., kiva11@list.ru,
Прытков Н.Д., Prytkov_k@mail.ru,
Стрельцов С.В., 777sparta777@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Обычно транспортные системы связывают между собой различные подсистемы гибких производственных систем (ГПС). Транспортные связи охватывают межцеховые, межучастковые, межоперационные грузопотоки, включая установку заготовок, съем готовых деталей и др.

Среди существующих транспортных систем важное место занимают транспортные промышленные роботы (ПР), в свою очередь, среди них наибольшее распространение получили напольные безрельсовые подвижные роботы, в следствии, большой гибкостью за счет простоты создания новых транспортных путей и возможности оснащения их различными рабочими

устройствами (от простых подъемно-поворотных грузовых платформ до манипуляторов с большим числом степеней подвижности.

Возможности транспортных ПР по выполнению тех или иных технологических операций во многом зависит от кинематических возможностей их исполнительных устройств и систем управления. Исполнительные устройства подвижных ПР включают колесные тележки и многостепенные манипуляционные устройства, проектирование которых мало чем отличается от манипуляторов напольных ПР.

Основными исходными данными для выбора кинематической схемы устройства передвижения обычно служат грузоподъемность ПР и их масса, габаритные размеры, которые определяются размерами грузонесущих платформ и манипуляционных устройств; маневренность, скорость передвижения, легкость управления, а также минимальное подрессоривание колес или его отсутствие, что позволяет упростить конструкцию шасси и обеспечит параллельность грузонесущих платформ и приемных столов технологического оборудования модулей ГПС.

Порядок выбора кинематической схемы шасси устройства передвижения обычно включает следующие этапы:

- расчет необходимой мощности движителя (шасси) исходя из динамических и инерционных требований;
- выбор приводных электродвигателей и определение необходимого числа ведущих (приводных) колес. Повышенная проходимость ПР не нужна, так как они работают в цеховых условиях. Поэтому с точки зрения упрощения управления и конструкции, уменьшения затрат, число таких колес должно быть минимально необходимым;
- компоновка возможных кинематических схем шасси исходя из габаритных размеров и числа ведущих колес.

Оптимальной является кинематическая схема, которая обеспечивает максимальную маневренность ПР при минимальной требуемой ширине цеховых проездов и отличающаяся простотой управления.

Ниже перечислены кинематические схемы шасси основных известных моделей устройств передвижения подвижных ПР:

- трехколесные с одним поворотным ведущим колесом или с двумя ведущими и одним флюгерным колесом;
- четырехколесные: с двумя ведущими колесами, с четырьмя поворотными и двумя ведущими колесами, с четырьмя поворотными ведущими колесами, ромбические с двумя ведущими и двумя флюгерными колесами.

Наибольшие возможности с точки зрения выполнения указанных требований обеспечивают подвижные устройства с ромбической компоновкой колес: на одной диагонали ромба расположены два ведущих колеса, а на другой диагонали расположены два опорных (флюгерных) колеса. Данная схема отличается простотой конструкции, наименьшим радиусом разворота; высокой маневренностью и простотой управления, которые достигаются за счет возможности одновременного регулирования направления вращения ведущих колес и их скоростей.

Установка на устройстве перемещения манипулятора существенно усложняет управление ПР, но дает дополнительные технологические возможности по выполнению основных технологических операций, таких как окраски, сварки и т.п.

Типовые конструкции перегружающих и манипуляционных устройств, которые могут быть рекомендованы к использованию на транспортных ПР, приведены в [1]. Кроме того, при выборе окончательной компоновки подвижного ПР и обслуживаемого им технологического оборудования обязательно надо учитывать экономические показатели, такие, например, как увеличение производительности производства и уменьшение его стоимости.

Библиографический список

1. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение. 1988. – 392 с.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КРИТЕРИЯ ЗНАКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ В ЛЕСНОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Власов Е.Н., vlasov-en@mail.ru,
Кузин И.С., kiva11@list.ru,
Прытков Н.Д., Prytkov_k@mail.ru,
Стрельцов С.В., 777sparta777@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Критерий знаков самый распространенный и наименее трудоемкий из непараметрических критериев.

Рассмотрим пример. В результате обследования лесопромышленного предприятия выяснилось, что при изготовлении двенадцати видов продукции в результате определенных организационно-технических действий себестоимость единицы продукции для четырех видов продукции повысилась, а для восьми видов продукции снизилась. Выясним появился положительный эффект в силу определенных организационно-технических действий предприятия, или случайные причины вызвали изменение величины себестоимости.

У нас есть две выборки значений величины себестоимости продукции, связанные между собой. Обозначим величину себестоимости до организационно-технического мероприятия (X) и после мероприятия (Y). Требуется проверить «нулевую гипотезу». Нулевая гипотеза — это подвергаемое статистической проверке предположения об отсутствии существенных различий между выборками, об отсутствии зависимости между признаками, о близости фактического распределения к теоретическому.

Здесь нулевая гипотеза X = Y, то есть не существует различия между средними тенденциями двух непрерывных распределений данных, тогда как альтернативная гипотеза есть значимые различия между распределениями, причем по своим средним тенденциям (X>Y).

Метод критерия знаков при проверке статистических гипотез о зависимости факторов состоит в подсчете числа знаков плюс и минус в попарных разностях двух рядов чисел, полученных в результате наблюдения. Знак плюс в примере означает снижение, а знак минус – увеличение себестоимости продукции. У нас четыре знака минус и восемь знаков плюс при общем числе измерений равном двенадцати. По нулевой гипотезе (отсутствие влияния организационно-технического мероприятия) X=Y появление знака плюс и минус равновероятно. Для критерия чисел удобно использовать специальные таблицы, которые были составлены американским математиком Д.Б. Оуэном.

Суть метода знаков следующая. Пусть (X, Y) – пара случайных величин и предположим, что выборка объема n представляет собой n реализаций такой пары. Тогда, для каждой реализации вычисляется разность X – Y и рассматривается статистика Q – количество отрицательных разностей. По нулевой гипотезе распределения X и Y имеют одинаковые медианы (то есть — это однородные выборки), в то время как по альтернативной гипотезе медиана выборки X больше медианы выборки Y (односторонний критерий). Нулевая гипотеза отвергается, если выборочное значение Q будет меньше, чем критическое значение критерия из таблицы критерия знаков. Двусторонний критерий получают при помощи удвоения величины P [1]. Альтернативная гипотеза в этом случае выглядит следующим образом: медианы выборок не равны друг другу. Нулевую гипотезу, в этом случае отвергают тогда, когда величина $Q' = \min(Q, n-Q)$ окажется меньше критического значения из таблицы критерия знаков [1].

Наш пример с помощью этой таблицы решается гораздо быстрее.

Решение выглядит следующим образом:

- рассмотрим статистику Q, равную количеству отрицательных разностей. В нашем случае Q = 4;
- используем односторонний критерий с P= 0.05, так как альтернативная гипотеза X > Y;
- по таблице [1] при n =12, P = 0.05 (односторонний критерий) определяем критическое значение. В нашем случае оно равно двум;
- сравниваем табличное значение равное двум и статистику Q = 4.

Так как Q больше критического значения из таблицы метода, то нулевая гипотеза не отвергается и, соответственно, ответ примера: нулевая гипотеза, состоящая в том, что выборки X и Y взяты из одной генеральной совокупности и значит их средние тенденции равны, не опровергается критерием знаков.

В случае, когда некоторые разности X – Y = 0 можно, например, половину разностей X – Y считать отрицательными, а другую половину считать положительными. На наш взгляд лучше всего все разности X – Y = 0 просто отбросить и соответственно уменьшить объем выборки наблюдений.

Библиографический список

1.Руниор Р. Справочник по непараметрической статистике: Современный подход / Пер. с англ. Е.З. Демиденко; Предисл. Ю.Н. Тюрина. - М.: Финансы и статистика, 1982. – 198 с.

О МЕТОДАХ ОЦЕНКИ МИНИМАКСНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ПРИ ЭКСПЕРТИЗЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Власов Е.Н., vlasov-en@mail.ru,
Кузин И.С., kiva11@list.ru,
Прытков Н.Д., Prytkov_k@mail.ru,
Стрельцов С.В., 777sparta777@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Обычно значительный интерес представляют методы оценки параметров совокупностей, содержащие существенные отклонения (максиминые или минимаксные) от прочих членов вариационного ряда. Вопреки весьма распространенным представлениям, далеко не во всех случаях эти отклонения являются грубой ошибкой. Можно, конечно, исключить эти отклонения из ряда как аномальные, а можно сделать эту же оценку предметом особого внимания и дальнейшей углубленной специализированной экспертизы. Необходимо выяснить: является ли она следствием неординарного, высокопрофессионального мнения эксперта, который видит принципиальные возможности, например, для улучшения качества продукции, либо она является следствием некомпетентности и явной ошибочности мнений эксперта. В первом случае это дает возможность использования новых благоприятных моментов, во втором случае потери практически не велики, так как стоимость дополнительной экспертизы обычно не слишком велика.

Таким образом, лесопромышленное предприятие получает возможность пользоваться услугами эксперта высокого уровня, который открывает принципиально новые возможности экспертных процедур, анализа научно-технических перспектив развития, стратегии освоения рынков с новой высококлассной продукцией и др.

Во-вторых, предприятие может поставить под сомнение квалификацию ранее приглашаемых экспертов и использование их результатов экспертиз.

Эти причины заставляют начинать работу с статистикой с анализа структуры имеющейся совокупности статистических данных. Анализ структуры данных дает возможность определить следующие отклонения от некоторой среднестатистической величины:

- «нормальные» (обычные) отклонения, вызванные особенностями отдельных элементов статистики;

- отклонения, вызванные ошибками группировки элементов статистики;

- значительные отклонения, вызванные недостаточной компетенцией эксперта или наоборот его высокой квалификацией. В последнем случае это значит, что эксперт сумел выявить новое качество в явлении и его весомое влияние на оцениваемый признак.

Совокупности, содержащие ошибки группировки, грубые ошибки уже не являются однородными. Если их не обнаружить, то они скорее всего исказят окончательные результаты, что в свою очередь может привести к ошибке в выборе стратегии развития техники лесопромышленного предприятия. Применение вычислительных программ, не реагирующих на аномальные отклонения или же объясняющие их по чисто формальным признакам, грозит создать иллюзию правильности стратегии развития техники лесопромышленного предприятия.

Можно предложить правило, следование которому позволит значительно обезопасить стратегию технического развития лесопромышленного предприятия без существенных затрат. Для этого надо всякое резкое отклонение в ряду статистических данных наблюдений или оценок экспертов считать причиной, которая должна вызвать реакцию органов управления предприятия.

На первом уровне принятия решения необходимо принятие мер аналитиками-экспертами с привлечением сил математиков –программистов, но с обязательным вариантом подачи информации на второй более высокий уровень принятия решений. При сомнениях второго уровня в принятия решения в стратегии создания машины, должна быть направлена информация об этом подразделению, осуществляющему разработку концепции решения стратегических задач создания новой техники лесопромышленного предприятия.

Недопустимо, чтобы случай новой информационной возможности рассматривался как ошибка в экспертной системе и при этом было бы упущено время, необходимой для разработки если не опережающих, то, по крайней мере, не запаздывающих стратегий технического развития лесопромышленного предприятия.

Для решения указанных выше проблем особенно пригодны методы непараметрической статистики [1], т.к. они требуют весьма немногих предположений о свойствах имеющейся совокупности данных о характеристиках разрабатываемых систем, что соответствует реальным возникающим ситуациям. Данные могут быть результатами наблюдений, количественными оценками параметров разрабатываемых систем, балльными или ранжированными.

Библиографический список

1.Гублер Е. В., Генкин А. А., Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. -Л.: Медицина, 1973. – 144 с.

КОНТЕЙНЕРНЫЕ ЛЕСОПИЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ

Вохмянин Н.А., 7520910@gmail.com,
Шевченко В.С., wictor007chief@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Тарабан М.В., arcan65@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

При создании нового лесопильного предприятия всегда необходимо найти близкое к оптимальному решение, по выбору технологического варианта пиления и типу головного оборудования, в наибольшей степени подходящего для решения конкретных поставленных задач [1].

Основные требования, предъявляемые к современному лесопильному заводу, могут быть сформулированы, в целом, следующим образом:

-обеспечение производства необходимого объёма и сортамента пиломатериалов с учетом имеющихся характеристик пиловочного сырья;

-стабильность работы оборудования, его надёжность, долговечность и ремонтопригодность;

-непременное использование современных схем распиловки, как залога высокого выхода пилопродукции требуемых спецификаций;

-минимизация численности обслуживающего персонала и необходимости его непосредственного присутствия у функционирующего оборудования;

-максимально возможное снижение расхода электрической и тепловой энергии на единицу выпускаемой продукции;

-минимизация затрат на строительные, монтажные и пуско-наладочные работы;

-максимально возможное сокращение времени на поставку и запуск производства в эксплуатацию;

Приведённые выше требования в большей степени относятся к техническим и технологическим факторам, определяющим перспективы эффективности создаваемого производства.

Второй группой требований, играющей не меньшую роль при создании концепции нового производства можно считать факторы экономического характера:

-общие затраты на создание лесопильного производства (аренда или приобретение производственной площадки, предпроектные и проектные работы, согласуемая часть рабочего проекта, проектирование и прокладка коммуникаций, приобретение технологического оборудования для переработки отходов производства или их утилизации, общие финансовые затраты на монтажные работы и подготовку обслуживающего персонала);

-текущие затраты на содержание производственных зданий (электро- и теплопотребление);

Поиски оптимального решения лесопильного завода, не требующего затрат на капитальное строительство, велись достаточно давно. В разных странах апробировались различны варианты лесопильного оборудования не требующего строительства зданий и сооружений; оборудования, которое может быть быстро развёрнуто в непосредственной близости к лесосырьевой базе. В нашей стране подобное оборудование традиционно разрабатывалось для нужд Инженерных войск Министерства обороны. Достаточно большим тиражом выпускались военные одноэтажные лесопильные рамы типа Р 65.3. На смену им была разработана и производилась модель бесфундаментной лесопильной рамы на колёсном шасси ЛРВ-1М. В 2016 году была завершена опытно-конструкторская работа и начато мелкосерийное производство нового войскового мобильного лесопильного комплекса ВМЛК-1.

Упомянутое выше технологическое оборудование интересно с технической точки зрения, уникально по скорости развёртывания, но оно, врядли, применимо под задачи «гражданского» лесопиления, в котором приоритет отдаётся качеству и полезному выходу получаемого пиломатериала.

Зарубежные производители также занимались и занимаются разработкой мобильных версий круглопильных лесопильных станков (LAIMET, KARA др.), ленточнопильных (SERRA Bavaria, RIMA, PILOUS и др.). Данные модели оборудования имеют исключительно гражданское предназначение и ориентированы на выпуск пиломатериалов высокого потребительского качества при большом их полезном выходе. Вместе с тем, отнести эти машины к промышленному, масштабному лесопилению не представляется возможным. Это своего рода локальный, «фермерский» вариант, предназначенный для распиловки небольших объёмов сырья, образующегося при рубках ухода, санитарных рубках, ликвидации последствий ветровалов.

Одним из пионеров создания мощных лесопильных производств высокой заводской готовности стал немецкий конструктор и предприниматель Эдуард Риги (Eduaud Righi). Он реализовал идею размещения технологического лесопильного оборудования в контейнерах транспортного габарита. Все пусконаладочные работы, пробные пиления проводились на заводе изготовителе. После этого, технологические блоки (3-4 контейнера) разъединялись и транспортировались на промышленную площадку заказчика, где вновь стыковались между собой и вводились в эксплуатацию.

Рис.1 Общий вид контейнерного лесопильного завода

Первый в РФ контейнерный завод был приобретён в начале 2000 годов Региональной лесопромышленной компанией «Кода Лес» в Ханты-Мансийском автономном округе и смонтирован на промышленной площадке одного из её филиалов. Завод был расположен вне производственных зданий на открытом воздухе, на заранее подготовленной бетонной площадке.

Опыт эксплуатации первого контейнерного завода выявил, как ряд положительных факторов, так и ряд проблем, которые были минимизированы при изготовлении более поздних версий данного завода.

К положительным аспектам первого опыта эксплуатации контейнерного лесопильного завода можно отнести:

-относительно невысокую стоимость полного комплекта технологического оборудования;

-быстрый ввод комплекса в промышленную эксплуатацию (менее месяца) с момента прибытия оборудования на промплощадку;

-отличное качество и достаточно высокий процентный выход пиломатериалов;

К недостаткам первого поставленного в РФ контейнерного завода относились:

-конструктивная слабость некоторых узлов и агрегатов, что приводило к систематическим поломкам;

-недостаточная адаптация оборудования к работе в условиях низких температур;

-общие проблемы рассогласованности станков первого и второго ряда выражавшиеся в необходимости нахождения непредусмотренного штатным расписанием обслуживающего персонала в непосредственной близости к работающим агрегатам;

Баланс положительных и отрицательных факторов, выявленных в процессе эксплуатации завода и накопленный, таким образом, опыт позволил радикально переработать конструкцию контейнерного завода. Модели GIGA 02 и GIGA 03, созданные на базе нового предприятия – плода слияния известной итальянской станкостроительной фирмы A.COSTA и баварской RIGHI Gmbh в 2002 году и получившей название A.COSTArighi S.r.l. были лишены «детских» болезней присущих первым образцам данного вида оборудования. Более подробно о моделях GIGA 02 и GIGA 03, их конструктивных особенностях и экономических показателях будет изложено в следующих частях статьи.

Библиографический список:

1. Виллистон Эд. Автоматизированные системы управления в лесопилении; Пер. с англ. и ред. В. В. Амалицкого. - Москва: Экология, 1991. - 303 с.

КОНТЕЙНЕРНЫЕ ЛЕСОПИЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Вохмянин Н.А., 7520910@gmail.com,
Шевченко В.С., wictor007chief@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Тарабан М.В., arcan65@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Создание нового лесопильного производства требует тщательного анализа множества факторов, определяющих в конечном счёте, выбор типа технологического оборудования. К этим факторам относятся в первую очередь характеристики пиловочного сырья (породный состав, диаметры, кривизна, сбежистость). Территориальные и логистические ограничечния производственной площадки, доступные лимиты по подключению к электрическим сетям, финансовые возможности инициатора проекта и многие другие. В любом случае наиболее принципиальным является поиск разумного баланса между минимизацией вкладываемых финансовых средств (закупка технологического оборудования, строительство необходимых зданий и сооружений, эксплуатационных расходов) и гарантией стабильной и продолжительной работы предприятия; соответствия качества и полезного выхода готовой продукции имеющемуся техническому заданию [1].

Решая сформулированные выше задачи, производитель контейнерных лесопильных заводов остановился на двух базовых моделях, технологические возможности которых позволяют успешно решать основные задачи по переработке наиболее распространённых видов пиловочного сырья. Сокращение количества моделей до двух позволило унифицировать, не только ограждающие конструкции, но и большую часть головного технологического и межстаночного оборудования, что позитивно влияет на снижение стоимости завода.

Сегодня выпускаются два базовых типа лесопильных комплексов – GIGA02, ориентированный на распиловку тонкомерного пиловочного сырья и GIGA03, предназначенный для работы со среднеразмерным пиловочником.

Основные характеристики лесопильных комплексов приводятся в табл. 1.

Табл. 1[7]. Основные характеристики лесопильных комплексов

Основные характеристики:	GIGA02	GIGA03
Диаметр верхушки пиловочника, см	8-25 (35)[8]	14-40
Максимальный диаметр комля, см	30 (38)[9]	50
Максимальное сечение выходного пиломатериала, мм	235 x 235	380 x 380
Длина пиловочника, м	2-6,2	2,5-6,2
Скорость подачи, м/мин	10-60	10-70
Установленная мощность, КВт	250	600

[7] Данные предоставлены официальным представительством фирмы A.COSTArighi S.r.l. в Республике Беларусь.
[8] Опционно
[9] Опционно

За основу рассматриваемых лесопильных комплексов принят принцип агрегатной обработки пиловочника с использованием фрезерно-профилирующей технологии, позволяющей осуществлять проходной тип пиления без образования горбыльных досок. Всё технологическое оборудование размещается в контейнерах транспортного габарита и таким образом, лесопильная линия имеет крупномодульную архитектуру рис.1.

Рис.1 Общий вид комплекса

Выгодное отличие применяемой технологии (кроме её компактности, отсутствия необходимости в капитальном строительстве и минимизации затрат на проектные работы) заключается в возможности работать на нерассортированом и неокорённом сырье, таким образом исключить существенные финансовые затраты на приобретение дорогостоящей линии сортировки кругляка и окорочного оборудования.

Основные технологические сегменты лесопильных комплексов GIGA представляют собой:

-накопительный транспортёр для брёвен;

-устройство разобщения и поштучной подачи брёвен;

-автоматический пост обмера пиловочника;[10]

-станок первого ряда – фрезерно-брусующий двухступенчатый профилятор с независимым прецессионным позиционированием всех узлов;

-двухвальный многопильный станок SONATA с четырьмя узлами позиционирования;

Положенный в основу проходной тип пиления не требует применения отдельной линии утилизации отходов и линии обрезки горбыльных и подгорбыльных досок. Выходной продукцией являются пиломатериалы и технологическая щепа.

Существует стойкое предубеждение, что фрезеро-брусующие технологии не оптимальны с точки зрения полезного выхода готовой продукции; что в щепу превращается значительная доля потенциально полезного материала, чем в случае с доработки горбыля. Такие утверждения не беспочвенны, но и не однозначны, при рассмотрении вопроса в комплексе.

[10] опционно

Линии обрезки боковых пиломатериалов действительно позволяют в определённой степени повысить полезный выход продукции. Вместе с тем, они весьма сложны, дорогостоящи и «капризны». В то время, как высокопроизводительная лесопильная линия пропускает через основной поток 5-10 брёвен в минуту, линии обрезки приходится производить обработку от 100 до 120 досок в минуту. Вполне естественно, что данный технологический сегмент является потенциально проблемным.

Предлагаемая фрезерно-профилирующая технология имеет ряд схем и ноу-хау, позволяющих добиваться сопоставимого с горбыльной технологией полезного выхода готовой продукции при самых высоких скоростях подачи приловочника – до 70 метров в минуту.

К плюсам рассматриваемого оборудования можно отнести и комфортные условия работы оператора, находящегося в шумоизолированной кабине с автоматическим поддержанием заданного микроклимата. В работе оператору помогает полностью русифицированная компьютерная система управления и контроля за всеми параметрами функционирования лесопильного комплекса.

Совокупность технологических, технических и экономических факторов рассматриваемых лесопильных заводов, опыт их эксплуатации (в Республике Беларусь более десяти лет успешно эксплуатируются два завода семейства GIGA) позволяет предположить, что назрела необходимость проектирования и изготовления аналогичных по идеологии отечественных заводов на основе отечественных комплектующих. Такая задача вполне выполнима и весьма актуальна в рамках государственной программы импортозамещения.

Библиографический список:

1. *Ed M. Williston* Lumber Manufacturing: The Design and Operation of Sawmills and Planer Mills Hardcover – January 1, 1988.

КОНТЕЙНЕРНЫЕ ЛЕСОПИЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ. ВОПРОСЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ

Вохмянин Н.А. 7520910@gmail.com,
Шевченко В.С. wictor007chief@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Тарабан М.В. arcan65@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Современное лесопильное оборудование использует большое количество технологических схем, ориентированных на конкретный вид имеющегося в распоряжении пиловочного сырья. Это и линии на основе круглопильных и рамных позиционных станков, связанных средствами межстаночной механизации; линии фрезерно-брусующего типа; различного типа фрезерно-профилирующие линии. При всех очевидных технологических различиях

приведённого выше оборудования, оно имеет общие принципы в архитектуре построения производства и, как следствие, общие проблемные моменты:

-необходимость большого объёма строительных работ;

-необходимость полного цикла проектных работ;

-сложности в согласовании проекта с контролирующими органами;

-большие сроки монтажных и пуско-наладочных работ;

-аренда (приобретение) большого земельного участка для размещения линии сортировки круглого леса;

-объективные сложности работы по распиловке «с колёс».

-невозможность лёгкой релокации производства в новый район при истощении имеющейся лесосырьевой базы.

Приведённые выше соображения позволяют попытаться сделать достаточно корректное сравнение лесопильных линий одинаковой производительности на основе различных позиционных станков стационарного базирования и фрезерно-профилирующего комплекса модульно-контейнерного исполнения (табл.1).

Табл. 1. Сравнительные финансово-временные показатели различных видов лесопильных производств.

№	Критерии/тип линии	Круглопильные традиционные (стационарные)	С использован. ФБС (стационарные)	Фрезерно-профилир. (стационарные)	Фрезерно-профилир. (контейнерные)
1	Стоимость комплекта оборудования	Принимается 100%. Доп. затраты на переработку отходов	110-115% (доп.установка ФБС). Снижение затрат на пере-работку отходов	80-85% Не требуется участок обрезки, утилизации и околостаночное оборудование	70-80% Не требуется участок обрезки, утилизации и околостаночное оборудование
2	Затраты на доставку оборудования	Принимается 100%.	105-110%	105-110%	30-40%
3	Сроки монтажа, мес	2-3	2-3	1-2	0,3
4	Количество шеф-монтажников	4-6	5-6	3-4	2
5	Пуско-наладка, дн.	20-30	20-30	15-20	2-3 (отладка на заводе)
6	Стоимость монтажа	100%	105-110%	50-60%	5-10%
7	Затраты на строительство, от стоимости оборудования	30-45%	25-40%	20-35%	2-10%
8	Затраты на согласуемую часть рабочего проекта, от				

	стоимости оборудования	5-12%	5-12%	5-12%	1-3%
9	Численность персонала, чел	10-12	10-12	2-3	1
10	Потребление электроэнерг. на распиловку единицы продукции.	100%	100-110%	70-80%	40-50%
11	Затраты на содержание зданий и сооружений	100%	100%	80-100%	1-!0%
12	Общая себестоимость распиловки на единицу прод.	100%	85-90%	70-80%	45-50%
13	Время релокации, мес	3-6	3-6	3-5	0,2-0,5
14	Суммарная инвестицион. ёмкость проекта	100%	110-120%	70-85%	50-65%
15	Усреднённый уровень рентабельн.	40-50%	50-60%	60-75%	75-95%
16	Срок окупаемости (средний), лет	2-3	2-2,5	1,5-2	1-1,5

Приведённые в табл. 1 данные являются усреднёнными и призваны обратить внимание на объективные преимущества модульно-контейнерных лесопильных линий. Данный вид оборудования ни в коей степени не является панацеей при создании лесопильных заводов, но может занять свою нишу в структуре предприятий лесопромышленного комплекса.

В первую очередь там, где работы проводятся вахтовым методом; в непосредственной близости к лесосырьевой базе. Возможность релокации модульного лесопильного завода так же является его привлекательной особенностью.

Экономические показатели, минимизация финансовых средств на капитальном строительстве при создании лесопильного производства – ещё один фактор для более пристального изучения потенциальными инвесторами особенностей модульных производств. Внедрение модульно-контейнерных заводов отечественного производства видится задачей близкой перспективы.

ПОВЫШЕНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ ДЛЯ ЛЕСНОЙ ТЕХНИКИ

Карасёв Ю.А., kya1105@mail.ru,
Марков В.А., mactor85@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

Исходя из рекомендаций по техническому обслуживанию тракторов Онежского тракторного завода, при проведении технического обслуживания, необходимо контролировать уровень трансмиссионного масла в механизме балансира, а именно ступицах опорных катков, направляющих колес, кареток и кривошипов. Рекомендуется применять масло марки Тсп-10, уровень которого должен находится по нижнему краю заливного отверстия специальной масленки (рис. 1.) [1]. Данный контроль необходимо проводить в рамках ТО-2, то есть каждые 300 моточасов работы трактора, и лишь в исключительных случаях, когда появляются заметные подтекания масла, ранее. Контроль осевых зазоров и износа пар трения ходовой части рекомендовано проводить в рамках ТО-3, то есть каждые 900 моточасов работы.

Рис. 1. Каток со смазочной масленкой

На практике интервал в 900 моточасов является неоправданно большим, так как при отсутствии или значительном снижении трансмиссионной смазки в паре трения ось катка - подшипник, возникает значительный износ, вызывающий отказ балансира. При проведении эксплуатационных испытаний, было установлено, что данный узел даже при стандартной смазке и отсутствии видимой утечки масла, может иметь суммарный износ до 0,24 мм за 600 моточасов, что соответствует максимальному допустимому износу соединения без ремонта [2]. Стоит отметить, что 80% износа приходится на подшипник, а 20% на ось катка. После указанной величины износа, в зазор соединения активно начинает попадать абразив, ускоряя интенсивность изнашивания. Износостойкость подшипника скольжения значительно ниже, чем у оси, так как он является расходным материалом в указанном соединении, и изготавливается из более мягкой стали. Подшипник скольжения необходимо менять при каждом техническими обслуживании, снижая тем самым зазор в соединении.

Для повышения долговечности балансиров гусеничных тракторов, контроль зазоров его соединений необходимо проводить на ТО-2, то есть через каждые 300 моточасов работы. Данную операцию, возможно, проводить при съеме масленки и визуальном осмотре, и качении опорного катка, выявляя тем самым возможный люфт в соединении. Наличие абразивных частиц в трансмиссионном масле также может указать на высокую интенсивность изнашивания.

При проведении замены и долива трансмиссионного масла, в качестве присадочной добавки предлагается серпентинит в концентрации 2,5% от общего объема масла. При лабораторных исследованиях было установлено, что применение данной присадки способно снизать интенсивность изнашивания рассматриваемого узла на 42%, а ходе эксплуатационных испытаний интенсивность изнашивания снизилась на 35%.

Смешивание трансмиссионного масла и серпентинита необходимо осуществлять миксерным способом. Для избегания осаждения, хранение полученной смеси осуществлять не более суток. Непосредственно перед заливом в механизмы трактора, емкость со смесью необходимо взболтать.

Эксплуатационные испытания проводились природно-производственные условия лесов на вечной мерзлоте в Архангельской области. Природный серпентинит, подобно губке впитывает в себя трансмиссионное масло, и попадая в зону трения, начинает его выделять. Масляная пленка с серпентинитом удерживается на поверхностях трения более длительный период, чем при использовании масла в чистом виде. При воздействии низких температур, серпентинит, напитанный маслом, удерживается в зоне трения, подобно пластичной смазке (литол, солидол, графитин, циатим и др.), которую невозможно добавить в соединение посредствам масленки, без разбора узла.

Библиографический список

1. Трелевочный трактор ТДТ-55, лесохозяйственный гусеничный трактор ЛХТ-55 / Руководство по эксплуатации — Петрозаводск: ПО "Онежский тракторный завод", 1989., — 153 с.
2. Шиловский, В. Н. Надежность лесозаготовительных машин и оборудования: учебное пособие / В. Н. Шиловский, А. В. Питухин, В. М. Костюкевич. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 288 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДИАГНОСТИРОВАНИИ ПОЛОМОК И ОШИБОК ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Котлов Д.П., stores.steamcommunity@mail.ru,
Кривоногова А.С., KrivonogovaAS@spbftu.ru,
Пушков Ю.Л. PushkovYL@spbftu.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Двигатель внутреннего сгорания – один из наиболее нагруженных элементов машины, который по ряду причин выходит из строя.

Основная идея метода, как рассматривалось в [1], заключается в «изучении причин возникновения временных сбоев работы механизмов, основываясь на анализе взаимосвязей между изменениями параметров входных данных X и выходных данных Y определенной системы».

Нейро-нечеткая сеть способна, как отмечало ранее в [1], «выявлять конкретные неисправности системы, если она была предварительно обучена распознавать различные типы отказов. Процесс обучения использует проверенные математические принципы, применяемые для нейронных или нейро-нечетких сетей».

Метод включает несколько этапов.

Этап первый.

На этом этапе происходит сбор информации о возможных неисправностях и отказах для создания базы знаний. Данные поступают из различных источников, таких как результаты экспериментов, экспертные заключения и другие проверенные источники. Эта база данных включает обучающие материалы о признаках и проявлениях неисправностей, которые затем используются для обучения нейросети.

Экспертная база знаний, которая была детально описана в [2], «о функционировании оборудования, его параметрах и причинах неисправностей формируется на основе подтвержденных данных, включая результаты экспериментов и статистику отказов. Такая база знаний помогает нейросети идентифицировать неисправности, содержащие десятки или даже сотни правил для описания состояния оборудования».

Этап второй. Формирование нейро-нечеткой модели основано на математических принципах теории нейронных сетей и инструментов нечеткой логики (рис. 1). Входами сети (рис. 2), как это было рассмотрено в [2], «служат информационные переменные X (диагностические параметры), описанные функциями принадлежности $i = 1,N$, $J = 1,M$ (N – число информационных переменных, M – лингвистических переменных по каждому параметру). В качестве выхода сети, как уже отмечено в [2] - вектора Yi - выступают различные критерии, определяющие показатели эффективности, качества и безопасности функционирования МКП».

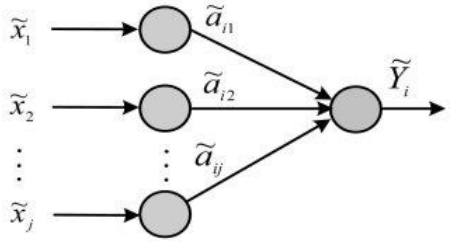


Рис. 1. Нейронечеткая сеть

Для преобразования точных сигналов в нечеткую форму диагностические параметры проходят процесс фаззификации, он был рассмотрен в [2]. «В этом процессе каждый параметр описывается несколькими лингвистическими

термами. Наиболее часто для этой цели применяются треугольные или гауссовские функции принадлежности (рис. 3)».

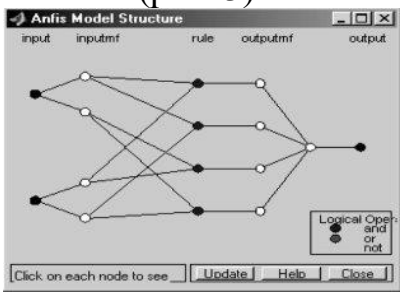


Рис. 2. Структура модели ANFIS

Этап третий. В процессе обучения нейро-нечеткой сети ей предоставляются пары обучающих данных, содержащие информацию о различных диагностических параметрах, характеризующих разные состояния механизмов МКП. Результаты, полученные сетью, подвергаются детальному анализу и обработке в соответствии с заранее установленными критериями.

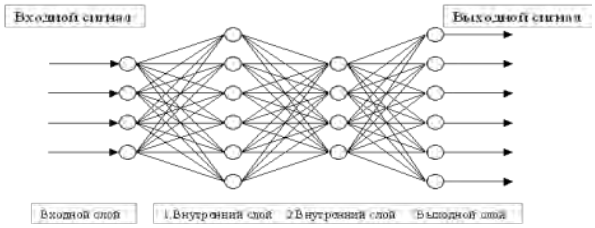


Рис. 3. Адаптивная нейронечеткая сеть ANFIS

Этап четвертый. Нейронечеткая идентификация и вывод заключения.

Как уже рассматривалось ранее в [2], «для постановки технического диагноза используется специально обученная нейронная сеть, которой предоставляются данные о параметрах, описывающих реальные процессы в МКП. Чтобы сделать результаты более понятными для пользователя системы диагностики, числовая информация, полученная от сети, проходит дополнительную интерпретацию и представляется в удобной форме, например, в устной. Для этого используются специальные окна интерпретации, где информация от экспертной системы о состоянии компонентов МКП в выбранном режиме функционирования отображается визуально и вербально».

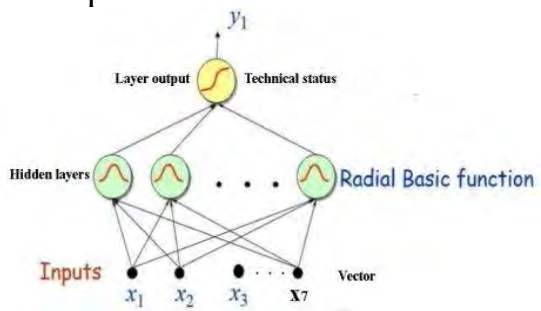


Рис.4. Структуры нейронной сети для диагностирования автомобильной двигателя

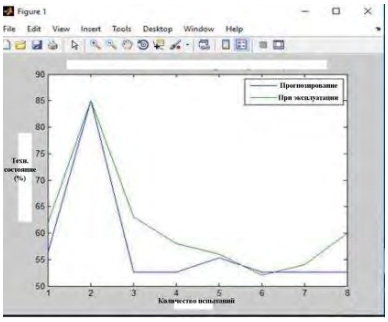


Рис.5. Сравнительный результат прогнозирования и при эксплуатации

Для диагностики сложных технических объектов, как уже было детально описано в [3], «выделяют отдельные признаки и параметры, характеризующие их техническое состояние, и сравнивают их с эталонами классов (рис. 5). Нейронные сети эффективно применяются для идентификации объектов, обнаружения образов и прогнозирования состояния технических систем. Использование искусственных нейронных сетей позволяет увеличить скорость диагностики за счет параллельной обработки информации».

Библиографический список

1. Нгуен, Минь Тиен. Диагностика автомобильного двигателя на основе нейронной сети / Минь Тиен Нгуен // Молодой ученый, – 2019. – № 26 (264). – С. 76-81. URL:https://moluch.ru/archive/264/61089/ (дата обращения 08.04.2024)
2. ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ЕСУ) https://euroasia-science.ru/wp-content/uploads/2019/07/Euroasia_63_1.pdf, Минь Тиен Нгуен, 2019 (дата обращения 08.04.2024)
3. Научные основы и методология создания бортовой системы активного диагностирования гидромеханических передач мобильных машин, Рынкевич Сергей Анатольевич http://dep.nlb.by/jspui/handle/nlb/41516 (дата обращения 08.04.2024)

АНАЛИЗ ОЦЕНОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕСНЫХ МАШИН

Кривоногова А.С., KrivonogovaAS@spbftu.ru,
Пушков Ю.Л., PushkovYL@spbftu.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

В условиях повышения энергонасыщенности современных лесных машин все труднее найти причины отказов узлов, систем (в сложных системах время поиска занимает более 50% общего времени восстановления работоспособности). Важность этого показателя определяется огромными затратами на ремонт машин. Далее определим закономерности влияния показателей [1].

Взаимозаменяемость обеспечивает при изготовлении, эксплуатации и ремонте машин возможность замены ее узлов и агрегатов на другие одного назначения без выполнения пригоночных и подгоночных работ. Взаимозаменяемость узлов и агрегатов достигается ограничением количества сопряжений, не подлежащих обезличиванию и требующих селективной подборки деталей [2].

Фактор взаимозаменяемости может быть количественно определен, как:

$$K_{\text{В}} = \frac{N_{\text{ВЗ}}}{N\text{об}} \qquad (1.1)$$

где $N_{\text{ВЗ}}$ – количество взаимозаменяемых деталей, узлов, агрегатов;

$N\text{об}$ – общее количество деталей, узлов, агрегатов.

Восстанавливаемость – приспособленность машины, агрегатов, узлов и деталей к возобновлению исправного или работоспособного состояния. Оценочным фактором восстанавливаемости определяется следующим образом:

$$K_{\text{В}} = \frac{t_{M}}{t\text{мо}} \qquad (1.2)$$

где t_M – межремонтный ресурс деталей, узлов, агрегатов машины;

t_{MO} – доремонтный ресурс деталей, узлов, агрегатов машины.

Преемственность технологических процессов ТОР машин определяется возможностью применения типовых процессов, принятых в машиностроении и технологических процессов восстановления деталей [2]. Технологическая преемственность выражается в приспособленности при ремонте использовать базовые поверхности для достижения точности согласно нормативной документации. Фактор преемственности может быть оценен, как:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{N_{\text{ПР}}}{N\text{об}} \qquad (1.3)$$

где $N_{\text{ПР}}$ – количество деталей, ремонтируемых на основе заводских технологий (завод изготовитель);

$N\text{об}$ – общее количество деталей, ремонтируемых в процессе эксплуатации.

Монтажепригодность определяет приспособленность машины к монтажу на месте применения у потребителя и характеризуется уровнем сборности узлов, агрегатов и машины в целом, ограничением числа подгоночных и доводочных работ при монтаже и досборке машины; ограничением типоразмеров применяемых при досборке крепежных деталей и инструмента [1]. Фактор монтажепригодности может характеризоваться и определяется коэффициентом бесподгоночности сборки:

$$K_{\text{БС}} = 1 - \frac{N_{\text{ПР}}}{N\text{об}} \qquad (1.4)$$

где $N_{\text{ПР}}$ – количество узлов, требующих подгонки после сборки

$N\text{об}$ – общее количество узлов.

Эргономичность машины характеризуется удобством выполнения операций в процессе ее эксплуатации. Удобство обслуживания характеризуется положением исполнителя при выполнении работ. На производительность исполнителя при ТО машины значительно влияет усилие необходимое для выполнения операций [1]. Фактор эргономичности может быть определен в зависимости от удобства поз, применяемых при выполнении различных операций:

$$K_{\text{у}} = \frac{N_{\text{УП}}}{N\text{об}} \qquad (1.5)$$

где $N_{\text{УП}}$ – число удобных поз при выполнении работ;

Nоб – общее число возможных при обслуживании машин поз при выполнении работ.

Регулируемость конструктивно обеспеченная возможность доведения технико-экономических параметров машины, ее узлов и агрегатов при их отклонениях до требований технических условий за счет различных (автоматических, механических, гидравлических и т.д.) компенсирующих устройств и элементов. Так, ведущие зарубежные тракторостроительные фирмы широко применяют автоматически регулируемые тормоза, муфты сцепления, ремни вентилятора и генератора и т.д. [2].

Смазываемость конструктивно обеспеченная возможность поддержания узлов трения машины в нормально смазывающей среде с наименьшими затратами труда, времени и материалов [1].

Достигается путем применения подшипников с одноразовой смазкой, специальных спеченных материалов, не требующих возобновления смазки в процессе эксплуатации машины, ее узлов и агрегатов; централизованной смазки ответственных узлов трения без дополнительных затрат труда и времени; снижение количества типов смазок. Приспособленность к заправке маслами и смазке для машины может быть определена:

$$K_{\text{з}} = 1 - \frac{N_{\text{з}min}}{N\text{зоб}} (1.6)$$

где N_{3min}, $N_{\text{зоб}}$ – минимально необходимое и общее количество емкостей, заправляемых маслами и точек смазки в оцениваемой машине.

Крепежеустойчивость – конструктивно обеспеченная возможность поддержания стабильности крепежных соединений машины путем применения самоконтрящихся крепежных деталей, а также деталей, защищенных от коррозии, изготовленных из высококачественных материалов с термообработкой и т.д.

Обеспеченность крепежных деталей средствами защиты определяется как:

$$K_{\text{а}} = \frac{N_{\text{АК}}}{N\text{раб}} \qquad (1.6)$$

Где$N_{\text{АК}}$ количество резьбовых деталей, обеспеченных антикоррозийной защитой, подвергающихся воздействию агрессивных сред и влаги; Nраб— общее количество резьбовых деталей в машине.

Коррозионноустойчивость конструктивно обеспеченная возможность защиты деталей и элементов машины от воздействия атмосферных осадков, солнечной радиации, окружающей агрессивной среды, от попадания горюче-смазочных материалов.

$$K_{\text{к}} = \frac{N_{\text{к.у}}}{N\text{раб}} \qquad (1.6)$$

где $N_{\text{к.у}}$ – количество коррозийно-устойчивых элементов;

Nраб – количество элементов, требующих коррозионной защиты.

Единство сборки – конструктивное выполнение разъемов узлов и агрегатов машины, стыков, штекерных соединений электрооборудования, при котором

исключается возможность неправильной их установки и снижающих ее потребности в квалифицированном труде.

Единство сборки определяется из следующих соображений:

$$K_{\text{ЕС}} = \frac{N_{\text{БР}}}{N\text{кс}} \qquad (1.6)$$

где $N_{\text{БР}}$ – количество быстродействующих разъемов коммуникативных связей,

Nкс – общее количество разъемов в машине.

При оценке эксплуатационной эффективности машин необходимо учитывать ряд аспектов, существенно влияющих на показатели надежности машины в целом. Данные показатели способствуют актуально оценить ремонтопригодность лесных машин с учетом специфики производства, технического обслуживания и ремонта [1, 2].

Библиографический список

1. Организация диагностирования лесных машин / Ю.А. Добрынин, Ю.Л. Пушков, А.С. Кривоногова // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 615-617.
2. Новые принципы безразборной диагностики механизмов и систем двигателя / А.С. Кривоногова, Ю.Л. Пушков // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 645-648.

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ ЛЕСНЫХ МАШИН

Кривоногова А.С., KrivonogovaAS@spbftu.ru,
Пушков Ю.Л., PushkovYL@spbftu.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Ремонтопригодность (РП) принято считать свойством машин, которая характеризует ее приспособленность к техническому обслуживанию (ТО), техническому диагностированию (ТД) и ремонтам (Р). В свою очередь ремонтопригодность лесных машин во многом завис от ряда факторов, влияющих на ее оценочные показатели. Целью работы является оценка ряда конструктивных факторов лесных машин, влияющих на их ремонтопригодность [1, 3].

Уровень ремонтопригодности рассматривается при проектировании, обеспечивается технологией при изготовлении и поддерживается при эксплуатации и ремонте. Всю совокупность факторов можно условно разделить: факторы, определяющие РП конструкций как свойство машины и факторы, характеризующие условия этого свойства [2]. Блочность – конструктивно обеспеченная возможность расчленения машины на узлы и агрегаты, автономные по потребностям технического обслуживания и ремонта [4]. Так,

например, современная лесопромышленная машина может быть условно разделена на 15 узлов и агрегатов, по которым можно проводить работы по ТОиР [5]. Данный фактор может быть характеризован количественной оценкой:

$$K_{\text{б}} = \frac{N_{\text{б}}}{N\text{об}} \quad (1.1)$$

где $N_{\text{б}}$ – количество конструктивно законченных узлов и агрегатов;
$N\text{об}$ – общее количество узлов и агрегатов в машине.

Контролепригодность – приспособленность машины к контролю технического состояния при изготовлении, эксплуатации и ремонте [5]. Количественно данный фактор можно определить как:

$$K_{\text{К}} = \frac{N_{\text{ДЕ}}}{N\text{деоб}} \qquad (1.2)$$

где $N_{\text{ДЕ}}$ – количество параметров, приспособленных к контролю различными способами в эксплуатации;
$N\text{деоб}$ – общее количество контролируемых параметров.

Доступность – свойство машины, обеспечивающее возможность воздействия на ее узлы и агрегаты при эксплуатации и ТОР с использованием необходимого инструмента с учетом требований эргономики. Доступность характеризуется возможностью при проведении ТО и Р применять средства механизации и автоматизации, при ремонте отдельных узлов не демонтировать другие, возможность применять диагностические средства [1, 3]. Данный фактор может быть определен по формуле:

$$K_{\text{Д}} = \frac{N_{\text{ДМ}}}{N\text{обм}} \quad (1.3)$$

где $N_{\text{ДМ}}$ – количество мест обслуживания, обеспеченных доступностью;
$N\text{обм}$ – общее количество мест обслуживания,

Легкосъемность – характеризуется приспособленностью машины к демонтажу и монтажу узлов и агрегатов при изготовлении, эксплуатации и ремонте, рациональной расчлененностью узлов и агрегатов [5]. Легкосъемность может быть оценена:

$$K_{\text{Л}} = \frac{N_{\text{ДЕ}}}{N\text{деоб}} \qquad (1.4)$$

где $N_{\text{ДЕ}}$ – количество ремонтируемых элементов, масса которых не превышает установленного предельного значения при демонтаже вручную;
$N\text{деоб}$– общее количество демонтируемых в эксплуатации элементов.

Защищенность – приспособленность машины к обслуживанию специалистами низкой квалификации. При этом речь идет о применении специальных конструктивных мер (блокировки, автоматы защиты и т.д.), упрощающих обслуживание машины и снижающих ее потребности в квалифицированном труде. Данный показатель может характеризоваться коэффициентом сложности:

$$K_{\text{СЛ}} = \frac{\sum n_p \text{К}_{\text{КВ}i}}{N\text{сп}} \quad (1.5)$$

где Nсп – среднегодовое количество специалистов, привлекаемых к ТО и ремонту машины;

n_p – количество специалистов, привлекаемых к ТОР;

$К_{КВi}$– разряд работы при выполнении i-го вида работы.

Гигиеничность – выполнения операций ТОР определяется внешним видом и состоянием поверхностей узлов и агрегатов машины, подлежащих обслуживанию, возможности их очистки перед ТОР. Коэффициент гигиеничности определяется:

$$K_{\text{EC}} = \frac{N_{\text{оч}}}{N\text{об}} \qquad (1.6)$$

где $N_{\text{оч}}$ – количество очищаемых деталей на машину;

Nоб – общее количество деталей на машину.

Таким образом, при оценке ремонтопригодности лесных машин необходимо учитывать перечень факторов, которые характеризуют ее приспособленность к техническому обслуживанию (ТО), техническому диагностированию (ТД) и ремонтам [4]. Конструктивные факторы позволяют оценивать уровень, нормировать и разрабатывать требования к ремонтопригодности на стадии проектирования лесных машин и оборудования.

Библиографический список

1. Оценка экономической эффективности лесопромышленного трактора в условиях производственной эксплуатации / Ю.Л. Пушков, А.С. Кривоногова, С.В. Спиридонов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2023. – № 243. С. 210-226.

2. Обоснование коэффициентов совместной работы дизельного двигателя и гидромеханической трансмиссии колесного трелевочного трактора / А.М. Кочнев, А.С. Кривоногова, Ю.Л. Пушков // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2023. – № 245. С. 235-243.

3. Организация диагностирования лесных машин / Ю.А. Добрынин, Ю.Л. Пушков, А.С. Кривоногова // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 615-617.

4. Новые принципы безразборной диагностики механизмов и систем двигателя / А.С. Кривоногова, Ю.Л. Пушков // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 645-648.

5. Оптимизация периодичности проведения работ по техническому обслуживанию и контролю гидрораспределителя лесных машин / И.Р. Клечков, Ю.Л. Пушков, А.С. Кривоногова // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 628-630.

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И НАПРАВЛЕНИЙ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАХВАТНО-СРЕЗАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА С ВИБРОПРИВОДОМ

Ласточкин Д.М., lastochkindm@volgatech.net,
Поволжский государственный технологический университет

Разработка новых технических решений в области лесозаготовительного оборудования является неотъемлемой частью поискового научного исследования лесозаготовительной отрасли. Для повышения эффективности и технологичности лесозаготовительных работ научные коллективы и отдельные исследователи постоянно предлагают свои технические решения [1, 4 – 5].

Среди перспективных направлений исследований можно выделить разработку лесозаготовительного оборудования на основе применения ранее не использовавшихся в этой области физических явлений. Например, для стабилизации дерева в вертикальном положении при его перемещении можно применить принцип динамического удержания обратного маятника на осциллирующем подвесе [2].

Для реализации принципа динамической стабилизации вертикально перемещаемого дерева ходом трактора для малообъемных лесозаготовок была предложена конструкция захватно-срезающего устройства (ЗСУ) (Рис. 1) [3]. Отличительной особенностью конструкции ЗСУ является наличие вибропривода, который преобразовывает через кулису и тягу вращательное движение движителя в поступательное движение ЗСУ с деревом.

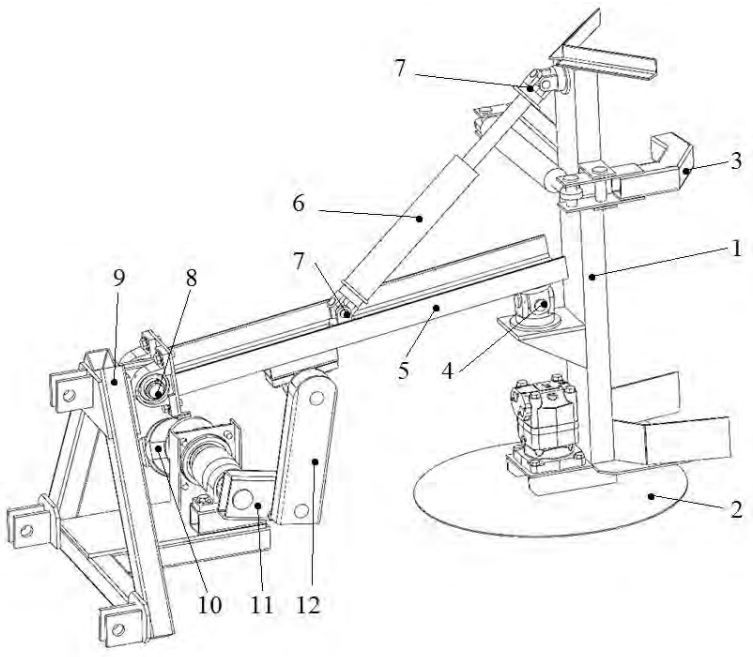


Рис. 1. Общий вид захватно-срезающего устройства с виброприводом:
1 – стойка, 2 – механизм срезания, 3 – механизм зажима дерева; 4 – карданный шарнир соединения стойки со стрелой; 5 – стрела; 6 – гидроцилиндр отклонения стойки, 7 – карданное соединение концов гидроцилиндра отклонения, 8 – шарнирное соединение стрелы с подрамником, 9 – подрамник, 10 – движитель, 11 – кулиса, 12 – тяга

Так как предложенная конструкция ЗСУ ориентирована на заготовку тонкомерных деревьев, то применение тяжелых базовых машин не целесообразно. Поэтому в качестве базовой машины предлагается использование трактора тягового класса 1,4. ЗСУ можно навешивать как на переднюю, так и на заднюю навеску трактора.

Работа ЗСУ осуществляется следующим образом. Базовый трактор подводит ЗСУ к нужному дереву. Срезание дерева происходит дисковой пилой малым ходом трактора с одновременной фиксацией дерева механизмом зажима у стойки ЗСУ. После перевода ЗСУ с деревом в транспортное положение трактор своим ходом выносит срезанное дерево в вертикальном положении до места укладки. Пакетирование дерева на землю происходит раскрытием механизма зажима и действия гидроцилиндра отклонения стойки ЗСУ. Стабилизация дерева в вертикальном положении во время его перемещения происходит за счет применения эффекта динамической стабилизации перевёрнутого маятника на осциллирующем подвесе, которая реализовывается за счет вибропривода создающего достаточно быстрые вертикальные колебания точки подвеса ЗСУ с деревом.

Направление сохранения устойчивости вертикально удерживаемого дерева за счет применения эффекта динамической стабилизации перевёрнутого маятника на осциллирующем подвесе еще мало изучено и требует дополнительных исследований эффективности как самого динамического способа стабилизации, так и предлагаемых технических решений. В этой связи были сформулированы следующие основные направления исследования предлагаемой конструкции ЗСУ с виброприводом.

Так как вибропривод ЗСУ создает достаточно быстрые колебания, в результате которых элементы ЗСУ испытывают значительные нагрузки, то исследование конструкции в первую очередь должно быть направлено на определение его динамических параметров. Для движителя вибропривода параметром, описывающим его работу, будет являться момент на валу, который необходимо определить для различных условий работы. Также динамический анализ конструкции вибропривода должен включать определение сил инерции его элементов и способов их уравновешивания, например, при помощи маховика и противовеса. Для понимания кинематических параметров вибропривода необходимо провести его структурный анализ. Определение условий динамического удержания срезанного дерева в вертикальном положении возможно через определение минимально необходимой частоты колебания ЗСУ с деревом различных параметров.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-29-00421, https://rscf.ru/project/23-29-00421/».

Библиографический список

1. Александров В.А. Механизация лесосечных работ в России: монография. СПб.: ЛТА, 2000. – 208 с.

2. Емельянова, Т.В., Аминов Л.А., Яблонский Д.В. Исследование устойчивости перевернутого маятника с вертикально колеблющейся точкой подвеса //

Актуальные проблемы военно-научных исследований, 2021. – № 2(14). – С. 45-52.
3. Ласточкин Д.М., Медяков А.А., Осташенков А.П. Захватно-срезающее устройство. Патент 2810547, 27.12.2023. Заявка № 2023111991 от 10.05.2023.
4. Сидыганов Ю.Н., Онучин Е.М., Ласточкин Д.М. Модульные машины для рубок ухода и лесовосстановления: монография. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. – 336 с.
5. Ширнин Ю.А., Ширнин А.Ю. Разработка параметров оборудования и технологии для экспериментальных условий лесозаготовок: монография. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. – 232 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСКРОЯ ДЕТАЛЕЙ КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ, СПРОЕКТИРОВАННОЙ С РАЗМЕРАМИ, В СООТВЕТСТВИИ С РЯДОМ ЧИСЕЛ ФИБОНАЧЧИ

Мосолова Е. В., kat8mos@gmail.com,
Куликова Н.В., stelons@mail.ru,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал)

Была выдвинута гипотеза о том, что можно повысить объёмный выход деталей изделия мебели, имеющего размеры по раду чисел Фибоначчи.Такие размеры не нарушают норм и требований по ГОСТам [1]. Кроме того размеры по раду чисел Фибоначчи гораздо более удобные с точки зрения эргономики. Они позволяют комфортно использовать все пространства в изделии. В данном исследовании был разработан проект на внедрение нового шкафа с размерами по ряду чисел Фибоначчи в производственную линию. Для внедрения этого проекта в производство необходимо было выяснить целесообразность его изготовления.

Для этого был выбран типовой шкаф фабричного производства фирмы «Орма Мебель» с максимально приближенными к нашему изделию размерами [2].

Для сравнения двух изделий была взята программа Базис мебельщик, с помощью которой сделаны чертежи изделия, вычерчено само изделие в 2D и 3D, и были составлены подробные карты раскроя по двум изделиям, по которым и шло сравнение затрат материалов на изготовления изделия, количество отходов, количество резов и удобство размеров для размещения деталей на одной плите материала.

Разрабатываемый шкаф имеет стандартный набор деталей обычного шкафа для белья. Эксклюзивность изделия заключается в особых размерах и удобстве использования с точки зрения эргономики. Шкаф имеет отделения для хранения белья в стопах, также имеет полку для хранения головных уборов, полку под обувь, отделение со штангой. Общий вид изделия показан на рис. 1.

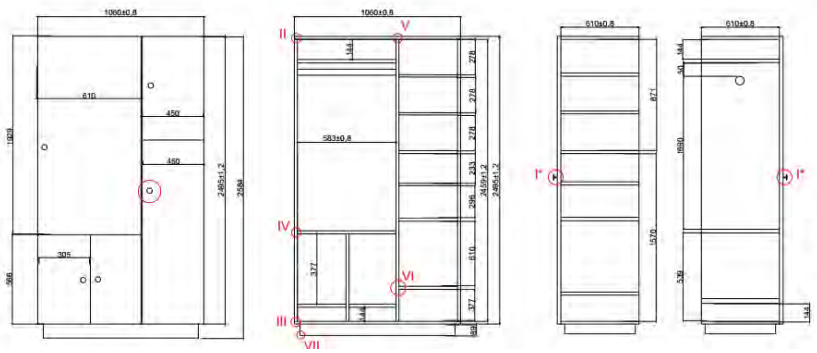


Рис. 1. Общий вид разрабатываемого изделия с размерами по ряду чисел Фибоначчи.

В качестве типового изделия для сравнения был выбран типовой стандартный шкаф фирмы «Орма Мебель». Вид изделия представлен на рис. 2.

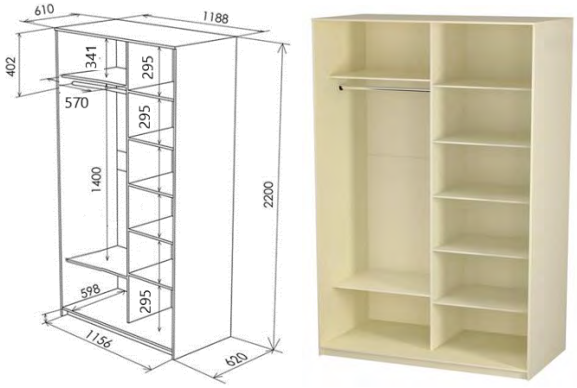


Рис. 2. Типовая модель шкафа фирмы «Орма мебель».

Чтобы сравнить между собой эти изделия мы использовали программу «Базис Мебельщик». С помощью этой программы мы составили 3D модели сравниваемых моделей. Полученные модели представлены на рис. 3 и 4. Составленные с помощью программы карты раскроя на рис. 5 и 6.

Модель разрабатываемого шкафа представлена на рис. 3.

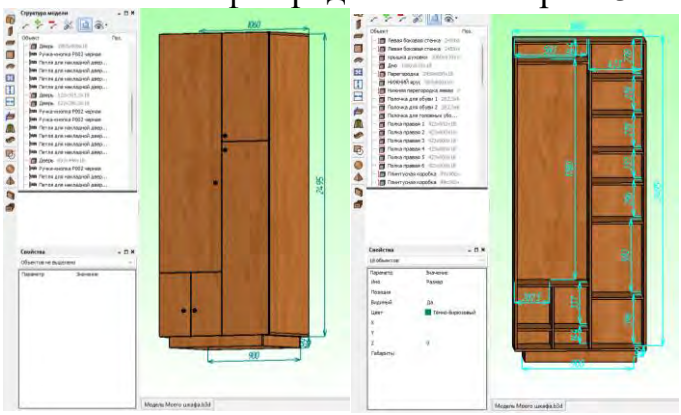


Рис. 3 – Модель разрабатываемого шкафа

Модель типового шкафа представлена на рис. 4.

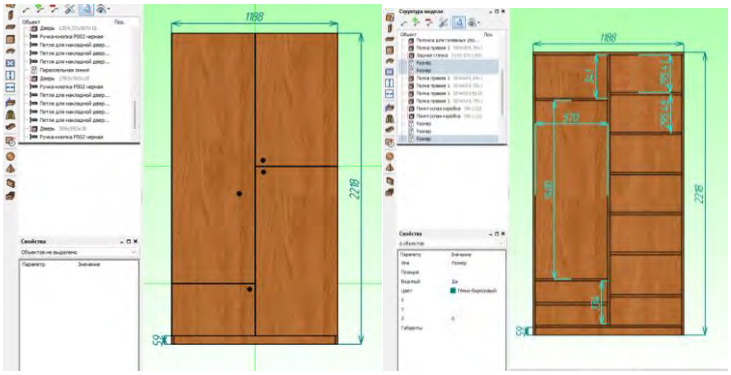


Рис. 4. Типовая фабричная модель шкафа фирмы Орма Мебель.

Далее были составлены карты раскроя по каждой модели

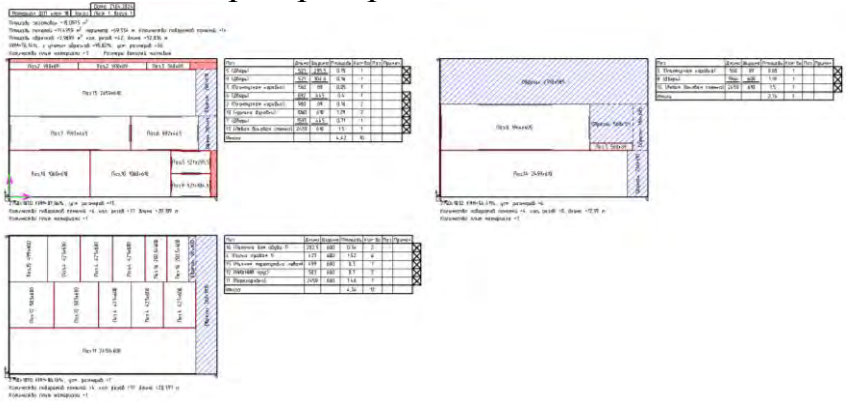


Рис. 5 – Карта раскроя разрабатываемого изделия.

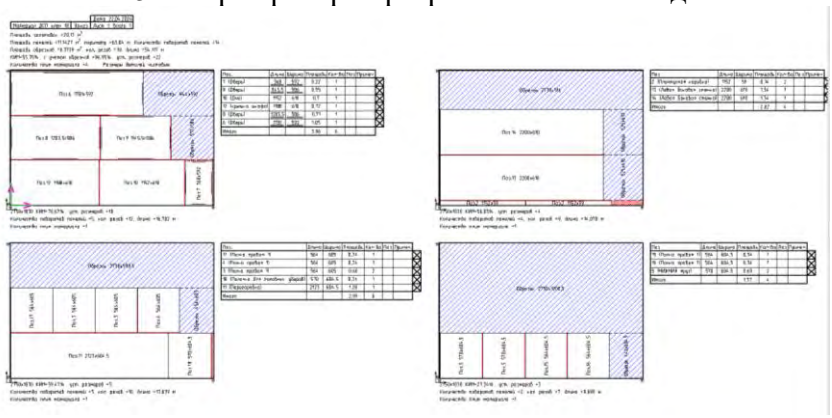


Рис. 6 – Карта раскроя типового изделия.

Программа раскраивает, выбирая наилучший вариант карт раскроя по количеству материала, количества резов и кол-ва отходов [3]. На изготовление внедряемого изделия было затрачено 3 плиты размеров 2750*1830 мм. Коэффициент использования материала без обрезков составил 76,14%, с обрезками 95,82%. Количество резов – 42, длина резов составила 52,836 м, и было использовано 14 поворотов плиты во время раскроя. На изготовление типового шкафа Орма Мебель было затрачено 4 плиты аналогичного размера. КИМ без обрезков составил 55,35%, с обрезками 96,95%. Количество резов – 40, суммарная длина резов – 55 м. 16 поворотов плиты было произведено при раскрое.

По данным картам раскроя можно сделать вывод, что производство разработанной модели шкафа на основе ряда чисел Фибоначчи целесообразно, т.к при сравнении двух моделей приближенных размеров было выявлено, что на

изготовление моего изделия было затрачено меньше ресурсов, коэффициент использования материала был значительно выше, количество отходов меньше и энергия и время, затрачиваемое на повороты плиты и длина резов гораздо меньше и экономичнее.

Библиографический список

1. ГОСТ 16371-2014. Межгосударственный стандарт. Мебель. Общие технические условия.
2. https://ormamebel.ru/product/shkaf-etyud/ дата обращения 24.04.24
3. https://www.bazissoft.ru/products/bazis_raskroi дата обращения 24.04.24

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПЛАНИРОВАНИИ ЭФФЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Мохирев А.П., ale-mokhirev@yandex.ru,
Дудин П.О., steamoriginuplay@yandex.ru,
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

В лесном и деревообрабатывающем секторе России последние годы происходят значительные изменения. На это влияют множество факторов из различных категорий. Особенную значимость приобретают политические решения. Кардинальные изменения логистики лесоперерабатывающих предприятий произошли в результате санкций [4], как в портфеле производимой товарной продукции, так и конечном потребителе. В результате начала перестраиваться структура межрегиональных лесотранспортных потоках, что значительно сказалось на эффективности лесной и деревообрабатывающей промышленности. Целью настоящих исследований явилось рассмотреть возможности использования имитационного моделирования в прогнозировании эффективности межрегиональных лесотранспортных потоках.

Имитационное моделирование - это мощный инструмент, используемый в различных областях для понимания сложных систем и прогнозирования их поведения в разных сценариях. Применительно к управлению объектами лесной промышленности, особенно в контексте межрегиональных потоков, имитационное моделирование становится неоценимым для планирования эффективных решений [1].

Межрегиональные лесотранспортные потоки охватывают движение древесной продукции и связанных с ней ресурсов между различными географическими регионами. На эти потоки влияют множество факторов, включая, помимо прочего, доступность лесных ресурсов, спрос на древесину, транспортную инфраструктуру, нормативные рамки и экономические соображения. Эффективное управление этими потоками требует полного понимания основной динамики и способности предвидеть последствия различных вмешательств [2, 6].

Имитационное моделирование обеспечивает структуру для анализа межрегиональных лесотранспортных потоков, представляя ключевые компоненты системы и их взаимодействия. Одним из распространенных подходов является агентское моделирование, где отдельные организации или агенты, такие как лесозаготовители, деревоперерабатывающие предприятия, промежуточные склады, биржы и потребители, смоделированы с их соответствующим поведением, процессами принятия решений и пространственными атрибутами. Агентское моделирование допускает представление неоднородности среди агентов и появление сложных моделей из простых правил, что делает его подходящим для захвата децентрализованной природы производственных и лесотранспортных систем.

Другим широко используемым методом моделирования является моделирование динамики системы, которое фокусируется на захвате петлей обратной связи и динамических отношений в системе. Модели динамики системы обычно представляют запасы (например, лесной биомассы, запасы на складах и лесных терминалах) и потоки (например, сбор древесины и ее транспортировку) и имитируют, как изменения в одной части системы распространяются через механизмы обратной связи, чтобы влиять на другие компоненты. Этот подход ценен для изучения долгосрочных тенденций и политических последствий в межрегиональных лесотранспортных потоках.

Интеграция пространственных данных и географических информационных систем (ГИС) с имитационным моделированием дополнительно расширяет его возможности в анализе межрегиональных лесотранспортных потоков. ГИС позволяет представлять транспортные сети, местонахождение лесозаготовительных и деревоперерабатывающих предприятий, складов, терминалов, бирж, перегрузочных пунктов и других объектов лесотранспортной инфраструктуры, а также некоторые характеристики местности, включая распределение лесов. ГИС также необходима для формирования транспортной сети в виде графа для моделирования транспортного процесса [3]. Связывая ГИС с имитационным моделированием, планировщики могут имитировать пространственную динамику лесной деятельности, оценить воздействие на окружающую среду различных сценариев и оптимизировать маршруты распределения ресурсов и транспортировки.

Одним из основных преимуществ имитационного моделирования при планировании межрегиональных лесотранспортных потоков является его способность оценивать эффективность альтернативных стратегий без необходимости экспериментов в реальном мире [5]. Лица, принимающие решения, могут имитировать различные сценарии, такие как изменения в объемах производства лесной продукции, развитие инфраструктуры, политические вмешательства и рыночные условия, для оценки их потенциального воздействия на спрос на древесину, предложение, цены и экологические результаты.

Авторами статьи в среде AnyLogic, применяя агентское моделирование и географические информационные системы, сформирована имитационная модель

транспортировки древесины между предприятиями регионов Сибири. На первом этапе сформирована база данных (объемы и виды производимой и потребляемой лесной продукции) и критериев функционирования имитационной модели, в географической информационной среде QGIS создана транспортная сеть (автомобильная, железнодорожная, водная) между крупными лесопромышленными центрами. База данных созданной имитационной модели предоставляет исследователю возможность изменения технологических параметров, объемов и видов перевозки лесных грузов, местоположения и последовательности освоения лесосек. При этом может изменяться потребитель в зависимости от его возможности принять груз и стоимости лесоматериалов.

В разработке моделируются процессы погрузочно-разгрузочных работ, а также различных видов транспорта лесоматериалов с учетом скорости транспортного средства в различные сезоны года и загруженности транспортных путей.

Имитационное моделирование предлагает систематический и интегративный подход к планированию эффективных решений для межрегиональных лесотранспортных потоков. Захватив сложности лесной системы, включая пространственные взаимодействия, динамические обратные образы и предпочтения заинтересованных сторон, имитационные модели позволяют лицам, принимающим решения, изучать широкий спектр сценариев, предвидеть потенциальные результаты и сделать эффективные варианты для достижения устойчивого управления лесопромышленными предприятиями.

На созданной модели авторами планируется усовершенствовать модель на основе обратной связи и валидации против эмпирических данных, определить надежные стратегии, которые на основе влияния возможных факторов определяют наиболее эффективные варианты межрегиональных лесотранспортных потоков.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-78-10002, https://rscf.ru/project/22-78-10002/

Библиографический список

1. Васильев О.И., Корнильева Ю.А. Имитационное моделирование систем управления объектами лесной инфраструктуры // Лесотехнический журнал. 2015. Т. 5. № 2 (18). С. 177-187.
2. Гасников А.В., Кленов С.Л., Нурминский Е.А. и др. Введение в математическое моделирование транспортных потоков – М.: МЦНМО, 2013. - 427 с.
3. Герасимова М.М., Медведев С.О., Мохирев А.П., Рукомойников К.П. Оптимизация материальных потоков лесозаготовительного предприятия на основе теории графов // Логистика и управление цепями поставок. 2019. № 6 (95). С. 50-57.
4. Гордеев Р.В., Пыжев А.И. Лесная промышленность России в условиях санкций: потери и новые возможности // Вопросы экономики, 2023. - № 4. - С. 45-66.

5. Кузин, М.В. Имитационное моделирование транспортных потоков при координированном режиме управления : дис. … канд. техн. наук : 05.13.18 / Кузин Михаил Валерьевич. - Омск, 2011. -143 с.
6. Мохирев А. П., Рукомойников К. П. Моделирование структуры лесотранспортных потоков. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2022. – 396 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ПО ОЦЕНКЕ ВЕЛИЧИНЫ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ВЫСОТЫ МИКРОПОВЫШЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ ЛЕСНОГО ПЛУГА

Попов М.А., popovmaxim98@mail.ru,
Дручинин Д.Ю., druchinin.denis@rambler.ru,
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова

В лесном комплексе при лесовосстановлении для увеличения производительности и уменьшения затрат при хозяйственной деятельности большое значение имеет применение различных почвообрабатывающих орудий [3,6]. Они подбираются исходя из комплекса технологических операций, в зависимости от природных условий местности. Наиболее трудоемким и энергозатратным является лесовосстановление на временно переувлажняемых и избыточно увлажняемых почвах [2]. Для повышения эффективности и качества проведения технологических операций в рамках данного процесса была разработана конструкция лесного плуга для создания микроповышений под посадку лесных культур [5]. В контексте изучения процесса работы почвообрабатывающего орудия, наряду с теоретическими исследованиями, большое значение имеет проведение лабораторных экспериментов [1]. В ходе исследовательской работы был создан макетный образец лесного плуга и проведены лабораторные эксперименты. Варьируемыми в процессе исследования показателями орудия являлись угол атаки диска α, угол наклона диска в вертикальной плоскости β, расстояние от кромки отвала лемешного корпуса до центра диска L, а также влажность почвы W.

Целью эксперимента являлось нахождение зависимостей между параметрами орудия, а также обрабатываемой среды, и основными показателями рабочего процесса, к которым относится тяговое сопротивление плуга $R_{пл}$ и высота микроповышения h.

Для более углубленного изучения результаты экспериментальных исследований были подвергнуты корреляционному анализу с целью установления тесноты взаимосвязи между независимыми переменными и выходными оцениваемыми критериями эффективности процесса образования микроповышения. Матрица корреляционного анализа для тягового сопротивления лесного плуга представлена на рис. 1.

Установлено, что среди исследуемых переменных наиболее заметную

прямую связь с величиной тяговой сопротивления плуга имеет влажность почвы (коэффициент корреляции для X_4 = 0,731 – высокое значение по шкале Чеддока). Изменение угла атаки сферических дисков α, как и угла, их установки в вертикальной плоскости β, умеренно влияет на тяговое сопротивление (значение коэффициента корреляции – 0,339 и -0,356 соответственно), однако связь между углом β и тяговым сопротивлением – обратная, т.е. с увеличением одного параметра другой уменьшается.

	Сопротивление лесного плуга $R_{пл}$	X1 (угол атаки α)	X2 (угол β)	X3 (расстояние L от оси диска до кромки отвала L)	X4 (влажность почвы W)
Сопротивление лесного плуга	1				
X_1 (угол атаки α)	0,339	1			
X_2 (угол β)	-0,356	0	1		
X_3 (расстояние от оси диска до кромки отвала)	0,039	0	0	1	
X_4 (влажность почвы)	0,731	0	0	0	1

Рис. 1. Матрица коэффициентов корреляционного анализа для тягового сопротивления исследуемой конструкции лесного плуга

Между расстоянием L от оси сферического диска до кромки отвала связь незначительная (коэффициент корреляции – 0,039), поэтому из дальнейшего регрессионного анализа результатов эксперимента данный фактор X_3 целесообразно исключить.

В то же время было установлено, что коэффициенты корреляции между входными переменными X равны нулю, а значит явление мультиколлинеарности (линейной зависимости) между задаваемыми факторами отсутствует.

Аналогичная процедура была проведена и для оценки величины взаимосвязей между исследуемыми переменными и высотой образуемого микроповышения, матрица корреляционного анализа для данного критерия представлена на рис. 2.

Для данного выходного критерия было установлено, что наибольшее влияние (обратное) на высоту микроповышения имеет угол наклона сферического диска β в вертикальной плоскости (коэффициент корреляции для X_2 = -0,637 – заметная связь по шкале Чеддока). Остальные независимые переменные X имеют умеренную связь с рассматриваемым критерием Y_2 (значения коэффициента корреляции находятся в диапазоне 0,3...0,5).

	Y_2 (Средняя высота микроповышения h)	X_1 (угол α)	X_2 (угол β)	X3 (расстояние от оси диска до кромки отвала L)	X4 (влажность почвы W)
Y2 (Средняя высота микроповышения)	1				
X1 (угол α)	0.402	1			
X2 (угол β)	-0.637	0	1		
X3 (расстояние от оси диска до кромки отвала)	0.305	0	0	1	
X4 (влажность почвы)	0.472	0	0	0	1

Рис. 2. Матрица коэффициентов корреляционного анализа для высоты микроповышения, образуемого исследуемой конструкцией лесного плуга

Коэффициенты корреляции между входными переменными X и в данном исследовании равны нулю, а значит явление мультиколлинеарности между задаваемыми факторами также отсутствует.

Из полученных данных корреляционного анализа видно, что на трудоемкость обработки почвы, оцениваемую по величине тягового сопротивления, значительное влияние оказывает влажность W. Следующим параметром является угол атаки α. Его воздействие на тяговое сопротивление обусловлено тем, что при увеличении угла α происходит увеличение площади соприкосновения рабочей поверхности сферического диска с почвой. Воздействие на высоту микроповышения при больших углах α обусловлено увеличением объемов перемещаемой почвы. Согласно исследованиям профессора Нартова П.С [4] это достигается при угле атаки $\alpha=55^{\circ}$ и угле наклона диска в вертикальной плоскости β=0, поэтому при изменении значений β происходит уменьшение тягового сопротивления и высоты микроповышения. Расстояние L оказывает влияние на высоту h. При больших значениях L увеличивается расстояние перемещения почвы, так как диск смещается ближе к центру создаваемого микроповышения, но и увеличивается гребнистость дна борозды.

Библиографический список

1. Дручинин Д. Ю., Попов М. А., Гнусов М. А. Исследование рабочих процессов лесных почвообрабатывающих машин в почвенном канале // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XX Международной научно-технической конференции, Вологда, 06 декабря 2022 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2022. – С. 241-245.
2. Дручинин Д. Ю., Попов М. А. К вопросу создания микроповышений при проведении лесовосстановления в условиях временно переувлажняемых почв // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XIX Международной научно-технической конференции, Вологда, 07 декабря 2021 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2021. – С. 48-53.
3. Зима И. М., Малюгин Т. Т. Механизация лесохозяйственных работ : учеб. пособие. М.: Лесная промышленность, 1976. – 416 с.
4. Нартов П. С. Дисковые почвообрабатывающие орудия. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1972. – 181с.
5. Патент № 2789357 C1 РФ, МПК A01B 13/02, A01B 49/02, A01G 23/00. Лесной плуг для образования микроповышений : № 2022119496 : заявл. 16.07.2022: опубл. 02.02.2023 / Д. Ю. Дручинин, М. А. Попов ; заявитель ФГБОУ ВО «ВГЛТУ имени Г.Ф. Морозова».
6. Дручинин Д. Ю., Попов М. А., Гнусов М. А., Поздняков Е. В. Способы подготовки почвы для создания лесных // Повышение эффективности лесного комплекса: Материалы Седьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием, Петрозаводск, 25 мая 2021 года. – Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2021. – С. 58-59.

КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОПАРКА ФГБОУ ВО СПбГЛТУ ИМЕНИ С.М. КИРОВА

Пырин С.Я., stepa_pyrin@mail.ru, Фатхуллин И.Р., 7977719@gmail.com,
Кривоногова А.С., KrivonogovaAS@spbftu.ru
Пушков Ю.Л., PushkovYL@spbftu.ru
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

По оценкам специалистов на сегодняшний день на нематериальные активы компании приходится примерно 52% рыночной стоимости компании [1], поэтому так важно воспитывать квалифицированных и подготовленных специалистов. Для того чтобы выпускники учебных заведений были сразу подготовлены к работе на предприятии, эксперты рекомендуют давать студентам не только теоретические знания, но также в процессе обучения позволить им на практике увидеть и попробовать работы на реальном оборудовании и предприятии [1].

Основной целью концепции является организация пространства на основе научно-образовательной платформы.

В процессе разработки в рамках проектно-образовательного интенсива «От идеи к прототипу, весна 2024» на базе Автономной некоммерческой организации «Университет Национальной Технологической инициативы 2035» были определены пользователи проекта: студенты, абитуриенты и администрация СПбГЛТУ, а также предприятия лесопромышленного комплекса. Разработанная концепция направлена на устранение проблем пользователей, таких как: ограниченные возможности приобретения практических навыков студентами и дефицит квалифицированных кадров в отрасли.

Существующие решения данных проблем обладают рядом недостатков, например, на производственных практиках студент не успевает освоиться в ритме предприятия, из-за чего у него могут возникнуть проблемы при дальнейшем трудоустройстве, так как компаниям выгоднее нанимать более опытных сотрудников.

С целью исследования актуальности данного проекта был проведен опрос пользователей. По его результатам были подтверждены выделенные проблемы и сформулированы требования к предлагаемому решению. Также был проведен анализ рынка, показавший, что отрасль обеспечена кадрами лишь на 44%, на данный момент свободны около 42000 рабочих мест [2], в 2023 году количество вакансий выросло на 35%, а время закрытия вакансии увеличилось с 1,5 месяца до 3-4 месяцев [3, 4].

В том числе были изучены аналоги предлагаемого решения, такие как Педагогический технопарк «Кванториум» имени К.И. Чирвы на базе ТГПУ им. Л.Н. Толстого [5], научный парк МГУ [6], технопарк Сколково [7], технопарк Санкт-Петербурга [8], технопарк Строгино [9], технопарк ИТМО [10].

Результаты исследования наглядно демонстрируют актуальность данного проекта.

Концепция проекта предусматривает формирование инновационных сервисов и объектов инфраструктуры в системе образовательных коммуникаций: учебно-методической, лабораторной, экспериментально-производственной [11], организационно-воспитательной, интерактивной зон и коворкинг-пространства, направленных на сопровождение образовательного процесса обучающихся всех направлений подготовки и уровней образования [12]: СПО, ВПО и кадров высшей квалификации, реализуемых в СПбГЛТУ, в том числе для вовлечения в образовательный процесс абитуриентов; организацию сервисов для профориентации, развития кадров и возможности освоения рабочих специальностей, связанных с лесной отраслью [13].

Проект способствует решению выделенных проблем и открывает новые возможности для раскрытия потенциала талантливых студентов, расширения университетской среды, слоев образовательного опыта, личной образовательной истории обучающихся. Позволит успешно реализовать в образовательных программах сквозную научно-проектную деятельность. Обеспечит ускоренный выход на рынок труда посредством формирования профессионального профиля, компетенций и связи с производством и потенциальными работодателями.

Библиографический список

1. Корытина Е. Как подготовить кадры для современной промышленности // Е. Корытина, А. Дерябина. 2021. URL:https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2021/04/21/866888-podgotovit-kadri(Дата обращения: 04.05.2024)
2. Нехватка кадров в лесной отрасли: кто виноват и что делать? // Лестех. 2024. URL: https://alestech.ru/bulletin/article/162 (дата обращения 04.05.2024)
3. Рынок труда в лесной промышленности по итогам 2023 года // 2024. URL:https://spb.hh.ru/article/32416 (дата обращения 21.04.2024)
10. Бузунова М. Рынок труда в лесной и деревообрабатывающей индустрии // ЛесПромИнформ. 2023. URL:https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=6576 (дата обращения 21.04.2024)
5. Сайт технопарка «Кванториум» URL: https://tsput.ru/kvantorium/?ysclid=lvcw3duokt73092008 (дата обращения 21.04.2024)
6. Сайт научного парка МГУ URL: https://sciencepark.ru/?ysclid=lvcw58r0re425462891 (дата обращения 21.04.2024)
7. Сайт технопарка «Сколково» URL: https://sk.ru/technopark/ (дата обращения 21.04.2024)
8. Сайт технопарка Санкт-ПетербургаURL: https://spbtech.ru(дата обращения 21.04.2024)
9. Сайт технопарка Строгино URL: https://tpstrogino.ru/?ysclid=lvcw7do61j624065036 (дата обращения 21.04.2024)
10. Сайт технопарка ИТМО URL: https://technopark.itmo.ru (дата обращения 21.04.2024)
11. Кривоногова А.С. Особенности проектирования и размещения предприятий ремонтно-обслуживающей базы лесозаготовительного предприятия / А.С.

Кривоногова, Ю.Л. Пушков // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. // Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 642-645.
12. Кривоногова А.С. Особенности производственно-техническая инфраструктуры предприятий технического сервиса в лесном комплексе / А.С. Кривоногова, Ю.Л. Пушков, А.В. Чураков, Г.К. Парфенопуло, А.А. Лазуткина // Сборник статей по материалам научно-технической конференции института технологических машин и транспорта леса по итогам научно-исследовательских работ 2020. Материалы докладов научно-технической конференции. Отв. редактор Е.Г. Хитров. – Санкт-Петербург, 2021. – С. 672-678.
13. Кривоногова А.С. Особенности проектирования и размещения предприятий ремонтно-обслуживающей базы лесозаготовительного предприятия / А.С. Кривоногова, Ю.Л. Пушков // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 642-645.

ПРОЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ ЦЕНТРА ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ НА БАЗЕ ТЕХНОПАРКА СПбГЛТУ

Садыков Р.Ф., sadykkovvv@mail.ru,
Байлов К.А. Kostya.BayLov@yandex.ru,
Кривоногова А.С. KrivonogovaAS@spbftu.ru,
Пушков Ю.Л. PushkovYL@spbftu.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

В настоящее время важность получения студентами актуальных практических знаний и навыков в процессе обучения в высшем учебном заведении становится все более очевидной. Развитие современных технологий и растущие требования рынка труда делают необходимым не только теоретическое обучение, но и практическую подготовку будущих специалистов. Студенты нуждаются в умениях применять полученные знания на практике. Практические навыки играют ключевую роль в профессиональном росте и успешной карьере в различных областях. Обучение на практически ориентированных курсах позволяет студентам получать реальный опыт работы, что увеличивает их конкурентоспособность на рынке труда. Кроме того, такой подход позволяет студентам лучше понимать процессы и задачи, с которыми они будут сталкиваться в своей будущей профессиональной деятельности.

Производственная практика студентов в первую очередь направлена на предоставление молодым специалистам оперативного опыта работы сразу после окончания учебы. В современных условиях такая практика может стать ключевым моментом в формировании будущей карьеры студента. Одной из главных проблем, стоящих перед молодыми выпускниками, является сложность трудоустройства из-за несоответствия подготовки и реальных

потребностей рынка труда. Это приводит к дефициту высококвалифицированных кадров в различных сферах бизнеса [1].

Под практическим обучением понимается воспроизведение основных компонентов профессиональной деятельности с целью полного и прочного усвоения студентами. Практическое обучение основывается на системе взаимосвязей между основными компонентами содержания, методами и формами обучения, которые реализуются и усваиваются в процессе учебно-практической деятельности [2].

В рамках проектно-образовательного интенсива «От идеи к прототипу, весна 2024» на базе Автономной некоммерческой организации «Университет Национальной Технологической инициативы 2035» представлен проект по организации сервисного центра для практического обучения студентов на базе технопарка СПБГЛТУ.

Данный проект носит образовательный характер, направленный на приобретение студентами актуальных практических навыков, а также выстраивания связи студента с промышленностью.

В разработки данного проекта была проведена исследовательская работа. В рамках исследовательской работы проведены серии интервью с различными участниками образовательного и производственного процесса. Беседовали со студентами бакалавриата и магистратуры, чтобы понять их взгляд на значимость практического обучения и его влияние на их профессиональное развитие. Также обратились к преподавателям вуза, чтобы выявить их мнение о роли практического обучения в формировании компетентностей студентов и методах его организации. Кроме того, провели интервью с работниками компаний, специализирующихся на производстве лесной техники. Это позволило получить обратную связь о том, какие навыки и знания наиболее востребованы на рынке труда, а также оценить эффективность практического обучения студентов в контексте их будущей профессиональной деятельности. В ходе нашего исследования также обратились к различным научным статьям и литературным источникам, чтобы углубить наше понимание важности практического обучения в высшем образовании и его влияния на подготовку студентов к профессиональной деятельности. Изучили работы, посвященные роли технопарков в развитии инноваций и предпринимательства среди студентов, а также исследования, касающиеся эффективности практического обучения в учебном процессе. Также был изучен непосредственно сам технопарк СПБГЛТУ [3].

Одним из ключевых элементов проекта организации центра для практического обучения студентов на базе технопарка СПбГЛТУ является создание ремонтной базы автомобильных машин и лесных машин. Это специализированное пространство, предназначенное для обучения студентов практическим навыкам в области обслуживания и ремонта техники.

В последнее время в лесной промышленности наблюдается замедление строительства новых баз ремонтно-технического обслуживания по ряду объективных причин. Основное строительство возможно только в отдаленных

районах Сибири и Дальнего Востока [4].

В рамках нашего проекта организации центра для практического обучения студентов на базе технопарка СПбГЛТУ, создание небольшой ремонтной базы машин и лесных машин приобретает особую актуальность. Это позволит студентам получить практические навыки в обслуживании и ремонте техники, не выезжая в отдаленные районы. Обучение на такой базе поможет студентам ознакомиться с основами ремонта машин, работой с оборудованием и инструментами, что будет полезно для их будущей карьеры. Также, создание такой базы в рамках проекта способствует расширению практических возможностей университета, предоставляя студентам доступ к обучению на реальном оборудовании. Это может привлечь внимание студентов к специализациям в области техники и лесного хозяйства, что способствует их профессиональному росту и успешной карьере в будущем.

Также одной из функций данного проекта является популяризация профессий данной отрасли среди молодежи. В перспективе это поможет решить проблему дефицита кадров на рынке труда лесной промышленности. По данным в 2024 году рынок отрасли обеспечен кадрами всего на 44 процента, в тоже время на рынке труда доступны 42000 вакансий [5].

При успешной реализации данный центр откроет новые возможности для сотрудничества ВУЗа с различными предприятиями и другими учебными заведениями, что также окажет влияние на количество квалифицированных кадров и будет способствовать повышению их количества.

Лесная промышленность является очень важной частью экономики, поэтому повышение престижа профессий данной отрасли и ликвидация недостатка кадров на рынке труда является очень важной проблемой, требующей незамедлительного решения.

Библиографический список

1. Улина Л.С., Элияшева М.И., Зеленский П.С., Кононова А.В. Производственная практика студента как важнейший образовательный компонент: векторы развития // Социально-экономический и гуманитарный журнал. 2022. №2. – С 105-119.

2. Уракова Е.А., Зиновьев О. А., Гриценко А. Н., Сидоров А. Н. Практическое обучение как основная часть профессионального образования // Инновационная экономика: Перспективы развития и совершенствования. №6(48). 2020. – С 191-194.

3. Лесотехнический университет // Электронный ресурс // URL: https://spbftu.ru/ (дата обращения 23.04.2024).

4. Кривоногова А.С. Особенности проектирования и размещения предприятий ремонтно-обслуживающей базы лесозаготовительного предприятия / А.С. Кривоногова, Ю.Л. Пушков // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. // Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 642-645.

5. https://mebelshik.biz/news/nekhvatka-kadrov-v-lesnoy-otrasli-kto-vinovat-i-chto-delat/ (дата обращения 23.04.2024).

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ НА ТРАДИЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

Спиридонов А.С., spiridonov.5252@mail.ru,
Литвинова М.М., marg32883@gmail.com.,
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

Производство электромобилей оказывает огромное влияние на автомобильную промышленность, поскольку количество электромобилей растет. Это связано с нехваткой экологически чистых и более устойчивых видов транспорта. С другой стороны, такой переход сопряжен с рядом трудностей и вопросов, в том числе для промышленности и окружающей среды.

Разработка электромобилей подразумевает добавление других компонентов по сравнению с традиционными автомобилями с двигателями внутреннего сгорания. Основные элементы, включая аккумуляторы и электродвигатели, требуют модернизации производственных линий. Однако эта трансформация касается не только производственного процесса, но и самой цепочки поставок, которая требует тщательного продумывания при поиске сырья, такого как литий и кобальт, используемых в производстве аккумуляторов.

Несмотря на то, что в первую очередь необходимо обеспечить инфраструктуру электромобилей, большое значение, помимо прочего, имеют их зарядные станции. Инфраструктура, которая была разработана в первую очередь для транспортных средств, работающих на двигателях внутреннего сгорания, будет нуждаться в обширном и современном расширении, чтобы соответствовать растущему спросу на электромобили. Это касается не только количества зарядных станций, но и систем, которые питают их, и они должны обновляться с учетом вновь возникающего спроса на электроэнергию.

Основное экологическое преимущество электромобилей заключается в том, что они выделяют меньше парниковых газов, чем обычные транспортные средства. В отличие от автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, электромобили не выделяют вредных веществ из выхлопных труб, что приводит к очистке воздуха вокруг. Были получены доказательства того, что электромобили оказывают меньшее воздействие на выбросы углекислого газа, чем традиционные, даже с учетом выработки электроэнергии, необходимой для зарядки аккумуляторов.

Тем не менее, экологическая выгода от электромобилей не всегда желательна. Производство электроэнергии, которая питает аккумуляторы электромобилей, требует больших затрат энергии и влечет за собой выброс вредных веществ в атмосферу. Кроме того, ведутся дебаты об экологических проблемах, связанных с добычей материалов для производства аккумуляторов, а также об этических проблемах, связанных с практикой добычи полезных ископаемых.

Внедрение электромобилей оказывает влияние на различные отрасли промышленности, и их последствия различны. Хотя растущая популярность

электромобилей в краткосрочной перспективе была бы выгодна для нефтегазовой отрасли, существует риск того, что в долгосрочной перспективе это приведет к снижению спроса на нефтепродукты, что приведет к экономическим сдвигам или рецессии в некоторых регионах или компаниях, сильно зависящих от ископаемого топлива.

Наконец, следует отметить, что переход от бензиновых автомобилей к электромобилям приводит к ряду различных преимуществ, связанных с экологией и токсичностью, но также влечет за собой проблемы, которые необходимо должным образом учитывать. Переход на экологичную автомобильную систему требует комплексного подхода, учитывающего все три фактора: экономику, общество и окружающую среду.

Библиографический список:

1. Charging Infrastructure for Plug-in Electric Vehicles [Электронный ресурс]. URL: https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/75179.pdf (дата обращения: 20.04.2024).
2. Герасимов Д. В. Перспективы использования электромобилей [Электронный ресурс] // Евразийский научный журнал. 2016. №7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-elektromobiley (дата обращения: 19.04.2024)
3. Шишкина Полина Андреевна АНАЛИЗ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ // Известия ТулГУ. Технические науки. 2022. №10. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-negativnogo-vliyaniya-elektromobiley-na-okruzhayuschuyu-sredu (дата обращения: 23.04.2024).

РАСЧЕТ ЭФФЕКТА ОТ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ КВАРЦЕВОЙ КРОШКИ В СОСТАВЕ ОГНЕЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Якупов И.И., bems1209@yandex.ru,
Масалимов И.И., ii-masalimov@yandex.ru,
Уральский государственный лесотехнический университет

Актуальной проблемой в строительной отрасли является горючесть древесных материалов, которые в то же время являются ценными для строительства и декоративной отделки. Высокие требования к пожарной безопасности приводят к необходимости разработки методов и средств снижения горючести древесины. Одним из подходов является пропитка и окрашивание древесины различными огнезащитными материалами, а также добавление специальных веществ, повышающих огнестойкость.

Различные методы огнезащиты дерева включают создание на его поверхности теплозащитных экранов и применение физико-химических и технологических приемов, направленных на снижение пожарной опасности. Также разработаны новые материалы из древесины, которые пропитаны и склеены синтетическими смолами и огнезащитными соединениями.

Для определения наиболее эффективного огнезащитного состава было проведено исследование, в котором использовалось жидкое стекло с добавлением кварцевой крошки в качестве наполнителя.

В современном строительстве важно развивать и совершенствовать материалы на основе древесины с улучшенными свойствами. Это включает пропитку и склеивание древесины с различными синтетическими смолами и огнезащитными соединениями.

Целью исследования являлось определение наиболее эффективного огнезащитного состава на основе жидкого стекла с применением в качестве наполнителя кварцевой крошки.

На сегодняшний день в сфере строительства широко используются инновационные материалы из древесины, которые прошли процесс пропитки и склеивания с различными синтетическими смолами и огнезащитными соединениями. Это имеет важное значение, ибо совершенствование свойств таких материалов становится все более актуальным.

В рамках исследования образцы были распределены по следующим группам:

Группа «К» – контрольные образцы, на которые нанесение защитного покрытия не проводилось, маркированные буквой и порядковым номером (К1 – К10).

Группа «А» – образцы, покрытые однослойным жидким стеклом, маркированные буквой и порядковым номером (А1 – А10).

Группа «Г» – образцы, обработанные в один слой жидким стеклом с добавлением кварцевой крошки в соотношении 1:4, маркированные буквой и порядковым номером (Г1 – Г10).

Далее контрольные образцы обжигали в специальной установке «Керамическая труба» при температуре 200 ˚С, согласно ГОСТ 53292-2009.

Для определения оптимального содержания кварцевой крошки в огнезащитном составе на основе жидкого стекла нами предложено определить корреляционную зависимость по формуле (1):

$$R_n = 1 - 6 \cdot \frac{\sum d^2}{N \cdot (N^2 - 1)}. \quad (1)$$

где N – отображает количество ранжируемых признаков;

n – обозначение или номер исследуемого образца;

d – разность между рангами по двум переменным;

6 – постоянный коэффициент;

$\sum d^2$ – сумма квадратов разностей рангов [2],

Для определения корреляционной зависимости образцов «А» воспользуемся обозначенной ранее формулой (1):

$$R_A = 1 - 6 \cdot \frac{220}{10 \cdot (10^2 - 1)} = 1 - 1{,}33.$$

$$R_A = |-0{,}33| = 0{,}33.$$

Полученное значение соответствует средней зависимости.

Для определения корреляционной зависимости образцов «Г» воспользуемся обозначенной ранее формулой (1):

$$R_Г = 1 - 6 \cdot \frac{290}{10 \cdot (10^2 - 1)} = 1 - 1{,}75$$

$$R_Г = |-0{,}75| = 0{,}75.$$

Полученное значение соответствует сильной зависимости.

Для определения наиболее рационального метода для последующего применения проводится составление матрицы соответствия с несколькими анализируемыми показателями.

В ходе исследования был получен следующий результат – количество наполнителя имеет значительное влияние на потерю массы. Оптимальные результаты по потере массы наблюдаются при добавлении 25% кварцевого порошка в состав. Таким образом, можно сказать, что наилучшая комбинация свойств получена при пропорции 1:4 между жидким стеклом и кварцевым порошком согласно ГОСТ 13078–81 [6].

Библиографический список

1. Баратов А.Н., Андрианов Р.А. Пожарная опасность строительных материалов // М.: Стройиздат. 1988. – 380 с.
2. Газизов А.М., Колесник А.А., Яппарова Р.У. Увеличение огнезащиты древесины путём обоснования режимов пропитки // Нефтегазовое дело. – 2022. № 6. – с. 20-29.
3. Газизов А. М., Синегубова Е. С., Кузнецова О. В. Изучение огнестойкости композиционных материалов / Материалы XIII Международный евразийский симпозиум. «Деревообработка: технологий, оборудование, менеджмент XXI века. – Екатеринбург, 2018. – 13 с.
4. Газизов А.М., Хазипов А.М., Мялицин А.В. Повышение огнезащитных свойств древесины при помощи пропитки антипиреном // Нефтегазовое дело. – 2022. № 6. – с. 7-19.
5. Шишкина С. Б., Газеев М. В. Лакокрасочная композиция с защитными свойствами для отделки древесных материалов // Хвойные бореальной зоны. – М.: 2018. № 5. – с. 460-465.
6. Masalimov I., Fayzrakhmanov S., Yanbaev Y., Kiyamov Z., Tagirova A. Microwave processing of sunflower achenes and its influence on their quality and enzymes activities // Mathematical biosciences and engineering. 2020. № 1. pp. 445-455.

Секция «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МАЛОЛИКВИДНОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ»

ВЛИЯНИЕ КОМПОЗИЦИИ ПО ВОЛОКНУ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЖИДКИХ СРЕД

Булычева В.Н., veracosa1983@mail.ru,
Лаврентьев И.В., supersmesi@mail.ru,
Дубовый В.К., dubovy2004@mail.ru,
Томилин А.Ю., tomili_v@mail.ru,
Немцев И.Г., ig@bfai.ru,
Санкт Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Высшая школа энергетики

Современные вызовы 21 века в области науки и техники требуют создания инновационных, наукоемких, экологически безопасных технологий, оборудования и композиционных материалов для многих отраслей промышленности с целью формирования мощной отечественной материально-технической базы, экономической, экологической и технологической безопасности государства, а также комфортной социальной среды.

Одним из наиболее востребованных композиционных материалов, в рамках программ импортозамещения, являются фильтровальные виды бумаги [1]. Практически все отрасли промышленности не могут эффективно работать без качественной очистки как газовоздушных, так и жидких сред. Производство новых наукоемких фильтровальных видов бумаг и изделий из них решает многие задачи развития основных отраслей промышленности: авиакосмической, нефтегазовой, атомной, радиоэлектронной, оборонной, металлургической, химической, фармацевтической, пищевой, энергетической и многих других.

Фильтровальные виды бумаг являются одними из наиболее сложных композиционных материалов с точки зрения технологии производства и сырьевой базы. В качестве сырья для получения фильтровальных видов бумаг в основном используют традиционные волокнистые полуфабрикаты из древесины, однолетних растений, а также их модификации [1,2]. Одним из перспективных сырьевых источников в разработке технологии получения фильтровальных бумаг для очистки технических и пищевых жидкостей, а также газовоздушных сред, являются различные виды минеральных волокон [3,4]. Они обладают целым комплексом свойств не присущим волокнам органического происхождения: высокая эффективность очистки при низком сопротивлении потоку воздуха, неспособность набухать, большая прочность, возможность работы в агрессивных средах и многие другие.

В недалеком прошлом в композиции фильтровальных материалов использовали волокна асбеста. В 80-е годы было установлено, что волокна асбеста канцерогенны, поэтому, на сегодняшний день, используют в основном

стеклянные и базальтовые волокна. Основу композиции фильтровальных материалов составляют целлюлозные волокна, в том числе мерсеризованные. Мерсеризация целлюлозы достаточно сложный химический процесс, несущий большую экологическую нагрузку на окружающую среду. Поэтому было принято решение заменить в композиции фильтровальных материалов мерсеризованную целлюлозу и абсент на экологически безопасные ультратонкие стеклянные волокна. Были проведены научные исследования с определением влияния композиции по волокну на потребительские свойства фильтровального материала марки «Т» для очистки коньяка и виноматериалов (ГОСТ 12290). Известно, что одним из приоритетов на сегодняшний день является развитие отечественного виноделия.

В качестве исходного сырья использовалась сульфатная хвойная беленая целлюлоза (СФХБЦ) и ультратонкие стеклянные волокна ЕУТВ-0,6. Отлив лабораторных образцов массой 1 м² 800 г производился на листоотливном аппарате «Rapid-Kethen» с различным компонентным составом.

Результаты исследования представлены в табл. 1.

Табл. 1. Свойства фильтровальных материалов марки «Т».

№п/п	Композиция по волокну	Толщина, мм	Абсолютное сопротивление продавливанию в сухом состоянии, КПа	Скорость прохождения воды, дм³/мин м² не менее	Коэффициент проницаемости латексных частиц размер 1 мкм %
1*	Мерсеризованная целлюлоза 25% СФХБЦ 66% Асбест А-3-60 9%	2-2,4	Не менее 200	20	0
2	СФХБЦ 80% ЕУТВ-0,6 20%	2,0	220	30	0
3	СФХБЦ 70% ЕУТВ-0,6 30%	2,1	210	50	0
4	СФХБЦ 60% ЕУТВ-0,6 40%	2,4	180	80	0,05
5	СФХБЦ 50% ЕУТВ-0,6 50%	2,6	160	100	0,18

*- композиция и характеристики отечественного образца фильтровального картона марки «Т» ГОСТ 12290.

Представленные результаты исследования свидетельствуют о том, что с увеличением в композиции фильтровального материала содержания стеклянных волокон ЕУТВ-0,6 толщина материала увеличивается и при соотношении 50% СФХБЦ 50% ЕУТВ-0,6 составляет 2,6 мм, что не удовлетворяет требованиям, предъявленным к фильтровальным материалам марки «Т». При этом абсолютное сопротивление продавливанию в сухом состоянии с уменьшением процентного содержания СФХБЦ заметно снижается.

Увеличение в композиции процентного содержания ЕУТВ-0,6 влияет на скорость прохождения воды и при 50% составляет 100 дм³/мин м². Стеклянные волокна не обладают способностью набухать, в отличии от целлюлозных, поэтому скорость прохождения воды увеличивается. Однако композиции с 40%

и 50% содержанием ЕУТВ-0,6 не соответствуют стандартам материала марки «Т» по коэффициенту проницаемости латексных частиц.

На основании полученных результатов можно сделать выводы:

1. Установлено, что содержание стеклянных волокон ЕУТВ-0,6 в композиции фильтровальных материалов для очистки жидких сред ведет к увеличению толщины материала, скорости прохождения воды и снижению абсолютного сопротивления продавливанию в сухом состоянии.

2. Исследовано и доказано положительное влияние стеклянных волокон ЕУТВ-0,6 на потребительские свойства фильтровальных материалов при их содержании до 30%. Определено что композиционный материал с содержанием 20% и 30% стеклянных волокон ЕУТВ-0,6 может использоваться в качестве фильтровального для очистки жидких сред.

Библиографический список

1. Материалы из нетрадиционных видов волокон : технологии получения, свойства, перспективы применения : монография / Под ред. А. В. Вураско; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. –Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 252 с
2. Технология целлюлозно-бумажного производства [Текст]. В 3 т. Т. 1, ч. 2. Сырье и производство полуфабрикатов: справочные материалы. – СПб.: Политехника, 2003. – 633 с.
3. Дубовый В.К. Бумагоподобные композиционные материалы на основе минеральных волокон дис. д.т.н., СПб, 2006. -370 с
4. Дубовый В.К. Стеклянные волокна. Свойства и применение. СПб.:Нестор, 2003. -130 с.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЙ ПЕРЕРАБОТКИ НИЗКОТОВАРНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА «SHELON» (ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И КРИТЕРИИ СРАВНЕНИЯ)

Вохмянин Н.А., 7520910@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Тарабан М.В., arcan65@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Лесопромышленный комплекс «SHELON» является одним из флагманов отрасли на северо-западе РФ. ЛПК «SHELON» имеет в своём составе следующие производственные подразделения:

-Лесозавод «СУДОМА» (п.г.т. Дедовичи, Псковская область). Современное лесопильно-деревообрабатывающее предприятие, ориентированное на выпуск

широкой номенклатуры продукции – пиломатериалы транспортной влажности, изделия из термомодифицированной, импрегнированной и строганой древесины, мебельного щита и топливных брикетов.

-«Дедовичская лесная компания» (п.г.т Дедовичи, Псковская область) - лесозаготовительная компания с площадью арендной базы 100 000 Га и говым объёмом заготовки древесины на уровне 250 000 и. куб.

-Лесопитомник «Экополис» (п.г.т. Дедовичи, Псковская область) - единственный в Псковской области и один из немногих в Северо-Западном федеральном округе частный проект высокотехнологичного тепличного комплекса, где выращивают сеянцы ели и сосны с закрытой корневой системой, которые устойчивы к морозам и вредителям.

-Завод по производству древесно-полимерного композита «Варяжский композит» (г. Ульяновск) - первое в России предприятие, применившее инновационную технологию изготовления гранул ДПК с добавлением твердого пластика.

В процессе лесозаготовки на делянках «Дедовичской лесной компании», как и у любого другого лесозаготовительного предприятия, наряду с пиловочным сырьём скапливается значительное количество низкотоварной древесины – тонкомера, баланса и технологического сырья (Таб. 1).

Табл. 1. Структура низкотоварной древесины «Дедовичской лесной компании»

№	Состав низкокачественной древесины	Годовой объём, пл.м.куб.
1.	Тонкомер еловый	5 813
2.	Тонкомер сосновый	3 226
3.	Баланс сосновый	8 611
4.	Баланс еловый	17 410
5.	Баланс берёзовый	51 696
6.	Баланс осиновый	9 656
7.	Технологическое сырьё (порубочные остатки)	39 903
	ИТОГО:	136 315

До недавнего времени вопросы утилизации большей части низкотоварной древесины решались за счёт её продажи в рамках долгосрочных экспортных контрактов в европейские страны. На сегодняшний день, в силу известных внепроизводственных проблем, возможность подобных работ практически сведена к нулю. По этой причине перед ЛПК «SHELON» остро стал вопрос в поисках альтернативных вариантов утилизации низкотоварной древесины или передела её в ликвидные на рынке виды продукции.

Задача по выбору и обоснованию выбора перспективных направлений переработки имеющегося низкокачественного сырья должна была решаться не только исходя из имеющегося состава и объёма низкокачественной древесины, но и с учётом логистических, технических, технологических, экологических факторов и экономических реалий, приведённых ниже.

Основные исходные данные

-Сырьё (Табл.1)

-Логистика. Лесозаготовка – Лесничество «Порховское» (Участковые лесничества – «Дедовичское», «Полистовское». Территориальный район планируемого размещения производства - Псковская область, Великолукский район. Расстояния:

До основной производственной площадки г. Дедовичи - 179 км.,

г. Москва - 470 км., г. Санкт-Петербург - 490 км., до границы с Республикой Беларусь - 80 км., до границы с Латвией - 150 км.

-Электроэнергия - за основу принимается лимитированное энергоподведение мощностью до 100 МВт/час.

-Газификация - газификация новых производственных площадок в Великолукском районе не осуществляется.

-Водоподведение/отведение - учитывая регион предполагаемого расположения предприятия требования к водоподведению могут быть существенно ограничены.

Требования к возможным видам готовой продукции

-В составе готовой продукции древесина должна составлять наибольшую долю.

-Предлагаемый продукт должен по возможности быть изготовленным из всех имеющихся пород древесины.

-Доля закупаемых на стороне ингредиентов (клеи, наполнители и пр.) должна быть минимизирована.

-Продукция не должна быть опытно-экспериментальной и должна иметь подтверждённые рыночные перспективы; возможно низкую производственную себестоимость и высокую маржинальность.

-Продукция должна иметь всесезонный спрос.

Требования к применяемым технологиям

-Технологические и технические решения должны быть апробированными; оборудование должно быть серийно-выпускаемым в РФ или в дружественных странах.

-Характеристики технологии и оборудования должны в целом корреспондироваться с имеющимися ограничениями по электроэнергии, газу, воде; соответствовать всем экологическим, санитарным, пожарным требованиям; требованиям по охране труда.

-Технология и оборудование должны предполагать высокую степень автоматизации и, как следствие, обеспечивать минимальную численность производственного персонала.

Отобранные для сравнения виды возможной к выпуску продукции

-Пиломатериалы хвойных и лиственных пород;

-Различные строительные конструкционные материалы на основе древесины и цемента (гипса);

- Фибролитовые панели и плиты различных типов;

- Несъёмная опалубка из арболита;

-Термомеханическая масса (ТММ);

-Получение различных видов продукции на основе пиролизных процессов;

- Производство колотых дров по ГОСТ 3243-88;

- Изготовление конструкционного плитного материала ОСП (OSB)

Обоснование выбора предлагаемой к выпуску продукции – во второй части статьи.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЙ ПЕРЕРАБОТКИ НИЗКОТОВАРНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА «SHELON» (РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА И РЕКОМЕНДАЦИИ)

Вохмянин Н.А., 7520910@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Тарабан М.В. arcan65@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

1. Лесопиление круглых лесоматериалов малого диаметра.

Организация подобного направления переработки имеющегося сырья технически, возможно, но имеет ряд отрицательных аспектов. Среди них выделим следующие:

-малый полезный выход пиломатериалов;

-низкую добавленную стоимость получаемой продукции;

-сложность подбора оптимального состава технологического оборудования (автоматизированные линии имеют избыточную производительность, потоки на основе позиционных станков требуют привлечения большого количества персонала и значительных производственных площадей).

2. **Изготовление различных строительных конструкционных материалов** на основе измельченной древесины и цемента (гипса)

- Гипсостружечная плита (ГСП), гипсостружечная влагостойкая плита (ГСПВ). Данный вид продукции востребован потребительским рынком. Технология производства не является сложной и дорогостоящей, хотя и требует задействования значительных площадей. Несмотря на вышесказанное ГСП и ГСПВ не могут быть рекомендованы к производству по следующей причине. Состав гипсостружечной плиты состоит из трёх компонентов — гипса (83% в составе), **древесной стружки (15%),** воды (2%). Таким образом, данный вид

продукции не решает поставленной задачи по утилизации низкотоварной древесины.

- Фибролитовые панели и плиты различных типов (NORDECO, GreenBoard) Состав плит: **древесная шерсть (волокна длиной 250 мм) - 60%; портландцемент серого или белого цвета – 39,8%;** силикат натрия (жидкое стекло) – 0,2%. Содержание древесины в готовом продукте на уровне 60% - более-менее приемлемый показатель по сравнению с ГСП, но значительно уступающий ряду других видов продукции. Технологии производства достаточно просты и недороги. К минусам данных материалов можно отнести тот факт, что рынок сбыта в достаточной степени ограничен и уже заполнен продукцией других производителей.

3. **Несъёмная опалубка** (Блоки TECOLIT, Блоки Durisol, несъемная опалубка VELOX и аналоги).

Содержание древесины в готовом продукте на уровне **до 90%** в большой степени отвечает требованиям заказчика.

Технологический процесс не отличается большой сложностью, но требует значительных производственных площадей.

Главным минусом в развитии данного направления является консерватизм потребителя, предпочитающего традиционные материалы и технологии для загородного строительства.

Доля данного материала в частном индивидуальном строительстве чрезвычайно мала и объективных предпосылок для её увеличения не наблюдается.

К минусам можно отнести транспортно-логистические вопросы, стабильность и сезонность спроса на данную группу продукции.

4. **Изготовление термомеханической массы (ТММ)**

Производящаяся по экструзивной технологии химико-термомеханическая масса — волокнистый полуфабрикат для производства бумаги и картона. По своим механическим и оптическим свойствам это широко востребованный вид волокна. Содержание древесины в готовом продукте **близко к 100%.** Производство технологично и высоко автоматизировано.

Продукция - высоколиквидна и рентабельна. К минусам можно отнести - используемое сырьё **100% сосна** (требуется сортировка хвойных пород); большой расход чистой воды; проблемы с водоочисткой и атмосферными выбросами вредных веществ; другие экологические риски.

5. **Получение различных видов продукции на основе пиролизных процессов**

- Производство активированного угля марок БАУ-А и ОУ-А.

Одним из приоритетных вариантов переработки низкотоварной берёзовой древесины может стать организовать современное высокотехнологичное производство активированного древесного угля марки БАУ-А по ГОСТ 6217-74 и ОУ-А по ГОСТ 4453-74 общим объемом до 800 тонн в год.

Данное направление решает поставленную задачу - переработку более 50 000 м.куб/год берёзовых балансов. Продукция востребована, рентабельна и

ликвидна. Следует учитывать, что на определённых этапах технологического процесса (предварительный нагрев сушилки и печи карбонизации) требуется использование природного газа. В целом данное направление можно рассматривать, как одно из приоритетных.

- Производство древесного кускового угля.

Данное направление решает поставленную Заказчиком задачу - переработку берёзовых балансов и выпуск кускового угля по ГОСТ 24260-80. Технология достаточно проста отработана и может быть размещена в непосредственной близости от источника сырья. К факторам риска следует отнести сезонность спроса на продукцию в РФ (потребуются значительные складские помещения) и транспортно-логистические издержки при экспортных поставках в восточном направлении.

6. **Производство колотых дров по ГОСТ 3243-88**

Ещё более простым и бюджетным вариантом переработки лиственной низкотоварной древесины по сравнению с активированными углями БАУ-А и ОУ-А и кусковым углем по ГОСТ 24260-80 является налаживание производства высушенных колотых дров по ГОСТ 3243-88. К минусам данного вида продукции можно отнести малую добавленную стоимость и закрытие рынка сбыта в европе. Это направление деятельность можно рассматривать, как первый промежуточный этап для организации выпуска кускового, а затем и активированного угля.

7. **Изготовление конструкционного плитного материала ОСП (OSB)**

OSB относятся к категории строительных плит из древесины, их производство и применение регламентируется требованиями ГОСТа Р 56309-2014 в котором, однако не регламентируется породный состав сырья. В исследованиях [1,2] приводятся рекомендации по используемому сырью, сводящиеся к предпочтительному применению хвойных и мягколиственных пород древесины. Таким образом, имеется возможность переработки на ОСП плиту всего объёма имеющейся низкотоварной древесины, доля которой в готовой продукции составляет до 90%. ОСП плита является высокомаржинальным и востребованным на внутреннем рынке продуктом. Технология изготовления апробирована, производство высоко-автоматизировано.

ВЫВОДЫ

Проведя комплексный анализ возможных направлений переработки имеющегося сырья, были отобраны 2 предпочтительных варианта для дальнейшей детальной проработки:

I. Хвойный, осиновый тонкомер и балансы (суммарно около 45 000 м.куб в год) целесообразно перерабатывать в ОСП плиту в объёме по готовой продукции 30 000 м. куб. в год. Направление переработки берёзового баланса (около 52 000 м.куб. в год) – пиролизные технологии. Кусковой уголь в объёме около 5 000 т/год на первом этапе.

II. Переработка всего объёма низкокачественной древесины за исключением технологического сырья (около 100 000 м.куб.в год) на 60 000 м. куб. ОСП плиты.

Библиографический список:

1. Еспаева, А. С. Технология плитных материалов [Текст] : учебник – Алматы: ТОО РПИК Дәуір, 2011. - 488 с.
2.Баяндин, М. А. Современные процессы и технологии производства древесных плит / Баяндин М. А.,Криворотова А. И. - Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2021. - 84 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИВИЦЫ И БЕРЕСТЫ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Гедьо В.М., 9217407087@mail.ru,
Шайтарова О.Е.,
Чугунова Е.В.,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Рациональное использование лесов подразумевает не только заготовку древесины и ее химическую и механическую переработку с получением продуктов с высокой добавленной стоимостью, но и использование отходов, получаемых при заготовке и переработке древесины, а также использование иных заготавливаемых и собираемых лесных ресурсов.

Из используемых недревесных лесных ресурсов наибольший интерес представляют те ресурсы, которые наиболее востребованы рынком и продукты, из которых имеют наиболее высокую рентабельность. Прежде всего это заготовка живицы из хвойных древостоев.

Живица хвойных насаждений является хорошим сырьем для производства канифоли и скипидара [1].

По справочным данным в 2015 году в мире было произведено 494 тыс. тонн канифоли, а спрос на данный продукт в том же году только в странах Азии составил 515 тыс. тонн. в России ежегодно спрос на канифоль составляет около 23 тыс. тонн и имеет тенденцию к росту примерно на 3,1-3,4 % в год, при том, что производство канифоли в России практически отсутствует. Из-за увеличения объемов производства клеев, чернил, резины, пластмасс и прочих материалов, в производстве которых используется канифоль, в мире ожидается дефицит канифоли примерно в 546 тыс. тонн. Следовательно, возобновление заготовки живицы в хвойных лесах крайне необходимо. Целесообразно вернуться к практике обязательной подсочки хвойных деревьев за 4-5 лет до начала их рубки с целью заготовки древесины.

Экспериментальным путем установлено, что в результате подсочки (без ухудшения состояния древостоя) можно заготавливать до 300 кг живицы с 1 га хвойных лесов. [2] Среднерыночная цена живицы составляет 1200 руб. за кг.

Таким образом, при проведении подсочки в хвойных насаждениях до начала их рубки позволяет увеличить доходность от реализации лесной продукции на

360 тыс. руб. с 1 га, что сопоставимо с доходом, полученным от реализации древесины (примерно 480 тыс. руб. с 1 га).

В березовых насаждениях, кроме заготовки березового сока, можно снимать и бересту. Бересту можно снимать как с растущих насаждений без повреждения лубяного слоя с периодичностью один раз в 8-10 лет, так и со свежесрубленных деревьев. Береста является ценным сырьем для производства берестового дегтя и битулина, используемых в кожевенной промышленности для пропитки кожи с целью придания ей мягкости и эластичности, медицине и фармакологии для производства антибактерицидных и противоожоговых средств, косметологии для производства мыла и шампуней. [3] антибактерицидные свойства бересты связаны с содержанием в ней ионов серебра. Из-за содержания в бересте ионов серебра, а также из-за ее низкой теплопроводности и высокой и высокой водостойкости ее можно использовать для изготовления тары для изготовления продуктов, кровельных материалов и различных сувенирных изделий.

Основные продукты, получаемые при сухой перегонке бересты и луба, с количественными и качественными характеристиками представлены в табл. 1.

Табл. 1. Характеристики продуктов сухой перегонки бересты и луба.

Наименование показателей	Береста	Береста и луб	Луб
Сырье влажное (относительная влажность сырья, %)	9,9	25,5	21,6
Выход продукта из 100 кг влажного материала, кг:			
Уголь	18,6	25,2	23,9
Деготь	30,5	16,2	19,4
Поддегтярная вода	24,2	36,6	33,5
газы	26,7	22,0	23,2
ВСЕГО	100,0	100,0	100,0
Состав поддегтярной воды, %			
Метиловый спирт	1,09	,50	1,13
Уксусная кислота	2,80	5,43	5,07
Выход продукта из 10 кг. абсолютно сухого сырья, %			
Уголь	20,6	33,8	30,5
Деготь	33,8	21,7	24,7
Поддегтярная вода	15,9	14,9	15,2
газы	29,7	29,6	29,6
ВСЕГО	100,0	100,0	100,0

Технология получения дегтя заключается в следующем: пачки бересты (в вертикальном положении) загружаются в металлическую решетку с размерами длина – 1500 мм; поперечное сечение – 750х750 мм обмурованную кирпичем, плотно закрытую крышкой. Нагрев реторты проводят дымовыми газами, образуемой в топке при сжигании дров. Пары дегтя и поддегтярной воды, образующиеся из-за нагревания, через специальный патрубок поступают в конденсатор, а затем конденсат-деготь поступает в приемочную емкость 0,5 м3.

В реторту загружают 80-100 кг. бересты, из которой получают 20-35 кг дегтя. Продолжительность цикла 20 – 24 часа. Полученный деготь хранят в бочках.

Недостатком данной технологии является отсутствие автоматизации процесса, низкая производительность и использование ручного труда.

В березовых насаждениях с площади 1 га один раз в 8-10 лет можно заготавливать 2-3 тонны бересты и при ее переработке в деготь (с учетом его рыночной стоимости 400 руб./кг) можно выручить около 300 тыс. рублей.

Предложенные технологии переработки живицы и бересты являются достаточно простыми не требующими больших капитальных вложений для организации промышленного производства, с применением простейшего оборудования и могут быть использованы малыми предприятиями для создания высокорентабельных предприятий по производству востребованной на рынке продукции.

Библиографический список:

1. Ковернинский И. Н. Основы технологи химической переработки древесины. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 184 с.
2. Гордон Л. В., Феофилов В. В., Скворцов С. Щ., Атаманчуков Г. Д. Технология и оборудование лесохимических производств. – М.: Лесная промышленность. 1969. – 186 с.
3. Таманик Ф. А. Производство берестового дегтя. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 71 с.

ПРОИЗВОДСТВО ЛЕСОХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ

Гедьо В.М., 9217407087@mail.ru,
Шайтарова О.Е.,
Чугунова Е.В.
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Для производства лесохимических продуктов используют древесную зелень сосны и ели (преимущественно ели), которая представляет собой совокупность хвои, коры, древесины и других примесей древесного происхождения. Содержание хвои должно быть не менее 60 % от абсолютно сухой массы древесной зелени, а содержание минеральных примесей не более 0,2 %.

Ветки заготавливают в процессе рубок главного и промежуточного пользования лесами, и они должны быть покрыты зеленой хвоей. Максимальный диаметр веток в комлевой части должен быть не более 50 мм и ветви должны быть уложены комлями в одну сторону. Не допускается заготовка веток, загрязненных посторонними примесями. Масса веток определяется взвешиванием. Срок хранения веток 7-20 суток в зависимости от наружной температуры. Заготовку древесной зелени осуществляют путем измельчения и пневмосепарации хвойных веток на древесную зелень и топливную щепу с помощью измельчителя-пневмосортировщика ИПС-1.

Допускается заготовка древесной зелени вручную непосредственно на лесосеке путем отсекания хвойных побегов диаметром в комлевой части не более 0,8 см со сроком хранения 3-7 суток в зависимости от погодных условий и времени года.

Контроль качества древесной зелени по содержанию хвои, минеральных примесей сырого жира, хлорофилла, каротина, водорастворимых веществ, сырого протеина, сырой клетчатки проводят в производственной химической лаборатории.

Древесная зелень (грубо измельченная) подвергается дальнейшему измельчению до волокнистой массы грубого помола на модернизированном измельчителе грубых кормов «Волгарь-5» непосредственно перед загрузкой в экстрактор. Загрузка древесной зелени в экстрактор осуществляется с помощью пневмотранспортера.

Технологическая схема подготовки древесной зелени к экстракции приведена на рис. 1.

На представленной технологической схеме видно, что заготовленные хвойные ветки подвергаются двухступенчатому измельчению: на первой ступени отделяется древесная зелень от крупных ветвей; на второй стадии древесная зелень измельчается до однородной волокнистой массы.

После чего, древесная хвойная волокнистая масса загружается в экстрактор, в который также подается бензин БР-1, пар и вода, нагретые до 90-95 ºС и в течении 3,5 часов выполняется экстракция. На выходе образуется древесная обесмоленная зелень и экстракт бензиновый. Технологическая схема представлена на рис. 2.

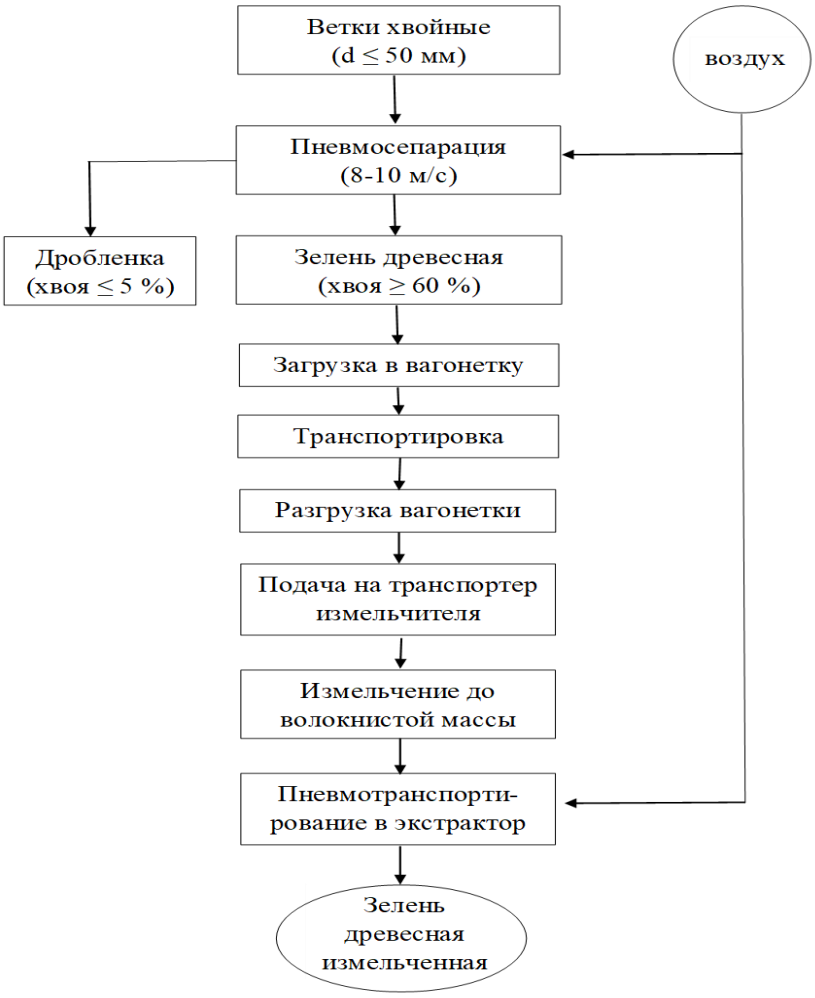


Рис. 1 Подготовка сырья древесной зелени к экстракции.

После экстрагирования в бензине проводится очистка бензинового экстракта водой с получением воска-сырца и экстракта бензинового очищенного, который омыляем с добавлением 30%-ного раствора NaOH, пара, воды и бензина с получением омыленных веществ и бензина для дальнейшей отгонки, и бензинового раствора неомыленных веществ.

Омыленные вещества подкисляем 15 %-ным раствором H_2SO_4 с использованием пара и бензина для получения суспензии хлорофиллиновых кислот и бензинового раствора смоляных и жирных кислот.

Из суспензии хлорофиллиновых кислот, при добавлении 40 %-ого раствора NaOH, получаем пастообразный хлорофиллин натрия.

Из бензинового раствора неомыленных веществ путем промывки, отдувки эфирных масел, отгонки бензина, гомогенизации получаем провитаминный концентрат и сырец эфирного масла.

Из бензинового раствора смоляных и жирных кислот путем отгонки бензина и воды под воздействием пара получаем смоляные и жирные кислоты, которые затем омыляем 40 %-ным раствором NaOH при T = 80-90 ºC с получением пасты бальзамической, а от чистки сборника образуется воск-сырец, который при нагревании паром и отдувки бензина преобразуется в воск хвойный.

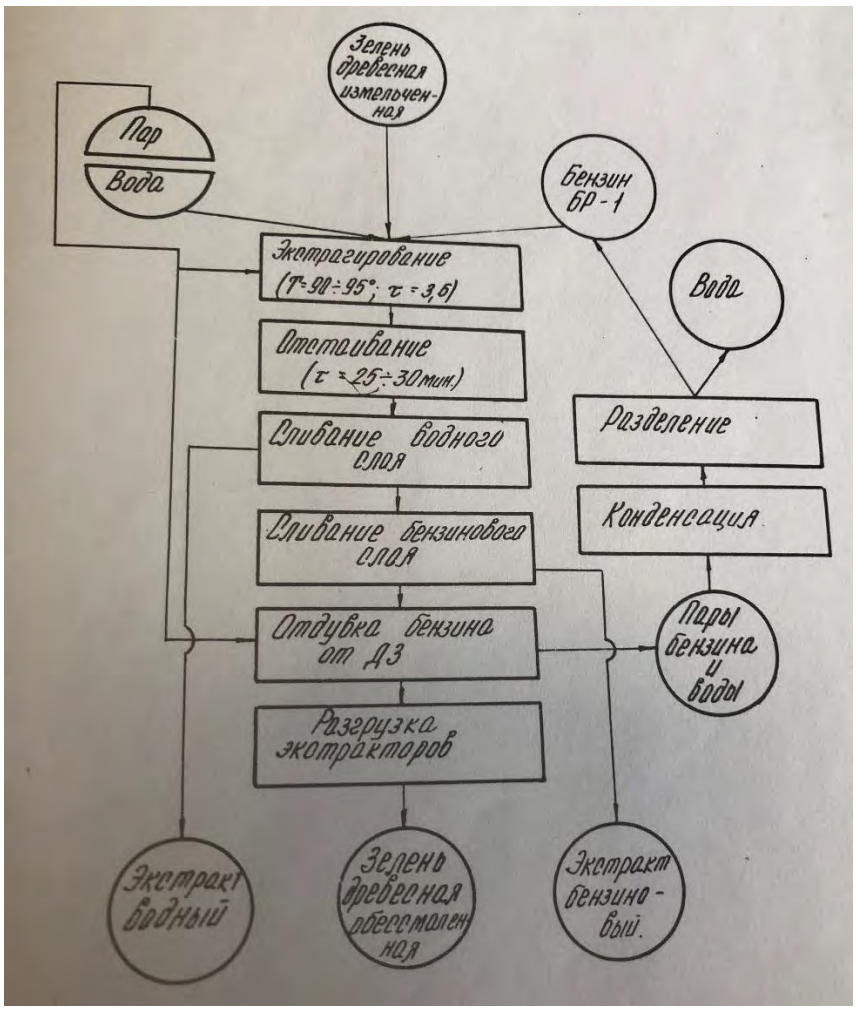


Рис. 2 (фото) Экстрагирование древесной зелени.

Из бензинового экстракта под воздействием пара и отгонки бензина и воды образуются смолистые вещества, при омылении которых 40 %-ным раствором NaOH образуются хлорофилло-каротиновая паста.

Хвойный хлорофиллин натрия используется в качестве биоактивной добавки в изделиях парфюмерно-косметической промышленности.

Провитаминный хвойный концентрат используют в качестве кормовой добавки в животноводстве, медицине и парфюмерной промышленности.

Паста бальзамическая хвойная используется в медицине, производстве мыла и других парфюмерно-косметических изделиях.

Пасту хвойную хлорофилло-каротиновую используют в качестве биохимической добавки в парфюмерно-косметические изделия.

Таким образом установлено, что из отходов от лесозаготовок (кроны хвойных деревьев) можно получить продукты с высокой добавленной стоимостью. При сравнительно низких затратах на оборудование и организацию производства можно построить предприятия по выпуску высокорентабельной востребованной рынком продукции со сроком окупаемости до 1-2 лет.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ХВОЙНОЙ ВИТАМИННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ (ХВЭД) И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ

Гедьо В.М., 9217407087@mail.ru,
Шайтарова О.Е.,
Чугунова Е.В.
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

В ходе проведения лесозаготовок хвойных насаждений в виде порубочных остатков на делянке остается большое количество хвои, которая является ценным сырьем для производства большого количества продуктов, обладающих целым рядом полезных свойств. Одним из таких продуктов может быть хвойная витаминная энергетическая добавка, которую можно использовать при кормлении молочного крупнорогатого скота. Технология получения такой добавки описана в статье [1].

Технология достаточно проста и ее упрощенно можно описать следующей схемой: при заготовке древесины из кроны хвойных насаждений отбираются ветки диаметром до 50 мм в комле, которые измельчают с помощью рубительной машины. Грубо измельченные ветви подвергают дополнительному сухому измельчению с помощью шнекового измельчителя, а затем, после смешивания с жидкой энергетической добавкой, размалывают в дисковой мельнице до получения готового продукта.

При кормлении животных ежедневно в корма можно добавлять хвойную энергетическую добавку в количестве 150 г на одну голову, которая позволит улучшить обмен веществ и повысить усвояемость основных кормов в организме животных.

Хвойные энергетические добавки за счет содержащихся в них компонентов: белков, жиров и углеводов, а также целого ряда экстрактивных веществ позволяет организму животных удовлетворить физиологическую потребность в данных продуктах.

Содержащиеся в хвое сосны и ели каратин, хлорофил и ксантофилл позволяют насытить организм животных витаминами А, С, В2, К, Е, Р. Это особенно важно в зимний период, когда у животных наблюдается авитаминоз и потребность в витаминах очень велика.

Кроме того, в хвое ели и сосны содержится большое количество металлов таких, как: железо, марганец, цинк, калий, кальций, натрий, кобальт и др., которые крайне необходимы для поддержания здоровья, повышения иммунной системы и сохранения хорошего тонуса у животных.

Содержащиеся в хвое эфирные и смолистые вещества, фитонциды являются классическими природными антибиотиками и не требуется дополнительного введения в организм животных других синтетических антибиотиков, что позволяет значительно улучшить качество мяса и молока.

Введение в корма животных хвойной витаминной энергетической добавки позволяет улучшить здоровье животных и значительно снизить вероятность их заболеваний. Данная добавка повышает продуктивность животных: у мясных животных увеличивает привес на 15% и более, а у молочных увеличивает надои молока на 8-10%.

Все эти данные были подтверждены в процессе проведения эксперимента в ООО «Технократ». Кормовую добавку в количестве 150 г в сутки на одну корову вводили в сухие корма контрольной группы животных в составе 60 голов и ежедневные надои сравнивали с надоями остального стада (650 голов). Эксперимент проводили в течении 60 дней. Максимальный суточный надой на 1 корову в контрольной группе составил 35,4 литра в сутки, а в стаде – 32,7 литра в сутки.

Для организации производства хвойной витаминной энергетической добавки капитальные вложения на приобретение оборудования не превышают 1,5 млн. рублей. Себестоимость 1 кг готовой продукции может колебаться в пределах 140-150 рублей. Продажная цена ХВЭД от 200 рублей за кг, т. е. рентабельность производства составляет не менее 35 %.

При ежедневном введении в корма молочного КРС из расчета 150 г в сутки на одну корову позволяет повысить суточный надой на 2,7-3,0 литра и при затратах на покупку кормовой добавки на 30 рублей в сутки на одну корову, можно увеличить выручку от продажи молока на 80-90 рублей в сутки.

Библиографический список:

1. Рощин В. И., Гедьо В. М., Миксон Д. С. Технология переработки хвойного сырья в кормовые добавки для животноводства и птицеводства // Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции: Леса России: политика, промышленность, наука, образование / под. ред. А. А. Добровольского. – СПб, СПбГЛТУ, 2023. – с. 708-710.

МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ БИОУГЛЯ НА СТРУКТУРУ ПОЧВЫ И ЕЕ ПЛОДОРОДИЕ

Дурова А.С., soilbox@mail.ru,
Гедьо В.М., 9217407087@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Сегодня можно смело утверждать, что внедрение биоугля в севообороты положительно отражается на параметрах почвенного плодородия, а безопасность производства, исследуемого мелиоранта делает его приемлемым для использования в сельском хозяйстве. Однако отсутствие информации и небольшое производство данного продукта затрудняют его практическое внедрение в производственный процесс.

Впервые идея внесения биоугля как почвенного мелиоранта появилась в начале 2000-х при изучении различными группами ученых почв,

образовавшихся в пределах бассейна Амазонки [1]. Эти почвы распространены на значительных территориях и, являясь достаточно бедными в связи с их условиями образования, тем не менее содержат устойчивые органические соединения, обуславливающие достаточно большой запас углерода в почве [2]. Выяснилось, что причина данного явления – искусственное внесение угля в ходе эксплуатации человеком указанных территорий.

Естественно, было выдвинуто предположение, согласно которому биоуголь в следствие каких-то своих особенностей позволяет увеличивать запас доступного углерода почв и положительно влияет на почвенное плодородие. В заложенных экспериментах данная теория была отмечена в большинстве поставленных экспериментов (> 90 % из десятков проанализированных проведенных опытов) добивались значительного повышения урожайности сельхозкультур при внесении биоугля в почву. Сам факт улучшения общего состояния растения и скорости их развития был подтвержден многими исследователями того периода. [2]. Почти все перечисленные эксперименты проводились в тропиках, однако были проведены испытания и в регионах с умеренным климатом. При внесении биоугля от 1 до 50 тонн на га были достигнуты различные показатели повышения урожайности сельскохозяйственных культур, что позволяет варьировать дозировку внесения биоугля для различных типов почв с выбором оптимального количества вносимого вещества. Рассмотрим основные факторы плодородия, на которые способен воздействовать биоуголь:

Уголь – пористый материал с большой поверхностью взаимодействия., его структура напоминает естественно образующиеся поры почв и позволяет улучшать водно-воздушный режим песчаных и глинистых почв. Очевидно, что внесение биоугля может увеличивать или уменьшать пористость почвы. Таким образом, факт влияния на водно-воздушный режим наиболее полезен при применении на глинистых и песчаных почвах.

Поры почвы – это не только основа водно-воздушного режима почв, но и среда обитания многих представителей микро- и макро- обитателей. Увеличение биологического разнообразия внутрипочвенного сообщества способствует естественному формированию устойчивых трофических цепей, что косвенно улучшает условия произрастания сельскохозяйственных культур.

Внесение биоугля увеличивает поверхностную площадь почвы [3] и способствует тому, что в почве лучше задерживается влага, которая увлажняет почву на протяжении длительного периода, а также значительно разрыхляет почву (это особенно актуально для глинистых почв). С помощью биоугля мы можем регулировать время и скорость движения воды в почве. Для этого очень важно подобрать оптимальные размеры вносимого биоугля в зависимости от типа почвы.

Установлено, что биоуголь из-за большого количества микро- и макропор имеет большую удельную поверхность и химическую активность, что способствует его взаимодействию с органическими веществами, минералами и микроорганизмами, содержащимися в почве. Биоуголь позволяет изменять структуру почвы, что может способствовать значительному повышению ее

физико-химических показателей. Так при внесении в почву 200 т/га биоугля наблюдали увеличение устойчивых в течении длительного периода пор почвы до 130 %, а также наблюдали значительное увеличение содержания в почве гуминовых кислот. Биоуголь из древесного сырья позволяет повысить влагоемкость почвы до 20 %, а на песченых почвах до 45 %.

Необходимо правильно подбирать размеры и дозу биоугля., так, например при слишком мелком размере частиц биоугля при его внесении в глинистые почвы влагоемкость практически не меняться. Очень важно правильно рассчитать не только дозу биоугля, но и то, насколько сильно должен быть измельчен мелиорант перед его применением.

В зависимости от способа получения биоугля мы можем изменять и его pH (от нейтрального до слабощелочного). Поэтому, для кислых почв использование слабощелочного биоугля является очень эффективным средством для улучшения их плодородия. Причем, это воздействие биоугля на изменение кислотности почвы является не кратковременным, а достаточно продолжительным (до 60-70 лет).

Таким образом, на кислых почвах данный мелиорант может позволить снизить дозу внесения извести, а на слабокислых почвах и вовсе ее заменить.

В биоугле содержится большое количество элементов, которые крайне необходимы для подкормки растений, в том числе азот и фосфор, т. е. элементы, входящие в состав минеральных удобрений. Содержание азрта в биоугле колеблется в пределах от 30 до 350 мг/кг в зависимости от исходного сырья для производства биоугля.

Биоуголь, содержащий в небольших количествах фосфор и азот, является хорошим адсорбентом и может накапливать данные элементы из минеральных удобрений, внесенных в почву, а затем постепенно подавать их корневой системе растений, что позволяет повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Особенность данного мелиорантов еще и в том, что в его составе есть около 6-8 % доступного углерода, стимулирующего рост и развитие растений в первый вегетационный сезон после внесения мелиоранта. В последующем постепенно биоуголь разлагается и его углеродные структуры становятся не только местом обитания для микроорганизмов, но и источником углерода в ходе гумус образовательного процесса., что особенно важно в регионах, где ограничена доступность органических удобрений.

Длительность эффекта от разового внесения биоугля может быть различна. Ведь эффективность зависит не только от дозы внесения биоугля, но и от типа исходного сырья, способа внесения мелиоранта и исходных почвенных условий. В среднем продолжительность эффекта, как и при применении прочих мелиорантов от 3 до 5 лет.

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

Увеличение влагоемкости почвы при внесении биоугля может гипотетически уменьшить частоту или объем ирригационного полива. Но эффект этот возможен только при правильном подборе доз биоугля и фракций при внесении.

Применение биоугля на кислых почвах может снизить кислотность среды и положительно скажется на плодородии почв., Нейтральные и слабокислые почвы данного положительного эффекта не испытают.

Положительный эффект от применения биоугля достигается и за счет небольшого содержащихся в нем питательных веществ. Но в большей степени важна его способность снижать вымывание доступных форм питательных веществ из пахотного горизонта за счет сорбции их и сохранении доступными для питания растений.

Потребность в мелиоранте с каждым годом увеличивается на только в России, но и во всем мире.

Библиографический список

1. Brodowski S. John H., Fless J. Aggregate-occluded black carbon in soil [Журнал] // European J. of Soil Science. – 2016. - 57: Т. 4. - стр. 539-546.
2. Lehmann J A handfui of carbon [Журнал] // Nature. - 2007. - стр. 143-144.
3. Kolb S. Understanding the Mechanisms by which a Manure-Based Charcoal Product Affects Microbial Biomass and Activity [Книга]. - University of Wisconsin: [б.н.], 2007. - стр. 74.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ МАКУЛАТУРЫ МС-5Б В ВОЛОКНИСТУЮ МАССУ

Зайцев А.В. ani1997.10@mail.ru,
Зайцев В.В., ani1997.10@mail.ru,
Дубовый В.К. dubovy2004@mail.ru,
Санкт-Петербургский Государственный университет промышленных технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики

Основным сырьем для производства конструкционных элементов макулатурного тарного картона (тест-лайнера и флютинга) является макулатура марки МС-5Б [2]. Учитывая сложный компонентный состав макулатуры по виду сырья и загрязнениям, переработка макулатуры в кондиционную волокнистую массу проводится по сложной технологической схеме с применением различного оборудования [1]. В результате получается качественная макулатурная масса и существенная доля отходов, которые представляют собой сумму загрязнений. Удельное содержание отходов, в среднем на 1 т макулатуры – 38 кг. Они представляют собой смесь веществ различной природы. В год сдается на полигон свыше 1,2 млн. т. Неизбежность образования отходов и их утилизации на полигоне требует значительных финансовых издержек. Поэтому переработка отходов стала актуальной проблемой переработки макулатуры [3-4]. В результате поискового исследования были получены положительные результаты по формованию из отходов полимерпесчаных изделий. Для технологии важны исследования отходов. В первой серии экспериментов были установлены

пределы изменения влажности образующейся массы отходов. Данные приведены в табл. 1.

Табл. 1. Пределы изменения влажности отходов из гидроразбивателя.

№ образца	Масса образцов, г:			Влажность, %
	влажных	сухих	воды	
1	65,24	12,75	52,03	79,75
2	140,62	20,61	119,44	84,94
3	58,45	14,73	42,72	73,10
4	118,01	19,46	97,94	83,00
5	127,01	27,06	98,86	77,84
6	134,51	25,45	108,46	80,63
7	126,01	24,62	100,71	79,93
8	83,33	18,32	64,37	77,24
9	87,69	18,20	68,86	78,53
10	95,03	20,44	74,25	78,13
Среднее значение	103,59	20,16	82,77	79,31

Анализ данных табл. 1 показывает, что влажность отходов колеблется в пределах 73,10-84,94%., что составляет в среднем 11,84%. Для влажности это колебание значительное и оно должно учитываться в технологии переработки отходов. В создаваемой технологической установке нужно предусмотреть сушку отходов, которая обеспечивает дальнейшее их качественное. Во второй серии экспериментов был исследован компонентный состав отходов. Результаты представлены в табл. 2. По массовом содержании компонентов отходы условно разделены на фракции: синтетические полимеры, волокно, металлы, древесина. Они представлены на рис. 1.

Табл. 2 – Вид и содержание основных компонентов в отходах

№ пробы	Масса сухих компонентов в отходах, г				
	общая	синтетические полимеры	волокно	металлы	древесина
1	12,76	9,57	2,67	0,52	0
2	20,62	14,27	6,34	0	0
3	14,74	12,68	2,06	0	0
4	19,46	17,09	2,20	0	0,17
5	27,06	21,26	5,79	0	0
6	25,45	17,96	7,02	0,47	0
7	24,63	20,47	3,95	0	0,21
8	18,32	13,92	4,02	0,38	0
9	18,20	12,51	5,69	0	0
10	20,44	13,04	6,53	0,87	0
Ср./%	20,17	15,28/76	4,64/23	0,22/1,00	0,04/0,20

Рис. 1. Величина фракций компонентов в отходах переработки макулатуры

Как следует из эксперимента, основным компонентом отходов являются синтетические полимеры – 76%, волокно составляет сравнительно большую долю - 23%, металлы – это 1,1%, включения древесины отсутствуют. Исходя из компонентного состава сырья, была выбрана технология возможного рационального использования отходов. Высокое содержание полимеров (смесь различных видов и свойств полимерных отходов), в сочетании с волокном, открывают перспективу производства прессовочных изделий – полимернопесчаных плит. В технологии основные компоненты выполняют задачу связующего вещества, а песок является наполнителем. Была предложена технологическая схема переработки отходов, подобрано и испытано оборудование. В результате исследования установлены положительные и отрицательные факторы технологии. К положительным факторам отнесли – визуально хорошее качество изделий, подтвержденное испытаниями механической прочности и жесткости, простота технологии и эксплуатации оборудования, надежность работы оборудования, низкая себестоимость изделий; отрицательные факторы – это наличие неприятного запаха и черный цвет прессовочной массы и плитки.

В результате выполненного исследования сделаны следующие выводы:

1.Получены расширенные научные данные о количественном и качественном составе отходов переработки макулатуры в технологии тест-лайнера и флютинга.

2.Установлено, что группы отходов переработки макулатуры может давать термопластичные композитные смеси, пригодные для получения термопрессовочных изделий.

3.Термопластичные плитные изделия являются перспективным направлением исследования для повышения рентабельности производства

флютинга и тест-лайнера, а также снижения экологической опасности захоронения полимерных отходов.

Библиографический список

1. Смолин А.С. Современное состояние и проблемы использования вторичного волокна в производстве бумаги и картона/А.С. Смолин, В.К. Дубовый//Современные научные основы и инновационные технологии бумажно-картонных материалов с использованием вторичного волокна из макулатуры: науч. тр. 7-й Междунар. науч.-техн. конф. Караваево, 2006. С.6–7.
2. Современное состояние и перспективы использования вторичного волокна из макулатуры в мировой и отечественной индустрии бумаги/Дулькин Д.А. [и др.]. Изд-во Арханг. Гос. техн. ун-та. Архангельск, 2007. 1118 с.
3.Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т.1.Сырье и производство полуфабрикатов. Ч.3. Производство полуфабрикатов. СПб: Политехника, 2004.316 с.
4.Черенков В.Ф. Технология и оборудование для переработки макулатуры//ЦБК. 1995. №1-2. С.29.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВК КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Зырянов М.А., zuryanov13@mail.ru,
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

Известно, что на сегодняшний день продолжается непрерывное и динамичное совершенствование конструкций оборудования, машин и технологий для лесозаготовительных и деревоперерабатывающих предприятий. Такая тенденция обоснована стремлением повысить эффективность производственных процессов лесной отрасли. Основной задачей повышения эффективности лесозаготовительных и деревоперерабатывающих работ является сокращение количества древесных отходов образующихся на различных этапах производственных процессов лесопромышленного комплекса. В работах современных исследователей [1-3] указывается, что эффективная переработка биомассы дерева является основным фактором, оказывающим влияние на устойчивое развитие лесопромышленного комплекса России. При этом установлено, что в процессе лесозаготовительных работ образуется огромное количество отходов лесозаготовок, которые не находят своего дальнейшего использования и в лучшем случае используются в качестве топлива при сжигании, а зачастую остаются на лесозаготовительных участках для дальнейшего перегнивания. Такой подход к лесозаготовительным работам негативно сказывается не только на экологической обстановке на лесосеке, но и значительно повышает шансы возгорания древесины в пожароопасный период и распространения огня на прилегающие лесозаготовительные участки, что

зачастую приводит к чрезвычайным ситуациям. В ходе исследований установлено и апробировано на практике, что отходы лесозаготовок в виде ветвей, веток и сучьев могут выступать в качестве потенциальной сырьевой базы для большого количества деревоперерабатывающих предприятий. Однако, основной причиной отсутствия интереса у предприятий лесопромышленного комплекса к потенциальному сырью в виде ветвей, веток и сучьев обусловлено низкой плотностью укладки данных частей биомассы дерева и большой отдаленностью производственных площадок от лесозаготовительных участков. Эта группа причин делает транспортировку порубочных остатков к местам их переработки не целесообразной ввиду высокой стоимости. В результате, с целью повышения рентабельности транспортировки порубочных остатков в виде ветвей, веток и сучьев их необходимо перерабатывать непосредственно на лесозаготовительных участках или близко расположенных складах. В ходе исследований было установлено, что ветки, ветви и сучья целесообразно перерабатывать в хвойную и древесную муку, технологическую щепу и древесноволокнистый полуфабрикат. Согласно анализу литературных источников и рынка сырья данные материалы востребованы на предприятиях лесопромышленного и аграрного комплексов, в строительстве и фармакологии.

В результате, с целью повышения эффективности лесозаготовительных работ была разработана технология и комплекс мобильного оборудования для переработки отходов в виде ветвей, веток и сучьев непосредственно в местах их накопления.

Согласно разработанной технологии [4], изначально происходит сбор, разделение, сортировка [5] и транспортировка ветвей, веток и сучьев на нижний или промежуточный склады. Для такого вида технологических операций используется форвардер с модернизированным прицепом [6]. Уменьшение длины древесных отходов происходит за счет применения механизма с гильотинным ножом, который устанавливается на манипулятор форвардера.

После разделения сырья по породным и размерным характеристикам происходит его окорка при помощи мобильной окорочной машины [7].

После окорки сырье перерабатывается в технологическую щепу при помощи мобильной рубительной машины. Технологическая щепа поступает на мобильную линию для получения древесноволокнистого полуфабриката [8] при помощи роторно-ножевой установки [9].

Ветки с хвойными лапками направляется в мобильную ножевую установку [10] где происходит отделение хвои и ее измельчение. Древесина без хвои и не переработанные в щепу окоренные ветки, ветви и сучья направляются в мобильную ножевую установку с целью переработки в древесную муку.

Таким образом, в ходе исследований разработана технология и комплекс мобильных машин позволяющие перерабатывать такие порубочные остатки как ветки, ветви и сучья в древесную и хвойную муку, технологическую щепу и древесноволокнистый полуфабрикат. В свою очередь использование результатов проведенных исследований лесозаготовительными предприятиями на практике позволит значительно уменьшить объем остающихся на

лесозаготовительных участках порубочных остатков, тем самым не только способствуя очистке лесосеки от горючих материалов, но и получению дополнительной прибыли за счет реализации произведенных материалов из древесных отходов. В результате, достигнутые результаты позволят значительно повысить устойчивость развития лесопромышленного комплекса России, что позитивно скажется на экономике страны.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-78-10002, https://rscf.ru/project/22-78-10002/

Библиографический список

1. Тамби А.А., Угрюмов С.А., Бирман А.Р., Черноградская И.А., Рунова Е.М., Никифорова В.А. Обоснование необходимости внедрения процессов комплексного использования древесины на лесопильных предприятиях // Системы. Методы. Технологии, 2020. № 2 (46). - С. 47-54.
2. Тамби А.А., Угрюмов С.А., Бирман А.Р., Черноградская И.А., Рунова Е.М., Никифорова В.А. Обоснование необходимости внедрения процессов комплексного использования древесины на лесопильных предприятиях // Бюллетень Ассоциации ЛЕСТЕХ, 2020. № 2 (2). - С. 18-25.
3. Мерцалов К.Д., Кузмицкий Е.В., Рыженкова Е.А. Обоснование необходимости внедрения процессов комплексного использования древесины на лесопильных предприятиях // В сборнике: Формирование и развитие новой парадигмы науки в условиях постиндустриального общества. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2021. - С. 42-44.
4. Зырянов М.А., Медведев С.О. Совершенствование технологии для переработки биомассы дерева // В сборнике: Актуальные вопросы лесного хозяйства. Материалы VI международной молодежной научно-практической конференции. Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. Санкт-Петербург, 2022. С. 152-154.
5. Мохирев А.П., Зырянов М.А., Безруких Ю.А. Способ сортировки порубочных остатков. Патент на изобретение RU 2624738 C , 06.07.2017. Заявка № 2015149090 от 16.11.2015.
6. Зырянов М.А., Мохирев А.П. Прицеп форвардера. Патент на полезную модель RU 167846 U1, 10.01.2017. Заявка № 2015152472 от 07.12.2015.
7. Зырянов М.А., Медведев С.О., Сергаев С.О. Мобильное устройство для окорки древесины. Патент на изобретение RU 2804331 C1, 28.09.2023. Заявка № 2023103272 от 13.02.2023.
8. Зырянов М.А., Сыромятников С.В., Медведев С.О., Мохирев А.П. Способ получения древесно-волокнистого полуфабриката. Патент на изобретение RU 2745866 C1, 02.04.2021. Заявка № 2020121427 от 23.06.2020.
9. Зырянов М.А., Сыромятников С.В., Халматов И., Баранов А.Н. Устройство для размола щепы в аэродинамической среде. Патент на изобретение RU 2673858 C1, 30.11.2018. Заявка № 2017135882 от 09.10.2017.
10. Зырянов М.А., Борин К.В., Морозов В.И., Петрушева Н.А. Мобильное устройство для измельчения древесной зелени хвойных пород. Патент на изобретение RU 2698059 C1, 21.08.2019. Заявка № 2018120398 от 01.06.2018.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИМППОРТОЗАМЕЩЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ФЛАФФ-ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Лаврентьев И.В., supersmesi@mail.ru,
Булычева В.Н., veracosa1983@mail.ru,
Санкт Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Высшая школа энергетики

Внимание к задаче импортозамещения и развития производства флафф-целлюлозы в России стало уделяться после выхода Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 24 августа 2022 г. №3561 «О включении отрасли производства флафф-целлюлозы в план мероприятий по импортозамещению и развитию в лесопромышленном комплексе Российской Федерации». Доля российских производителей ролевой беленой флафф-целлюлозы на внутреннем рынке в 2022 г. оценивалась 0%. С 2022 г. на рынок начли поступать отечественные виды флафф-целлюлозы: «Целлюлоза рулонная» АО «Пролетарий», «Целлюлоза рулонная» («NP pulp roll») ООО «Николь-Пак-Империал», «Флафф-Целлюлоза» («TURA») АО «Туринский ЦБЗ»), «Ролевая целлюлоза» («Ru Cell») ООО «Отрадненская БКФ» ООО «Полотно целлюлозное» «Добрушская бумажная фабрика «Герой Труда», Республика Беларусь. Все продукты флафф-целлюлозы отличаются близкими к импортным продуктам показателями качества, но полноценной заменой по качеству не стали. Поэтому требовались новые решения и разработки для компенсации отрицательных свойств.

Данные исследования посвящены решению задачи получения высококачественной флафф-целлюлозы на основе новых научно-технических подходов. Теоретической основой научной работы стали закономерности зависимости водопоглощения флафф-целлюлозы и продукта из нее – распушенной целлюлозы, от технологических факторов: вида и свойств целлюлозы (хвойная, лиственная, ХТММ, или их смесь); соотношения хвойной и лиственной целлюлозы в композиции бумажной массы; степень помола целлюлозы. В конечном итоге, факторы определяют объем и характер гетерокапиллярной системы флафф-целлюлозы [1,2], которая за счет гидрофильности и капиллярного эффекта поглощает воду [3].

В мировой практике лучшим сырьем для флафф-целлюлозы стала целлюлоза сульфатная беленая хвойных пород древесины. Как показал эксперимент, флафф-целлюлоза из хвойной целлюлозы отечественных заводов, имеет меньшую среднюю длину волокна, дает водопоглощение 1,55-2,00 г воды на г продукта и другие несколько уступающие показатели. Для достижения требуемого качества флафф-целлюлозы, например, показатель водопоглощения должен быть не менее 3,0 г/г [4].

Исследовалась целлюлоза заводов: ООО «Архангельский ЦБК», АО «Сыктывкарский ЛПК», ООО «Филиал группы Илим» в г. Усть-Илимске. Образцом сравнения была целлюлоза импортная (США). Показатели «Средневзвешенная длина волокна, мм» и «Отношение общей площади мелочи

к площади волокна, %», которые признаются определяющим [3] для оценки пригодности целлюлозы для флафф-целлюлозы, имеют следующие значения:

ООО «Архангельский ЦБК» - 2,092 мм; 2,08 %;
АО «Сыктывкарский ЛПК» - 1,968 мм; 4,64%;
ООО «Филиал группы Илим» в г. Усть-Илимске - 1,893 мм; 2,86 %;
Целлюлоза США - 2,311 мм; 5,38%.

Данные показывают, что из отечественной целлюлозы наиболее подходящим сырьем является целлюлоза ООО «Архангельский ЦБК». Длина волокна образца сравнения, заметно выше длины волокна образцов целлюлозы отечественных производителей. На основании исследований можно заключить, что лучшее сырье – целлюлоза ООО «Архангельский ЦБК». Научно-техническим решением задачи достижения требуемого результата стала разработка целлюлозного композиционного материала из разных видов целлюлозосодержащего волокна. Такое исследование подтвердило факт возможного решения задачи повышения качества, как целлюлозного материала -основы, так и получаемой из него флафф-целлюлозы – (распушенной целлюлозы). Данные исследования представлены в табл. 1.

Табл. 1. Потребительские свойства лабораторных образцов композиционного материала основы для флафф-целлюлозы

№ п/п	[1]Композиционный состав по волокну	Толщина, мм	Плотность, г/см^3	Разрушающее усилие, Н	Впитываемость при полном погружении, г/г
1	100 % Х	1,27	0,63	234	2,8
2	100 % Л	1,31	0,61	168	3,1
3	75% Х / 25 % Л	1,29	0,59	196	2,9
4	75 % Х/ 25 % ХТММ	1,30	0,53	190	3,6
5	50 % Х /50 % Л	1,29	0,54	186	3,0
6	Основа для флафф-целлюлозы производства «Добрушская БФ»	1,12	0,62	190	2,3
7	Основа для флафф-целлюлозы производства Туринский ЦБЗ	1,13	0,67	170	1,9
8	Основа для флафф-целлюлозы производства США	1,12	0,62	230	2,3

[1]Условные обозначения: Х-целлюлоза сульфатная беленая хвойная; Л-целлюлоза сульфатная беленая лиственная; ХТММ-химико-термомеханическая древесная масса

Анализ данных, представленных в таблице 1 подтверждает, что композиция по волокну влияет на потребительские свойства целлюлозы-основы. Сульфатная хвойная беленая целлюлоза и сульфатная беленая лиственная целлюлоза при исходной степени помола имеют сопоставимую впитываемость и плотность, прочностные характеристики для сульфатной лиственной целлюлозы, существенно ниже, чем у хвойной сульфатной беленой целлюлозы. Композиция

с ХТММ позволяет увеличивать впитываемость и плотность образца, однако с возрастанием доли в композиции ХТММ, происходят существенное снижение прочностных показателей. Если судить по впитываемости воды, то экспериментально подтвержденные лучшие составы по волокну – это образцы № 2, 4, 5. Таким образом, эти образцы по комплексу основных показателей соответствуют качеству целлюлозы-основы для Флафф-целлюлозы.

Полученные образцы «распушенной целлюлозы» были исследованы на впитываемость воды при полном погружении согласно ГОСТ 12604-77. Исследование показало, что все образцы флафф-целлюлозы (распушенной целлюлозы-основы) имеют впитываемость в пределах 14,8-21,1 г/г.

Исследование в целом показало перспективность разработки флафф-целлюлозы на основе различных целлюлозосодержащих материалов для создания конкурентоспособных материалов и выполнения задачи по импортозамещению.

Библиографический список

1. Грег К., Синг С. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. Пер. с англ. М. Мир, 1970. 408 с.
2.Лаврентьев И.В., Дубовый В.К. Актуальные задачи импортозамещения целлюлозных водоабсорбирующих материалов и изделий санитарно-гигиенического назначения//Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф., имени профессора В.И. Комарова. Архангельск: САФУ, 2023. С.225-227.
3.Лаврентьев И. В. Исследование свойств волокна для целлюлозных водоабсорбирующих материалов. Современная целлюлозно-бумажная промышленность. Актуальные задачи и перспективные решения//Материалы V Международная научно-техническая конференция молодых учёных и специалистов ЦБП, СПбГУПТ, 2023. С.36-41
4. Лаврентьев И.В. Влияние пористости целлюлозного материала на абсорбцию воды сердцевинным слоем одноразовых санитарно-гигиенических изделий//Актуальные вопросы лесного хозяйства. VII Международная молодежная научно-техническая конференция. (9-10 ноября 2023 г.). Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М.Кирова, Санкт-Петербург, 2023. С.31-34

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРОВ ПОСЛЕ НАТРОННОЙ ДЕЛИГНИФИКАЦИИ ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ ТОПИНАМБУРА

Ромашева М.М., rita.romasheva@gmail.com,
Селянкин М.А.,
Демьянцева Е.Ю.,
Смит Р.А.,
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна Высшая школа технологии и энергетики

Микрокристаллическая целлюлоза - продукт гидролиза целлюлозы, нашедший применения в различных отраслях промышленности таких как пищевая, лакокрасочная, фармацевтическая, косметическая. Рынок микрокристаллической целлюлозы (МКЦ) Российской Федерации по последним открытым данным рос и достиг 3778,3 тонн в 2022 году [1,5]. Однако, большая часть продукции была представлена зарубежными производителями. В связи с этим получение микрокристаллической целлюлозы из недревесного сырья – одно из перспективных направлений для развития локальных малотоннажных производств. Данное сырье имеет ряд преимуществ: быстрый рост зелёной массы, лёгкость возделывания, широкий ареал произрастания [6]. Таким материалом может быть топинамбур, клубни которого используются для производства инулина и сахарных сиропов. Для повышения качества порошкового материала целесообразно предварительно получать низкотемпературную экструзионную химико-термомеханическую массу, а затем проводить гидролиз кислотой для получения порошкового материала [3]. Однако, при переработке образуется много побочных отходов, которые могут быть также переработаны в продукты с высокой добавленной стоимостью. Целью работы является исследование отработанных варочных растворов после получения целлюлозного материала.

В рамках исследования были использованы стебли топинамбура, собранные после естественного засыхания в октябре 2022 года в городе Санкт-Петербурге. Анализ показал, что содержание легко- и сложногидролизуемых веществ составляет соответственно 3% и 5%, дихлорметаном экстрагируются 2% веществ, при этом содержание лигнина по методу Комарова составляет 29%, а целлюлозы по методу Кюршнеру – 62%. Стебли подвергли натронной варки 10% гидроксидом натрия при температуре 150°С, а затем подвергали размолу в лабораторной одношнековом экструдере. В ходе исследования было выяснено, что полученный щёлок содержал редуцирующих 16 г/л веществ в пересчёте на глюкозу. Содержание конденсированных таннинов составило 38%, лигнина 1%. В связи с низким содержанием лигнина переработка традиционным способом не является рациональным. Данный варочный раствор пригоден для выделения танинов с последующим использованием в клеевом материале [2], а также для получения углеводов.

Полученный целлюлозный материал содержал преимущественно короткие волокна [4], поэтому было решено получить из него порошковую целлюлозу с

помощью гидролиза надуксусной кислотой при гидромодуле 1:10 и температуре 100°С. Степень полимеризации порошкового материала составила 90.

Библиографический список

1.Анализ рынка микрокристаллической целлюлозы в России // drgroup.ru URL: https://drgroup.ru/components/com_jshopping/files/demo_products/Otchet._DEMO._Analiz_rynka_mikrokristallicheskoy_tsellyulozy_v_Rossii-22.pdf (дата обращения: 24.03.2024).
2. Кантиева, Е. В. Клеевые материалы в производстве современных древесных плит / Е. В. Кантиева, Л. В. Пономаренко, А. А. Хайят // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5, № 5(31). – С. 319-324.
3. Ромашева ММ, Демьянцева ЕЮ, Смит РА Получение и основные физическо-химические свойства порошковой целлюлозы из однолетнего трявянистого растения helianthus tuberosus//Современные проблемы науки о полимерах – 2023.-с 308
4. Ромашева, М. М. Изучение геометрических характеристик волокна из топинамбура / М. М. Ромашева, Е. Ю. Демьянцева, Р. А. Смит // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 24–26 мая 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2023. – С. 706-708.
5. Рынок микрокристаллической целлюлозы в России // prcs.ru URL: https://prcs.ru/analytics-article/rynok-mikrokristallicheskoj-cellyulozy/ (дата обращения: 24.03.2024)
6. Элмуродов, А. А. Особенности технологии возделывания топинамбура в условиях Зарафшанской долины / А. А. Элмуродов // Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее : сборник статей VI международной научно-практической конференции, Пенза, 12 декабря 2016 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2016. – С. 44-50.

ОЦЕНКА БИОРАЗЛАГАЕМОСТИ ПЛАСТИКОВ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Сиражев В.В., vlad.sirazhev@mail.ru,
Трушев Р.А., 7_rota_2000@mail.ru,
Артёмов А.В. artemovav@m.usfeu.ru,
Кривоногов П.С., krivonogovps@m.usfeu.ru,
Уральский государственный лесотехнический университет

В интервью телеканалу "360" Денис Буцаев, генеральный директор Российского экологического оператора (РЭО – публично-правовая компания, созданная по указу Президента РФ в 2019 году с целью создания системы вторичной переработки и вовлечения в хозяйственный оборот сырья для

изготовления новой продукции и получения энергии), заявил, что россияне ежегодно покупают около 45 тысяч живых елей на новогодние праздники и учитывая в среднем массу одного изделия около 5 кг, в итоге после завершения новогодних каникул образуется порядком 400 тонн отходов.

Согласно ФЗ №268 от 14.07.2022 г. материалы на основе лигноцеллюлозосодержащего сырья должны относиться к «вторичным ресурсам», которые (части которых) могут быть повторно использованы для производства товаров, выполнения работ, оказания услуг или для получения энергии [1].

В нашей стране широкий способ получения энергии при утилизации новогодних ёлок получило их прямое сжигание, либо косвенно с получение из них топливных брикетов [2].

Одним из направлений по снижению углеродного следа является минимизация (или полный отказ) от сжигания углеродсодержащего сырья, а также участие в программах сокращения выбросов с помощью сельскохозяйственных технологий [3]. В настоящее время имеются отечественные исследования посвященных переработке хвойной зелени с целью применения в народном хозяйстве.

Так, например, в другой работе [4] рассматривается технология получения из хвои древесины биологически активных веществ с целью компенсации нехватки витаминов для животноводства и птицеводства, а также применении ее при производстве мясных и молочных продуктов [5]. Кроме этого, хвоя древесины рассматривается как компонент для получения композиционных материалов без добавления синтетических и минеральных связующих (ПБС) [6].

На основании выше приведенного в данной работе была поставлена цель – исследовать возможность получения ПБС на основе отходов деревообработки (опилки) древесины ели, а также произвести оценку биоразлагаемости данных материалов по отношению к почво-грунту.

Для получения ПБС использовалось пресс-сырье в виде опилок ели обыкновенной фракцией 0,7 мм и влажности 12 %. Получение образцов ПБС осуществлялось методом горячего компрессионного прессования в закрытой пресс-форме диаметром 90 мм. Толщина образцов ПБС составила 2 мм.

Условия получения образцов ПБС: давление – 40 МПа; температура – 180 ºС; продолжительность прессования – 10 мин; время охлаждения под давлением – 10 мин. Время кондиционирования полученных образцов в комнатных условиях составило 24 ч.

Оценка биоразлагаемости материалов на основе ПБС проводилась по изменению внешнего вида, массы и объема образцов.

Для выдержки образцов в почво-грунте, из полученных образцов-дисков подготавливались образцы с размерами 20 × 20 мм. В качестве почво-грунта использовался рассадный грунт (ТУ 0391-001-51540896-2002). Время выдержки образцов в грунте при комнатной температуре (20 ±2 °С) и влажности грунта 60 ±5 % составило 30 сут. После выдержки образцов 30 сут, образцы изымались из грунта, промывались и высушивались при комнатной температуре в течение 24 ч. У высушенных образцов определялись масса и объем, осуществлялось

микроскопирование лицевой поверхности с помощью микроскопа «Микромед 3» (1 × 400). Перед началом испытаний у испытуемых образцов определялись исходные изучаемые свойства (контроль).

Испытания были проведены 2-х параллелях, количество образцов в каждой параллели составляла не менее 5. Полученные результаты испытаний были подвергнуты статистической обработке на выявление грубых промахов по Q-критерию.

Результаты изменения массы и толщины образцов ПБС при их экспозиции в почво-грунте представлены в табл.1. Результаты микроскопирования – на рис.1.

Табл. 1. Результаты испытаний образцов ПБС на биоразлагаемость за 30 сут

№	Параметр	Показатель		Изменения (Δ, %)
		до	после	
1	Масса образцов, г	1,64	1,56	- 4,9
2	Объем образцов, мм^3	1308,9	905,0	- 30,9

a) b) c)

Рис. 1. Результаты микроскопирования: a – исходное пресс-сырье на основе опилок ели (фр. 0,7 мм), b – лицевая поверхности образцов ПБС (исходное); c – лицевая поверхности образцов ПБС после экспозиции в почво-грунте (30 сут)

На основании табл.1 и рис.1 можно сделать следующие выводы:

1. Структурная форма частиц, полученных при фракционировании исходного пресс-сырья (рис.1-a), обладает игловидной формой, которая образуется в результате вторичного измельчения древесных отходов [7]. Использование древесных частиц игольчатой формы при производстве древесно-композиционных материалов влияют на процессы выделения из них экстрактивных веществ [8]. При этом экстрактивные вещества древесины ели обладают высокой антибактериальной и противогрибковой активностью [9].

2. Наблюдается незначительное снижение массы образцов ПБС при испытаниях в почво-грунте за 30 сут. При этом снижение объема образцов составляет практически третью часть. Это говорит о том, что наблюдается гидролитический процесс деструкции ПБС на основе ели, т.е. биоразлагаемость данных материалов характеризуется низкой водостойкостью самой древесины, которая относится к мягкой породе деревьев [10].

Библиографический список

1. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Режим доступа: локальный. – Дата обновления 21.03.2024.

2. Ракова, Д. И. Экологические аспекты утилизации новогодних ёлок / Д. И. Ракова, И. Э. Артемьева, И. В. Машкова // Юный ученый. – 2016. – № 2(5). – С. 174-176.

3. Снижение углеродного следа технологией улавливания, использования и хранения / Д. Х. Ахтямова, О. С. Алеевская, В. А. Куклев, А. С. Сальников // Наставничество и экология : Сборник научных трудов. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2023. – С. 126-129.
4. Сочнева, К. М. Разработка технологии получения биологически активной добавки из растительного сырья / К. М. Сочнева, Е. А. Ширинкина, И. К. Гиндулин // Научное творчество молодежи - лесному комплексу России : Материалы конференции. – Екатеринбург: ФГБОУ ВО "Уральский государственный лесотехнический университет", 2023. – С. 856-860.
5. Органолептическая оценка функциональных продуктов питания с использованием инкапсулированных форм биологически активных веществ хвои ели обыкновенной / Д. А. Бараненко, В. С. Ильина, А. Ю. Чечеткина [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2019. – № 4. – С. 78-84. – DOI 10.17586/2310-1164-2019-12-4-78-84.
6. Сафонова, М. Е. Влияние хвои древесины на свойства древесного пластика без связующего / М. Е. Сафонова, О. В. Быкова, А. Д. Герасимова // Исследования молодежи - экономике, производству, образованию: Сборник материалов. – Сыктывкар: Сыктывкарский лесной институт, 2019. – С. 288-292.
7. Томилова, К. А. Характеристика измельченной древесины / К. А. Томилова // Научный электронный журнал Меридиан. – 2021. – № 1(54). – С. 195-197.
8. Исследование процесса экстракции игольчатой стружки / Б. Д. Руденко, В. Т. Изотов, С. М. Плотников, А. О. Чуприн // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2015. – № 42. – С. 54-56.
9. Гуляев, Д. К. эфирного масла древесной зелени ели обыкновенной и его отдельных фракций / Д. К. Гуляев, В. В. Новикова, В. Д. Белоногова // Медицинский альманах. – 2015. – № 4(39). – С. 213-214.
10. Хакимова, Ф. Х. Молодая древесина ели и березы - полноценное сырье для целлюлозно-бумажной промышленности / Ф. Х. Хакимова, Р. Р. Хакимов, О. А. Носкова // Химия растительного сырья. – 2018. – № 3. – С. 261-270. – DOI 10.14258/jcprm.2018033782.

ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ И ДИСПЕРСНОСТИ ИЗ ЭКСТРУЗИОННОЙ ХИМИКО-ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ МАССЫ

Сутайкин А.С., nikaytus02@gmail.com,
Крутиков А.С.,
Демьянцева Е.Ю.,
Дубовый В.К.,
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна Высшая школа технологии и энергетики

Микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) – продукт гидролиза целлюлозы с повышенной степенью кристалличности. Получение МКЦ имеет большое значение в современной промышленности из-за ее уникальных свойств и широкого спектра применения. МКЦ используется в различных отраслях, включая пищевую, фармацевтическую, косметическую и химическую промышленность, где она выполняет различные функции, такие как загуститель, стабилизатор и связующее вещество, а также в качестве наполнителя в различных продуктах (пластмассах, красках, фильтрующих материалах, бумаге и т.д.). Помимо этого, МКЦ может применяться в качестве исходного материала для получения различных производных целлюлозы, например сложных и простых эфиров.

Производство порошковой целлюлозы с заданной степенью полимеризации и дисперсности является актуальной задачей для для получения продукта с добавленной стоимостью из древесных отходов и развития отечественного лесопромышленного комплекса. Повысить эффективность переработки древесных отходов в целлюлозные материалы и ускорить реакции получения целлюлозных продуктов, улучшить производственные процессы позволят инновационные методы обработки с использованием высоких частотных волн. В связи с этим, цель работы заключается в получении МКЦ с заданной степенью полимеризации и дисперсности при влиянии различных видов волнового излучения.

Из неликвидной древесины осины, произрастающей в Северо-Западном регионе, была получена экструзионная химико-термомеханическая масса (ЭХТММ) путем предварительной обработки 10 % раствором щелочи при нормальном давлении и температуре 70-90°С с дальнейшей переработкой в двухшнековом экструдере согласно методике [3]. Из полученной ЭХТММ была произведена МКЦ с помощью обработки надуксусной кислоты. Гидролиз проводился в течение 2 часов при температуре 100°С. Полученные образцы были промыты до нейтральной реакции и высушены в суховоздушном термостате при температуре 60°С.

Степень полимеризации (СП) микрокристаллической целлюлозы является одной из ключевых характеристик этого материала. Степень полимеризации определяет количество молекул целлюлозы в полимере и показывает, насколько длинные цепи макромолекул составляют МКЦ. Чем выше степень

полимеризации, тем длиннее молекулы целлюлозы в МКЦ, что может влиять на ее физико-химические свойства и возможности применения.

Оценка степени полимеризации МКЦ имеет большое значение, поскольку по этой характеристике можно определить качество полученных продуктов и их потенциальные свойства. Например, высокая степень полимеризации МКЦ может говорить о высоком качестве и чистоте этого материала, что может быть важно при его использовании в фармацевтической или пищевой промышленности. Степень полимеризации также влияет на реологические свойства МКЦ, его вязкость, степень кристалличности и механические свойства. Степень полимеризации полученных гидролизованных продуктов была определена вискозиметрическим методом, в качестве растворителя был выбран кадоксен [4].

Образцы экструзионной химико-термомеханической массы были подвергнуты предварительной обработке ТВЧ мощностью 500 Вт в течение 20 минут. Затем проводился гидролиз.

После этого проводилась постгидролизная обработка обработанных образцов ультразвуком при частоте 50 Гц. Ультразвук был применен как дополнительный метод обработки для улучшения структуры и свойств микрокристаллической целлюлозы. Этот процесс позволяет обеспечить более равномерное распределение изменений внутри материала, что приведет к повышению его кристалличности.

Изучение влияния ультразвука на образцы МКЦ было проведено при различных температурах, а именно, 22°С и 85°С на установке ODA-MH30, в течение получаса. Эффективность обработки оценивали по изменении степени полимеризации микрокристаллической целлюлозы.

Полученные результаты СП представлены в табл. 1 и диаграммы (рис. 1).

Табл. 1. СП при различных видах обработки

№	Вид обработки	Степень полимеризации
1	Без обработки	240
2	Предварительная обработка УЗ	140
3	Предварительная обработка ТВЧ и постгидролизная УЗ	100
4	Предварительная увлажненная обработка ТВЧ и постгидролизная УЗ	60

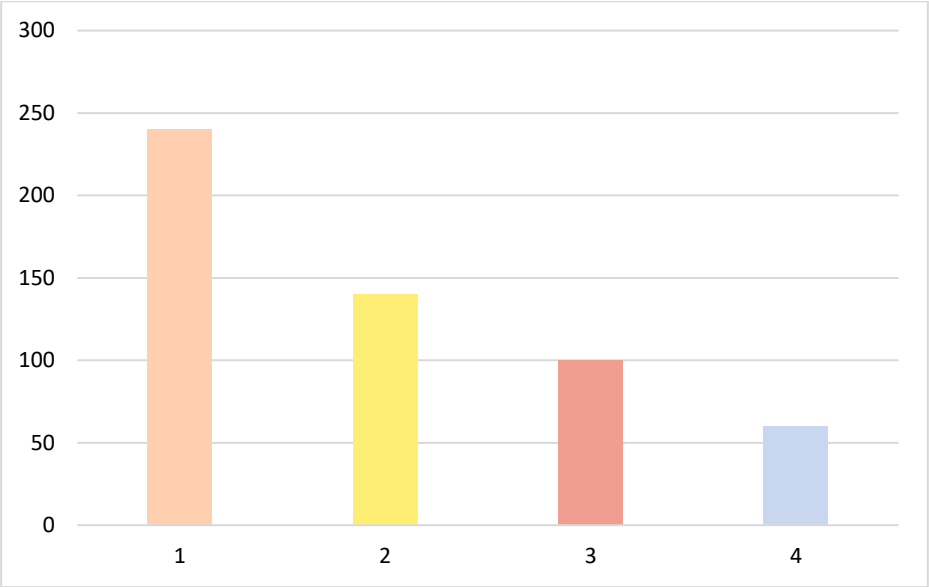


Рис. 1. Влияние различных видов обработки на СП

Результаты исследования показали, что при обработке образцов МКЦ, полученных гидролизом без предварительной обработки, после облучения ультразвуком происходит уменьшение степени полимеризации на 20%. Это возможно из-за возникновения эффекта кавитации. Кавитационные пузырьки, формирующиеся в результате облучения жидкости сильными ультразвуковыми волнами, высвобождают энергию при своем схлопывании. Высокие температуры и давления внутри короткоживущего пузырька (порядка 5000 °K и 1000 атмосфер), вызывают разрушение полимеров [2].

При дополнительной обработке исходного лигноцеллюлозного материала волнами высокой частоты, степень полимеризации гидролизованных продуктов снижается на 35%, вероятно, из-за разрушения надмолекулярной структуры [1]. Таким образом, комбинирование предварительной и постгидролизной обработок приводит к максимальному уменьшению степени полимеризации гидролизованных продуктов.

Библиографический список

1. А.А. Сарымсаков, М.М. Балтаева, Д.С. Набиев, С.Ш. Рашидова, С.М. Югай «Диспергированная микрокристаллическая целлюлоза и гидрогели на ее основе» Химия растительного сырья. №2. С.11–16 (2004).
2. Гаврилова А.С., Манаенков О.В., Филатова А.Е. «Исследование влияния ультразвукового воздействия на микрокристаллическую целлюлозу» Вестник Тверского государственного технического университета, № 1, с. 60-66 (2015).
3. Ковернинский И.Н., Дубовый В.К., Прокопенко К.Д. Исследование экструзивной химико-термомеханической массы// Химия растительного сырья. – 2022. – №1. – С. 319–324.
4. Оболенская А. В., Ельницкая З. П., Леонович А. А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы: Учебное пособие для вузов. – М.: «Экология», 1991. – 320 с.

Секция «ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ, ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДЕРЕВЯННОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ»

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ВЫБОР СПОСОБА УСТАНОВКИ ЗАДНИХ СТЕНОК КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ

Батырева И.М., batyreva.ira@yandex.ru,
Иванов А. М., ivanovsashaxxl@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Рассматриваются конструкции корпусной мебели, в которой задние стенки выполнены из ДВП и ХДФ, композиционного моноструктурного древесноволокнистого материала толщиной 3-4 мм. Существует 3 основных способа крепления задних стенок из ДВП и ХДФ в мебельных изделиях:

1. В нахлест;
2. В четверть (фальц);
3. В паз.

У каждого из способов есть свои достоинства и недостатки, которые учитываются при выборе способа установки.

В нахлест (рис. 1). Весомыми аргументами для выбора этого способа являются следующие его достоинства:

- не требуется дополнительной технологической операции – формирования четверти или паза в стенках корпуса изделия;
- согласно ТР ТС 025/1012 при установке задней стенки таким способом на прилегающий торец детали корпуса из плитного композиционного материала допустимо не наносить кромочный материал;
- надежность и простата, поскольку для крепления используют саморезы, скобы или гвозди;
- достаточная площадь примыкания деталей по сравнению со способом «в четверть» уменьшает вероятность появления брака в виде выступа крепежа на поверхности пластей стенок корпуса;
- этот способ обеспечивает жесткость корпуса за счет прочного крепления задней стенки достаточную для небольших конструкций, в которых поэтому можно не устанавливать дополнительных щитов жесткости.

Недостатком является то, что торец ДВП или ХДФ будет виден на виде сбоку изделия, и поэтому данный способ является эстетически не привлекательным. Неаккуратно опиленный и никак не обработанный край задней стенки еще больше ухудшает внешний вид изделия.

В четверть (фальц) (рис. 2). Достоинства:

— этот способ позволяет визуально скрыть ДВП или ХДФ. Размер самой выборки материала различен, как правило, глубина составляет 4…5 мм, а ширина 8…10 мм.

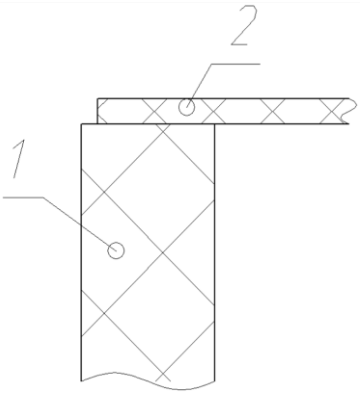


Рис.1. Наложение задней стенки в нахлест. 1 – Боковая стенка изделия. 2 – Задняя стенка изделия.

— также согласно ТР ТС 025/1012 при установке задней стенки таким способом на прилегающий торец из плитного композиционного материала (ЛДСтП, ЛМДФ) допустимо не наносить кромочный материал.
— крепится задняя стенка в этом случае так же, как и в предыдущем способе просто и надежно.

Но следует учитывать следующие проблемы этого способа установки:

— поскольку площадь соприкосновения деталей меньше, то и прочность несколько ниже, чем у способа крепления в нахлест;
— по этой же причине вероятность возникновения брака (выступа крепежной детали на пласти корпуса) тоже больше;
— и, конечно, требования выполнения дополнительной технологической операции создания четверти повышает трудоемкость конструкции.

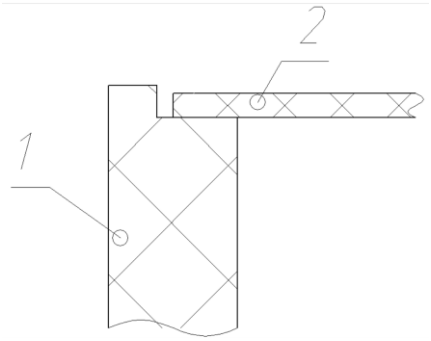


Рис.2. Наложение задней стенки в четверть (фальц). 1 – Боковая стенка изделия. 2 – Задняя стенка изделия.

В паз (рис. 3). Как, правило, паз имеет ширину 4 мм для возможности установки задней стенки с зазором. Глубина паза составляет 8 мм, при меньшей глубине паза ДВП или ХДФ могут выпасть из него. Отступ до паза зависит от применяемых комплектующих: «навесов» для корпусов мебели, крепящихся к стенам помещений, систем хранения и т.п. (рис. 4).

Достоинствами данного способа являются

— возможность визуально скрыть торцы ДВП или ХДФ;

— использование различных мебельных комплектующих.

К недостаткам следует отнести

— необходимость выполнения технологической операции создания паза;

— необходимость облицовывания кромки детали корпуса из плитного композиционного материала (ЛДСтП, ЛМДФ), в которой делается паз;

— жесткость конструкции изделия значительно снижается, поэтому для напольных (не подвесных) изделий мебели требуется предусматривать усилители жесткости: ребра, щиты жесткости, специальные виды крепежных изделий.

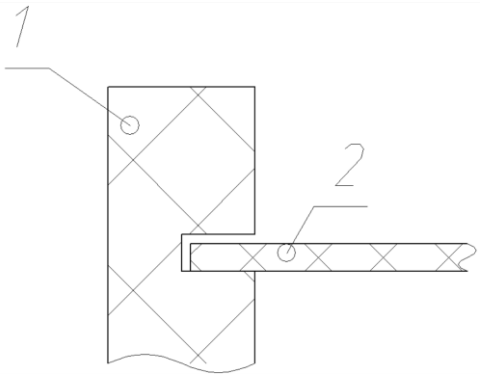


Рис.3. Наложение задней стенки в паз. 1 – Боковая стенка изделия. 2 – Задняя стенка изделия.

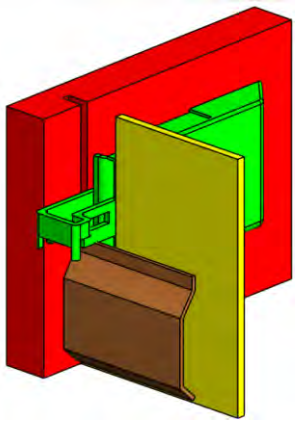


Рис.4. Взаимное расположение навеса и планки для навеса относительно конструкции корпуса.

У каждого способа есть свои достоинства и недостатки. При выборе способа установки следует учитывать экономические, эстетические, эргономические, конструктивные, технологические, и прочие факторы, а также уровень профессионализма работников.

Библиографический список

1. Ветошкин Ю.И., Перевозникова Н.В., Удачина О.А. Технология изделий из древесины. Конструирование изделий из древесины: учеб. пособие. Екатеринбург, 2008. 119 с.

2. Практическое руководство по конструированию мебели: справочник / сост. Ю. Ф. Стрежнев. СПб.: Политехника, 2000. 228 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ CAE СИСТЕМ В ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОЕТИРОВНИЯ МЕБЕЛИ

Батырева И. М., batyreva.ira@yandex.ru,
Иванов А. М., ivanovsashaxxl@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

На сегодняшний день программы для проектирования мебели относятся к CAD (Computer Aided Design) системам, такое программное обеспечение позволяет спроектировать изделие практически любой сложности. Однако такой подход не дает возможности просчитать прочностные характеристики конструкции или проверить, как поведет мебельная модель в реальных условиях эксплуатации.

Для решения таких задач в конце 80-ых годов прошлого столетия начали разрабатываться системы CAE (Computer Aided Engineering) программные системы компьютерного инжиниринга, позволяющие на основе математических моделей разных классов и уровней сложности исследовать поведение материалов, физико-механических и технологических процессов, машин и конструкций. В отличие от CAD систем они позволяют не только проектировать, но и решать ряд инженерных задач: расчет, анализ и симуляцию физических процессов. Первые CAE системы разрабатывались для тяжелой промышленности, военной отрасли, авиа- и автостроения.

В настоящее время в деревообрабатывающей промышленности CAE системы более всего интегрированы в программы для проектирования домов, изготовленных из древесных и композиционных материалов.

На текущий момент времени конструктору-технологу при проектировании изделия приходится опираться на свой профессиональный опыт, использовать различные ГОСТы и специализированную литературу. Наиболее компетентные в программировании конструктора самостоятельно пишут или приобретают скрипты (скрипт – это строчки кода, сценарий, написанный на одном из языков программирования, который используется для выполнения определенных задач). Программы К-3 Мебель и Базис Мебельщик позволяют встраивать в свои интерфейсы программы дополнительных функций или использовать для расчетов специализированные CAE программы. Однако у каждого подхода есть свои недостатки.

Для конструктора наиболее оптимальным вариантом является возможность использовать скрипты внутри самой программы. Однако существует ряд сдерживающих факторов. Написание и отладка необходимого скрипта процесс долгий, сложный и дорогой. Написанием скриптов, как правило, занимаются программисты и стоимость одного скрипта может ровняться стоимости самой программы. Также из-за сложности и ограничений языка программирования, на которой пишутся скрипты, нет возможности полностью реализовать все виды необходимых симуляций. Недостатком также является и то, что скрипт может работать не во всех версиях программы, например номерные версии программы

Базис Мебельщик выпускаются раз в год. И весомым минусом является то, что автор скрипта не несет юридической ответственности за написанный скрипт. Следовательно, вся ответственность за возникающие несоответствия лежит на конструкторе.

Проверка изделия в специализированных CAE программах также ограничена из-за специфики самих мебельных изделий, используемой специальной крепежной и лицевой фурнитуры. Также проблемой является то, что изделие, сконструированное в специализированной программе для проектирования мебели, имеет несовместимый с CAE программой формат файла. Поэтому придется или заново проектировать мебельное изделие в CAE программе, на что потребуется дополнительные ресурсы или экспортировать файлы в необходимом для CAE программе расширении. Однако последний метод также не идеален, поскольку на сегодняшний день полностью рабочего способа импорта-экспорта файла без потери или искажения исходного содержания файла не существует.

Расчеты, конечно, возможно производить и опираясь на теорию сопротивления материалов и теоретической механики. Однако данный способ требует от специалиста выполнения сложных и трудоемких расчетов. Поэтому большинство конструкторов мебели не производят расчетов, опираются на опыт свой или заимствованный, что не может обеспечить надежность качественных показателей мебели при современных требованиях к скорости проектирования и разнообразию изделий. Рост конкуренции приводит к тому, что производители вынуждены удовлетворять каждого клиента. Заказы должны выполняться в кратчайшие сроки, требуемого качества и по приемлемой цене.

Внедрение CAE программ позволит создавать цифровою модель изделия, а это позволит решить ряд проблем, возникающих при конструировании мебели. Это могут быть постоянно решаемые конструктором следующие задачи:

—расчет количества сборочной фурнитуры для сопрягаемых деталей в зависимости от длины стыка, материала, толщины, размеров, массы, величины нагрузки и прочих факторов;

—расчет изделия на прочность, жесткость, устойчивость и прочие напряжения деталей и узлов изделий;

—расчет количества петель в зависимости от массы и размеров фасада;

—проверка установленной фурнитуры, например, пантографов для одежды, выкатных корзин, ящиков и других систем трансформируемой мебели на правильное функционирование модели при эксплуатации.

С помощью цифровой модели целесообразно проводить валидацию для обеспечения конкретных показателей качества, например:

—предупреждение о том, что полка или крышка будет провисать под действием определенной массы;

—предупреждение о том, что изделие при открывании фасадов или при открывании ящиков может опрокинуться;

—проверка на собираемость мебельного изделия при использовании различных видов комплектующих;

— проверка навесов подвесных мебельных модулей и опор на обеспечения требуемой прочности, следовательно, безопасности;

Также цифровая модель может быть применена для проведения виртуальных сертификационных испытаний мебельных изделий.

Несмотря на то, что деревообрабатывающая, в частности мебельная промышленность, на сегодняшний день не является ведущей в нашей стране, следует обсуждать эту проблему и работать над внедрением CAE систем в производство.

Библиографический список

1. Новая парадигма проектирования САПР сложной корпусной мебели для позаказного промышленного производства / Бунаков П.Ю., Стариков А.В., Старикова А.А., Харин В.Н.: М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 319 с.
2. Стариков А.В. Теоретические и методологические основы автоматизации проектирования корпусной мебели в условиях позаказного промышленного производства: автореф. дис. … д-ра техн. наук. Воронеж, 2011. 36 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ МОДИФИКАЦИИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНОЙ ОТДЕЛКИ ДРЕВЕСИНЫ

Белова О.А., oblkm@mail.ru,
Санкт – Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Лакокрасочные покрытия играют ключевую роль в защите и декоративной отделке древесины [1-7], увеличивая её долговечность и эстетическую привлекательность [4]. Эти материалы обеспечивают эффективную защиту древесины от влажности, ультрафиолета и биологических агентов, предотвращая гниение, деформацию и выцветание. В то же время, лакокрасочные покрытия позволяют разнообразить внешний вид деревянных изделий, предлагая широкий спектр цветов и текстурных решений, что делает их неотъемлемым элементом в дизайне интерьеров и экстерьеров [7].

Особое внимание стоит уделить роли инноваций в модификации лакокрасочных материалов (ЛКМ). В последние годы государственная политика России активизировала поддержку производств, которые используют отечественные материалы. Это, в свою очередь, стимулирует разработку новых технологий и создание инновационных ЛКМ, способствуя укреплению экономической безопасности страны, развитию научной базы, созданию новых рабочих мест и повышению технологического уровня производства [6]. Однако, разработка новых материалов предполагает необходимость комплексного анализа инноваций в области модификации, тщательного изучения

современного доступного сырья и оценки потенциального воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Существующие методы модификации лакокрасочных материалов направлены на улучшение их функциональных характеристик, адаптацию к специфическим условиям эксплуатации и минимизацию воздействия на окружающую среду. Основные направления модификации представлены в табл. 1.

Табл. 1 Основные способы модификации лакокрасочных материалов

Модификация	**Тип**	**Описание**	**Преимущества и недостатки**
Химическая модификация	Сополимеризация	Сочетание различных мономеров для получения полимеров с нужными свойствами, такими как гибкость, твердость и химическая стойкость [3]	Преимущества: позволяет точно настраивать свойства ЛКМ, такие как гибкость, твердость, и химическая стойкость, что важно для создания долговечных и устойчивых покрытий. Недостатки: зависимость от импортного сырья для получения специфических мономеров и полимеров, что может быть проблемой в условиях экономических санкций и ограничений.
	Введение функциональных групп	Улучшение реакционной способности пленкообразователей через введение гидроксильных, карбоксильных или амино-групп [2].	
	Сшивка	Использование отвердителей для создания трехмерных сетчатых структур, улучшающих механическую прочность и стойкость к химическим веществам [2].	
Физическая модификация	Наполнители и усилители	Введение микронизированного кварца, талька, мела и волокон (стеклянные или углеродные) для улучшения механических свойств и износостойкости [1-4].	Преимущества: использование доступных на рынке наполнителей и усилителей, таких как микронизированный кварц и тальк, которые могут быть получены из отечественных источников. Недостатки: ограниченный диапазон улучшений свойств, в основном связанный с механической прочностью и износостойкостью.
	Нанотехнологии	Использование наночастиц, таких как углеводородные нанотрубки, для повышения прочности, УФ-стойкости и антибактериальных свойств [3].	

Модификация	Тип	Описание	Преимущества и недостатки
Гибридная модификация	Гибридные системы	Сочетание химических и физических методов для достижения синергетического эффекта в улучшении свойств ЛКМ, например, создание гибридных полиуретан-акриловых или эпоксид-силиконовых покрытий [1-3].	Преимущества: гибридная модификация (ЛКМ), с акцентом на комбинацию различных полимеров, представляет собой одно из наиболее перспективных направлений в развитии современных покрытий в России. Этот подход позволяет создавать композитные материалы, сочетающие лучшие свойства отдельных компонентов для достижения оптимального баланса между прочностью, эластичностью и стойкостью к внешним воздействиям. Недостатки: может потребовать сложных технологий и высоких начальных инвестиций.
Микрокапсулированные добавки	Микрокапсулы	Использование микрокапсул для дозированного высвобождения активных веществ, улучшающих защитные свойства и продлевающих срок службы покрытий [5].	Преимущества: Предоставление уникальных свойств, таких как самовосстановление и улучшенная защита. Недостатки: Зависимость от высокотехнологичного импортного оборудования и сырья для производства и применения микрокапсул и UV-инициаторов.
Фотоотверждение и плазменная обработка	Фотоотверждение и плазменная обработка	Фотоотверждаемые системы с фотоинициаторами для быстрого создания твердых покрытий и плазменная обработка для улучшения адгезии пленкообразователей [3].	Преимущества: Быстрое отверждение, энергоэффективность, высокое качество покрытия. Недостатки: Ограниченная проникающая способность, чувствительность к материалу основания, стоимость оборудования:

Учитывая текущую политическую и экономическую ситуацию в России с ограничениями на импорт и акцентом на развитие отечественных технологий, наиболее перспективным направлением модификации ЛКМ является развитие и применение физических методов модификации с использованием местных ресурсов. Это включает улучшение свойств ЛКМ через добавление доступных наполнителей, таких как тальк, кварц и отечественные волокна.

Кроме того, развитие гибридных методов, которые могут комбинировать отечественные и импортные технологии на начальном этапе, может постепенно переходить к полному использованию местного сырья и технологий. Это позволит России не только снизить зависимость от импорта, но и стимулировать

развитие собственных научных исследований и технологических инноваций в области ЛКМ.

Библиографический список

1. Anna Zalewska1,Joanna Kowalik1, Magdalena Tworek; Investigation of the properties of a water-based acrylic dispersion modifed with an ionic liquid, surfactant,and thickener; -2023 г.–15 с.
2. DanutaKotnarowska; MałgorzataWojtyniak; Effect of epoxy and polyurethane coating modification with nanofillers on their resistance to erosive wear ; Radom, Poland -2011 г. – 871-875 с.
3. Hui Yuan, Yushuai Wang, ZhiyongLiuORCID and Shiyu Li A study on the properties and working mechanism of a waterborne polyurethane-modified silicatebased coating ;China -2019 г.-5 с.
4. R. Sam Williams; Finishing of Wood; Madison, WI : U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory– 2012 г. - 37с.
5. Swapan Kumar Ghosh;Functional Coatings and Microencapsulation:A General Perspective;2006 г.-
6. [Электронный ресурс]- Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2024 года. – Режим доступа: https://www.economy.gov.ru/material/file/450ceda1ecf8a6ec8f4e9fd0cbdd3/Prognoz2024.pdf/
7. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий. - Москва.: Химия, 1989. - 382 с.

ПРИРОДНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ СМОЛ

Варанкина Г.С., varagalina@yandex.ru,
Русаков Д.С., dima-ru25@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

На современном этапе науки и научных исследований в области совершенствования технологических процессов деревоперерабатывающих производств, и в частности, с позиций формирования низкотоксичных клеевых соединений, используются наполнители и химически активные добавки, которые в свою очередь способны поглощать свободные продукты (формальдегид). Состояние вопроса [1, 2, 5] и проведенные теоретические изыскания дают основания полагать, что природные наполнители и химически активные добавки (полуфункционального действия) изучены не в полном объеме.

Способом повышения прочностных и качественных характеристик клеевых соединений, является модифицирование клеевых составов. Это изменение физико-химических, технологических, эксплуатационных характеристик высших молекулярных соединений (смол и клеев), а также придание

определенных специфических свойств дальнейшим клеевым соединениям [1, 2, 5]. Наполнение термореактивных карбамидных и термореактивных фенольных (резольного типа) смол (клеев) активными производными полуфункционального действия изменяют структуру и характер отверждения клея, т.о. возникает необходимость обоснования процессов нанесения клея и процессов формирования клеевых соединений.

Представителем органических природных минералов можно считать породы типа шунгитов [1, 2]. Минералогический состав: 35–55% – тюрингит; 35–45% – битовнит; 10–30% – сардоникс. Минералогический состав шунгитовых сорбентов приведен в табл. 1.

Табл. 1 Минералогический состав шунгитовых сорбентов [1, 3], (мас. ч., %)

Диоксид кремния	Оксид титана	Оксид железа со степенью окисления железа +3	Оксид алюминия	Оксид кальция	Оксид магния	Оксид натрия	Оксид калия	Прочие побочные примеси
50,90	1,69	16,10	16,80	2,37	3,16	2,07	2,15	4,37
50,80	1,84	15,30	15,15	2,34	5,31	3,20	1,20	4,61
50,45	1,95	16,54	15,71	2,04	5,12	2,80	0,74	4,30

Шунгитовые сорбенты содержат 93−99% радиоуглерода [4], также содержится значительная часть антрацитоподобных битумов. Методами научного проникновения – микроспектральным анализом, в экстрактах шунгитовых сорбентов, обнаруживались неуглеродистые компоненты – производные группировок эфиров, спиртов, парафинов и ароматических систем [4].

В шунгитах присутствуют фуллерены, они могут растворяться в воде и в определенных органических растворителях. По структуре – это, так называемые, «пустотелые шары» углерода, тогда как, их поверхность «сшита» углеродистыми «мостиками», все это в совокупности определяет сплошную «сетчатую оболочку» природного полимера. Углеродные глобулы (кластеры), могут содержать до нескольких сот атомов углерода (рис. 1).

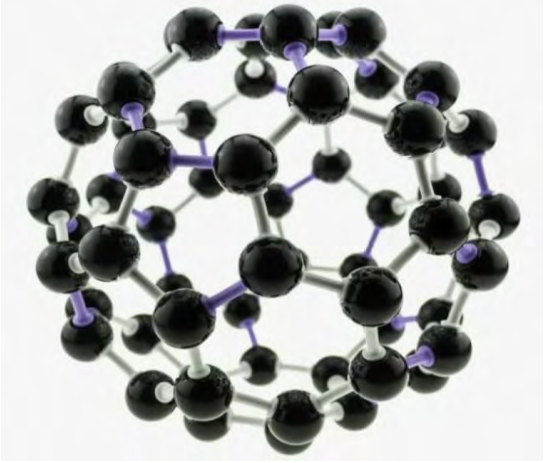


Рис. 1. Физико-химическое строение молекул фуллеренов

Высокая реакционная способность шунгитов, по нашему мнению, проявляется наличием фуллеренов. Группировка элементов в виде фосфора, кремния, макро- и микрочастиц делают шунгитовые сорбенты ярко выраженными представителями сорбентов полуфункционального действия. В свою очередь, водный раствор фуллерена – это сильнейший антиоксидант. Фуллеренам, присуща хемосорбция, тем самым, не изменяя своей природы, они сорбируют внутреннюю среду высшего молекулярного соединения. Сорбционные возможности фуллеренов связаны с наличием в их каркасе первичных и вторичных слоистых силикатов во взаимосвязи с нестандартной биоорганикой.

Методами научного проникновения – микроспектральным анализом были определены структурные элементы шунгитовых сорбентов (каналы шунгитов), которые могут и способны связывать (поглощать) свободный (непрореагировавший) формальдегид из клея (рис. 2).

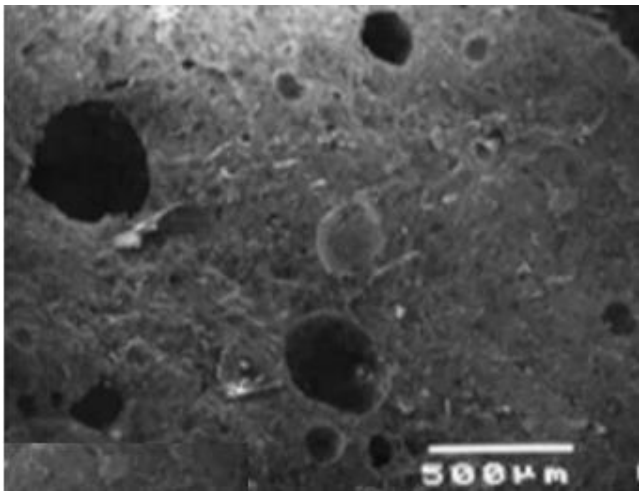


Рис. 2. Микроспектральный анализ каналов шунгитовых сорбентов

Шунгитовые сорбенты в силу своего физического и химического составов, обладают сорбционными характеристиками. Входные каналы шунгитовых сорбентов представлены полостями в виде молекулярных сит, которые избирательно разделяют вещества на молекулярном уровне. Молекулы углеводородов могут свободно проходить через «входные окна» во внутренние полости шунгитовых сорбентов.

Библиографический список

1. Варанкина Г.С., Глебов М.П., Денисов С.В. Черные сланцы − наполнитель клеев. Технология и оборудование деревообрабатывающих производств: Межвузовский сборник научных трудов. СПб.: СПбГЛТА, 2001. - С. 180 -188.
2. Варанкина Г.С., Чубинский А.Н. Формирование низкотоксичных клееных древесных материалов. – СПб .: Химиздат, 2014. – 148 с.
3. Клячко А.П, Мишин И.В. Регулирование каталитических, кислотных и структурных свойств цеолитов путем изменения состава каркаса. // Нефтехимия. 1990. Т. 30. №3. С. 339-360.
4. Немеров В.К., Таусон В.Л., Развозжаева Э.А., Спиридонов А.М., Липко С.В., Будяк А.Е. Формы связи углерода, сульфидов и золота в

золоторудном месторождении Сухой Лог // Материалы Международного минералогического семинара "Структура и разнообразие минерального мира", Сыктывкар, 2008, с. 201-203.
5. Русаков Д.С., Чубинский А.Н., Варанкина Г.С. Совершенствование технологии склеивания древесных материалов модифицированными клеями. СПб.: СПбГЛТУ, 2019 г. – 127 с.

КОНСТРУКЦИИ СИП ПАНЕЛЕЙ, ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Гаранин Н.А., nikolayimperial@yandex.ru,
Куликова Н.В., stelons@mail.ru,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

Современное строительство ставит перед собой задачу создания зданий, обладающих высокой энерго- и экономической эффективностью. Одним из перспективных направлений в этой области является использование структурных изолированных панелей (СИП) как альтернативы каркасному домостроению.

Цель данного исследования заключается в рассмотрении материалов, использующиеся для производства СИП-панелей и выполнить теплотехнический расчет.

Для данного исследования мы взяли материалы, такие как: ОСП, ЦСП, ПСБ-С 25Ф, каменная вата, неопор.

ОСП (Ориентированно-стружечная плита) – многослойная плита, изготовленная из склеенной между собой древесной стружки специальной формы, которая в наружных слоях плиты (лицевом и оборотном) расположена в основном в направлении вдоль ее длины или ширины, а во внутреннем слое ориентирована, как правило, под прямым углом к ее направлению в наружных слоях или имеет случайное расположение [3].

ЦСП (Цементно-стружечная плита) – композиционный листовой строительный материал, изготавливаемый из тонкой древесной стружки, цемента и химических добавок, снижающих вредное воздействие экстрактов древесины на цемент.

ПСБ-С25Ф – это популярная марка пенополистирола российского производства. Расшифровывается как пенополистирол суспензионный беспрессовый – самозатухающий, буква «ф» означает фасадный.

Каменная вата – негорючая гидрофобизированная тепло - звукоизоляция, изготовленная преимущественно из расплава изверженных горных пород габбро-базальтовой группы.

Неопор – это инновационный теплоизоляционный материал, выпускаемый из высококачественного сырья немецкого концерна BASF. В основе этого утеплителя лежат серебряно-серые гранулы полистирола — собственная разработка BASF [4].

При выборе между плитами ОСП и ЦСП важно учитывать особенности конкретного проекта, требования по прочности, влагостойкости, пожарной безопасности и бюджетные возможности. Если говорить про ОСП во время горения, то с внешней стороны ОСП обугливается.

При выборе между ПСБ-С 25 Ф, каменной ватой и неопором важно учитывать их характеристики и соответствие требованиям конкретного проекта, а также финансовые возможности заказчика.

Перейдём к теплотехническому расчёту. Начинаем с того, что мы находим термическое сопротивление отдельного слоя ограждающей конструкции. Результаты представлены в табл. 1. Считаем по формуле, представленной ниже:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

где, R_i – термическое сопротивление отдельного i-го слоя ограждающей конструкции ($м^2 \cdot °C/Вт$); δ_i- толщина слоя, м; λ_i - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°С).

Табл. 1. Результаты теплопроводности материалов для СИП-панелей

Материал	Толщина, мм	λ, Вт/(м·°С)	R, ($м^2 \cdot °C/Вт$)
ОСП	12	0,15	0,08
ЦСП	12	0,26	0,046
ПСБ-С 25Ф	100	0,041	2,44
	150		3,66
	200		4,88
Каменная вата	100	0,039	2,56
	150		3,85
	200		5,13
Неопор	100	0,033	3,03
	150		4,55
	200		6,1

После того, как мы нашли термическое сопротивление отдельного слоя ограждающей конструкции, мы можем получить **коэффициент сопротивления теплопередаче по формуле, где результаты занесен:**

$$R_0 = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

где, R_0 – **коэффициент сопротивления теплопередаче** ($м^2 \cdot °C/Вт$); $R_{1,\ 2,\ n}$ – термическое сопротивление отдельного i-го слоя ограждающей конструкции, ($м^2 \cdot °C/Вт$).

Табл. 2. Сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции

Материалы	Сопротивление при толщине (124, 174, 224 мм), ($м^2 \cdot °C/Вт$)
2 шт. ОСП + ПСБ-С 25Ф	2,6; 3,82; 5,04
2 шт. ОСП + Каменная вата	2,72; 4,01; 5,29
2 шт. ОСП + Неопор	3,16; 4,71; 6,26
2 шт. ЦСП + ПСБ-С 25Ф	2,5; 3,75; 4,97
2 шт. ЦСП + Каменная вата	2,65; 3,94; 5,22
2 шт. ЦСП + Неопор	3,12; 4,64; 6,19

Оценка сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции является ключевым аспектом при оценке энергоэффективности здания. Пониженное сопротивление теплопередаче означает, что материал или элемент здания быстро теряет тепло, что приводит к увеличению расхода энергии на обогрев или охлаждение помещения. С другой стороны, высокое сопротивление теплопередаче указывает на способность конструкции удерживать тепло, обеспечивая более эффективное сохранение комфортной температуры внутри и защиту от нежелательных тепловых потерь.

Исходя из результатов, можно сделать вывод. Самое высокое сопротивление имеет СИП-панель из ОСП и неопора (6,26 $м^2 \cdot °С/Вт$). Самое низкое сопротивление имеет СИП-панель из ЦСП и ПСБ-С 25Ф (2,5 $м^2 \cdot °С/Вт$). Выбор материала будет зависеть от снегового района, географического расположения, тип сооружения и вложения денежных средств.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 55656—2013 (ИСО 13790:2008). Энергетические характеристики зданий.
2. ГОСТ Р 56309-2014 Плиты древесные строительные с ориентированной стружкой
3. Официальный сайт компании Мосстрой-31: https://www.ms31.ru/neopor.php [дата обращения - 20.04.2024]
4. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК

Дорогих Д.О., daniel.dorogikh@gmail.com,
Некрасов З.Л., black_wolf_bad@mail.ru,
Запруднов В.И., zaprudnov@mgul.ac.ru,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

В контексте современной строительной индустрии, на фоне увеличивающегося спроса на качественные и эффективные материалы, Россия является важным участником, обладающим обширными природными запасами древесины. Древесные конструкции, такие как деревянные двутавровые балки, LVL брус и деревянный строганный брус, становятся все более привлекательными в строительстве благодаря своей экологичности и высоким прочностным характеристикам.

Основной целью является проведение сравнительного анализа прочностных характеристик трех основных типов деревянных балок: деревянных двутавровых балок, LVL бруса и деревянного строганого бруса на основе прочностных расчетов. Целью является выявление особенностей каждого типа конструкций,

их преимуществ и недостатков с целью определения их эффективности и применимости в современном строительстве.

Целью и задачами исследования является всестороннее и объективное сравнение трех типов деревянных конструкций на основе прочностных расчетов с целью выявления их преимуществ и возможностей применения в современном строительстве.

Главное преимущество двутавровых деревянных балок – это сочетание малого веса с высокой прочностью. Эта комбинация является главной причиной использования двутавровых балок для перекрытий.

Сопоставление будет происходить по несущей способности 3-х видов балок: двутавровой деревянной балки ICJ (с полками из LVL бруса), деревянного бруса цельного, LVL бруса.

Будет выполнен расчет по обоим предельным состояниям: первому и второму. Особое значение будет иметь расчет по второму предельному состоянию, основываясь на прогибах. Именно величина прогиба под нагрузкой при одинаковых условиях станет основой для сравнения.

Условия для расчета:

- Расчетная длина (расстояние в свету между соседними опорами) 5,8 м
- Нагрузка на м^2 перекрытия 400 кг
- Шаг балок 0,4 м
- Нагрузка на м.пог. балки 400кг/м^2 х 0,4= 160 кг

Табл. 1. Заявленные характеристики

Параметры:	Двутавровая балка ICJ-300L	Брус сухой строганный деревянный 100х240 мм	Цельный прямоугольный LVL брус 69х260
Момент инерции	9 476,5 см^4	11 520,0 см^4	8 788,0 см^4
Момент сопротивления	631,8 см^3	960,0 см^3	676,0 см^3
Модуль упругости	12 000 МПа	9 000 МПа	14 000 МПа
Расчетное сопротивление	22,0 МПа	14,0 МПа	26,5 МПа

Производим расчет по первому предельному состоянию:

$R = \frac{M}{W}$ (1)

где, R - расчетное сопротивление изгибу,

M-максимальный момент ($M = q * \frac{L2}{8} = 160 * \frac{5{,}82}{8} = 672{,}8$ кНм)

W-момент сопротивления

Для двутавровой деревянной балки ICJ-300L: $R = \frac{672{,}8\ \text{кНм}}{631{,}8} \times 10 - 6\ \text{см}^3 = 1{,}06\ \text{кНм2} = 10{,}6\ \text{Мпа} < R\text{расч} = 22\ \text{Мпа}$ (выполнено)

Для бруса сухого строганного 100х240 мм: $R = \frac{672{,}8\ \text{кНм}}{960} \times 10 - 6\ \text{см}^3 = 0{,}7\ \text{кНм2} = 7\ \text{Мпа} < R\text{расч} = 14\ \text{Мпа}$ (выполнено)

Для LVL бруса 69х260 мм: $R = \frac{672{,}8\ \text{кНм}}{676} \times 10 - 6\ \text{см}^3 = 0{,}99\ \text{кНм2} = 9{,}9\ \text{Мпа} < R\text{расч} = 26{,}5\ \text{Мпа}$ (выполнено)

Расчет по второму предельному состоянию:

$$\frac{f}{L} < \frac{f_{\text{пред}}}{L} \quad (2)$$

где $f_{\text{пред}}$ – предельный прогиб, по СниП II-25-80 для перекрытий равный

$$\frac{1}{125} \times \frac{f}{L} = \frac{5 \times q \times L^3}{384 \times E \times j} \quad (3)$$

Для двутавровой деревянной балки ICJ-300L: $\frac{f}{L} = \frac{5 \times 160 \times 5{,}83}{384 \times 12000 \times 105 \times 9476{,}5 \times 10-8} = 0{,}00358 < \frac{f_{\text{пред}}}{L} = 0{,}004$ (выполнено)

Для бруса сухого строганного 100х240 мм: $\frac{f}{L} = \frac{5 \times 160 \times 5{,}83}{384 \times 9000 \times 105 \times 11520 \times 10-8} = 0{,}00392 < \frac{f_{\text{пред}}}{L} = 0{,}004$ (выполнено)

Для LVL бруса 69х260 мм: $\frac{f}{L} = \frac{5 \times 160 \times 5{,}83}{(384 \times 9000 \times 105 \times 8788 \times 10-8} = 0{,}00392 < \frac{f_{\text{пред}}}{L} = 0{,}004$ (выполнено)

Вывод: все 3 вида балок по приведенным параметрам сопоставимы по своей несущей способности и удовлетворяют условиям прогибов. По этой причине, дальнейшее сравнение можно считать корректным.

Далее приведены аналогичные по прочностным характеристикам балки, по возрастанию их прочности.

Табл. 2. Таблица соответствия.

Двутавровая балка	Брус сухой строганный деревянный, мм	Цельный прямоугольный LVL брус, мм
ICJ - 240W	80 x 200	51 x 200
ICJ - 300W	75 x 250	57 x 260
ICJ - 300L	100 x 240	69 x 260
ICJ - 360L	100 x 300	75 x 300
ICJ - 400L	150 x 300	90 x 360

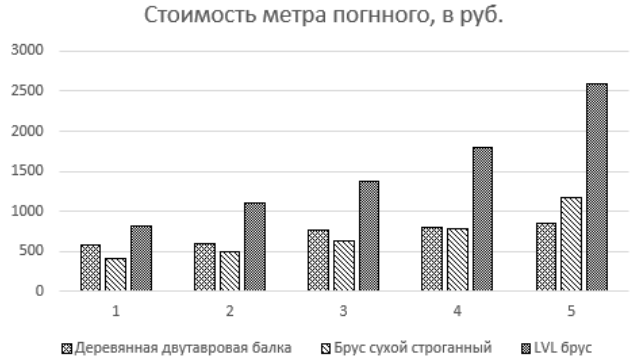


Рис. 1. Зависимость стоимости от материала

Полученные данные также показывают, что при относительно больших сечениях деревянные двутавровые балки превосходят другие типы балок по соотношению стоимости к требуемой прочности. Это обстоятельство открывает возможности для экономии в строительстве, позволяя выбирать более экономичные варианты конструкций без потери необходимой прочности.

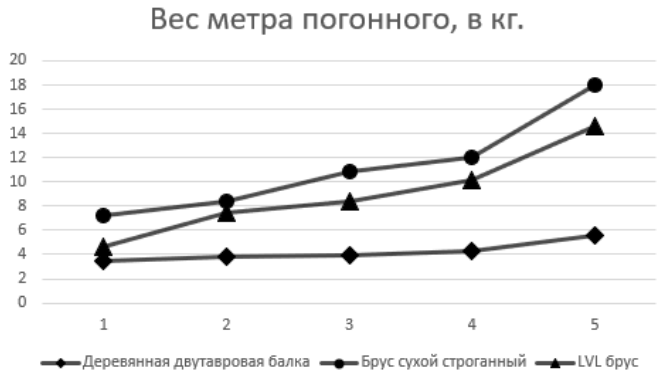


Рис. 2. Зависимость веса метра погонного от материала

Таким образом, деревянные двутавровые балки привлекают внимание не только своей более дешевой ценой и высокой прочностью по сравнению с брусом из клееного бруса и строганными деревянными балками, но и своей гораздо меньшей массой по сравнению с другими рассматриваемыми типами балок. Именно поэтому это значительно снижает стоимость строительства, что делает процесс строительства более экономически выгодным и доступным.

Библиографический список

1. Запруднов В.И., Стриженко В.В. Конструкции деревянных зданий: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 304 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – DOI 10.12737/655.
2. Идеальный тип жилья глазами россиян [Электронный ресурс] URL: https://npadd.ru/wikiwood/ (дата обращения: 11.01.2024).
3. Балка двутавровая деревянная для перекрытий [Электронный ресурс] URL: https://ventkam.ru/ (дата обращения: 15.03.2024).
4. Идеальный тип жилья глазами россиян [Электронный ресурс] URL: https://npadd.ru/wikiwood/ (дата обращения: 21.01.2024).
5. Ассоциация деревянного домостроения (WikiWood) [Электронный ресурс] URL: https://npadd.ru/wikiwood/ (дата обращения: 11.01.2024).
6. Прочностной расчет. Сравнение [Электронный ресурс] URL: https://enter-city.ru/ (дата обращения: 21.04.2024).

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ: РОЛЬ ИИ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Каримов Б.М., karimovbm@spbftu.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Введение. В современном мире, промышленность обработки древесины сталкивается с вызовами, связанными с необходимостью увеличения производительности при минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Эффективное использование древесины, как возобновляемого ресурса, требует инновационных подходов к управлению и

технологиям. В этом контексте искусственный интеллект (далее – ИИ) представляет собой перспективное решение, способное радикально преобразовать индустрию. Используя возможности машинного обучения и автоматизации, ИИ может оптимизировать от заготовки древесины до её окончательной обработки и распределения. Такие технологии не только повышают эффективность производственных процессов, но и помогают предприятиям адаптироваться к меняющимся экономическим и экологическим стандартам.

Актуальность. Современная индустрия деревообработки оказывается на переднем крае экологических и экономических дебатов. Важность устойчивого использования древесины усиливается с каждым годом, поскольку это напрямую связано с сохранением лесов и биоразнообразия, а также с сокращением углеродного следа [1, 2]. При этом потребители все чаще требуют экологически чистой продукции, что создает дополнительные вызовы для производителей. Традиционные методы обработки древесины часто оказываются неэффективными: они требуют большого количества энергии, влекут за собой высокий процент отходов и не всегда соответствуют требованиям качества современного рынка. В условиях современного рынка необходим поиск новых технологических решений, способных оптимизировать процессы и увеличить производительность. ИИ предлагает инструменты для эффективного решения данных задач, обеспечивая глубокий анализ информации и точное планирование производства, что может значительно повысить стабильность отрасли.

Описание проблемы. К основным проблемам деревообработки относятся неэффективное использование ресурсов, высокие эксплуатационные расходы и трудности с поддержанием постоянного качества продукции. На каждом этапе производства, начиная от заготовки и заканчивая обработкой древесины, существует риск потерь материала из-за неточности оборудования и человеческого фактора. Брак может достигать значительных объемов, что не только увеличивает стоимость конечной продукции, но и негативно сказывается на окружающей среде из-за необходимости утилизации отходов. Кроме того, трудоемкость процессов и зависимость от квалифицированного персонала увеличивают операционные расходы, делая производство менее конкурентоспособным. Сложности с адаптацией к изменениям в спросе и предпочтениях потребителей также требуют от компаний гибкости и способности быстро перестраивать производственные линии. Все эти аспекты создают серьезные препятствия для устойчивого развития отрасли, и решение этих проблем требует принятия новых технологических решений.

В области деревообработки искусственный интеллект может привнести значительные инновации, которые помогут решить проблематику. Алгоритмы машинного обучения, например, могут анализировать данные датчиков с помощью оборудования. Это позволяет оптимизировать параметры работы, что означает меньше отходов и лучшее качество продукции. Кроме того, благодаря использованию технологий искусственного интеллекта можно автоматизировать

различные процессы, что приводит к увеличению скорости производства и сокращению количества человеческих фактов [1, 4].

Еще один важный способ повышения эффективности – взаимодействие ИИ с системами логистики и планирования. Различные сложные алгоритмы могут оптимизировать запасы, прогнозировать потребности в материалах и планировать использование оборудования в соответствии с производственными мощностями и спросом. Все это позволит сэкономить расходы и предотвратить перепроизводство и связанные с ним затраты на хранение.

Одним из преимуществ ИИ является его применение для анализа и контроля качества. Выявление и устранение проблем на ранних стадиях производства стало возможным благодаря способности компьютерного зрения непрерывно исследовать выпускаемую продукцию на предмет различных дефектов [3]. ИИ также способен анализировать эксплуатационные данные оборудования и предсказывать, когда потребуется ремонт, что может значительно сократить время простоя и сопутствующие расходы.

ИИ способен исследовать экологические проблемы, например, максимально эффективно использовать энергию и оценивать возможность вторичной переработки. Эти методы помогают снизить общие эксплуатационные расходы и одновременно улучшить воздействие производственного процесса на окружающую среду.

Заключение. ИИ в секторе деревообработки – это значительный шаг к повышению эффективности и устойчивости. Инновации, основанные на ИИ, способны полностью изменить этот сектор и сделать его более адаптируемым, экономичным и экологичным. Учитывая долгосрочные преимущества в виде снижения затрат, повышения качества продукции и минимизации воздействия на окружающую среду, компании должны принять процесс перехода на такие технологии, даже если это потребует первоначальных инвестиций и переосмысления традиционных подходов.

Библиографический список

1. Говядин, И. К. Автоматизированное управление потоками древесины на деревобрабатывающих предприятиях с использованием iθt и машинного обучения / И. К. Говядин // Цифровые технологии в лесном секторе : материалы IV всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 19–20 октября 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2023. – С. 16-19. – EDN RRTGCA.

2. Каримов, Б. М. Искусственный интеллект в лесной отрасли:возможности и перспективы / Б. М. Каримов, И. К. Говядин // Современные тренды управления и цифровая экономика: от регионального развития к глобальному экономическому росту : сборник статей V Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 10 августа 2023 года / Институт цифровой экономики и права. – Екатеринбург: Общество с ограниченной ответственностью "Институт Цифровой Экономики и Права", 2023. – С. 334-338. – EDN ZNKGZM.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023612089 Российская Федерация. Система визуализации данных : № 2022668020 : заявл. 30.09.2022 : опубл. 30.01.2023 / И. К. Говядин, Б. М. Каримов, В. А. Шеремет. – EDN QVAQKV.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023686447 Российская Федерация. Система учета и анализа : № 2023686474 : заявл. 05.12.2023 : опубл. 06.12.2023 / И. К. Говядин, Б. М. Каримов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова». – EDN FJVAWI.

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В МАТЕРИАЛАХ ИЗ ИЗМЕЛЬЧЁННЫХ ЧАСТИЦ

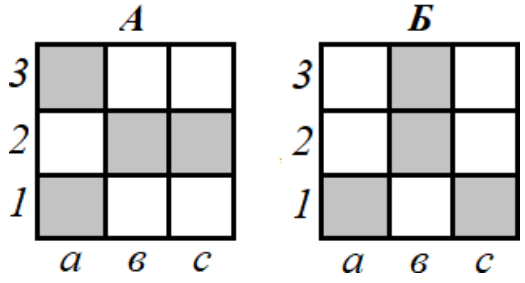
Леонович А.А., wood-plast@mail.ru,
Куликов В.Н.,
ЗамазийЛ.В., zamaziyl@gmail.com,
Овсянников Е.А., ovsyannikov.ea@mail.ru
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

При разработке строительного материала типа древесностружечных плиты (ДСП) с полной заменой древесных частиц на частицы плодовых оболочек подсолнечника (на лузгу) потребовалось увеличить расход связующего (*Св*), поскольку удельная поверхность лузги существенно больше, чем древесных частиц. Оценить эффективность «работы» связующего в полученном материале возможно анализом качества клеевых швов, возникающих на границе соединяемых частиц. Подразделим эти клеевые швы на три типа.

Нормальный клеевой шов — это наиболее качественное локальное соединение двух однородных поверхностей лузги, приведённых в контакт, когда тонкодисперсный раствор связующего наносится воздушным распылением на каждую соединяемую поверхность. Затем обе они приводятся в контакт с наложением давления при горячем прессовании. Нанесённые капли при этом вырождаются в клеевые швы. Обозначим *ЛСв···ЛСв*. Если связующее приходится только на одну микрообласть контакта, то качество клеевого шва понижается. Определим его как *ослабленный* и обозначим *ЛСв···Л*. Минимизация расхода связующего для рентабельности материала приводит к ситуации, когда на поверхностях частиц остаются «островки», на которые связующее не попало. Сочетание их даёт контакт, который назовём *дефектным* и обозначим *Л···Л*.

Операцию нанесения связующего называют «осмолением», ей подвергается некоторая суммарная поверхность лузги в той степени, когда уже получается материал с набором нужных параметров. Для анализа качества материала при неполном осмолении частиц воспользуемся мысленной моделью, для чего примем квадрат на поверхности контактирующих частиц, состоящий из девяти

элементов (3х3), некоторые из них заполнены связующим. Искомое соотношение назначается по эксперименту при осмолении лузги при расходе связующего 10 масс. %, с последующим квартованием частичек и их фотографированием с использованием микроскопа. Дискретно осмолённая площадь составляет 42 ± 3% к общей площади. Это соответствует заполненным четырём элементам без учёта их расположения. А уменьшение модели, например 2х2, даёт 50% и не отражает реальную ситуацию осмоления связующим лузги.



Один из случайно выбранных вариантов модели 3х3 приведён на рисунке. При наложении квадрата А на квадрат Б только дважды совмещаются элементы *а1* и *в2*, образуя нормальный шов *ЛСв···СвЛ*. Четыре раза образуется *ЛСв···Л*, и на дефектные контакты приходятся остальные три, или соответственно, 0,2222 + 0,4445 + 0,3333 = 1, или 100%. Расположение их в квадрате и число заполненных связующим клеток в модели вариабельно настолько, что составляет несколько тысяч, и поэтому непосредственный подсчёт комбинаций и их визуальный анализ практически невозможен.

Однако количественный анализ всего набора контактов возможен на основе вероятностного подхода, который заключается в оценке вероятности появления трёх типов контакта, в частности, с позиции классического определения вероятности [1]. Примем m_1 и m_2 – число элементов, содержащих связующее на двух контактирующих поверхностях. Вероятность того, что в первом квадрате m_1 заполнено связующим $P_1 = \frac{m_1}{n}$, а вероятность того, что остальные элементы останутся незаполненными, $P_2 = 1 - \left(\frac{m_1}{n}\right)$. Для второго квадрата аналогичные вероятности $P_3 = \frac{m_2}{n}$ и $P_4 = 1 - (\frac{m_2}{n})$.

Тогда при наложении квадратов возможны три исхода: нормальный, ослабленный и дефектный. Вероятности исходов вычисляются по теореме умножения вероятностей независимых событий для нормального клеевого шва

$$P_{\text{н}} = \frac{m_1}{n} \cdot \frac{m_2}{n} \qquad (1)$$

Вероятность ослабленного контакта

$$P_0 = \frac{m_1}{n}\left(1 - \frac{m_2}{n}\right) + \frac{m_2}{n}\left(1 - \frac{m_1}{n}\right) \qquad (2)$$

Вероятность дефектного контакта

$$P_{\text{д}} = \left(1 - \frac{m_1}{n}\right) \cdot \left(1 - \frac{m_2}{n}\right) \qquad (3)$$

При наложении квадратов с одинаковым числом элементов, содержащих связующее, имеем $m_1 = m_2 = m$. В этом случае формулы (1 – 3) принимают вид:

$$P_{\text{н}} = \frac{m^2}{n^2}(1'); \quad P_0 = 2\frac{m}{n}\left(1 - \frac{m}{n}\right)(2'); \quad P_{\text{д}} = \left(1 - \frac{m}{n}\right)^2 (3')$$

Качество клеевых швов получаемого материала будет зависеть на 95% от набора контактов, рассчитанных по данным формулам, а остальные варианты

придутся на сочетание одной или двух капель и привнесут незначительный вклад (до 5%) на характеристику параметров материала.

Эти формулы универсальны и могут быть использованы для разных значений m и n. В частности, приведём оценку вероятности комбинации при n = 9 и m = 4: $P_{ЛСв...ЛСв} = 0{,}1975 = 20\%$; $P_{ЛСв...Л} = 0{,}4938 = 49\%$; $P_{Л...Л} = 0{,}31 = 31\%$.

Некоторый вероятный набор сочетаний клеевых соединений по формулам, рассмотренных для основных шести случаев, приведён в таблице, когда 3, 4 или 5 капель одной модели совмещаем с 3, 4 или 5 каплями другой модели в вероятных сочетаниях. Другие варианты, как менее вероятные, также могут быть рассчитаны по этим формулам, но их суммарный вклад в качество материала оказывается минимальный и им с вероятностью 0,05 можно пренебречь.

Надо отметить, что приоритетное значение имеют те клеевые соединения, которые образуются на пласти контактирующих частиц, поскольку поверхность боковых и торцевых граней на порядок меньше поверхности пласти, и по ним взаимодействие происходит вне силового поля.

Табл. 1

Совмещение слоёв при разном расходе связующего	**Вероятности (Р) для типов контакта**		
	$\mathbf{P}_{ЛСв...ЛСв}$	$\mathbf{P}_{ЛСв...Л}$	$\mathbf{P}_{Л...Л}$
3 из 9 ... 3 из 9	0,1111	0,4444	0,4444
3 из 9 ... 4 из 9	0,1482	0,4815	0,3703
3 из 9 ... 5 из 9	0,1852	0,5185	0,2963
4 из 9 ... 4 из 9	0,1975	0,4939	0,3086
4 из 9 ... 5 из 9	0,2469	0,5062	0,2469
5 из 9 ... 5 из 9	0,3086	0,4939	0,1975

Вероятностный анализ клеевых соединений приводит к пониманию ситуации при создании материала из измельчённых частиц при их неполном осмолении, в частности (из лузги), и объясняет сильную неоднородность структуры в отношении связей между частицами, при котором качественных клеевых швов суммарно оказывается меньше, чем ослабленных, тем более что такая структура характеризуется наличием дефектов. В этом отличие рассмотренной структуры от материалов с полным покрытием, например шпона в фанере и в древесно-слоистом пластике. Интерпретировать наличие дефектных контактов можно при изучении долговечности ($\tau_{\text{р}}$) материалов по Журкову [2].

$$\tau_{\text{р}} = \tau_0 \exp\left[\frac{U_0 - \gamma\sigma_p}{kT}\right] \qquad (4)$$

где: τ_0 и k – постоянные; U_0 – энергия активации; σ_p – разрушающее напряжение; T – абсолютная температура. γ – структурно-чувствительный коэффициент.

Вклад дефектов в определение долговечности после преобразования данных входит составляющей в структурно-чувствительный коэффициент.

Вывод. Мысленное моделирование с использованием вероятностного анализа помогает понять степень несовершенства структуры материалов из измельчённых частиц с дискретным нанесением связующего, в частности плит из лузги, наметить пути улучшения их эксплуатационных параметров за счёт

увеличения суммарной площади и качества клеевых швов между структурными элементами.

Библиографический список

1. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / В. Е. Гмурман. – 12-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 479 с.
2. Леонович, А. А. Физико-химические основы образования древесных плит : учеб. пособие. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 264 с.

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОДСОЛНЕЧНОЙ ЛУЗГИ КАК КОМПОНЕНТА ДРЕВЕСНОПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Леонович А.А., wood-plast@mail.ru,
Замазий Л.В., zamaziyl@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

При переработке семян подсолнечника скапливаются частички плодовой оболочки (лузга) в количествах порядка 8 – 9 млн. т в год. Потребность в древесноплитных материалах на юге страны для целей строительства определяет возможность частичной или полной замены древесины лузгой как эффективный приём её утилизации, а также сырьевого резерва древесностружечных плит (ДСП) в связи с возрастающей конкуренцией со стороны энергетического сектора. Кроме того, для строительства, которое является второй по ёмкости сферой применения древесных плит требуются плитные материалы для индивидуального жилищного строительства, общегодовая площадь которого составляет 57 млн. м^2 и многоэтажного домостроения 45 млн. м^2. При этом примерно четверть этой площади может включать конструкции с использованием древесных плит.

Достоверных сведений о пригодности лузги для этой цели, и в частности, о её поведении в условиях горячего прессования древесных плит (а это температура 200…230 °С) практически нет, тогда как для рационального включения лузги в механизм плитообразования они определяюще необходимы.

Модельное представление композиционного материала из идеализированных древесных частиц в виде параллелепипеда (1…7) и частиц лузги в форме «лодочек» (*а…ж*) изображено на рис. 1.

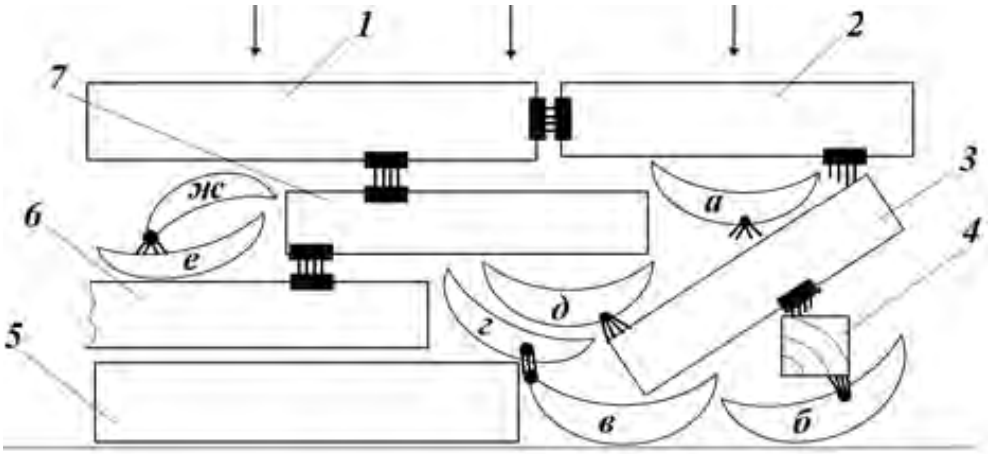


Рис. 1 Модель композиционного материала на основе древесных частиц и подсолнечной лузги

Варианты адгезионных соединений частичек древесины между собой с убывающей прочностью представлены в ряд 1 – 7 > 1 – 2 > 2 – 3 > 3 – 4 > 5 – 6, от наиболее прочного контакта двух частиц по клеевому шву «адгезив – адгезив» с уменьшением при образовании соединения при отсутствии давления (1 – 2). При неполном контакте, когда вступает во взаимодействие клеевая капля и поверхность древесины, прочность уменьшается. Кроме того, она ослабевает из-за внутренних остаточных напряжений 2 – 3 и 3 – 4 (в последнем случае частица 4 изображена перпендикулярно рисунку) и отсутствие связующего при контакте (5 – 6). Частица 6 при дальнейшем продолжении за пределы рисунка вступает в адгезионное соединение.

В целом все древесные частицы взаимодействуют между собой с разной энергией, образуя скелетную структуру. Между частицами стружки размещаются частицы лузги с ограниченным числом адгезионных взаимодействий и убывающей энергией типа *в – г* > *ж – е* > *д – г*. Контакт *в – г* наиболее прочен благодаря выполнению условий склеивания (связующее со связующим), адгезионный контакт *ж – е* выполняется на границе связующее – лузга. Здесь адгезия ослаблена тем, что адгезионное взаимодействие возникает на границе связующее – поверхность лузги, а поскольку назначение оболочки состоит в защите семени в период развития, то поверхность лузги плохо склеивается полярным связующим, в частности, используемого нами карбамидоформальдегидным связующим (КФС).

В отсутствие связующего в варианте *д – г* взаимодействие отсутствует. Лузга по модели только в двух случаях *д* – 3 и *б* – 4 взаимодействует с древесиной и тем обуславливает появление дефектов в структуре.

Такая модель объясняет неудовлетворительную монолитизацию материала, когда скелетная структура из древесных частиц не обеспечивает плотного прилегания обоих компонентов друг к другу. Кроме того, компоненты по своим свойствам в отношении размягчения и термического превращения различаются между собой как по химической природе, так и по свойствам. Первые попытки прямого использования лузги в качестве частичного заместителя древесных стружек были предприняты нами в работе [1], которые позволили выявить

основные причины низкого качества и, что существенно, выявить пути устранения этих причин.

Прямой эксперимент (табл. 1) показал, что по мере снижения доли древесных частиц в композиции прочность материала падает и не удовлетворяет предъявляемым к плитным материалам требованиям ГОСТ 10632-2014 «Плиты древесно-стружечные. Технические условия».

Табл. 1 – Показатели физико-механических свойств композиционных материалов по типу ДСП

Вариант	Соотношение лузга/стружка на 100 масс. ч.	Плотность ρ, кг/м^3	Прочность при изгибе $\sigma_{изг}$, МПа	Разбухание по толщине, %	Водопоглощение, %
1	100 стружка	685	23,0	20,3	70,8
2	50/50	609	7,54	26,8	76,6
3	75/25	628	6,9	29,6	83,4
4	100 лузга	607	5,0	23,6	92,5

Отсутствие взаимодействия компонентов в условиях горячего прессования связанно с различием термических параметров компонентов, когда не достигается необходимого уплотнения, вследствие различий в температуре размягчения и низкой адгезионной способности поверхности частичек лузги. Необходимы сведения о поведении лузги в условиях совместного прессования, чтобы на этой основе обеспечить необходимую и достаточную возможность включения лузги в плитное производство.

Необходимую информацию получали на промышленно образованной при переработке семян подсолнечника лузге, полученную с предприятия АО «Казанский жировой комбинат». Изучали необходимые свойства методами термического анализа. Снимали термомеханические кривые для определения температурной области размягчения на приборе Shimadzu TM-60. Регистрировали потерю массы как функцию нагрева для изучения степени разложения лузги, фиксировали экзотермические эффекты вследствие химических превращений, каллориметрически оценивали теплоту этих реакций для расчёта теплового баланса режима прессования.

Установили, что лузга отличается от древесины по температуре размягчения и она более жёсткая. Если у древесины есть кора, которая защищает древесину, то у лузги плодовое ядро защищено оболочкой, функции которой противостоять негативным внешним условиям и эти оболочки от заболони древесины отличается большей термической устойчивостью. Установили, что температура размягчения лузги составляет 241 ± 2°C против 220°C для целлюлозы, как основного компонента древесины, а для гемицеллюлоз и лигнина (первый переход) это значение понижается. Активное термическое разложение по данным термогравиметрии 320 ± 2°C, это значение следует принять как верхний температурный предел при назначении режима прессования. Поэтому при ориентировании технологии на параметры оборудования для производства ДСП вследствие особенностей лузги, может оказаться целесообразным её модифицировать в направлении снижения температуры размягчения и улучшения полярности поверхности частиц.

На основе полученных сведений предприняты исследования по модифицированию лузги в направлении совпадения её термических параметров с параметрами древесины. Это возможно достичь, опираясь на разработки [2], в которых с этой целью использовался амидофосфат с регулируемой кислотностью. При этом достигалось одновременное повышение смачиваемости лузги.

Библиографический список

1. Леонович, А. А. Использование подсолнечной лузги для создания материала типа древесных плит / А. А. Леонович, Л. В. Замазий, А. Н. Уткин // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы VII Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 25-27 мая 2022 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, 2022. – С. 236-239.
2. Леонович, А. А. Модифицирование древесных плит. Основные направления и принципы : учебное пособие / А. А. Леонович. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 104 с.

ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КИНЕТИКА ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ И ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД СИБИРИ

Лоскутов С.Р., lsr@ksc.krasn.ru.ru,
Шапченкова О.А., shapchenkova@mail.ru,
Анискина А.А., aniskina_a@ksc.krasn.ru,
Институт леса имени В.Н. Сукачева СО РАН

Древесина является одним из важных строительных материалов благодаря своим уникальным свойствам и возобновляемости. В последние годы широко применяется термически модифицированная древесина в качестве строительного и отделочного материала. Это обусловливает растущий интерес к термическим характеристикам разных пород древесины, включая кинетические закономерности ее термодеструкции, получаемые с помощью методов термического анализа. В связи с малой изученностью этого аспекта древесины основных лесообразующих пород Средней Сибири целью нашей работы являлся термический анализ древесины лиственницы (*Larix sibirica* Ledeb.), сосны (*Pinus sylvestris* L.), ели (*Picea obovata* Ledeb.), пихты (*Abies sibirica* Ledeb.), кедра (*Pinus sibirica* Du Tour.), березы (*Betula pendula* Roth.) и осины (*Populus tremula* L.).

Образцы древесины заготавливали на территории Красноярского края. Для термического анализа использовали фракцию опилок ~ 0.1–0.3 мм, кондиционированных до постоянной влажности при температуре (20±1.5) °C и относительной влажности воздуха 50÷55 %. Термический анализ осуществляли с использованием аналитических систем термогравиметрии (TG 209 F1, Netzsch) и дифференциальной сканирующей калориметрии (DSC 204 F1, Netzsch).

Образцы анализировали в окислительной атмосфере (воздух). Методические детали экспериментов и расчета энергии активации (E_a) термического разложения древесины по изоконверсионной модели Озавы-Флинна-Уолла описаны нами ранее [1;2].

На рис. 1 в качестве примера приведены термогравиметрическая (ТГ) и дифференциальная термогравиметрическая (ДТГ) кривые, а также график деконволюции контура ДТГ для древесины осины. Кривая ТГ отражает потерю массы, кривая ДТГ – скорость потери массы. На явные отличия термического разложения древесины разных пород указывает вид кривых ДТГ и деконволюции (рис. 1), а также количественные показатели термодеструкции полисахаридов (гемицеллюлоз и целлюлозы) в интервале 170–370 °С и лигнина в интервале 370–500 °С (рис. 2). Отмечена положительная корреляционная связь между максимальной скоростью разложения и потерей массы в интервале 170–370 °С ($r=0.77$ при $p<0.05$). Отметим, что при использовании ТГ=$f(t)$ и деконволюции (∂^4(ДТГ)/∂t^4), можно рассчитать детальный профиль потери массы для каждого температурного интервала, соответствующего пику зависимости ∂^4(ДТГ)/∂t^4 (рис. 1 Б).

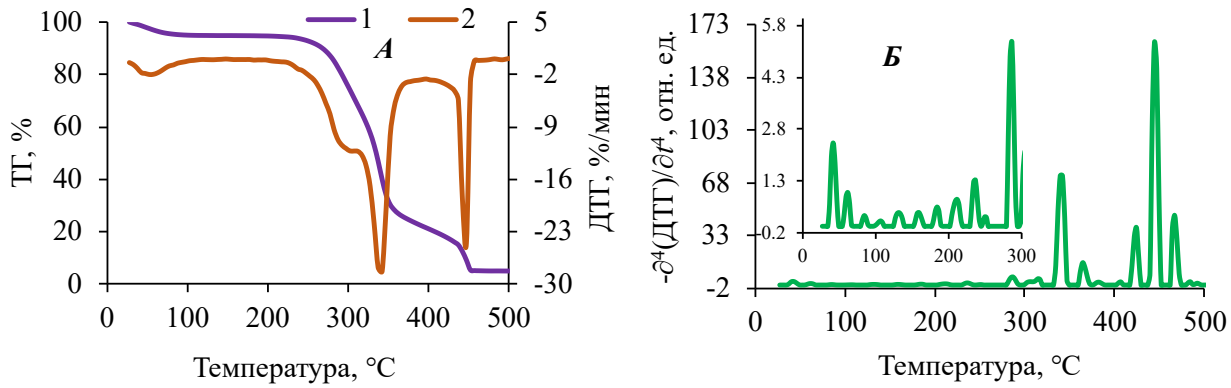


Рис. 1. Термограмма древесины осины. Скорость нагрева 10 °С/мин. ***А***: 1 – ТГ, 2 – ДТГ; ***Б*** – деконволюция контура ДТГ – ∂^4(ДТГ)/∂t^4 (t – температура, °С). Стандартное отклонение потери массы исследованными образцами древесины на разных стадиях изменялось в пределах от 0.21 до 1.07 %, температуры максимумов ДТГ – от 0.36 до 0.84 °С; $ДТГ_{max}$ – от 0.08 до 0.68 %/мин (P = 0.05).

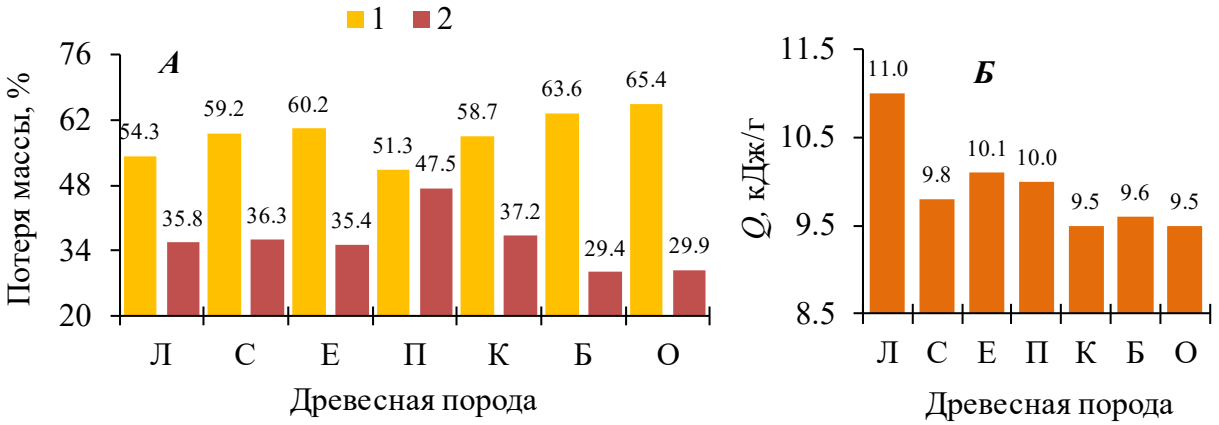


Рис. 2. Параметры термодеструкции древесины в окислительной атмосфере. ***А*** – потеря массы в температурных интервалах: 1 – 170–370 и 2 – 370–500 °С. ***Б*** – интегральный тепловой эффект (Q) окислительной термодеструкции древесины. Древесные породы: Л – лиственница, С – сосна, Е – ель, П – пихта, К – кедр, Б – береза, О – осина.

Важной характеристикой является энергия активации процесса термического разложения древесины, которая необходима в расчетах тепловых затрат в технологии. На рис. 3 приведены расчеты E_a для некоторых древесных пород. Ценность (кроме уже отмеченного) этих зависимостей состоит еще и в том, что по ним наглядно по степени конверсии определяются основные стадии процесса термодеструкции. Так, например, при термическом разложении древесины березы при $0.1<\alpha<0.3$ происходит термодеструкция преимущественно гемицеллюлоз, при $0.3<\alpha<0.7$ разлагается в основном целлюлоза, а при $\alpha>0.7$ – лигнин (рис. 3, (4)). Различия химического состава древесины разных пород по основным полимерным компонентам обусловливают неодинаковую кинетику термодеструкции древесинного вещества.

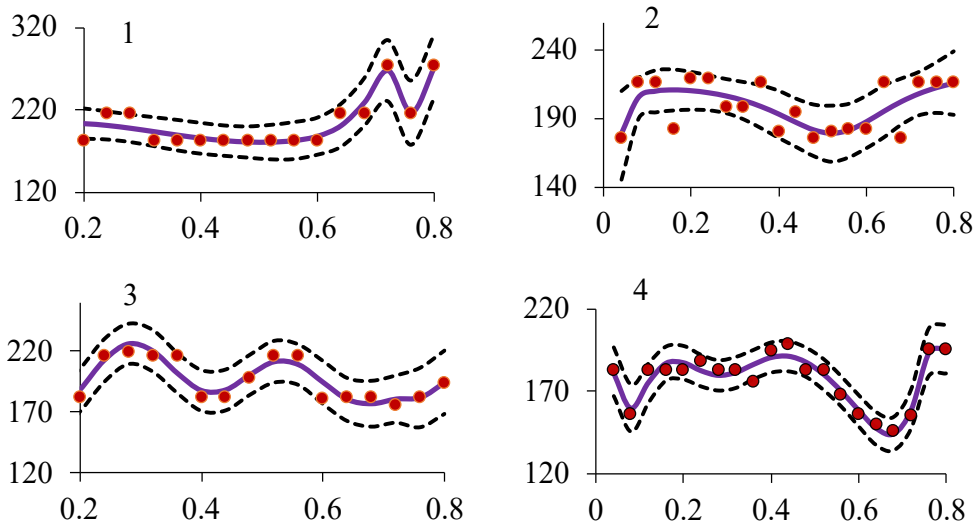


Рис. 3. Кинетическая характеристика термодеструкции древесины лиственницы (1), сосны (2), осины (3) и березы (4) в окислительной атмосфере: по оси абсцисс – степень конверсии древесинного вещества (α), по оси ординат – энергия активации (E_a, кДж/моль).

Предлагаемая методология анализа термогравиметрических данных о термодеструкции древесины достаточно проста и экспрессна при решении разных задач дифференциации пород древесины в различных изделиях, строениях и археологических артефактах. В планах – развитие исследований по изучению термодинамики и механизмов реакции термодеструкции древесины в окислительной и инертной средах.

Работа выполнена в рамках государственного задания FWES-2024-0028.

Библиографический список

1. Loskutov S.R., Shapchenkova O.A., Petrunina E.A., Plyashechnik M.A., Tyut'kova E.A., Pashenova N.V., Grodnitskaya I.D., Aniskina A.A., Senashova V.A. Diagnostics of early changes in the physicochemical properties of wood under the influence of fungal infections // Russian Journal of Bioorganic Chemistry, 2023. – V. 49 (7). – P. 61-72.

2. Shapchenkova O.A., Loskutov S.R., Aniskina A.A., Börcsök Z., Pásztory Z. Thermal characterization of wood of nine European tree species: thermogravimetry

and differential scanning calorimetry in an air atmosphere // European Journal of Wood and Wood Products, 2022 – V. 80. – P. 409-417.

РАСХОД ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ЗА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД ДЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ВЫПОЛНЕННЫХ ПО РАЗНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Некрасов З.Л., black_wolf_bad@mail.ru,
Куликова Н.В., stelons@mail.ru,
Дорогих Д.О., daniel.dorogikh@gmail.com,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

Цель исследования – рассчитать расход тепловой энергии на отопление жилых зданий с разными конструктивными стеновыми элементами.

Технологический расчет выполнены для дома с первым и мансардным этажом, форма планировки которого – квадрат [1]. Так как наибольшие теплопотери происходят через стены, поэтому площадь их должна быть наименьшей. Габариты дома 9830×9830×6510.

Тепловой расчет выполнен в соответствии с ГОСТ Р 55656—2013 (раздел 6-9) [2] и СП 131.13330.2012. Строительная климатология [3]. Все расчеты действительны для Москвы и Московской области.

В табл. 1 приведены основные ограждающие конструкции, слои из которых состоит конструктивный элемент и их характеристики. В табл. 2 приведена сравнительная характеристика теплопотерь жилых зданий, выполненных по разным технологиям.

Табл. 1. Внешние ограждающие конструкции.

1 элемент	**Напольное перекрытие**					
Наименование характеристик	Наименование материала					
	Вагонка	Мембрана	Мин. Вата	Мембрана	Воздух	OSB
Толщина, м^2	0,019	0,001	0,14	0,001	0,02	0,018
Теплопроводность, Вт/(м×°С)	0,13	0,2	0,04	0,2	0,18	0,14
Теплосопротивление, (м^2×°С)/Вт	0,1462	0,005	3,5	0,005	0,1111	0,1286
Общее теплосопротивление, (м2×°С)/Вт	3,8959					
Общая площадь конструктивного элемента, м2	92,7369					
2 элемент	**Стеновой комплект (каркасно-панельный), 200 мм**					
Наименование характеристик	Наименование материала					
	Вагонка	Воздух	Мембрана	Мин. Вата	Мембрана	OSB

Толщина, м^2	0,019	0,02	0,001	0,14	0,001	0,018
Теплопроводность, Вт/(м×°С)	0,13	0,18	0,2	0,04	0,2	0,14
Теплосопротивление, (м^2×°С)/Вт	0,1462	0,1111	0,005	3,5	0,005	0,1286
Общее теплосопротивление, (м2×°С)/Вт	3,8959					
Общая площадь конструктивного элемента, м2	171,101					
или	**Стеновой комплект (из массива древесины), 200 мм**					
Наименование характеристик	Наименование материала					
	Оцилиндрованное бревно		Профилированный брус		Клееный брус	CLT
Толщина, м^2	180 (эффективная толщина)		190 (эффективная толщина)		190 (эффективная толщина)	200
Теплопроводность, Вт/(м×°С)	0,13		0,13		0,13	0,13
Теплосопротивление, (м^2×°С)/Вт	1,38		1,46		1,46	1,54
Общая площадь конструктивного элемента, м2	171,101					
3 элемент	**Крыша**					
Наименование характеристик	Наименование материала					
	Вагонка	Мембрана	Мин. Вата	Мембрана	Воздух	Воздух
Толщина, м^2	0,019	0,001	0,2	0,001	0,019	0,019
Теплопроводность, Вт/(м×°С)	0,13	0,2	0,04	0,2	0,18	0,18
Теплосопротивление, (м^2×°С)/Вт	0,1462	0,005	5	0,005	0,1055	0,1055
Общее теплосопротивление, (м2×°С)/Вт	5,3672					
Общая площадь конструктивного элемента, м2	105,6278					
4 элемент	**Дверь**					
Наименование характеристик	Наименование материала					
	Стальной лист		МДФ		Стальной лист	
Толщина, м^2	0,001		0,038		0,001	
Теплопроводность, Вт/(м×°С)	52		0,09		52	
Теплосопротивление, (м^2×°С)/Вт	0,0000192		0,4222		0,0000192	
Общее теплосопротивление, (м2×°С)/Вт	0,4222384					

Общая площадь конструктивного элемента, м2	105,6278				
5 элемент	**Окно**				
Наименование характеристик	Наименование материала				
	Стекло	Воздух	Стекло	Воздушная прослойка	Стекло
Толщина, м^2	0,004	0,01	0,004	0,01	0,004
Общая теплопроводность, Вт/(м×°С)	0,1696				
Общее теплосопротивление, (м2×°С)/Вт	0,53				
Общая площадь конструктивного элемента, м2	20,86				

Табл. 2. Тепловой расчет

Наименование характеристики	Обозначение/ед. измерения	Результат каркасно-панельного дома	Результат из древесного массива			
			Оцилиндрованное бревно	Профилированный брус	Кленный брус	CLT-панель
Средняя температура зоны	$t_{в,оп}$/°С	23	23	23	23	23
Общая площадь отапливаемого помещения	$A_{общ,i}$/м^2	200	200	200	200	200
Площадь наружных поверхностей	$A_{огр}$/м^2	390,34	390,34	390,34	390,34	390,34
Коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции	K_m^{tr}/Вт/(м^2*С)	0,32	0,53	0,51	0,51	0,50
Средняя температура отопительного периода	$t_{в,оп}$/°С	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2
Продолжительность отопительного периода	$z_{оп}$/сут	205	205	205	205	205
Общие трансмиссионные теплопотери здания	$Q_{\sum тр}$/сут	-56589	-92337	-89304	-89304	-86587
Расход инфильтрационного воздуха (окно)	$G_{инф}$/кг/(ч*м^2)	5	5	5	5	5
Расход инфильтрационного воздуха (дверь)	$G_{инф}$/кг/(ч*м^2)	7	7	7	7	7
Теплоемкость воздуха	с /кДж /(кг °С)	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006
Коэффициент учета влияния встречного теплового потока	$k_{окно}$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	$k_{дверь}$	1	1	1	1	1
Расход теплоты на нагревание	$Q_{\sum инф.ок}$/МДж	10407,2	10407,2	10407,2	10407,2	10407,2
	$Q_{\sum инф.дв}$/МДж	16,502	16,502	16,502	16,502	16,502

инфильтрационного воздуха						
Суммарные теплопотери здания	$Q_{\sum от}$/МДж	-46165	-81913	-78881	-78881	-76196
Расход тепловой энергии на отопление здания	Q∑от.оп/МДж	-46165	-81913	-78880	-78880	-76196

Таким образом, видно, что у дома со стенами, выполненными по каркасно-панельной технологии теплопотери почти в 2 раза меньше, чем у стен из бревна.

Библиографический список

1. Электронный ресурс: https://www.gwd.ru/projects/populyarnye-proekty/proekt-kd-4 (дата обращения 22.04.24)
2. ГОСТ Р 55656—2013 (ИСО 13790:2008). Энергетические характеристики зданий. – 31 с.
3. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология / Госстрой России. – Взамен СНиП 23-01-99*: введен 01.01.2013. – Москва: ГУП ЦПП, 2012. – 113 с.

РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА ЭЛЕКТРО- И ГАЗОЭНЕРГИЮ ЗА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Некрасов З.Л., black_wolf_bad@mail.ru,
Куликова Н.В., stelons@mail.ru,
Дорогих Д.О., daniel.dorogikh@gmail.com,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

Цель исследования – рассчитать количественный расход на отопление в холодный период для жилого здания по каркасно-панельной технологии. Все данные достоверны для Москвы и Московской области.

Расчет был произведен на примере планировок жилого дома проекта компании “GoodWood”, проект КД-4 [1]. Расход тепловой энергии на отопление за холодный период здания по каркасно-панельной технологии составляет 46165 МДж. Также был произведен пересчет от МДж к кВт*ч, где 1 кВт*ч = 3,6 МДж. На рис. 1,2 представлен план и поперечный разрез здания. Габариты дома 9830×9830×6510.

Рис. 1 – Планировка дома

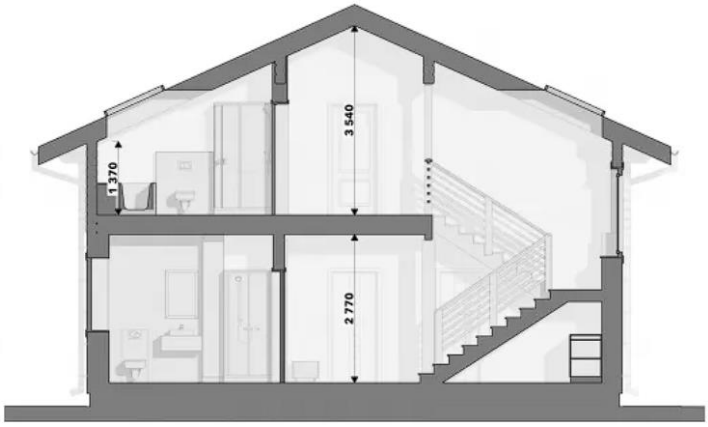


Рис. 2 – Поперечный разрез дома

Рассмотрим 3 распространенных способа для отопления деревянного дома и проведем расчет на примере каркасно-панельного дома:

1) **СУГ (сжиженный углеводородный газ).** Это смесь сжиженных под давлением лёгких углеводородов с температурой кипения от −40 до 0 °C. Он состоит из двух основных компонентов это пропан и бутан. В холодный период доля пропана должна быть 60%, а бутана 40%, так как бутан замерзает при нулевой и ниже температуры.

Расчет. При сжигании 1 литра сжиженного газа выделяется 7 кВт*ч, стоимость 1 литра сжиженного газа равен 27,38 рублей [2]. Общий расход отапливаемого периода равен 12853,9645 кВт*ч, следовательно, для отопления необходимо 1840 литров сжиженного газа стоимостью 50379,2 рублей.

2) **Электроэнергия.** Электрическое отопление - это процесс, при котором электрическая энергия преобразуется непосредственно в тепловую энергию. К распространенным сферам применения относятся отопление помещений, приготовление пищи, нагрев воды и промышленные процессы.

Расчет. Стоимость 1 кВт*ч, одноставочный тариф, равен 5,49 рублей [3], Общий расход отапливаемого периода равен 12853,9645 кВт*ч, следовательно, для отопления необходимо 70568,2651 рубля.

3) **Газомагистраль.** Магистральные газопроводы — предназначены для транспортировки газа на большие расстояния, в частности метан. Через определённые интервалы на магистрали установлены газокомпрессорные станции, поддерживающие давление в трубопроводе. В конечном пункте магистрального газопровода расположены газораспределительные станции, на которых давление понижается до уровня, необходимого для снабжения потребителей.

Расчет. При сжигании 1 м^3 природного газа выделяется 8 кВт*ч, стоимость 1 м^3 природного газа равен 6,92 рубля [4], общий расход отапливаемого периода равен 12853,9645 кВт*ч, следовательно, для отопления необходимо 1607 м^3 природного газа стоимостью 11128 рублей.

Вывод: Самым экономически эффективным вариантом для обогрева дома является использование магистрального газа. При сравнении затрат для обогрева дома СУГ и электричеством, не смотря на разрыв по стоимости в пользу СУГ, необходимо учитывать и стоимость обслуживания оборудования.

Библиографический список

1. Электронный ресурс: https://www.gwd.ru/projects/populyarnye-proekty/proekt-kd-4 (дата обращения 22.04.24).
2. Электронный ресурс: https://russiabase.ru/prices?region=82&mark=gas&ysclid (дата обращения 22.04.24).
3. Электронный ресурс: https://www.mosenergosbyt.ru/individuals/tariffs-n-payments/tariffs-msk (дата обращения 22.04.24).
4. Электронный ресурс: https://mosoblgaz.ru/payment/prices/ (дата обращения 22.04.24).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТОВ КЛЕЕНЫХ БАЛОК В СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Полянина А.А.,
Ратундалов Д.А.,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

Клееные балки широко применяются в строительстве как несущие элементы различных конструкций, в том числе стеновых. Эти конструкции требуют точного расчета для обеспечения их надежности и долговечности. В последние годы наблюдается активное развитие методов расчета клееных балок, направленное на повышение эффективности и точности проектирования.

Актуальность исследования: с увеличением нагрузок на здания и сооружения возрастает важность правильного расчета клееных балок в стеновых конструкциях. Точные методы расчета позволяют предотвратить возможные разрушения и повреждения, обеспечивая безопасность и надежность зданий.

Целью данного исследования является изучение существующих методов расчета клееных балок в стеновых конструкциях и разработка новых подходов к улучшению этих методов.

Для достижения поставленной цели были использованы анализ литературных источников, изучение стандартных методов расчета.

Возможным путем улучшения является метод конечных элементов (МКЭ) — это численный метод, используемый для решения дифференциальных уравнений, моделирующих физические явления, такие как теплопроводность, механика твердого тела и гидродинамика.

Основная идея метода состоит в аппроксимации сложной области анализа (например, структуры) конечным числом более простых элементов, связанных между собой узлами. Эти элементы представляют собой кусочные функции, такие как кусочные полиномы, которые легко анализировать.

Процесс решения включает разделение области на элементы, формулирование локальных уравнений для каждого элемента, сборка глобальной матрицы жёсткости, применение граничных условий и решение системы уравнений для получения численного решения.

Преимущества МКЭ включают его универсальность (применимость к различным типам задач), способность обрабатывать сложные геометрии и гибкость в выборе аппроксимации функций.

Вот как это может быть реализовано:

1. **Моделирование геометрии и материала.** Метод конечных элементов позволяет точно моделировать геометрию балок и учитывать различные характеристики материала, такие как анизотропия и неоднородность.

2. **Учет граничных условий.** МКЭ позволяет учитывать различные типы граничных условий, такие как заделки, шарниры и опоры, что может существенно влиять на поведение балок в стеновых конструкциях.

3. **Учет нелинейного поведения материала.** Метод конечных элементов может быть расширен для учета нелинейного поведения материала, что особенно важно для деревянных конструкций, которые могут проявлять нелинейные эффекты при больших деформациях или нагрузках.

4. **Моделирование соединений и узлов.** МКЭ позволяет моделировать сложные соединения и узлы в стеновых конструкциях, что позволяет учесть их влияние на поведение балок.

5. **Анализ различных нагрузок.** Метод конечных элементов позволяет проводить анализ балок под различными типами нагрузок, такими как сосредоточенные нагрузки, равномерно распределенные нагрузки, динамические нагрузки и другие.

6. **Оптимизация конструкции.** Метод конечных элементов может использоваться для оптимизации конструкции балок с целью минимизации материалов при сохранении необходимой прочности и жесткости.

7. **Проверка стабильности и устойчивости**. МКЭ может использоваться для оценки стабильности и устойчивости балок, что важно для обеспечения безопасности конструкции.

Для достижения поставленной цели, нужно использовать основные допущения:

1. Напряженное состояние не влияет на интенсивность напряжений и деформаций.

2. Среднее напряжение и объемная деформация связаны линейной зависимостью:

$$\varepsilon_v = \frac{3\sigma_{\text{ср}}}{K} = \frac{3(1-2v)}{E}\sigma_{\text{ср}},$$

где K – модуль объемной деформации.

3. Существует пропорциональная зависимость между компонентами девиатора напряжений и девиатора деформаций:

$$D_\varepsilon = x \times D_\sigma,$$

где $x = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_1 - \varepsilon_{\text{ср}}}$ – это модуль пластичности.

Общий подход к совершенствованию методов расчетов должен включать в себя комбинацию теоретических и экспериментальных исследований для создания более точных и надежных моделей.

Выводы. Совершенствование методов расчета клееных балок в стеновых конструкциях является актуальной задачей, направленной на повышение надежности и долговечности зданий. Разработка новых подходов к расчету позволяет улучшить качество проектирования и обеспечить безопасность сооружений.

Библиографический список

1. Запруднов В.И. Трехслойные конструкции с древесно – цементными теплоизоляционными слоями, 2006. – 321 с.

2. Запруднов В.И., Санаев В.Г., Никитин В.Ф. Деревянные конструкции, 2021. – 447 с.

ПРИМЕНЕНИЕ «ЗЕЛЕНЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ В ФОРМИРОВАНИИ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Русаков Д.С., dima-ru25@mail.ru,
Варанкина Г.С., varagalina@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

На современном этапе развития технологий крупные предприятия, в том числе и деревоперерабатывающие, вступают в стратегический контур по развитию и реализации «зеленых» технологий. С позиций, занимаемых деревоперерабатывающими предприятиями «зеленые» технологии – это комплексное и рациональное использование лесных ресурсов, а также глубокое

использование (переработка) отходов лесозаготовительных, деревоперерабатывающих, целлюлозно-бумажных и лесохимических производств. Такое положение дел в области «зеленых» технологий обуславливает актуальность исследований в данном направлении и цель работы.

В Российской Федерации вопросам «зеленых» технологий и концепции бережливого производства уделяется особое внимание, так, с 2012 реализуется государственная программа «Об основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации». Суть программы – стратегия развития и внедрения безотходных технологий в промышленности, энергетике, транспорте, снижение экологической нагрузки на био-, и экосферы.

В литературе нет единого определения и подхода в области «зеленых» технологий, различные исследователи трактуют термин по-своему, однако, по нашему мнению, основной ориентир – это снижение неблагоприятных техносферных воздействий на экосферу, за счет снижения отходов производств и жизнедеятельности, повышения энерго-, и ресурсоэффективности [2].

Концепция «зеленых» технологий включает аспекты (рис. 1): эффективное управление и утилизация отходов различных производств, энергосбережение, экономия природных ресурсов, обоснованное управление технологическими процессами с позиций концепции бережливого производства [3].

Целлюлозно-бумажная и деревоперерабатывающая промышленность, в целом, это уже комплексный подход к переработке лесных ресурсов, однако, на стадии заготовки, технологических преобразований и переработки возникает часть неиспользуемых в дальнейшем производстве продуктов (веществ, материалов), под ними будем понимать – технологические отходы производства. Целлюлозно-бумажная отрасль (с учетом лесохимии) – это крупнейшее направление переработки лесных ресурсов, так, в целлюлозе содержится только около половины веществ переработанной древесины, все остальные органические ресурсы принято называть побочные продукты или отходы производства, табл. 1. Побочные продукты переработки древесины (отходы производства) обладают значительным набором ценных (специфических) свойств, табл. 2. Под ними понимаются органические вещества способные (наряду с целлюлозой, как при сульфитной, так и при сульфатной варке) вступать в химические реакции и образовывать высокомолекулярные соединения различной химической структуры (линейной, пространственной, трехмерной) [1, 4]. Комплекс побочных продуктов сульфатно-целлюлозного процесса варки [5]: талловое масло, талловые жирные кислоты, талловая канифоль, пек, пековый клей, лигнин, скипидар и др.

Рис. 1. Аспекты концепции «зеленых» технологий [3]

Табл. 1 Полезный выход целлюлозной массы [5]

Компонент древесной (целлюлозной) массы	**Сульфитный процесс**		**Сульфатный процесс**	
	Хвойная целлюлоза	Лиственная целлюлоза	Хвойная целлюлоза	Лиственная целлюлоза
Общий полезный выход в том числе:	52 %	49 %	47 %	53 %
Целлюлоза	41 %	40 %	35 %	34 %
Глюкоманнан (модифицированный пектин)	5 %	1 %	4 %	1 %
Ксилан (пентозам)	4 %	5 %	5 %	16 %
Лигнин	2 %	2 %	3 %	2 %
Экстрактивные вещества	0,5 %	1 %	0,5 %	0,5 %

Табл. 2 Компоненты черного щёлока [5]

Компонент	**Содержание, %**
Органические соединения	**78,0**
Лигнин	37,5
Сахарные кислоты	22,6
Алифатические кислоты	14,4
Жиры и смоляные кислоты	0,5
Полисахариды	3,0
Неорганические соединения	**22,0**

Существует ряд научных работ [1, 4], где введение в клеевые составы карбамидо- и фенолоформальдегидных смол (и клеев на их основе), побочных продуктов целлюлозно-бумажных и лесохимических производств, показало достаточно положительный характер их взаимодействия как с древесной подложкой (шпоном) на этапе нанесения связующего, так и в процессе формирования клеевого соединения.

Для развития «зеленых» технологий в России, в том числе и рамках деревопереработки, государству и бизнесу необходимо совместно проводить систематическую совместную работу по внедрению «зеленых» безотходных технологий, как на промышленном производстве, так и в кластере подготовки будущих специалистов в учебных заведениях, осуществляющих многоуровневую подготовку, для формирования экологического сознания. На современном этапе в России наблюдается определенный интерес к технологической деятельности в рамках реализации концепции бережливого производства и «зеленых» технологий.

Библиографический список

1. Варанкина Г.С., Чубинский А.Н. Формирование низкотоксичных клееных древесных материалов. – СПб .: Химиздат, 2014. – 148 с.
2. Коданева С.И. От «коричневой» экономики к «зеленой». Российский и зарубежный опыт // Научный журнал: Россия и современный мир. №1, 2020. – С. 46 – 64.
3. Пискулова Н.А. «Зеленые» технологии: перспективы развития // Бюллетень «На пути к устойчивому развитию России». №65, 2019. – С. 25 – 39.
4. Русаков Д.С., Чубинский А.Н., Варанкина Г.С. Совершенствование технологии склеивания древесных материалов модифицированными клеями. СПб.: СПбГЛТУ, 2019 г. – 127 с.
5. Haile, A., Gelebo, G.G., Tesfaye, T. et al. Pulp and paper mill wastes: utilizations and prospects for high value-added biomaterials. Bioresour. Bioprocess. 8, 35 (2021). https://doi.org/10.1186/s40643-021-00385-3.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНОГО ПОКРЫТИЯ

Соколова Е.Г., nikitinaek@rambler.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Рациональное использование лакокрасочных материалов, снижение расхода при одновременном обеспечении качественных показателей готовых покрытий, исследование и разработка новых материалов с высокими эксплуатационными и декоративными показателями – это основные пути совершенствования технологии создания защитно-декоративных покрытий на поверхности

древесины. Для формирования защитно-декоративных покрытий сегодня используют большой аассортимент материалов с разным функциональным назначением. Создание покрытия на поверхности древесины зависит от условий смачивания и растекания лакокрасоных материалов, при этом необходимо обеспечить получение адгезионного взаимодействия [1-3]. На процессы смачивания влияют силы связи молекул лакокрасочных материалов и подложки, а также молекул лакокрасочных материалов между собой. Оценка работы адгезии позволяет проанализировать закономерности взаимодействия лакокрасочного материала с подложкой и произвести необходимые изменения в свойствах лакокрасочных материалов и подложки при формировании защитно-декоративного покрытия.

Оценку смачивания и поверхностного натяжения производили по стандартной методике для нитроцеллюзного и полиуретанового лаков на поверхности дуба [4]. По найденным краевым углам и поверхностным натяжениям расчетно-графическим методом определяли критическое поверхностное натяжение, которое является характеристикой предельного значения смачивания. Результаты определения основных свойств лакокрасочных материалов приведены в табл. 1. Зависимости работы адгезии от поверхностных натяжений лакокрасочных материалов представлены на рис.1. При сравнении двух лакокрасочных материалов максимальные значения критического поверхностного натяжения и работы адгезии были получены для полиуретанового лакокрасочного материала.

Характеристика взаимодействия лакокрасочных материалов и поверхности древесины величиной поверхностного натяжения позволяет определить возможность и степень смачивания и растекания лакокрасочных материалов по поверхности древесины. Контроль и анализ поверхностных натяжений, краевых углов лакокрасочных материалов способствует достижению максимальных значений работы адгезии.

Табл. 1 Основные свойства лакокрасочных материалов

Краевой угол	Критическое поверхностное натяжение	Работа адгезии	Поверхностное натяжение, необходимое для достижения максимальной работы адгезии, мДж/м^2
Нитроцеллюлозный лакокрасочный материал			
22, 28, 32	20	43,272	15,672
Полиуретановый лакокрасочный материал			
28, 30, 32	26	80,647	16,271

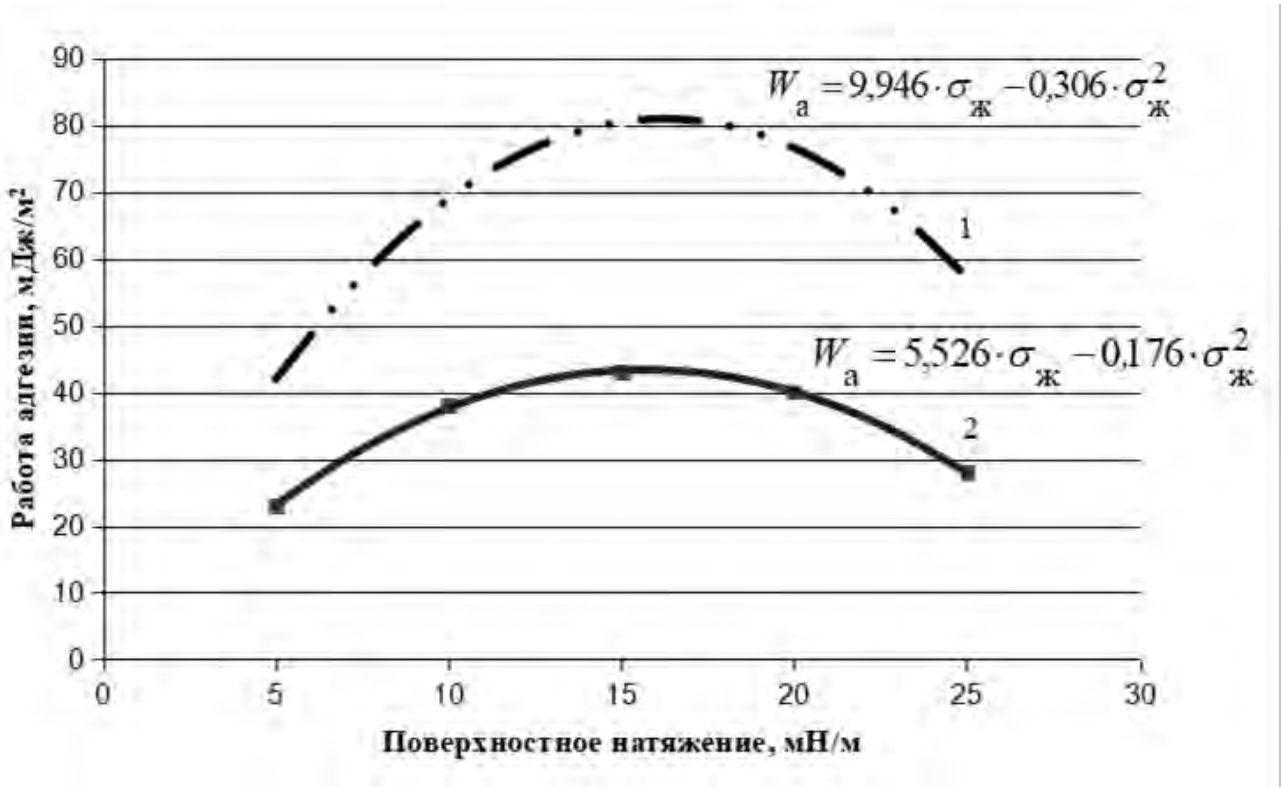


Рис. 1. Зависимость работы адгезии от поверхностного натяжения лакокрасочного материала

1 – полиуретановый лакокрасочный материал, порода – дуб;
2 – нитроцеллюлозный лакокрасочный материал, порода – дуб.

Библиографический список

1. Онегин В.И. Свойства древесины, учитываемые при формировании защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов // ИВУЗ. Лесной журнал. 2015. Т. 6 (348). С. 116–127.
2. Русаков Д.С., Иванов А.М., Чубинский М.А., Варанкина Г.С. Исследование критического поверхностного натяжения и способности смачиваться древесины разных пород // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2017. Вып. 221. С. 271-281.
3. Соколова В.А. Разработка математической модели для определения параметров оптимальных режимов процессов отделки древесины лакокрасочными материалами. Системы. Методы. Технологии. 2020. № 4 (48). С. 127-133.
4. Цой Ю.И. Физико-химические основы процессов отделки. СПб. – СПбГЛТУ. 2018. С. 38.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ РАЗВИВАЮЩИХ ИГР-ТРЕНАЖЁРОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ВИДА «КАНТЕЛЕ-КОНСТРУКТОР»

Талых А.А., ata_77@mail.ru,
Гаврилова А.Д.,
Петрозаводский государственный университет

Одним из популярных современных трендов в области создания качественных детских игрушек является выбор древесины в качестве основного конструкционного материала. Это позволяет обеспечить уверенность педагогов и родителей в том, что обучающийся контактирует с экологически чистым и безопасным материалом. Наиболее распространёнными породами древесины для изготовления игрушек являются берёза, дуб, бук, ольха, липа, клён, сосна [2].

Развивающие игры-тренажёры различных видов из древесины получили широкое распространение в работе специалистов дошкольных образовательных учреждений. К таким тренажёрам относятся сортеры, геоконты, шнуровки, конструкторы и многое другое. Подобного рода игры способствуют развитию у обучающихся мелкой моторики, логики, творческого мышления, речи и других качеств и свойств личности [1,3].

Разработанная нами развивающая игра-тренажёр из древесины вида «кантеле-конструктор» изображена на рис. 1. Модель представлена в собранном виде. В качестве контура для тренажёра выбран шаблон уменьшенной копии струнного народного музыкального инструмента Кантеле [4] (рис. 2).

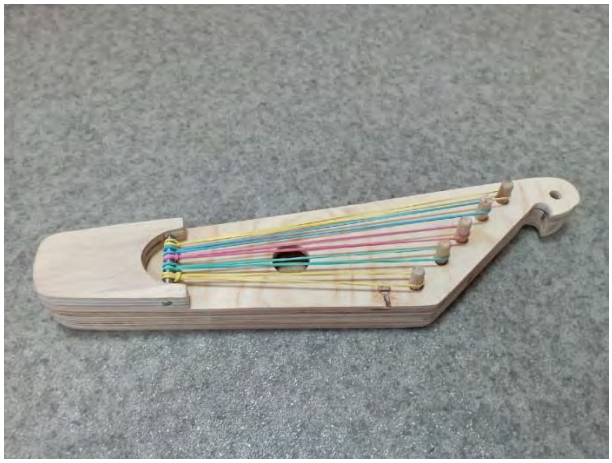


Рис.1. Кантеле-конструктор. Модель в сборе

Отдельные составные элементы конструктора представлены на рисунке 3. Конструкция состоит из следующих основных частей: корпуса 2, верхней 3 и нижней 1 дек, струнодержателя 4, пальца 6, соединительных шкантов 5. Корпус и деки могут быть изготовлены как из массива твёрдых пород древесины (например, древесины берёзы), так и из фанеры. В разработанной конструкции основные детали изготовлены из берёзовой фанеры. Палец стальной. В качестве струн используются банковские резинки 7 различного цвета (для изучения цветовых оттенков).

Составные детали конструктора изготавливались с помощью круглопильного, ленточнопильного и сверлильного станков. Для повышения производительности, качества и точности обработки может быть использована технология лазерной резки древесины, что в конечном итоге будет способствовать производству изделий из древесины с повышенной добавленной стоимостью.

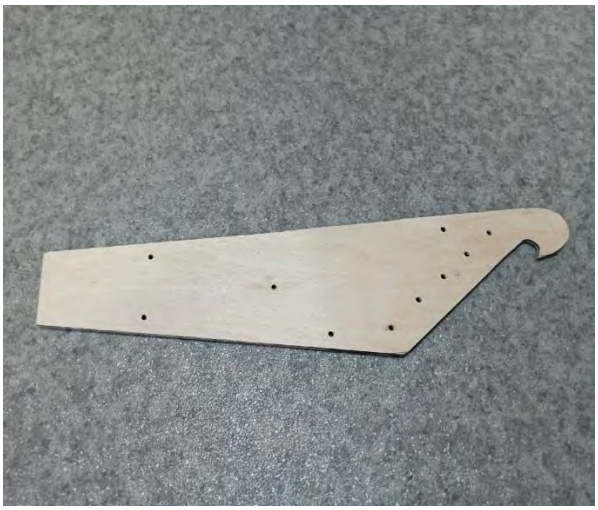


Рис.2. Шаблон для контура кантеле-конструктора

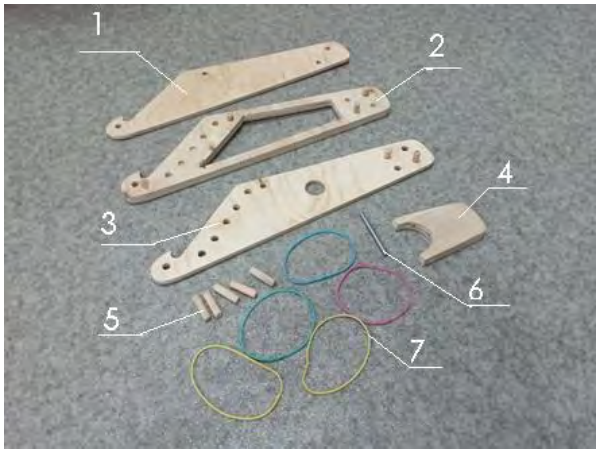


Рис.3. Составные части кантеле-конструктора
1 – нижняя дека; 2 – корпус; 3 – верхняя дека; 4 – струнодержатель;
5 – шканты; 6 – палец; 7 – резинки

Сборка кантеле-конструктора производится без использования клея в следующей последовательности:

1. Установка соединительных шкантов в корпус.
2. Соединение корпуса с верхней и нижней деками.
3. Закрепление струнодержателя на корпусе с помощью шкантов.
4. Фиксация пальца в струнодержателе.
5. Установка пяти струн (резинок) и пяти колков (шкантов).

Разбирается конструктор в обратном порядке.

Разработанная игра-тренажёр способствует изучению основных составных частей струнного народного музыкального инструмента Кантеле, развитию у

обучающихся конструкторского, пространственного и творческого мышления, мелкой моторики, логики.

Представленный тренажёр прошёл успешную апробацию и используется в практике работы дошкольных образовательных учреждений города Петрозаводска и Республики Карелия.

Библиографический список

1. Возрастная психология: учебно-методический комплекс / сост.: Л.А. Семчук, А.И. Янчий. – Гродно: ГрГУ, 2006. – 226 с.
2. Материалы для создания деревянных игрушек. Выбираем дерево: https://www.livemaster.ru/topic/1155437-materialy-dlya-sozdaniya-derevyannyh-igrushek-vybiraem-derevo [дата обращения:04.04.2024].
3. Талых А.А., Кемпи К.Д., Терентьев К.Ю. Разработка оригинальных комплектов развивающих игр-тренажёров и специфика их использования в дошкольных образовательных учреждениях // Актуальные проблемы педагогики и психологии: вызовы XXI века: сборник научных трудов. – Москва: Перспектива, 2023. – Вып.7. – С.449-454.
4. Талых А.А. Из опыта проектирования и изготовления народных музыкальных инструментов-кантеле в вузе // Проблемы современного педагогического образования. – Ялта, 2017. – № 54-3. – С.198-205.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ ВЛАЖНОСТИ ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

Усов Д.В., usik82.82@mail.ru,
Скуратов Н.В., skuratov@bmstu.ru,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

Термическое модифицирование является экологически чистым методом направленного изменения свойств древесины. В результате термически модифицированная древесина (ТМД) становится более стойкой к биопоражениям и менее гигроскопичной. Уровень биологической стойкости и стабильности за счет снижения гигроскопичности зависит от породы древесины и режима ее обработки [5]. Благодаря этим качествам ТМД успешно используется в различных строительных конструкциях, эксплуатируемых в том числе под открытым небом.

Одним из важнейших свойств, которое принимается во внимание при выборе материала для ограждающих строительных конструкций, является его сорбционное поведение, которое принято количественно оценивать по его равновесной сорбционной влажности при различных температурно-влажностных условиях. В этом отношении ТМД выгодно отличается от натуральной древесины. Результаты многих исследований показали, что после термического модифицирования равновесная влажность древесины хвойных и

мягких лиственных пород значительно снижается [5, 3, 4]. Это происходит прежде всего вследствие деградации гемицеллюлозы и снижения количества гидроксильных групп, способных взаимодействовать с молекулами водяного пара, а также других факторов [6].

Цель настоящей работы заключалась в исследовании сорбционных свойств ТМД твердых лиственных пород, которая в настоящее время все чаще используется в ограждающих конструкциях при строительстве коттеджей, спортивных сооружений, кемпингов, гостиниц и т. д. Знание показателей сорбционных свойств, применяемых в строительных ограждениях материалов, необходимо для проведения расчетов температурно-влажностных режимов различных зданий [2]. Кроме того, изотермы сорбции используют при назначении расчетной влажности строительных материалов [1].

Другая цель данной статьи заключалась в выборе наиболее адекватных моделей полученных изотерм сорбции ТМД трех исследованных лиственных пород.

Для проведения экспериментов было подготовлено 48 образцов размером 20х20х10 мм, изготовленных из термически модифицированных по классу «Thermo D» (максимальная температура обработки около 200 °С) березовых, ясеневых и дубовых досок смешанной распиловки. Средняя базисная плотность образцов из ТМД березы, ясеня и дуба составляла 476 кг/м^3, 567 кг/м^3 и 663 кг/м^3.

Перед проведением экспериментов все образцы были помещены в сушильный шкаф и высушены при температуре (103 ± 2) °С до абсолютно сухого состояния, достижение которого фиксировали, когда после двух последовательных взвешиваний с погрешностью не более 0,001 г получали одинаковые результаты.

Для доведения образцов ТМД в процессе сорбции до равновесного состояния было использовано семь эксикаторов с насыщенными растворами различных солей, благодаря которым воздух над ними приобретал определенную постоянную относительную влажность. В качестве минимальной была принята относительная влажность воздуха на уровне 22 %. Для того, чтобы образцы ТМД могли достигнуть максимальной сорбционной влажности, был подготовлен восьмой эксикатор с дистиллированной водой (табл. 1). В каждый эксикатор был налит насыщенный раствор одной из перечисленных в таблице солей так, чтобы поверхность раствора была на 20-25 мм ниже фарфоровой вставки. Для предотвращения попадания наружного воздуха внутрь эксикаторов их края, а также края крышек, были смазаны вакуумной смазкой.

После того, как образцы ТМД березы, ясеня и дуба были разложены в три сетчатых контейнера по 16 штук в каждый, их поместили в первый эксикатор с раствором ацетата калия. Эксикатор был помещен в климатическую станцию, в которой поддерживалась температура на уровне (22 ±1) °С. Процесс поглощения образцами водяного пара в эксикаторе останавливали после двух последовательных взвешиваний контейнеров с одинаковыми результатами. После этого все образцы взвешивали и затем перекладывали в эксикатор с более высокой относительной влажности воздуха. По результатам взвешивания рассчитывали равновесную сорбционную влажность образцов,

соответствующую относительной влажности воздуха в данном эксикаторе. В последнем эксикаторе с водой образцы приобретали влажность, близкую к пределу насыщения клеточных стенок.

Табл. 1. Относительная влажность воздуха в эксикаторах с насыщенными растворами солей

Насыщенный водный раствор соли	Формула соли	Относительная влажность воздуха над раствором соли
Ацетат калия	CH_3COOK	22
Карбонат калия	$K_2CO_3 \cdot 2H_2O$	43
Бихромат натрия	$Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$	54
Нитрат аммония	NH_4NO_3	62
Хлорид натрия	NaCl	75
Хлорид калия	KCl	85
Нитрат калия	KNO_3	93
Сульфат калия	K_2SO_4	97
Вода	H_2O	около 100

Равновесная сорбционная влажность для каждого значения относительной влажности воздуха определялась как среднее арифметическое значение результатов определения влажности 16 образцов для каждой из трех пород ТМД. Полученные зависимости равновесной сорбционной влажности ТМД березы, ясеня и дуба от относительной влажности воздуха приведены на рис. 1.

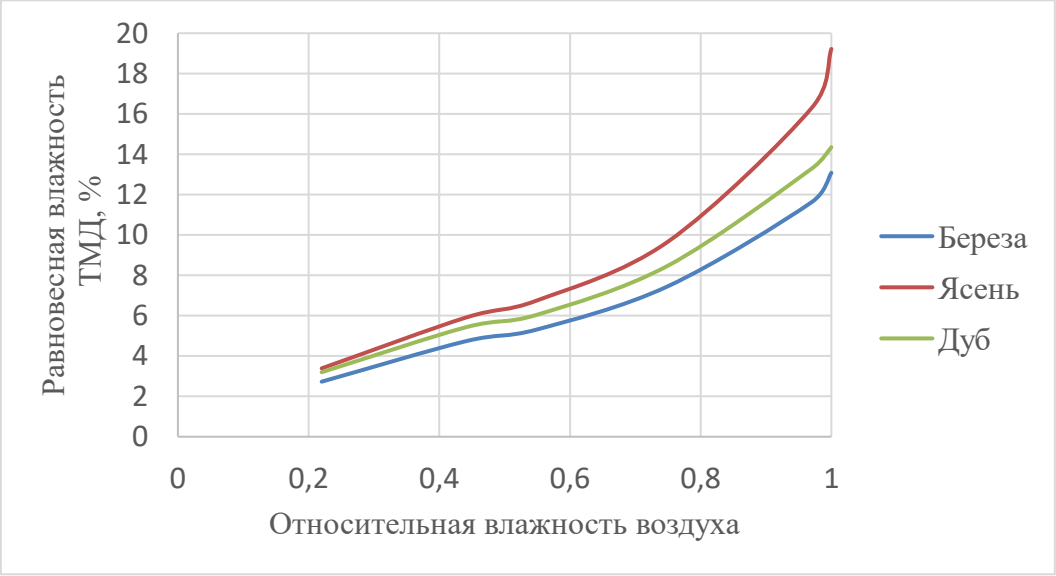


Рис. 1. Зависимости равновесной сорбционной влажности ТМД березы, ясеня и дуба от относительной влажности воздуха

Для удобства использования при проведении различных расчетов полученные зависимости равновесной сорбционной влажности ТМД березы, ясеня и дуба от относительной влажности воздуха были аппроксимированы полиномами третьей степени с достаточно высокой достоверностью (табл. 2).

Табл. 2. Аппроксимирующие зависимости равновесной сорбционной влажности ТМД березы, ясеня и дуба Wp от относительной влажности воздуха φ

Порода ТМД	Зависимость Wp от φ	Достоверность аппроксимации R^2
Береза	$Wp = 60{,}004\varphi^3 - 85{,}766\varphi^2 + 48{,}109\varphi - 3{,}706$	0,9953
Ясень	$Wp = 30{,}37\varphi^3 - 42{,}122\varphi^2 + 27{,}104\varphi - 1{,}035$	0,9996
Дуб	$Wp = 31{,}943\varphi^3 - 45{,}786\varphi^2 + 28{,}323\varphi - 1{,}626$	0,9981

Библиографический список

1. Гагарин В. Г., Пастушков П. П., Реутова Н. А. К вопросу о назначении расчетной влажности строительных материалов по изотерме сорбции //Строительство и реконструкция. – 2015. – №. 4. – С. 152-155.
2. ГОСТ 32494-2013 стандарт. Здания и сооружения. Метод математического моделирования температурно-влажностного режима ограждающих конструкций. М., 2013. – 26 с.
3. Костюкевич В. М. Термомодифицированная древесина как строительный материал //Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2013. – №. 4. – С. 79-83.
4. Сафин Р. Р., Сафина А. В., Шаяхметова А. Х. Исследование физико-механических свойств термомодифицированной древесины березы //Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18. – №. 4. – С. 213-217.
5. Справочник ThermoWood. Финская Ассоциация Термообработки Древесины. Хельсинки Финляндия. 08.04.2003. – 63 с.
6. Kartal S. N., Hwang W. J., Imamura Y. Water absorption of boron-treated and heat-modified wood //Journal of Wood Science. – 2007. – Т. 53. – С. 454-457.

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВНУТРЕННИХ ДЕФЕКТОВ В КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Федяев Ар.А., art_fedyaev@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Акустические методы неразрушающего контроля делятся на ультразвуковые, с частотой от 20 кГц и выше, а также методы, основанные на использовании колебаний звуковой (до 20 кГц) и инфразвуковой (до 20 Гц) частот. При этом для деревообрабатывающей промышленности наибольший интерес представляет ультразвуковая дефектоскопия. Наличие дефектных мест в материале при использовании ультразвуковых колебаний возможно определять исходя из анализа волн: амплитуды, формы, времени прихода и т.д. Резонатор излучает ультразвуковые колебания, преобразуя электрические колебания в акустические. Измерительные цепи регистрируют отраженные сигналы. Об однородности структуры материала, отсутствии дефектных мест может свидетельствовать звуковые волны, не изменяющие своей траектории движения. При наличии акустического сопротивления в материале, звуковая волна, изменяя свою

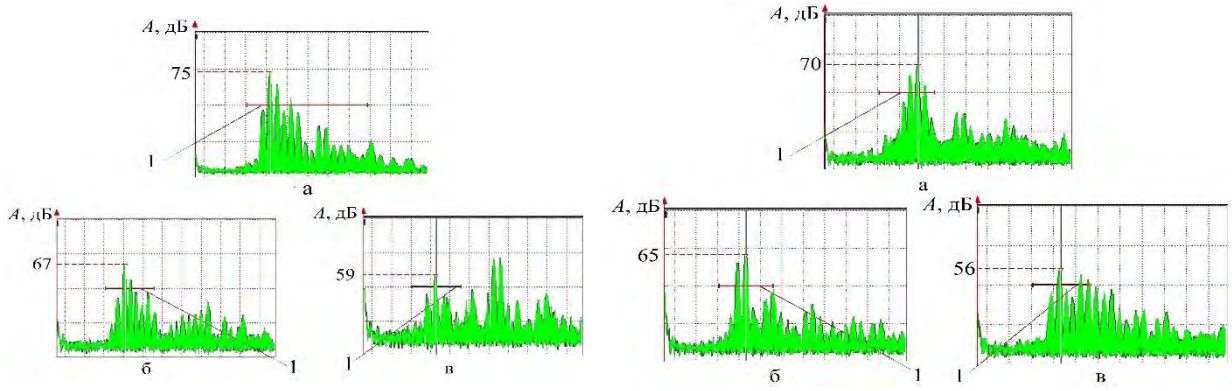
траекторию, отражается и возвращается к приемнику, свидетельствуя тем о наличии, возможном характере дефекта [1, 2].

Основные виды дефектов, которые можно встретить в клееных древесных материалах, могут быть следующими:

- непроклееные места – отсутствие клея в ламелях, которое может быть образовано вследствие нарушения технологии нанесения, неисправности или сбоя клеенаносящего оборудования;
- вырывы, сколы – дефекты, образованные вследствие механической обработки древесины при подготовке поверхности перед склеиванием;
- пустоты – связанные с пороками древесины, образованные, например, вследствие наличия трещин, выпавших сучков, смоляных кармашков и пр., а также пустоты, образованные от отклонения или нарушения технологии сборки и т.п.;

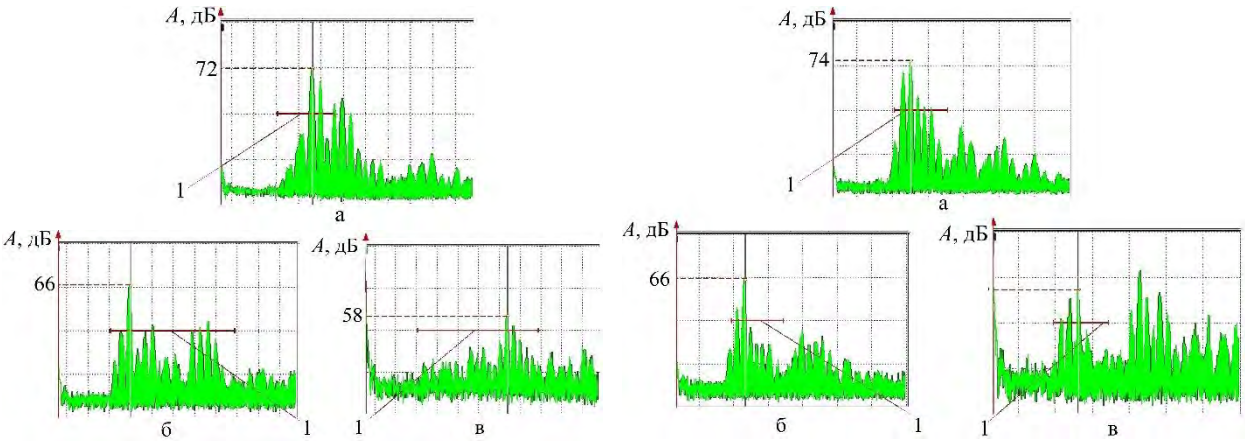
Анализ литературных источников, ряд предварительных экспериментов показали, что высокая точность определения внутренних дефектных мест в клееной древесине может быть достигнута при применении амплитудного теневого метода акустического контроля. Выбор частоты ультразвукового импульса был осуществлен с учетом рекомендаций, представленных в [3, 4], и составил 1,25 МГц при толщине склеенных между собой ламелей в 26 мм каждая. В клеевом слое были имитированы пустоты, толщиной 0,5 и 1,0 мм, которые могут быть образованы как вследствие механической обработки, так и наличием трещин или другими видами пороков и дефектов древесины.

Проведенные исследования показали (рис. 1 - I), что о наличии внутренних дефектов возможно судить по ослаблению уровню шумового давления, а также изменению характера движения сигнала, представленного на А-сканах. При этом уровень шумового давления зависит от плотности древесины даже при измени в относительно небольших диапазонах, рис. 1 и 2, что предопределяет необходимость учета этого показателя при проведении ультразвуковой диагностики даже в рамках одной породы древесины. На рис. 3 представлены полученные экспериментальным путем зависимости влияния плотности древесины и наличия или отсутствия внутренних дефектов на уровень шумового давления.



I II

Рис. 1. А-сканы звукового импульса: I – плотность древесины клееного бруска 525 кг/м^3; II – плотность древесины клееного бруска 480 кг/м^3; а – зона древесины без наличия каких-либо дефектов; б – дефектная область с пустотой, толщиной 0,5 мм; в – дефектная область с пустотой, толщиной 1,0 мм; 1 – строб импульс.



I II

Рис. 2. А-сканы звукового импульса: I – плотность древесины клееного бруска 500 кг/м^3; II – плотность древесины клееного бруска 515 кг/м^3; а – зона древесины без наличия каких-либо дефектов; б – дефектная область с пустотой, толщиной 0,5 мм; в – дефектная область с пустотой, толщиной 1,0 мм; 1 – строб импульс.

Анализ полеченных данных показывает, что при снижении уровня шумового давления ниже 70 дБ, возможно судить о наличии внутренних дефектных мест в клееных брусках.

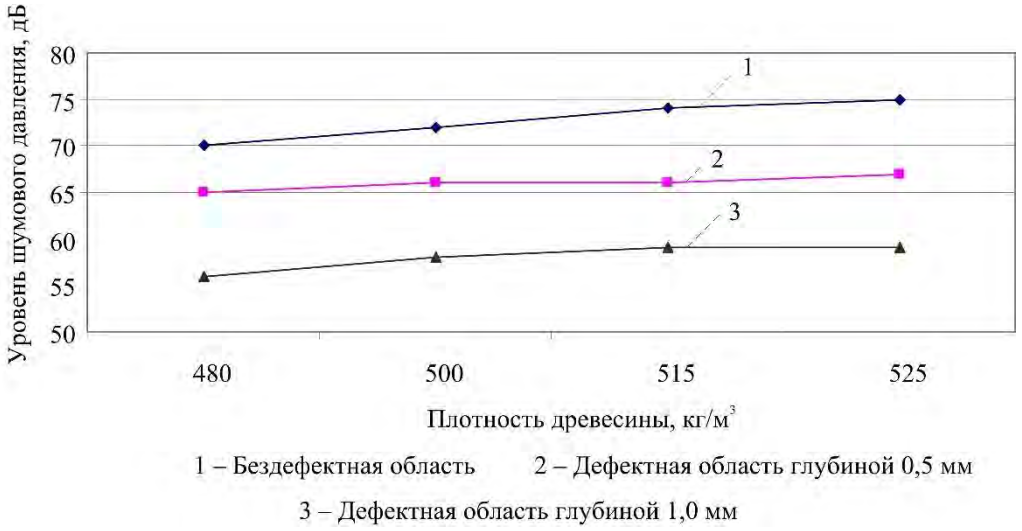


Рис. 3. Влияние плотности древесины и толщины дефекта на уровень шумового давления.

Изменение в параметрах объекта исследования, таких как толщина клееного бруска, количество слоев и др., может приводить к потере ультразвукового сигнала, из-за возможного его смещения [5, 6], а также некорректно выбранных параметров импульса, последнее также представляет интерес при проведении дальнейших исследований.

Амплитудный теневой метод ультразвуковой диагностики позволяет идентифицировать наличие, параметры таких внутренних пороков и дефектов, как трещины, сколы, вырывы и др. При оценке падения уровня шумового давления следует учитывать плотность древесины в клееном материале.

Библиографический список
1. Неразрушающий контроль: Справочник в 7 томах. Под общей редакцией В.В. Клюева. Ультразвуковой контроль/ И.Е. Ермолов, Ю.В. Ланге. Том 3 – М.: Машиностроение, 2004. – 864 с.
2. Коновалов С.И., Паврос С.К. – Методы и средства ультразвуковой диагностики. – СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2003. – 80 с.
3. Кармадонов А.Н. Дефектоскопия древесины, М.: Лесная промышленность, 1987. – 120 с.
4. Лакатош Б.К. Дефектоскопия древесины, М.: Лесная промышленность, 1966 г. – 183 с.
5. Чубинский А.Н., Федяев А.А., Паврос К.С, Теплякова А.В., Лозак А.А. Исследование отклонения ультразвукового пучка при прозвучивании древесины. Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2012. № 6. с. 77 – 82.
6. Федяев А.А., Чубинский А.Н. Неразрушающие методы контроля свойств продукции из древесины. СПб.: ГАЛАНИКА, 2022 г. – 118 с.

МОДЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЧЕРЕЗ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННУЮ ДРЕВЕСНУЮ ПАНЕЛЬ С АКУСТИЧЕСКИМИ ПОЛОСТЯМИ

Храмов И.В., igor.07.06@mail.ru,
Мохирев А.П.,
Сибирский федеральный университет
Храмова К.Р.,
Лесосибирский педагогический университет - филиал Сибирского федерального университета
Мохирев И.А.,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

Дерево является универсальным и эффективным материалом для звукоизоляции, который сочетает в себе высокие звукоизоляционные свойства с экологической чистотой и привлекательным внешним видом. В настоящее время в целях обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции перед предприятиями по производству древесных плит [1] стоит проблема снижения шумовой нагрузки перед конечным потребителем.

Акустические полости для звукоизоляционных материалов имеют решающее значение для эффективного подавления звуковых волн.

Формы акустических полостей имеют свои уникальные свойства и эффективность в отражении звука, в зависимости от специфических целей и условий. Парабола считается одной из наилучших форм для отражения звука из-за ее свойства фокусировки звуковых волн. Параболическая форма имеет свойство отражать звуковые волны в единую точку, называемую фокусом. Это

позволяет увеличить интенсивность звука в этой точке и усилить его. Кроме того, парабола уменьшает рассеивания звука [2].

Путем внедрения акустических полостей в деревянную панель можно значительно улучшить её звукоизоляционные свойства. Акустические полости отражают и поглощают звуковые волны, уменьшая переход звука через материал, что способствует снижению уровня шума и улучшению акустического комфорта в помещении, где установлена данная панель [3].

Таким образом, благодаря своим фокусирующим свойствам, парабола является предпочтительной формой для отражения звука. Это делает ее эффективным инструментом для создания акустических систем, направленных на улучшение звукоизоляционных свойств исходного материала [4].

Исходя из выше сказанного справедливо отметить, что необходима модель, позволяющая описать физические процессы, происходящие в звукоизоляционной древесной панели при прохождении через нее звуковой волны.

Цель настоящих исследований – описать модель изменения звукового давления при прохождении через древесную панель с использованием акустических воздушных полостей.

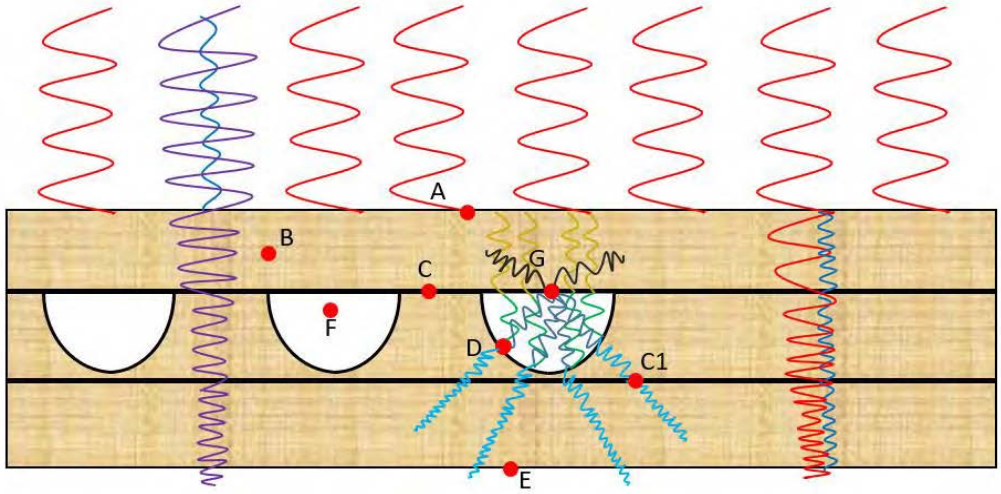


Рис. 1. Условная схема изменения звукового давления в различных элементах звукоизоляционной древесной панели. A – точка перехода звуковой волны с воздушного пространства в древесную панель, B – поглощение звуковой волны при прохождении через массив древесной панели, C – плоскость перехода звуковой волны через клеевой шов, D – точка перехода звуковой волны с акустической полости в древесную среду, F – воздушная среда акустической полости, E – плоскость перехода звуковой волны с древесной панели в воздушную среду, G – плоскость перехода звуковой волны с древесной среды в воздушную среду акустической полости, E – плоскость перехода звуковой волны с древесной панели в воздушную среду.

На данном рисунке определена модель изменения звукового давления, проходящего через звукоизоляционную древесную панель с использованием параболических воздушных полостей.

Звуковая волна, исходящая от источника звука, попадает из воздушного пространства на плоскость древесной панели (A) от которой частично отражается с дальнейшим затуханием, далее проходя через массив древесной

панели (B) происходит поглощение, затем проходя через клеевой шов (C) отражается от его поверхности, попадая в пространство параболической воздушной полости (F) ввиду геометрической формы элемента происходит отражение (D) с дальнейшей фокусировкой в точке (G) и затуханием в среде древесной панели. Оставшаяся энергия звуковой волны проходит из параболической полости на плоскость клеевого шва (C1) с отражением от него и дальнейшим поглощением в среде древесной панели (E) и выходом конечного результата до потребителя.

На рис. 2 изображен фрагмент древесной панели, на котором показаны процессы изменения звуковой волны при прохождении через параболическую полость.

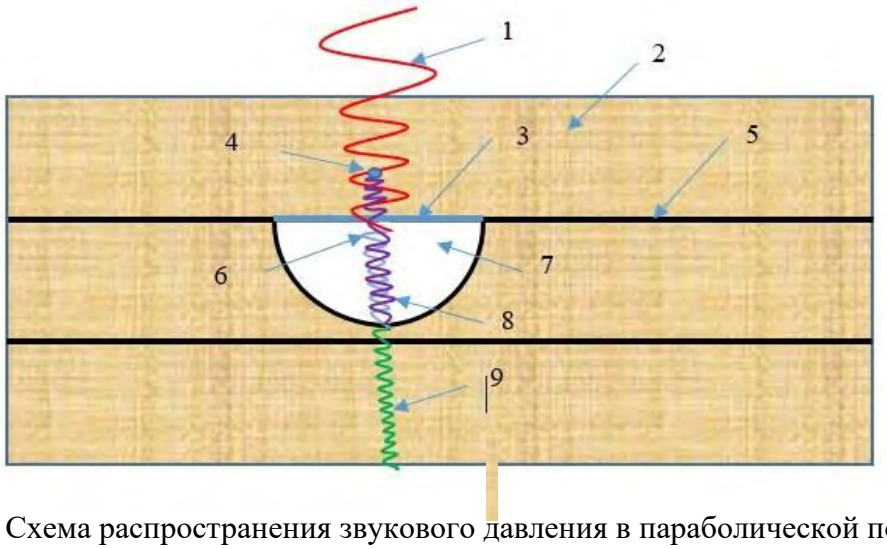


Рис. 2. Схема распространения звукового давления в параболической полости звукоизоляционной древесной панели. 1– вход звуковой волны, 2 – среда древесного слоя, 3 – плоскость сопряжения воздушно полости с древесной без клея, 4 – затухание звуковой волны, 5 – клеевой шов, 6 – отражение звуковой волны от параболической полости, 7 – воздушная параболическая полость, 8 – поглощенная звуковая волна, 9 – звуковая волна после прохождения через звукоизоляционную древесную панель.

При сравнении полученных результатов с древесными панелями без применения звукоизоляционных элементов, исследования показали увеличение коэффициента дополнительной звукоизоляции с исходным материалом на 5-9 % в зависимости от входных параметров, что является достойным результатом.

Таким образом, представленная модель описывает физические процессы прохождения звуковой волны, происходящие в разработанной звукоизоляционной древесной панели.

Библиографический список

1. Свешников, А. С. Технология производства композиционной фанеры / А. С. Свешников, С. А. Угрюмов // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2012. – № 2. – С. 148-153.
2. Исследование звукового импеданса деревянной панели / С. П. Амельчугов, А. П. Мохирев, И. В. Тарасов, И. В. Храмов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2022. – Т. 88, № 11. – С. 27-31.

3. Jang, E. S. Sound Absorbing Properties of Selected Green Material—A Review / E. S. Jang // Forests. – 2023. – Vol. 14, No. 7. – P. 1366.
4. CLT-панель с повышенной звукоизоляцией / И. В. Храмов, А. П. Мохирев, С. П. Амельчугов // Инновации в химико-лесном комплексе: тенденции и перспективы развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 06–07 июня 2022. – С. 96-98.

МОДУЛЬ УПРУГОСТИ И ДЕФОРМАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОЦЕССАХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФАНЕРЫ

Чубинский А.Н., a.n.chubinsky@gmail.com,
Коваленко И.В., irishka_spb@mail.ru,
Санкт – Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Технология фанеры является одной из наукоёмких в обработке древесины, это связано, в том числе, и с изменением модуля упругости древесины в процессах технологической обработки [1].

Сложный вид резания лущением, низкая прочность древесины при растяжении поперёк волокон, приводящие к растрескиванию шпона, требует предварительного снижения модуля упругости древесины, а также уплотнения поверхностного слоя чурака в области резания. Относительная деформация древесины при сходе ленты шпона с чурака на конвейер в зависимости от диаметра чурака представлена в табл.1.

Табл. 1 Относительная деформация древесины, %

Порода древесины	Диаметр чурака, мм				
	240	200	160	120	80
Берёза	0,60	0,80	1,01	1,30	1,90
Осина	0,80	1,00	1,25	1,65	2,50

Уменьшение модуля упругости достигается путём проварки чураков, а повышение поверхностной плотности – обжимом шпона. Модуль упругости сырой древесины при проварке при нагревании до 30^0С снижается на 14%, а до 40^0С – в среднем на 35%. Вместе с этим, уменьшение модуля упругости древесины может привести к большому прогибу чурака от усилия, оказываемого ножом, а обжим шпона, учитывая не сжимаемость жидкости – к разрушению клеток древесины и, как следствие, к уменьшению прочности шпона и увеличению шероховатости его поверхности.

Современное лущильное оборудование оснащено устройством для предотвращения прогиба чурака, а обоснование параметров режимов гидротермической обработки и лущения древесины, в первую очередь температуры сырья и обжима шпона, требуют учёта влияния большого факторов, являясь многокритериальной задачей. Её необходимо решать при изменении породы древесины, плотности, климатических условий других

влияющих факторов. Это в первую очередь относится к малоиспользуемым в настоящее время к таким породам древесины как осина, тополь, сосна, ель, лиственница. Особое внимание следует уделять обоснованию режимов проварки хвойных пород древесины, характеризующихся большим различием в плотности ранней и поздней зоны древесины.

Процессы уплотнения и склеивания цельной и измельченной древесины широко востребованы в производстве материалов и изделий из древесины. При горячем прессовании под действием давления и температуры древесина деформируется, что приводит к ее уплотнению и образованию внутренних напряжений. Обоснование параметров нагрева в процессах обработки древесины требует понимания её поведения под давлением в зависимости от температуры и влажности с учётом влаги, внесённой с клеем.

Температура при горячем прессовании фанеры и древесных плит достигает 105-180ºС. Древесина при такой температуре находится в переходном состоянии от стеклования к высокоэластическому [2,3].

Деформации пакета шпона из одной породы древесины исследованы достаточно детально (табл. 2).

Табл. 2 Деформации пакета шпона из одной породы древесины.

Порода древесины	Среднее значение деформаций		
	Полной	Остаточной	Упругой и термовлагообратимой
Берёза	13	9	4
Осина	16	12	4
Лиственница	19	13	6

В последние годы в большом объёме производят фанеру не из одной, а из двух пород древесины, характеризующихся разной плотностью и деформативностью. В этой связи, представляет безусловный научный и практический интерес исследование деформаций пакета, состоящего из двух (береза и осина, берёза и ель, другие сочетания, в том числе и с учётом места расположения листа шпона в пакете) пород древесины. Известно, деформации шпона различны в разных местах его расположения в пакете. В большей степени деформируются наружные слои шпона [5]. Большая остаточная деформация (до 12%) характерна для древесины осины, упрессовка хвойных пород древесины также больше, чем у древесины березы.

Известно, что давление необходимо для устранения разнотолщинности шпона. Чем меньше модуль упругости древесины и чем меньше разнотолщинность шпона, тем меньше должно быть начальное давление прессования. В первый момент времени после наложения давления, когда древесина ещё не нагрета, необходимо достаточно высокое давление для выравнивания листов шпона (смятия неровностей).

По мере нагрева древесины и, соответственно, снижения модуля упругости деформация растёт, скорость её роста зависит от температуры прессования и влажности пакета шпона с учётом влаги, внесённой с клеем. В этот период времени можно наблюдать явление ползучести либо ограниченной, либо установившейся, либо неустановившейся [5]. В этот же период времени

начинает формироваться остаточная деформация (упрессовка) пакета, отрицательно влияющая на расход сырья в производстве фанеры.

При горячем склеивании слоев древесины (шпона) часть деформации задерживается за счет отверждения связующего (остаточная деформация), что является одной из причин возникновения внутренних напряжений в клееной слоистой древесине.

Деформации древесины при горячем склеивании шпона можно описать уравнениями теории наследственности [4,5].

Знание законов деформирования склеиваемого пакета шпона и изменения его вязкоупругих характеристик необходимо для установления параметров режимов прессования, обеспечивающих получение материала с заданными физико-механическими свойствами (плотностью, прочностью, водостойкостью и др.) и минимальным расходом сырья. Повышение прочности древесины при её уплотнении в процессе склеивания широко используется в технологии изготовления клееных слоистых материалов, таких как бакелизированная фанера и древесно-слоистые пластики.

Библиографический список

1.Дунаев В.Ф. Об изменчивости модуля упругости и предела прочности древесины в технологическом цикле // Лесной журнал. №3. Архангельск, 2014- с. 106-112.
2.Старцев О.В., Махоньков А.Ю., Молоков М.В., Ерофеев В.Т., Гудожников С.С. Исследование молекулярной подвижности и температуры стеклования полимерных композитов на основе древесины методами динамической механической спектрометрии. //Фундаментальные исследования. №5. 2014 – с. 1177-1182.
3.Чубинский А.Н. Обоснование технологии склеивания на основе физических свойств древесины. //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. СПб.: СПбГЛТА, 2000 – с.77-81.
4.Чубинский А.Н., Тамби А.А., Варанкина Г.С., Федяев А.А., Чубинский М.А., Швец В.Л., Чаузов К.В. Физические методы испытаний древесины. СПб.: СПбГЛТУ, 2015 – 125 с.
5. Чубинский А.Н., Сергеевичев В.В. Моделирование процессов склеивания древесных материалов СПб. : Издательский дом Герда, 2007. – 176 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПО ТОЛЩИНЕ И ШИРИНЕ ДО И ПОСЛЕ ПАУЗЫ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ В КОНВЕКТИВНЫХ КАМЕРАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Шинкаренко С. Ю.,
ООО «Русь»
Шевченко В. С., wictor007chief@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Лисица И. Н.,
ЗАО «Гуд Вуд»

Влажность является одной из основных характеристик древесины в области деревообработки. Распределение влаги представляет интерес как в практическом, так и в теоретическом плане и влияет на выбор режимов сушки пиломатериалов. При сушке пиломатериалов анализируется возможность появления трещин на основе данных о распределении влаги.

В практике сушки пиломатериалов при снижении их влажности ниже предела насыщения клеточных стенок проводится стадия выдержки пиломатериалов в сушильной камере при выключенных вентиляторах и закрытых приточно-вытяжных каналах, что по сути является паузой при выполнении процесса сушки. На этапе паузы выключаются вентиляторы, закрываются приточно-вытяжные каналы, прекращается подача горячей воды в калориферы. Во время такой паузы прекращается активное испарение влаги с поверхности пиломатериалов, которое до паузы проходит в условиях вынужденной конвекции.

Под действием градиента влажности по толщине пиломатериалов продолжается движение связанной влаги из центра к пластям. Так как интенсивность испарения влаги с поверхности снижена, то увеличение влажности внешних слоёв пиломатериалов приводит к их разбуханию, и снижению внутренних напряжений, вызываемых разностью усушки внешних и внутренних зон пиломатериалов.

При эксплуатации большинства современных сушильных камер проведение классических промежуточных и конечных влаготеплообработок невозможно, поэтому периодическая остановка сушильных камер может служить дополнительным мероприятием для повышения качества сушки пиломатериалов.

Во время такой паузы происходит:

– увеличение относительной влажности воздуха за счёт продолжающегося испарения влаги из пиломатериалов;

– увлажнение внешних слоёв пиломатериалов за счёт движения влаги из центральных зон к поверхности за счёт градиента влажности;

– снижение температуры поверхности пиломатериалов, которое также способствует перемещению влаги из центральной зоны к поверхности – в сторону понижающейся температуры.

Изначально скорость движения влаги к поверхности сравнима со скоростью сушки, но затем она постепенно снижается из-за уменьшения градиента влажности. В более сухом поверхностном слое перераспределение влаги протекает значительно медленнее [1, 2, 3, 4].

Целью эксперимента являлось выявление эффекта перераспределения влаги по толщине пиломатериалов при остановке сушильной камеры на определённое время и его количественная оценка. Во время паузы цикла сушки ожидается, что влажность центральной зоны пиломатериалов снижается, а влажность периферийной зоны увеличивается в результате чего перепад влажности по толщине пиломатериалов в среднем уменьшается.

В эксперименте определялась послойная влажность секций, вырезаемых из подготовленных контрольных образцов, размещаемых в межпакетных пространствах пакетного сушильного штабеля. Торцы контрольных образцов герметизируются клеем ПВА или силиконовым герметиком. Образцы закладывались в сушильную камеру перед началом сушки. Влажность секций и послойная влажность определялась контрольным сушильно-весовым методом по ГОСТ 16588-91. Первый отбор секций послойной влажности из контрольного образца производился перед выключением сушильной камеры на паузу. Перед выключением сушильной камеры на паузу фиксировались все текущие параметры агента сушки и влажность пиломатериалов по датчикам. Второй отбор секций послойной влажности производился в конце паузы, перед включением сушильной камеры на продолжение цикла сушки. После укладки контрольных образцов обратно в сушильную камеру, она включалась на продолжение цикла сушки. Перед включением сушильной камеры также фиксировались все текущие параметры агента сушки и влажность пиломатериалов по датчикам.

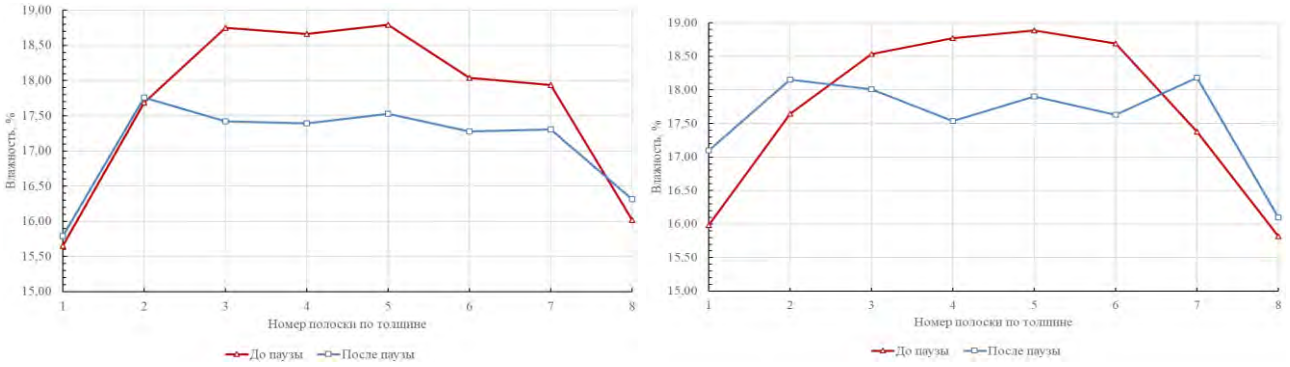
В первом эксперименте время паузы составило примерно 7,5 часов. За время паузы температура в сушильной камере снизилась в среднем на 7 °С, равновесная влажность древесины увеличилась в среднем на 3,5 %, влажность древесины по показаниям дистанционной системы измерения влажности древесины почти не изменилась. Некоторое увеличение влажности по отдельным датчикам связано с уменьшением температуры воздуха в сушильной камере.

В эксперименте было заложено три образца. Средняя влажность контрольных образцов, определяемая контрольным сушильно-весовым методом, за время паузы почти не изменилась.

Средняя влажность по ширине первого образца после паузы увеличилась на 1,23 %, средняя влажность по ширине третьего образца после паузы уменьшилась на 0,05 %. Таким образом, средняя влажность по ширине существенно не меняется. Выраженная закономерность распределения влажности контрольных образцов по ширине не выявлена.

Средняя влажность по толщине первого образца увеличилась на 0,68 %, средняя влажность второго и третьего образцов уменьшилась на 0,59 % и на 0,13 % соответственно. Характер распределения влажности по толщине до паузы закономерен и согласуется с теорией сушки. Влажность поверхностных слоёв меньше, чем влажность внутренних слоёв. Характер распределения влажности по толщине образцов после паузы согласуется с механизмом движения влаги по толщине пиломатериалов.

В первом образце наблюдается только увеличение влажности после паузы. За время паузы примерно 7,5 часов происходит уменьшение влажности внутренних слоёв примерно на 1 % и соответствующее увеличение влажности наружных слоёв контрольных образцов. Таким образом, в результате перераспределения влажности её перепад по толщине образца уменьшается. Распределение влажности по слоям во втором и третьем образцах представлены на рис. 1.



а) б)

Рис. 1. Распределение влажности по толщине: а) второго образца; б) третьего образца

В результате проведения паузы продолжительностью около 7,5 часов, перепад влажности по толщине контрольных образцов уменьшился в среднем в 2,4 раза.

Анализ результатов определения послойной влажности образцов после проведения аналогичных экспериментов на участке сушки другого предприятия показал, что при продолжительности паузы 6 и 6,5 часов не выявил ярко выраженного эффекта перераспределения влажности. Отмечено только увеличение влажности слоёв после паузы и только на одном образце отмечена тенденция развития распределения влажности образцов характерного для второго и третьего образца на рис. 1.

Библиографический список

1. Косарин А. А., Расев А. И. Определение эффективности импульсной сушки берёзовых пиломатериалов в опытно-экспериментальной установке // Вестник МГУЛ. Лесной вестник, 2014. – № 2. – С. 74-77.

2. Косарин А. А., Расев А. И. Режимы импульсной сушки пиломатериалов // Вестник МГУЛ. Лесной вестник, 2011. – № 3. – С. 118-121.

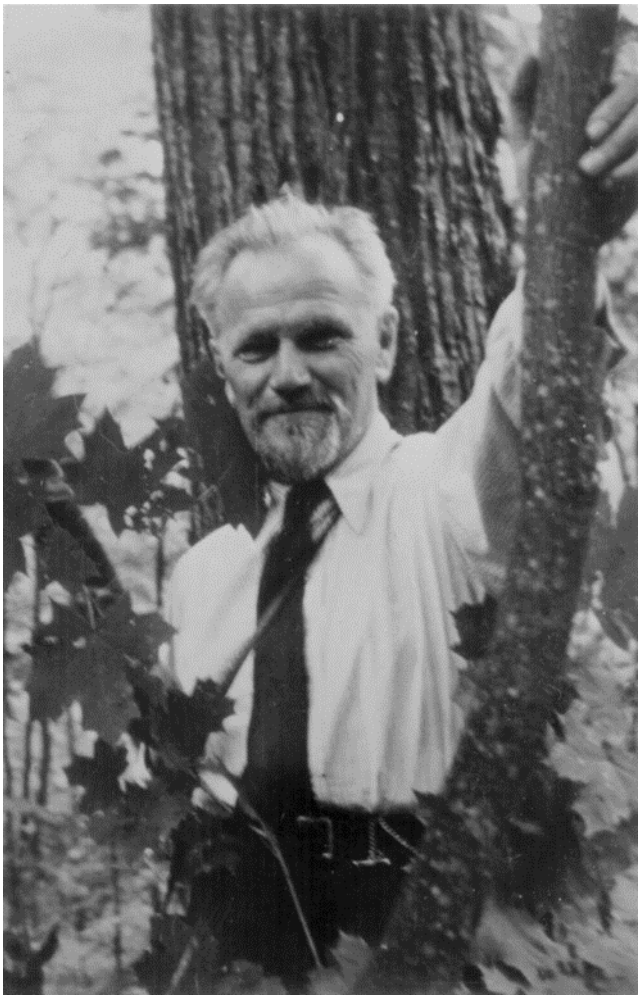
3. Рудак О. Г. Исследование процессов тепломассопереноса при прогреве древесины в ненасыщенной среде // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во,

природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов, 2021. – № 2 (246). – С. 277-283.
4. Рудак О. Г., Короб А. Ю. Исследование характера изменения влажности поверхностных и внутренних слоев древесины сосны при прогреве в ненасыщенной среде // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов, 2021. – № 1 (240). – С. 162-168.

Секция «ДЕНДРОЛОГИЯ И ЛЕСНОЙ ГЕОБОТАНИКА»
(ПОСВЯЩАЕТСЯ 135-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А.П. ШЕННИКОВА)

ВКЛАД АЛЕКСАНДРА ПЕТРОВИЧА ШЕННИКОВА (1888-1962) В РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИТОЦЕНОЛОГИИ, ДЕНРОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Нешатаев В.Ю., vn1872@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова



Александр Петрович Шенников родился 29 августа (11 сентября) 1888 г. в селе Папулово, расположенном на реке Лузе, которая берет начало на Северных Увалах и течет по Кировской области, республике Коми и Вологодской земле. Тогда это был Велико-Устюгский уезд Вологодской губернии.

В 1900 г. после окончания в 1898 г. земского начального училища поступил во второй класс Великоустюгской гимназии, которую закончил с золотой медалью. В школьные годы А.П. увлёкся естествознанием, собирал коллекции насекомых и растений.

Рис. 1 А. П. Шенников в учлесхозе «Лес на Ворскле», 1950-ы гг. фото Т.К.Горышиной, публикуется впервые

В 1907 г. А.П. Шенников поступил на естественное отделение физико-математического факультета Петербургского университета. Во время учёбы в университете проводил исследования растительности в долинах рек бассейна Северной Двины. Во время обучения в университете на него оказали влияние Г. Ф. Морозов, И. П. Бородин, Х. Я. Гоби, В. Л. Комаров, В. Н. Сукачев, Х.Я. Гоби, И.П. Бородин, Н.А. Буш.

Будучи студентом, А.П. Шенников начал преподавать: вёл практические занятия по ботанике в университете, а также на Стебутовских женских курсах и в Психоневрологическом институте. По окончании университета в 1912 г. Александр Петрович был зачислен ассистентом на кафедру ботаники Петербургского Лесного института. С 1914 г. также преподавал на Бестужевских высших женских курсах.

С 1913 г. Александр Петрович Шенников - член Петербургского общества естествоиспытателей. В 1915 г. – член Русского ботанического общества, был избран ученым секретарем комиссии по стационарному изучению растительности. В 1934 –1962 г. возглавлял стационарную комиссию. С 1934 по 1944 г. он был ученым секретарем Русского (в то время – Государственного) ботанического общества.

С 1925 г. работал в отделе геоботаники Ботанического института Академии наук СССР. С 1925 по 1935 г. организовал и возглавил Северную геоботаническую экспедицию Академии наук, которой были обследованы обширные территории нынешних Архангельской, Вологодской областей, республики Коми, побережья Белого моря. По материалам Северной экспедиции [2] и других материалов по Европейскому Северу А.П. Шенников совместно с Ю.Д. Цинзерлингом создал лист 7 геоботанической карты Европейской части СССР (масштаб 1:1 050 000).

С 1933 по 1937 г. А.П. Шенников руководил отрядом комплексной Волжско-Камской экспедиции Академии наук и Волгостроя, изучавшей растительный покров на месте проектируемых водохранилищ и ГЭС в районах Ульяновска и Куйбышева (Самары). В 1935 г. Александру Петровичу Шенникову присвоена без защиты степень доктора биологических наук.

Материалы экспедиционных исследований легли в основу теоретических разработок А.П. Шенникова по классификации и ординации растительности, а также теории геоботанического районирования [5]. В области классификации растительности заслуга А.П. Шенникова состоит в разработке им принципов эколого-фитоценотической классификации и разработке системы её синтаксонов. Им предложенные следующие ранги синтаксонов, используемые в настоящее время в отечественной геоботанике: **ассоциация**, группа ассоциаций, **формация**, группа формаций, класс формаций, подтип растительности, **тип растительности** (полужирным шрифтом выделены основные синтаксоны). А.П. Шенников разработал эколого-фитоценотическую классификацию лугов ряда районов и в целом СССР [4]. Важными являются открытие А.П. Шенникова **явления конвергенции растительных** сообществ и разработка **метода экологических рядов** и методики геоботанических описаний.

В области геоботанического картографирования А.П. Шенников разработал его принципы, главным из которых он считал районирование по признакам самой растительности [5, 6]. Им предложены единицы геоботанического районирования, использовавшиеся в Геоботаническом районировании СССР [7]: **области (зоны)** выделяются по типу растительности, господствующему на плакорах, соответствующему зональным климатическим условиям; **провинции** – по набору плакорных формаций, по преобладающему типу высотной

поясности растительности; **округа** – по набору растительных сообществ, связанных с геоморфологическими и почвенными особенностями территории (в том числе неплакорными), подтипу поясности. А.П. Шеннков совместно с Я.Я. Васильевым составил в Геоботаническом районировании СССР раздел о растительности таёжной области [7].

А.П. Шенников стоял у истоков экспериментальной фитоценологии, сформулировав еще в 1921 г. основные задачи экспериментального направления в фитоценологии [1]: 1) изучение и выражение в точных формулах свойств отдельных растений; 2) исследование реакции растений на абиотичекие факторы среды; 3) изучение реакции растений на разную густоту посева. С 1938 г. по 1944 г. А.П. проводил экспериментальные исследования на биологической станции “Борок”. В 1944 г. он организовал экспериментальный участок на базе Биологического НИИ при ЛГУ в Старом Петергофе, и в 1955 г. – в поселке Отрадное на Карельском перешейке. С 1960 г. руководил созданной им лабораторией экспериментальной геоботаники в Ботаническом институте. Результаты опубликованы в 1963 г. [8]. На основе экспериментов А.П. впервые **доказал несовпадение экологического и фитоценотического оптимумов и ареалов**, построил **ряды конкурентности растений**, внес значительный **вклад в теорию естественного отбора**.

С 1944 г. Александр Петрович Шенников работал заведующим кафедрой геоботаники, где читал курсы экология растений, луговедение и геоботаника. Им написан раздел «Леса и древесные породы Дальневосточного края» в составе учебника «Дендрология с основами лесной геоботаники» под общей ред. В.Н.Сукачёва [3], учебники “Луговедение” (1941), “Экология растений” (1950, позднее издан на многих языках), «Введение в геоботанику» (1964, подготовлен к изданию после смерти А.П. Шенникова И.Х.Блюменталем и Т.К.Горышиной).В 1946 г. А.П. избран членом-корреспондентом АН СССР. Награждён орденами Ленина и «Знак Почета». Скончался А.П. 23 мая 1962 г. Похоронен А.П. Шенников на Серафимовском кладбище в Ленинграде.

Библиографический список

1.Шенников А.П. Фитосоциология и опытные питомники. //Журн. Петрогр. агрон. ин-та. 1921. № 3/4. С. 34-45

2.Шенников А.П. Геоботанические районы Северного края и их значение в развитии производительных сил // Материалы Второй конф. по изуч. произв. сил Северного края. Т. 2: Растительный мир и почвы. Архангельск, Северное краевое изд–во,1933. С. 10-96.

3.Шенников А.П. Леса и древесные породы Дальневосточного края. // Дендрология с основами лесной геоботаники. Под общей ред. В.Н.Сукачёва. Составители: Аболин Р.И., Богданов П.Л., Соколов С.Я., Сукачев В.Н., Шенников А.П. Ленинград: Гослестехиздат, 1934. С. 550 – 594.

4.Шенников А.П. Луговая растительность СССР // Растительность СССР. М.; Л. Т. 1. 1938. С. 429-647

5.Шенников А.П. Принципы геоботанического районирования // Геоботаника. М.; Л. Вып. 4. 1940.С. 23-29.
6.Шенников А.П. К ботанической географии лесного Северо-Востока Европейской части СССР // Там же. С. 35-46.
7.Шенников А.П., Васильев Я.Я. Евразиатская хвойнолесная (таежная) область // Геоботаническое районирование СССР. Тр. Ком. по естеств.-ист. районированию СССР. Т. 2, вып. 2. М.; Л. 1947. С. 25-26.
8.Шенников А.П. – ред. Комплексные экспериментальные геоботанические исследования // Труды БИН, серия 3, Геоботаника, вып. 14. М.; Л., 1963. 228 с.

ДИНАМИКА СЕЗОННОГО РОСТА PICEA PUNGENS ENGELM

Боровикова. А.А., a.borovikova96@yandex.ru,
Антонов А.М., a.antonov@narfu.ru,
Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

На сегодняшний день в озеленении северных городов активно включают инорайонные виды древесно-кустарниковой растительности. Интродуценты способствуют повышению биологического разнообразия дендрофлоры, но и решают проблему улучшения комфортности городов. Одной из активно применяемой в озеленении интродуцированной породой в г. Архангельске является Ель колючая, голубая (*Picea pungens* Engelm, семейство *Pinaceae* Lindl) [1]. Отслеживание динамики особенностей сезонного развития древесных видов даёт представление об их акклиматизации и устойчивости в условиях интродукции и сохранения декоративности [2,3].

Цель исследования – изучить и выявить особенности динамики сезонного роста побегов североамериканского вида *Picea pungens* Engelm. в зелёных насаждениях г. Архангельска.

В зависимости от расположения и назначения территорий нами были выбраны 5 различных локаций: 1 – территория у воды (набережная Северной Двины); 2 – сквер (сквер Театра драмы); 3 – главная дорога (площадь Ленина); 4 – второстепенная дорога (площадь 60-летия Октября, 1); 5 – жилой район (улица Гагарина, д. 5). Динамику роста побегов изучали согласно методике А.А. Молчановой и В.В. Смирновой [4]. Начало роста побегов отмечали вскоре после распускания почек вместе с началом обособления хвои. Каждые 5 дней, измеряли длину выбранных вегетативных побегов в нижней части кроны на уровне 1,5 м от земли у 3 штук модельных деревьев с точностью до 0,1 см. Основные характеристики сезонного роста побегов *Picea pungen*s Engelm, произрастающего насаждениях г. Архангельска представлены в табл. 1.

Табл. 1. Основные характеристики сезонного роста побегов *Picea pungens* Engelm в насаждениях г. Архангельска в период 2020–2023 гг.

Локация. Место произрастания	Средние даты начала и окончания роста побегов		Средняя продолжительность роста, в днях	Средняя величина сезонного прироста, в см	Средний суточный прирост, в см
	начало	конец			
1	2	3	4	5	6
Л.1. территории у воды	29 ± 1 мая	27 ± 1 июля	60 ± 1	11,7239 ± 0,68	0,1937 ± 0,03
Л.2. парк\сквер	28 ± 1 мая	27 ± 1 июля	61 ± 1	11,9386 ± 0,88	0,1941 ± 0,03
Л.3. главная дорога	29 ± 1 мая	27 ± 1 июля	60 ± 1	11,1022 ± 1,30	0,1833 ± 0,04
Л.4. второстепенная дорога	29 ± 1 мая	27 ± 1 июля	60 ± 1	11,4778 ± 1,20	0,1896 ± 0,04
Л.5. жилой район	28 ± 1 мая	27 ± 2 июля	61 ± 2	12,3428 ± 0,69	0,2009 ± 0,03

По результатам статистической обработки в условиях г. Архангельска сроки наступления и окончания роста побегов у вида Picea pungens Engelm в различных локациях совпадают с разницей ± 1 день. Ель колюча принадлежит к группе растений с промежуточным периодом роста побегов. Средняя продолжительность роста составляет 60 ± 1 день. Средняя величина сезонного прироста побегов колеблется от 11,1022 до 12,3428 см. А среднесуточный прирост от 0,18 до 0,20 см.

Статистические показатели средней величины суточного и общего прироста побегов Ели колючей, произрастающего в озеленении г. Архангельска в период 2020–2023 гг. представлены ниже на табл. 2 и 3.

Табл. 2. Статистические показатели среднесуточного прироста *Picea pungens* Engelm в насаждениях г. Архангельска в период 2020–2023 гг.

Локация	Год	N	M	СКО	max	min	Δ_{lim}	± m	Cv	t	p
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Локация №1 – территория у воды.	2023	132	0,1996	0,016	0,23	0,17	0,06	0,001	8,22	139,75	0,71
	2022	132	0,1945	0,015	0,23	0,17	0,06	0,001	7,68	149,49	0,67
	2021	132	0,1870	0,024	0,23	0,14	0,09	0,002	12,93	88,84	1,12
Локация №2 - парк\сквер.	2023	132	0,1949	0,017	0,23	0,16	0,07	0,001	8,99	127,68	0,78
	2022	132	0,1933	0,018	0,23	0,16	0,07	0,002	9,39	122,41	0,82
	2021	132	0,1942	0,023	0,23	0,15	0,08	0,002	11,90	96,52	1,04
Локация №3 – главная дорога.	2023	132	0,1873	0,021	0,23	0,15	0,08	0,002	11,42	100,60	0,99
	2022	132	0,1820	0,024	0,23	0,15	0,08	0,002	13,16	87,33	1,14
	2021	132	0,1805	0,022	0,23	0,15	0,08	0,002	12,33	93,21	1,07
Локация №4 - второстепенная дорога.	2023	132	0,1913	0,021	0,23	0,15	0,08	0,002	10,78	106,60	0,94
	2022	132	0,1842	0,022	0,23	0,15	0,08	0,002	11,89	96,63	1,03
	2021	132	0,1933	0,021	0,23	0,15	0,08	0,002	10,65	107,88	0,93
Локация №5 – жилой район.	2023	132	0,2024	0,015	0,23	0,17	0,06	0,001	7,53	152,61	0,65
	2022	132	0,2000	0,018	0,23	0,15	0,08	0,002	9,08	123,53	0,79
	2021	132	0,2002	0,019	0,23	0,15	0,08	0,002	9,49	121,07	0,83

Примечание: N — число учетов (замеров), шт.; M — среднее арифметическое, см; СКО — среднеквадратическое отклонение, см; max. — максимальное значение, см; min. — минимальное значение, см; Δlim -диапазон значений, см; ± m — ошибка репрезентативности выборочного среднего, см; Cv, — коэффициент вариации; t (α=0,05) – критерий Стьюдента; p — относительная ошибка, или точность опыта, %.

Табл. 3. Статистические показатели общего прироста *Picea pungens* Engelm в насаждениях г. Архангельска в период 2020–2023 гг.

Локация	Год	N	M	СКО	max	min	Δ_{lim}	± m	Cv	t	p
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Локация №1 – территория у воды.	2023	12	12,0833	0,261	12,46	11,80	0,66	0,075	2,16	160,45	0,62
	2022	12	11,7483	0,345	12,44	11,34	1,10	0,099	2,94	117,82	0,85
	2021	12	11,3400	0,828	12,42	10,06	2,36	0,239	7,30	47,45	2,11
Локация №2 - парк\сквер.	2023	12	11,9742	0,585	12,60	10,72	1,88	0,169	4,88	70,93	1,41
	2022	12	11,8808	0,424	12,48	11,17	1,31	0,122	3,57	97,02	1,03
	2021	12	11,9608	0747	12,81	10,71	2,10	0,216	6,24	55,47	1,80
Локация №3 – главная дорога.	2023	12	11,3367	0,867	12,46	9,78	2,68	0,251	7,66	45,21	2,21
	2022	12	11,0183	0,892	12,30	9,66	2,64	0,258	8,10	42,76	2,34
	2021	12	10,9517	0,771	12,38	9,90	2,48	0,222	7,04	49,23	2,03
Локация №4 - второстепенная дорога.	2023	12	11,5783	0,772	12,54	10,08	2,46	0,223	6,67	51,94	1,92
	2022	12	11,1500	0,889	12,40	9,72	2,68	0,259	8,07	42,94	2,33
	2021	12	11,7050	0,702	12,56	10,50	2,06	0,203	5,99	57,76	1,73
Локация №5 – жилой район.	2023	12	12,4292	0,291	12,76	12,00	0,76	0,084	2,34	147,70	0,68
	2022	12	12,2908	0,503	12,96	11,33	1,63	0,145	4,09	84,70	1,18
	2021	12	12,3083	0,588	12,97	11,17	1,80	0,169	4,77	72,57	1,38

Примечание: N — число учетов (замеров), шт.; M — среднее арифметическое, см; СКО — среднеквадратическое отклонение, см; max. — максимальное значение, см; min. — минимальное значение, см; Δlim -диапазон значений, см; ± m — ошибка репрезентативности выборочного среднего, см; Cv, — коэффициент вариации; t (α=0,05) – критерий Стьюдента; p — относительная ошибка, или точность опыта, %.

В результате измерений экземпляры *Picea pungens* Engelm, произрастающие в условиях г. Архангельска, имеют схожие показатели общего прироста побегов не зависимо от местоположения. Наибольшая общая длина побега 12,4 см отмечена в локации жилого района, а наименьшая в локации главной дороги – 11,0 см. 95-процентный доверительный интервал среднего значения общего прироста побегов составляет [11,5; 12,0]. В ходе проведения этапа исследований описательной статистики все выше полученные нами данные достоверны и достаточно надежны, о чём свидетельствует оценка точности опыта, согласно которой относительная ошибка не преодолела максимально допустимый рубеж в 5 %. А также расчётные значения t-критерия Стьюдента, во много раз превысившие табличный порог на 5-% уровне значимости.

В результате проведённого нами исследования сделаны выводы:

1) Рост побегов интродуцированного вида *Picea pungens* Engelm в условиях г. Архангельска не имеет зависимости в отношении условий района произрастания. О чём свидетельствует 95-процентный доверительный интервал среднего общего прироста побегов – (11,5; 12,0 см).

2) В условиях г. Архангельска экземпляры Ели колючей, расположенные в различных локациях относятся к группе с промежуточным уровнем среднесуточного и общего прироста побегов.

3) Наибольшая среднесуточная и общая длина прироста побега отмечена в локации жилого района 0,2 мм и 12,4 см, а наименьшая – в локации главной дороги – 0,2 мм и 11,0 см.

4) Сроки наступления и окончания роста побегов Ели колючей в различных местоположениях совпадают с разницей ± 1 день. Средняя дата начала прироста – 29 ± 1 мая, а окончания – 27 ± 1 июля.

5) Средняя продолжительность роста побегов Ели колючей в различных локациях составляет 60 ± 1 день, что относит их к группе растений с промежуточным периодом роста побегов.

6) Наибольшее увеличение линейных значений у большинства видов отмечено в период с 13 июня по 30 июня 2022–2023 гг. В 2021 году этот период приходится на 19 июня – 5 июля. С середины июля снижается линейный прирост побегов и начинается процесс их одревеснения, за счёт чего интродуцированный вид *Picea pungens* Engelm успевает подготовиться к зимнему периоду.

Полученные нами данные свидетельствуют об успешной акклиматизации и устойчивости *Picea pungens* Engelm к изменяющимся суровым климатическим условиям северного города Архангельска. Короткий промежуток времени от начала и до окончания роста побегов указывает на высокий уровень адаптации вида, что важно для короткого северного лета.

Библиографический список

1. Бабич Н.А., Залывская О.С., Травникова Г.И. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов. Архангельск: АГТУ, 2008. – 144 с.
2. Бабарыкина И.В., Григорьева А.И. Экологические особенности сезонного роста побегов хвойных видов древесных растений в г. Омске. – Омск: Омский гос. Педагогический ун-т., 2006. – №3 (36). – С. 161–164.
3. Лапин П. И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюл. Гл. ботан. сада., 1967. – Вып. 65. – С. 13–18.
4. Молчанов А.А., Смирнова В.В. Методика изучения прироста древесных растений. М.: Наука,1967. – 100 с.

КРАСНОКНИЖНЫЕ ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ В КОЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА И ИХ ИСПОЛЗОВАНИЕ

Васильев С.В., vasiliev-fta@yandex.ru,
Чепик Ф.А., fed-chepik@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

В соответствии с действующим законодательством растения и другие организмы, относящиеся к видам, занесенным в красные книги, повсеместно подлежат изъятию из хозяйственного использования. Их генетический фонд подлежит сохранению, в том числе в искусственно созданной среде обитания. Дендрологические парки и ботанические сады являются одними из главных объектов, способных решить эту задачу не только с точки зрения длительного культивирования растений с деградировавшим естественным ареалом произрастания, но и изучения их экологических особенностей и биологических свойств с целью разработки эффективных методов реинтродукции в природную среду.

В настоящее время в перечень объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации (редакция от 20.12.2018), входит 75 видов древесных растений, относящихся к 32 семействам [5]. Из них в настоящее время

25 видов культивируется в Ботаническом саду Лесотехнического университета: можжевельник твердый (*Juniperus rigida*), м. Саржента (*J. sargentii*), микробиота перекрестнопарная (*Microbiota decussata*), лиственница ольгинская (*Larix olgensis*), ель Глена (*Picea glehnii*), тисс ягодный (*Taxus baccata*), тисс остроконечный (*T. cuspidata*), клён японский (*Acer japonicum*), калопанакс семилопастной (*Kalopanax septemlobus*), береза Максимовича (*Betula maximowicziana*), береза Радде (*B. raddeana*), лещина древовидная (*Corylus colurna*), хмелеграб обыкновенный (*Ostrya carpinifolia*), жимолость Толмачева (*Lonicera tolmatchevii*), бересклет карликовый (*Euonymus nana*), рододендрон Фори (*Rhododendron fauriei*), рододендрон Шлиппенбаха (R. *schlippenbachii*), гортензия черешчатая (*Hydrangea petiolaris*), орех айлантолистный (*Juglans ailanthifolia*), лапина крылоплодная (*Pterocarya pterocarpa*), абрикос маньчжурский (*Armeniaca mandshurica*), кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus*), экзохорда пильчатолистная (*Exochorda serratifolia*), принсепия китайская (*Princepia sinensis*), рябинокизильник Позднякова (*Sorbocotoneaster pozdnjakovii*).

История интродукции редких и исчезающих видов древесных растений в Ботаническом саду Лесотехнического университета насчитывает 190 лет. В 1861 году коллекция древесных растений, занесенных в настоящее время в Красную книгу Российской Федерации, включала 12 видов, из которых к настоящему времени сохранились лишь 4 вида: тис ягодный, бересклет карликовый, хмелеграб граболистный и лапина кавказская [7]. Дальнейшие обобщения результатов интродукционной работы в Ботаническом саду лесотехнической академии производились в работах Э. Л. Вольфа, Акимова П.А., Булыгина Н.Е., Н. М. Андронова, Ф. А. Чепика, С. Г. Сахаровой, Л. А. Семеновой [1, 2, 3, 4, 6]. Наивысшего расцвета коллекция краснокнижных растений достигла в первой трети двадцатого века: в сводке Э.Л. Вольфа 1917 года приводятся 42 вида. В годы Великой Отечественной войны было утрачено около 60% коллекции краснокнижных видов. За последние четверть века коллекция ботанического сада пополнилась шестью новыми видами древесных растений, занесенных в Красную книгу Российской Федерации (калопанакс семилопастной, жимолость Толмачева, бересклет карликовый, экзохорда пильчатолистная, рябинокизильник Позднякова, можжевельник твердый); три вида (дуб зубчатый, липа Максимовича, сосна густоцветная) из коллекции исчезли.

Большинство выращиваемых краснокнижных растений (16 видов) регулярно цветут и плодоносят, у трех видов (лещина древовидная, хмелеграб обыкновенный и лапина крылоплодная) наблюдается только цветение, остальные (микробиота перекрестнопарная, калопанакс семилопасной, бересклет карликовый, абрикос маньчжурский, экзохорда пильчатолистная и рябинокизильник Позднякова) находятся в вегетативном состоянии в силу молодого возраста или по иным причинам.

Перспективы практического применения краснокнижных древесных растений различно и зависят от их декоративных качеств, биологических особенностей и экологических свойств, связанных в том числе и с их географическим происхождением. В населенных пунктах Северо-Запада России

вот уже более 100 лет культивируется кизильник блестящий, который стал одним из основных растений для создания стриженых живых изгородей. Более широкого применения в качестве газостойких, теневыносливых вечнозеленых растений с плотной кроной, способных хорошо переносить искусственную стрижку и формовку, заслуживают тис ягодный и тис остроконечный. В качестве солитеров с живописной кроной особый интерес представляют клен японский и можжевельник твердый. Быстротой роста, зимостойкостью, теневыносливостью, яркой осенней окраской листьев и декоративностью во время цветения отличается гортензия черешковая, способная успешно соперничать с другими видами лиан для вертикального озеленения и в качестве почвопокровного растения. Рододендрон Шлиппенбаха, цветущий розовыми цветками, является одним из самых декоративных листопадных рододендронов, устойчивых в культуре до широты Санкт-Петербурга.

Расширение работы по выращиванию краснокнижных древесных растений в ботанических садах, их изучению, селекции наиболее устойчивых сортов, внедрению в практику озеленения, популяризации знаний о них является одним из важнейших путей сохранения генофонда редких и находящихся под угрозой исчезновения видов для будущих поколений.

Библиографический список:

1. Андронов Н.М. Деревья и кустарники дендрологического сада Ленинградской лесотехнической академии. Л.: ЛТА, 1962. 112 с.
2. Акимов П.А., Булыгин Н.Е. Наиболее интересные деревья и кустарники дендрологического сада и парка Ленинградской лесотехнической академии им. С.М. Кирова. Л.: ЛТА. 1961. - 111 с
3. Булыгин Н.Е., Сахарова С.Г. Дендрология: Учебное пособие по самостоятельному изучению древесных растений в парке и дендрариуме ботанического сада ЛТА для студентов специальностей 26.-04 и 26.05. СПб.: СПбГЛТА, 2004. 104 с.
4. Вольф Э. Л. Наблюдения над морозоустойчивостью деревянистых растений // Тр. бюро по прикладн. ботанике. Пг., 1917. Т. 10. № 1. 146 с.
5. Приказ МПР России от 25.10.2005 №289 (ред. от 20.12.2018) «Об утверждении перечней (списков) объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и исключенных из Красной книги Российской Федерации (по состоянию на 1 июня 2005 г.)» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.11.2005 N 7211)
6. Фирсов Г.А., Егоров А.А., Бялт В.В., Неверовский В.Ю., Орлова Л.В., Волчанская А.В., Лаврентьев Н.В. Древесные растения «Красной книги» России в коллекции Санкт-Петербургской лесотехнической академии // Hortus botanicus. 2010. №. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/drevesnye-rasteniya-krasnoy-knigi-rossii-v-kollektsii-sankt-peterburgskoy-lesotehnicheskoy-akademii (дата обращения: 25.04.2023).9. Чепик Ф. А. Дендрология. Л.: ЛТА, 1977. – 80 с.
7. Шредер Р.И. Наблюдения над разводимыми в Санкт-Петербургском Лесном Институте деревьями и кустарниками относительно их неприхотливости, при

особенном внимании необыкновенно жесткой зимы 1860 – 1861 года // Акклиматизация. М., Том. 2, Вып. 9, 1861. С. 181 - 200; Вып. 10, 1861. С. 433-458.

ФОРМОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СЕМЕННЫХ ЧЕШУЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ СУБАРКТИЧЕСКОГО КЛИМАТА

Генрих Э.А., genrih.edvard@yandex.ru,
Беляева Е.А.,
Бабич Н.А.,
Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

Изучение биологических признаков и систематики ели с давних пор привлекало внимание исследователей [4,6]. Одним из основных отличительных морфологических параметров елей европейской и сибирской считается форма семенных чешуй [4]. У ели европейской верхняя часть чешуй отличается мелкозазубренной верхушкой, несколько вытянутая, у ели сибирской чешуя округлая более широкая и менее вытянутая. В ходе интрогрессивной гибридизации елей европейской и сибирской, сформировалась обширная зона распространения особей и популяций с большим разнообразием промежуточных форм по многочисленным признакам, и в первую очередь по форме семенных чешуй [4].

Цель нашей работы заключалась в изучении формового разнообразия семенных чешуй некоторых видов ели в условиях субарктического климата.

Сбор материала проводили осенью 2023 г. в Усть-Цилемском и Троицко-Печорском районе (сопредельный район к субарктическому региону) Республики Коми. Географические координаты проведения работ в Троицко-Печорском районе – N 61°36′51″, E 57°59′3″, в Усть-Цилемском районе – N 64°50′20,79″, E 51°18′11,23″. Объектом исследования послужили шишки ели европейской, сибирской и гибридной. В качестве насаждений, в которых был произведён сбор шишек, выступили ельники лишайниковые (ельник зеленомошно-лишайниковый) V класса возраста, расположенные в подзоне северной тайги (Усть-Цилемский район) и ельники зеленомошные (ельник чернично-зеленомошный), произрастающие в средней подзоне тайги (Троицко-Печорский район) Республики Коми.

Исследования проведены маршрутным методом. На участках леса лишайникового и зеленомошного типов через каждые 100 метров по маршруту под кроной елей закладывали точку для сбора не менее 10 шишек. В Троицко-Печорском районе собрано 152 шишки, в Усть-Цилемском – 54 шишки. Собранные шишки собирали хранили в прохладном месте.

Для оценки формового разнообразия семенных чешуй использована методика П.П. Попова [4,5]. Из средней части каждой шишки выбирали наиболее «типичную» чешуйку, на проекции которой производили все необходимые измерения для расчета коэффициентов сужения – $C_{n,}$ вытянутости – C_p и формы

– C_f. С каждой чешуи снимали 3 необходимые нам величины: наибольшая ширина чешуи (*dmax*), расстояние от верхнего края чешуи до наибольшей её ширины (*h*) и ширина чешуи на расстоянии 1 мм от верхнего края (*d)*. Коэффициенты рассчитывались согласно формулам приведённых в работе Н.В. Живайкиной [6]. Подобный прием введен в широкую практику [3,4,6]. Статистическую обработку данных производили в программе Microsoft Excel и с помощью методической литературы [2].

Проведенный анализ изменчивости форм семенных чешуй ели по трем коэффициентам показал, что в Усть-Цилемском районе лидером по коэффициенту сужения оказалась ели гибридная (C_n= 41,6±5,0) (табл. 1). Ель сибирская характеризуется наибольшими значениями коэффициента вытянутости семенных чешуй (C_p = 52,6±1,2). Максимальными значениями коэффициента формы чешуй (C_f) отличается ель гибридная (C_f = 1,0±0,1) по сравнению со значениями данного коэффициента ели сибирской (C_f= 0,7±0,02). Повышенный уровень изменчивости характерен для коэффициента формы чешуй – C_f (V = 22,9–24,6%) и коэффициента сужения – C_n (V = 18,5–27,1%) [5]. Средний уровень отмечен для коэффициента вытянутости чешуй C_p (V = 9,7–14,8%).

Табл. 1. Изменчивость параметров формы семенных чешуй ели сибирской и гибридной в Усть-Цилемском районе Республики Коми

Вид	Коэффициент сужения чешуй, C_n		Коэффициент вытянутости чешуй, C_p		Коэффициент формы чешуй, C_f	
	V, %	M±m Lim	V, %	M±m Lim	V, %	M±m Lim
Ель гибридная	27,1	41,6±5,0 31–59	9,7	40,0±1,7 34–43	24,6	1,0±0,1 0,8–1,4
Ель сибирская	18,5	34,0±1,0 20–49	14,8	52,6±1,2 36–71	22,9	0,7±0,02 0,4–0,9

Примечание. здесь и в таблице 2: числитель – среднее значение параметра и его ошибка (M±m), знаменатель – его минимальное и максимальное значение (Lim), коэффициент вариации – V, %.

Аналогичный анализ форм семенных чешуй выполнен по образам собранных в Троицко-Печорском районе Республики Коми (табл. 2).

Семенные чешуи ели сибирской и ели гибридной обладают сравнительно равными значениями коэффициента сужения (C_n = 52,1±1,0) и (C_n = 49,1±1,0) в отличии от ели европейской, где значения коэффициента заметно ниже (C_n = 43,8±1,73). Анализ коэффициента вытянутости семенных чешуй показал обратную картину, так значения данного коэффициента равны у ели европейской (C_p = 41,0±1,6) и ели гибридной (C_p = 41,1±1,4), а значения данного коэффициента ели сибирской оказались достоверно ниже (C_p = 35,7±1,2). Лидером по коэффициенту формы оказались чешуйки ели сибирской (C_f = 1,6±0,07), ель европейская (C_f = 1,2±0,06) и ель сибирская (C_f = 1,2±0,06) характеризуются равными значениями коэффициента. Средний уровень изменчивости установлен для коэффициента сужения – C_n (V=13,3 –21,9%), в то

же время коэффициенты вытянутости – C_p (V = 17,7–24,3%) и формы – C_f (V = 27,1%–32,8%) отличаются повышенным и высоким уровнем изменчивости. Полученные результаты во многом схожи с ранее проведенными исследованиями на территории Архангельской области [1].

При сравнении коэффициентов (Cn, Cp, Cf) выявлено что ель гибридная является лидером по коэффициентам сужения и формы семенных чешуй в Усть-Цилемском районе. В Троицко-Печорском районе анализ трех коэффициентов показал, что наибольшими значениями по коэффициенту сужения отличаются семенные чешуйки ели сибирской, в то же время максимальными значениями по коэффициенту вытянутости являются чешуйки ели европейской и гибридной. Процентное соотношение от общего количества собранных шишек в Троцико-Печорском районе ель сибирская заняла доминирующе положение – 73,2%, ель гибридная – 20,9% и ель европейская – 5,9%. В Усть-Цилемском районе выявлено следующее видовое соотношение: ель сибирская – 87 %, ель гибридная 13 %.

Табл. 2. Изменчивость параметров формы семенных чешуй ели европейской, сибирской и гибридной в Троицко-Печорском районе

Вид	Коэффициент сужения чешуй, C_n		Коэффициент вытянутости чешуй, C_p		Коэффициент формы чешуй, C_f	
	V, %	M±m Lim	V, %	M±m Lim	V, %	M±m Lim
Ель европейская	21,9	43,8±1,73 20-64	19,8	41,0±1,6 27–62	27,8	1,2±0,06 0,5–1,6
Ель сибирская	13,3	52,1±1,0 34–69	17,7	35,7±1,2 16–58	27,1	1,6±0,07 0,9–3,1
Ель гибридная	13,8	49,1±1,0 35–62	24,3	41,4±1,4 27–59	32,8	1,2±0,06 0,8–2,2

Согласно полученным коэффициентам форм семенных чешуй, ель гибридная обладает в большей степени признаками ели сибирской в обоих районах исследования.

Библиографический список

1. Генрих, Э.А. Сорокин Е.С. Биометрические показатели морфологических признаков шишек и формовое разнообразие семенных чешуй у ели Европейской, сибирской и гибридной // Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых учёных Высшей школы естественных наук и технологий САФУ– 2023. С. 83–88.
2. Гусев, И.И. Моделирование экосистем: Учеб. пособие - Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2002. − 112 с.
3. Попов П.П. Гибридная ель на северо-востоке Европы // Лесоведение. 1996. № 2. С. 62–71.
4. Попов П.П., Арефьев С.П., Казанцева М.Н. Фенотипическая структура популяций ели некоторых особо охраняемых природных территорий на востоке Европы и в Сибири // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2019. Т. 4, № 4. С. 26–33.

5. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae*). М.: Наука, 1973. 284 с.
6. Живайкина Н. В. Формовое разнообразие семенных чешуй ели в пределах евроазиатского ареала рода Picea // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2005.Т. 38. №. 2. С. 31–35.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ НЕПЕЙЦЕВСКОГО ДЕНДРОПАРКА г. УФА

Егорова Л.В., liliya.egorova.01@mail.ru,
Байтурина Р.Р., aspirant_bsau@mail.ru,
Башкирский государственный аграрный университет

Одним из показателей, который отражает степень устойчивости растений в ходе роста и развития, выступает жизненное состояние. Оценка жизненного состояния у древесных растений, используемых в городском озеленении, дает возможность обосновать рекомендации для создания наиболее продуктивных и долговечных зелёных насаждений.

На территории лесов Уфимского городского лесничества в квартале 33 производственного участка № 2 расположена особо охраняемая природная территория (ООПТ) – дендрологический памятник природы регионального значения Непейцевский дендропарк площадью 23,8 га [1]. Непейцевский дендропарк выполняет экологические функции, как и остальные насаждения города, однако в процессе роста и развития под воздействием природных и антропогенных факторов древесные растения стареют, теряют свои полезные качества и гибнут, следовательно насаждения не в состоянии выполнять свои санитарно-гигиенические функции. Все это связано с нарастанием рекреационных нагрузок на ООПТ.

Для выявления экологического состояния ООПТ необходимо сделана оценка санитарного состояния насаждений. С этой целью на территории дендропарка были заложены три временные пробные площади (ПП) в соответствии с ОСТ 56-96-83 «Пробные площади лесоустроительные и лесохозяйственные. Правила закладки». На пробных площадях производили перечёт деревьев по диаметрам и категориям жизненного (санитарного) состояния определяли среднюю высоту и диаметр, запас по породам, состав, количество подроста [2, 3].

Жизненное состояние растений оценивали по 5-балльной шкале В. А. Алексеева от 1 (растение с признаками здорового роста и развития) до 5 (сухостой). Вычисляли индекс состояния насаждений по числу деревьев. Полученные данные переводили в %: состояние здорового растения соответствовало 100-80%, ослабленного – 79-50%, сильно ослабленного – 49-20%, отмирающего – <19%, сухостоя – 0% [4, 5].

В ходе исследования был проведён ландшафтный анализ территории дендропарка и определены такие показатели, как тип ландшафта, проходимость

и просматриваемость территории, рекреационная дегрессия, эстетическая и рекреационная оценка территории.

Непейцевский дендропарк – лесная территория с преобладанием клёна остролистного, тополя культурного, липы мелколистной и лиственницы даурской. В меньшей степени в дендропарке наблюдается распространение насаждений с участием осокоря, ели и дуба красного. Результаты перечёта деревьев приведены в табл. 1.

На ПП 1. Ранее была проведена выборочная санитарная рубка клена с интенсивностью 20% и лиственницы с 5% интенсивностью. На ПП 2 проводили выборочную санитарную рубку.

Табл. 1. Размеры ПП (га), количество деревьев на них по категориям состояния

Показатели	ПП 1	ПП 2	ПП 3
Площадь	0,4	1,1	0,6
Состав	7Л3КЛ	8Л2КЛ+Д	5КЛ3Д2Л+Б
Всего стволов, в т.ч. по категориям состояния	206	214	172
Здоровые	181	199	142
Ослабленные	21	9	19
Сильно ослабленные	–	4	4
Отмирающие	–	–	–
Сухостой	4	2	7

Анализ таблицы позволяет сделать вывод, что несмотря на зафиксированные повреждения стволов, листьев на всех трех пробных площадях, в целом, участок исследования является здоровым.

По результатам проделанной работы пришли к следующим выводам:

– на территории дендропарка преобладает закрытый тип ландшафта – 52,5 %, из-за покрытия естественным лесным массивом большей части территории;

– значительно преобладает на площади дендропарка средняя проходимость – 73,1%, т.к. захламленность, подлесок, подрост ограничивают передвижение по конкретным направлениям;

– на 91,6% площади дендропарка просматриваемость средняя;

– по степени дигрессии преобладает первый класс на площади 18,3 га, что составляет 76,9 % от общей площади дендропарка;

– на территории дендропарка преобладает средний класс эстетической и рекреационной оценок, соответственно 55,4% и 65,9%;

– в насаждениях также было зафиксированы случаи повреждения деревьев болезнями и вредителями такими как трутовик, гниль, искривления стволов, пятнистость листьев клена и др.;

– насаждения дендропарка представлены средневозрастными, приспевающими и спелыми культурами, на базе которых возможно формирование высокоэстетичных ландшафтов, отвечающих требованиям ландшафтной архитектуры.

Результаты обследования насаждений показали, что данная территория активно используется отдыхающими для прогулок, занятий спортом, как в зимний, так и в летний периоды.

Таким образом, с целью улучшения состояния лесных насаждений, а также создания условий для полноценного отдыха в зонах активной рекреации, необходимо выполнить комплекс мероприятий, включающих как лесохозяйственные работы, такие как проведение рубок ухода и санитарно-выборочных рубок. Все эти мероприятия позволят сохранить дендропарк в городской черте и создать более комфортные условия для отдыха горожан.

Библиографический список

1. Агальцова, В. А. Основы лесопаркового хозяйства: учебник. - М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. - 213 с.
2. Атрохин, В.Г. Ландшафтное лесоводство: учебник для вузов / В.Г. Атрохин, В.Я Курамшин. – М.: Экология, 1991. – 176 с.
3. Кичигин, Н.В. Городские леса: режим охраны и использования. / Н.В. Кичигин // Журнал российского права. – 2011. – № 6 – С. 28-34.
4. Лесохозяйственный регламент Уфимского лесничества. – Уфа, 2023. - 172 с.
5. Тюльпанов, Н.М. Лесопарковое хозяйство: учебное пособие / Н.М. Тюльпанов. – Ленинград: Стройиздат, 1975. – 168 с.

ДЕНДРОИНДИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА

Ловелиус Н.В. lovelius@mail.ru,
Петровская академия наук и искусств
Трубина М.А. marina.tma@gmail.com,
Русское географическое общество

Введение. Дендроиндикация (от греч. *dendron* - дерево и лат. *indicatio* – указатель) изучает систему связей «дерево - окружающая среда», используя древесные растения для оценки состояния и изменений окружающей среды под воздействием экологических факторов**.** Дендроиндикация занимает особое место в науках о лесе, т. к. позволяет решать междисциплинарные задачи: от оценки воздействия антропогенных выбросов на отдельный лесной массив до влияния космогелиогеофизических факторов на лесные экологические системы. Идее использования прироста годичных колец древесных растений как индикаторов условий среды посвящено множество работ, начиная с таких выдающихся учёных как Леонардо да Винчи, основателя биологической систематики Карла Линнея, российских учёных середины XIX века: А.Н.Бекетова («отца» русских ботаников), основоположников лесоведения Г.Ф.Морозова и В.Н.Сукачева, основоположника почвоведения В.В. Докучаева, выдающегося химика Д.И.Менделеева и др. [1, 3-5, 8]. «Отцом» отечественной дендроиндикации является Ф.Н. Шведов.

Методы и материалы дендроиндикации. Специальными разделами дендроиндикации являются *дендрохронология* и *дендроклиматология*. Дендрохронологические методы датировки природных явлений и

археологических остатков, основаны на анализе годичных колец древесины. Дендроклиматические методы позволяют: 1) выявить связи между изменчивостью климата и величиной радиального прироста (по диаметру) древесных пород ─долгожителей (сосны, лиственницы, дуба и др.); 2) оценить изменения продуктивности лесов, прироста древесных растений, их репродуктивную способность и состояние взаимосвязи между колебаниями климата и цикличностью солнечной и геомагнитной активности. Ряды дендроклиматических данных охватывают временные интервалы (500 ─ 1000 лет), превышающие продолжительность инструментальных наблюдений.

Ведущая роль в биоиндикации состояния окружающей среды принадлежит древесным растениям, они способны поглощать и нейтрализовать часть атмосферных полютантов, задерживать пылевые частицы и выделять фитонциды. В качестве индикаторов изменений природных условий используются хвойные и лиственные породы. По изменчивости прироста деревьев в разные годы можно получить представление об особенностях древнего климата. Это позволяет при соответствующей математической обработке многовековых рядов данных, характеризующих радиальный прирост и его связь с климатическими и космическими условиями, составлять дендрохронологические шкалы и прогнозировать возможные изменения климата в будущем.

Согласно многолетним исследованиям по изучению прироста хвойных деревьев, проведённым профессором Н.В.Ловелиусом ─ основателем научной школы *«Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий»*, были выявлены ритмы внутривековых и вековых колебаний роста деревьев, обусловленные глобальными изменениями, определяющих их факторов природной среды. Исследования проводили с 1963 г. в различных географических районах СССР (России, Киргизии, Таджикистане, Туркмении, Украине), а также Монголии и Болгарии [4-7].

Измерения годичных колец проводили по линии наибольшего прироста, что исключало пропуск годичных колец в неблагоприятные годы, когда происходит только секторальное образование. Для оценки радиального прироста древесины использовали образцы, полученные разными методами: спилы, варианты взятия проб «сектор» и «диаметр», керны. Известно, что для районов с природоохранным режимом и ограниченными природными ресурсами единственным способом являлось взятие кернов буром (диаметр 4 мм). Измерения ширины годичных колец выполняли под бинокулярным микроскопом МБС-1 и МБС-4 (точность шкалы окуляр-микрометра до 0,01 мм), включённым в полуавтоматический комплекс с комплектом программ TSAPWin для исследования годичных колец. В результате проведённых экспедиционных исследований были получены продолжительные серии данных возраста годичных колец, которые составляют 500-600 лет, а для горных районов Средней Азии ─1000 лет.

Для выявления реакции древесных растений на изменение солнечной активности в 11 - и 22-летнем циклах использовали метод *«наложенных эпох»* с

последующим интегрированием для определения направленности роста деревьев в разные эпохи солнечной активности (СА). На основании анализа прироста деревьев относительно реперов СА Н.В.Ловелиусом было предложено было понятие «*гелиобиоритмотип*», а относительно реперов галактических космических лучей «*галактикобиоритмотип*». Связь процессов роста растений с метеорологическими условиями и гелиогеофизическим фоном рассчитывали с использованием статического анализа временных рядов.

Н.В.Ловелиус предложил основные аспекты дендроиндикации: *гидрометеорологический, геоботанический, экологический, гелиофизический, природоохранный.* Дополнительно был расширен список растений, участвующих в качестве индикаторов изменений природных условий и антропогенных воздействий. В настоящее время в исследованиях роста деревьев основное внимание уделяется систематизации и обобщению полученных дендрологических данных по отдельным регионам и создание банков данных.

Исследование природных процессов Валаамского архипелага. Для изучения колебаний прироста годичных колец сосны, ели и лиственницы в зависимости от гидрометеорологических и геофизических факторов природной среды был выбран Валаамский архипелаг, расположенный в группе островов в северной части Ладожского озера, Республика Карелия [5,7]. Валаамский архипелаг (31 м над уровнем моря) является природным феноменом, заповедником, представляет собой уникальную экосистему и считается «жемчужиной русского Севера». Растительный мир Валаамского архипелага представлен хвойными лесами (сосна, ель), также встречаются берёзы, ольха, дубы, вязы, ясени, лиственницы, привезённые монахами (рис 1). Средний диаметр древостоя ─ 32,6 см, средняя высота ─ 20,5 м, подрост ─ берёза, ольха, подлесок ─ волчье лыко.

Рис. 1 Растительный мир о. Валаам (фото из личного архива Трубиной М.А.)

Во время проведения работ по дендроиндикации на о. Валаам для сводных серий каждой породы проводились расчёты их отклонений от 10-летней календарной нормы, при анализе отклонений прироста по знаку было выделено 8 групп. Результаты анализа показали, что на ухудшение условий произрастания все породы реагируют согласованнее – 27,7% сходства, а на улучшение условий – 24,5% реакций. При парном сочетании реакций: у ели и лиственницы – 69,2%, у сосны и лиственницы – 68,1%, у сосны и ели – 67,1%. Этот результат подтверждается расчётами парной корреляции серий индексов, при этом совокупный коэффициент корреляции = 0,49, что говорит об умеренной связи (при P=0,95). Интегрированные характеристики по каждой породе были объединены в обобщённую серию, на основе которой были выявлены даты экстремального радиального годового прироста ─ максимального (1906, 1915, 1935, 1954, 1963, 1983) и минимального (1899, 1909, 1923, 1942, 1959, 1975). Наиболее значимыми характеристиками условий роста деревьев являются температура и осадки, при этом оптимальными условиями для роста хвойных является тёплая зима при малом количестве осадков и тёплое лето с обильными осадками. Серии годичных слоёв сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris)* оказались продолжительнее чем у других пород (276 лет), что позволяет сопоставить ритмы её роста с вековым ходом активности Солнца. Анализ многолетних 11-летних циклов СА и 10-летних значений прироста сосны показывает, что они имеют выраженную противофазу, т.е. с увеличением СА рост сосны на Валааме замедляется. Впервые проблему изменения состояния организмов от физических факторов и СА поставил основоположник СА А.Л. Чижевский [9].

Заключение. Проведённые исследования показали целесообразность продолжения комплексных работ по изучению экосистем Валаамского архипелага в сотрудничестве с экологами, метеорологами, гидрологами, ботаниками и др. Специалистами в связи с антропогенной нагрузкой (деградация почв), связанной с увеличением рекреационной деятельности (туристы, паломники, экскурсии и т.д.).

Библиографический список

1. Битвинскас Т. Т. Дендроклиматические исследования / Т.Т.Битвинскас. – Л.: Гидрометиздат, 1974. – 170 с.
2. Валаам — феномен природы /А. А. Кучко и др.– Петрозаводск: Карелия, 1988.— 108 с.
3. Дендрохронология и дендроклиматология : монография / Академия наук [АН] СССР. Сибирское отделение [СО]. Лимнологический институт ; отв. ред.: Л. А. Кайрюкштис, Г. И. Галазий, С. Г. Шиятов. - Новосибирск : Наука. Сибирское отделение [СО], 1986. – 201 с.
4. Ловелиус Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. – Л.: Наука, 1979. – 232 с.
5. Ловелиус Н.В. Дендроиндикация состояния хвойных на о. Валаам // Изв. РГО. Т. 131. 1999. Вып. 5. – С. 83–90.

6. Ловелиус, Н. В. Дендроиндикация природных процессов: библиография за период 1966-2019 / Петровская академия наук и искусств. - Санкт-Петербург : Астерион, 2019. – 54 с.
7. Ловелиус Н.В., Колесников А.П. Дендроиндикация природных процессов в Ленинградской области и в сопредельных районах. – СПб.: ООО «Издательско-полиграфическая компания «Коста», 2024. – 96 с.
8. Ситникайте А. Библиографический указатель «Дендрохронология». 1900–1970. Вильнюс 1976. —284 с.
9. Чижевский А. Л. Космический пульс жизни. Земля в объятьях Солнца. Гелиотараксия.– М.:Мысль, 1995. - 768 с.

ФОРМА СЕМЕННЫХ ЧЕШУЙ ЕЛИ ИЗ ОКРЕСТНОСТЕЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА: СОПОСТАВЛЕНИЕ МЕТОДОВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ИЗМЕРЕНИЯ И ВИЗУАЛЬНОГО ОПИСАНИЯ

Налетов П.А., pav.naletow2017@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М.Кирова
Егоров А.А., egorovfta@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова,
Институт лесоведения Российской академии наук

В настоящее время бурно развиваются и успешно применяются молекулярно-генетические методы исследования изменчивости ели и иных биологических объектов. Вместе с тем в российской науке изучение морфологических (в т. ч. морфометрических) признаков остаётся одним из методов исследования географии ели (*Picea abies*, *P. obovata* и *P. abies* × *P. obovata*), её экологии, эволюции и систематики [4; 2; 6; 7].

Форма семенных чешуй (ФСЧ) у шишек – основной из морфологических признаков, используемых для фундаментального изучения популяций и таксонов елей европейской и сибирской. Этот признак остаётся постоянным в течение жизни дерева (особи) и, в отличие от длины шишек, не изменяется по годам урожая. ФСЧ можно охарактеризовать качественными категориями [3] или количественными показателями [4;5; 2; 1].

Материалом исследования являются семенные чешуи еловых шишек, собранных в лесах окрестностей Санкт-Петербурга (Россия). Сбор шишек проводился с земли под кронами елей. Семенные чешуи извлекались из средней части шишки.

Для изучения ФСЧ использовали два подхода. Первый из них заключался в том, что на фотографиях по проекциям чешуй были проведены измерения, на основе которых рассчитаны коэффициенты сужения (Cn) и вытянутости (Cp) верхней части семенных чешуй (рис. 1), а также разность этих показателей (Cn-

Ср). Второй подход заключался в визуальном описании чешуй по категориям их общей формы и формы верхнего края.

Данные были обработаны с использованием статистического пакета «PAST». Оценка достоверности морфометрических различий между категориями ФСЧ проведена по t-критерию Стьюдента.

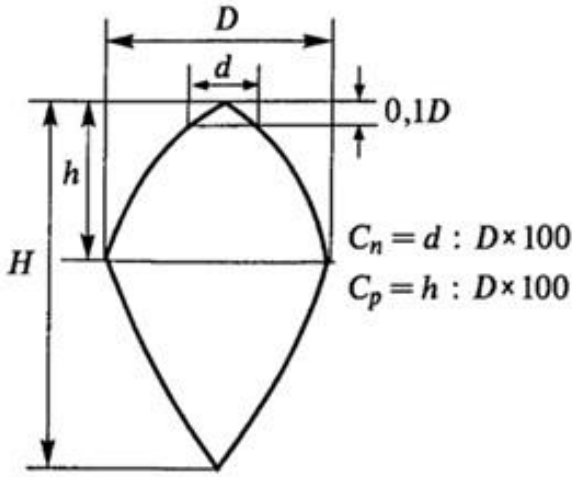


Рис. 1. Схема измерения семенных чешуй ели (по Попову, 2005)

Изучаемая совокупность особей была разделена на категории по результатам визуальной оценки ФСЧ:

- обратнояйцевидные чешуи;
- «переходные» (сюда включены: 1) широкоромбовидные, 2) ромбовидные, по верхнему краю широкотреугольные);
- ромбовидные, по верхнему краю треугольные (усечённо-треугольные);
- ромбовидные, по верхнему краю клиновидно суженные.

Здесь они перечислены в порядке усиления выраженности фенотипических черт, специфических для ели европейской: угловатости семенной чешуи, вытянутости и сужения её верхней части. Оказалось, что в этом «направлении» в среднем убывает показатель Cn и возрастает Ср. Это значит, что увеличивается степень сужения и вытянутости верхней части чешуй. Большинство различий достоверно (по t-критерию Стьюдента). Итак, полученные морфометрические данные в целом подтверждают правильность визуальной оценки признака. Большая часть результатов представлена в табл. 1.

Табл. 1. Количественные показатели формы семенных чешуй (ФСЧ) для разных качественных категорий этого признака. Указаны выборочные средние и их ошибки

Качественные категории ФСЧ		Объёмы выборок	Количественные показатели ФСЧ		
			Cn*, %	Ср*, %	Cn-Ср*, %
«Переходные»**		40	40±1,1	54±1,0	-14±1,5
Ромбовидные	Треугольные***	71	37±0,8	61±0,9	-24±1,3
	Клиновидно суженные***	18	28±1,5	73±2,1	-45±2,4

*обозначения см. выше в тексте; **см. пояснение выше в тексте; ***форма верхней части чешуй

Оба подхода позволили обнаружить, что в лесах Ленинградской области особи ели различаются по изучаемому признаку – форме семенных чешуй.

Полученные данные считаем репрезентативными только для окрестностей Санкт-Петербурга.

Библиографический список

1. Ветрова В. П., Нешатаев В. Ю., Нешатаева В. Ю., Барченков А. П., Синельникова Н. В.Морфологическое разнообразие лиственницы Каяндера (Larix cajanderi Мауг) по форме семенных чешуй шишек в Пенжинской популяции (Северная Корякия). РИНЦ. // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2022. № 1. С. 93-102.
2. Захарова К.В., Сейц К.С. Внутрипопуляционная фенотипическая дифференциация гибридных популяций *Picea abies* × *Picea obovata* (*Pinaceae*) в контрастных экотопических условиях // Ботанический журнал, 2011. – Т. 96. – №. 6. – С. 709-738.
3. Орлова Л.В., Егоров А.А. К систематике и географическому распространению ели финской (*Picea fennica* (Regel) Kom., *Pinaceae*) // Новости систематики высших растений. М., СПб., 2011. Т. 42. С. 5-23.
4. Попов П.П. Ель европейская и сибирская: структура, интерградация и дифференциация популяционных систем. Новосибирск: Наука, 2005. – 231 с.
5. Попов П.П. Соотношение показателей формы семенных чешуй и их вариации в популяциях ели европейской и сибирской (к методике изучения изменчивости ели по форме семенных чешуй) // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения, 2007. – №. 7. – С. 97-103.
6. Потемкин О.Н., Рудиковский А.В., Потемкина О.В. Полиморфизм морфологических характеристик елей подрода *Picea* (*Pinaceae*) в восточных районах обитания // Растительный мир Азиатской России: Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН, 2012. – №. 2. – С. 19-26.
7. Orlova Larisa, Gussarova Galina, Glazkova Elena, Egorov Alexander, Potokin Alexander, Ivanov Sergey. Systematics and distribution of spruce species in the North-West of Russia // Dendrobiology, 2020. – Vol. 84. – P. 12-29.

ТИПОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КАМЕННОБЕРЕЗНЯКОВ СЕВЕРА КОРЯКСКОГО ОКРУГА

Нешатаев В.Ю., vn1872@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Скворцов К.И., kostyanez@yandex.ru,
Никчемный М.Е., maxnikchemn@mail.ru,
Нешатаева В.Ю., vneshataeva@yandex.ru,
Ботанический институт имени В.Л. Комарова РАН

Каменноберезовые леса (из *Betula ermanii* Cham.) широко распространены на полуострове Камчатка, где образуют высотный пояс в горах и выходят на равнину на побережьях Тихого океана и Охотского моря. В Центральной долине Камчатки пояс каменноберезняков расположен выше еловых и лиственничных лесов [4]. В материковой части Корякского округа каменная берёза находится на северной границе ареала, образуя в приморских районах фрагментарный высотный пояс. Каменноберезняки изучены нами на полуострове Говена, побережье Олюторского залива [1, 2], Пылгинском и Ветвейском хребтах; уточнены ареалы каменной и белой берёз (*Betula platyphylla* Sukacz.) [5]. В северной Корякии каменноберёзовые леса распространены в юго-восточных районах, подверженных влиянию воздушных масс Берингова моря. Климат морской, холодный, влажный; годовая сумма эффективных температур (t >10 ºС) 600–650 ºС, средняя tº июля–августа +11 ºС, февраля –14–16 ºС; годовые суммы осадков составляют 650–700 мм. Часты туманы и низкая облачность.

Материал и методика. Исследования выполнены в ходе изучения растительности севера Корякского округа в целях разработки геоботанического районирования его территории и оценки состояния оленьих пастбищ. Районы распространения каменноберезняков (60–61º с.ш.) на южном макросклоне Корякского нагорья относятся к Берингийской кустарниковой (лесотундровой) области, двум провинциям: Олюторской и Корякской и трём округам – Олюторскому горно-приморскому, Пылгинскому горно-приморскому и Ветвейскому среднегорному [3]. В долинах преобладают осоково-пушицевые тундроболота, до высот 400–500 м над ур. моря – сообщества кедрового и ольхового стлаников в сочетании с участками кустарничковых тундр. На высотах 500–600 м – кустарничково-лишайниковые и лишайниковые горные тундры. На высотах более 700–800 м – каменные осыпи и россыпи с накипными лишайниками. Вдоль рек узкой полосой тянутся пойменные леса из тополя душистого, чозении, ольхи пушистой и древовидных ив (*Salix udensis, S. schwerinii*) [3].

Исследования проводили маршрутными методами. Описания выполняли на пробных площадях (ПП) размерами 20×20 м. Таксацию выполняли инструментально, с определением диаметров и высот всех деревьев на ПП. Высоту измеряли у 3–5 деревьев каждого элемента леса, отличающегося по возрасту. Возраст определяли у 10 деревьев путём подсчёта годичных колец на

кернах, у остальных – косвенно, по диаметру [4]. Запас определяли по элементам леса как произведение суммы площадей сечений на высоту и на видовое число. Последнее принято равным 0.5. Класс бонитета определён по таблице М.М. Орлова для деревьев семенного происхождения. Сомкнутость подроста и подлеска определяли глазомерно, количество подроста – путём подсчёта особей высотой 0,1–3 м на ПП. Учитывали полный видовой состав и проективное покрытие видов и ярусов живого напочвенного покрова.

Классификацию биогеоценозов проводили одновременно по признакам растительности и почв, учитывали характеристики органического и органоминерального горизонтов почвы, виды-доминанты и виды-индикаторы. Типы леса выделены по почвенно-гидрологическим условиям, индицируемым видовым составом и структурой сообществ. Разнообразие растительных сообществ в пределах типа леса отражено на уровне ассоциаций.

Результаты. Табличный анализ геоботанических описаний позволил выделить 7 ассоциаций, диагностические виды (ДВ) и типы почв которых приведены ниже. Под ДВ мы понимаем виды-доминанты (Д), содоминанты (СД) и константные виды.

Формация *Betuleta ermanii* – каменноберезовые леса.

Группа ассоциаций *Betuleta ermanii pteridosa* – каменноберезняки папоротниковые.

Ассоциация 1. ***Betuletum ermanii dryopteridosum*** – каменноберезняк щитовниковый. ДВ: *Dryopteris expansa* (Д), *Calamagrostis purpurea, Rubus arcticus, Veratrum oxysepalum, Trientalis europaea, Linnaea borealis, Phegopteris connectilis, Pleurozium schreberi* (СД), *Dicranum scoparium.* Почвы: подбуры грубогумусированные.

Группа ассоциаций *Betuleta ermanii calamagrostidosa* – каменноберезняки вейниковые.

Ассоциация 2. ***Betuletum ermanii calamagrostidosum*** – каменноберезняк вейниковый. ДВ: *Calamagrostis purpurea* (Д). Почвы: подбуры иллювиально-гумусовые супесчаные скелетные.

Группа ассоциаций *Betuleta ermanii fruticosa* – каменноберезняки кустарниковые.

Ассоциация 3. ***Betuletum ermanii sorbosum sambucifoliae*** – каменноберезняк рябиновый. ДВ: *Sorbus sambucifolia* (Д)*, Alnus fruticosa, Pinus pumila, Spiraea beauverdiana, Rhododendron aureum, Lonicera caerulea, Betula middendorffii, Calamagrostis purpurea, Rubus arcticus, Veratrum oxysepalum, Dryopteris expansa, Trientalis europaea, Linnaea borealis, Phegopteris connectilis.* Почвы: подбуры иллювиально-гумусовые супесчаные сильноскелетные.

Ассоциация 4. ***Betuletum ermani alnosum fruticosae*** – каменноберезняк ольховниковый. ДВ: *Alnus fruticosa* (Д), *Pinus pumila, Spiraea beauverdiana, Calamagrostis purpurea* (СД), *Rubus arcticus.* Почвы: подбуры иллювиально-гумусовые супесчаные сильноскелетные.

Ассоциация 5. ***Betuletum ermani betulosum middendorffii*** – каменноберезняк ерниковый. ДВ: *Betula middendorffii* (Д). Почвы: подбуры иллювиально-гумусовые супесчаные сильноскелетные.

Ассоциация 6. ***Betuletum ermani spiraeosum*** – каменноберезняк спиреевый

ДВ: *Spiraea beauverdiana* (Д)*, Calamagrostis purpurea* (СД). Почвы: подбуры иллювиально-гумусовые супесчаные сильноскелетные.

Группа ассоциаций *Betuleta ermanii pinosa pumilae* – каменноберезняки кедровостланиковые.

Ассоциация 7. ***Betuletum ermani pinosum pumilae*** – каменноберезняк кедровостланиковый. ДВ: *Pinus pumila* (Д). Почвы: сочетание литозёмов грубогумусированных, подбуров сухоторфянистых и подбуров иллювиально-железистых супесчаных сильноскелетных.

В результате нами выделено три типа леса, которые расположены в ряду увеличения почвенного богатства и увлажнения: 1) ***Каменноберезняк кедровостланиковый*** – занимает наиболее сухие и бедные местообитания, каменистые и щебнистые склоны**;** 2) ***Каменноберезняк кустарниково-вейниковый*** – приурочен к средним условиям почвенного богатства–увлажнения; 3) ***Каменноберезняк папоротниковый*** – занимает мезотрофные нормально дренированные местообитания на пологих склонах гор в приморских районах. Древостои V–Vб классов бонитета с запасом до 160 м^3/га.

Сравнение каменноберезняков севера Корякского округа и п-ова Камчатки показало, что: 1) В северной Корякии отсутствуют типы леса ***Каменноберезняк высокотравный***, ***К. кустарниково-разнотравный*** и ***К. низкотравный***, выделенные для п-ова Камчатки В.А. Шамшиным [4]. 2) Каменноберезняки материковой Корякии характеризуются значительной редукцией видового состава: в них отсутствуют виды крупнотравья (*Filipendula camtschatica, Senecio cannabifolius, Heracleum lanatum*) майник (*Maianthemum dilatatum*), черемша (*Allium ochotense*), крупные папоротники, орхидные и мн. др.

Исследования поддержаны РНФ, грант № 23-27-00202.

Библиографический список

1. Нешатаева В.Ю., Кораблев А.П., Нешатаев В.Ю. Каменноберезовые леса юга Корякского нагорья (Камчатский край) на северном пределе распространения // Ботанический журнал, 2016. Т. 101. № 12. С. 1410–1429.

2. Нешатаева В.Ю., Кузьмина Е.Ю., Кириченко В.Е., Нешатаев В.Ю., Катютин П.Н. Каменноберезовые леса полуострова Говена и побережья Олюторского залива (Корякский округ Камчатского края) // Труды Карельского НЦ РАН. Биогеография. 2021. № 1. С. 5–27.

3. Нешатаева В. Ю., Нешатаев В. Ю., Кириченко В. Е. Растительность Северной Корякии (Камчатский край) и ее геоботаническое районирование // Вестник СПбГУ. Сер. «Науки о Земле». 2020. Т. 65. Вып. 2. С. 395–416.

4. Шамшин В.А. Каменноберезовые леса Камчатки: биология, экология, строение древостоев. М.: ГЕОС, 1999. 170 с.

5. Neshatayev V.Yu., Neshataeva V.Yu., Kirichenko V.E. Phytogeographical boundaries between Stone-birch and White-birch forests in the North of the Koryak

Region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 574. P. 1–10. 574 012057.

МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПАРКОВЫХ ЗОН НА ПРИМЕРЕ ПОЛЕЖАЕВСКОГО ПАРКА

Павлов В.С., pavlovvs@spbftu.ru,
Нешатаев В.Ю., vn1872@yandex.ru,
Колмогорова С.С., ss.kolmogorova@mail.ru,
Иванов С.А., kemsit@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Дубовский С.В.,
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Зелёные городские насаждения играют огромную роль для жителей как небольших городов, так и мегаполисов, подобных Санкт-Петербургу или Москве. Наиболее важно рекреационное значение лесов, как источник отдыха, активного или пассивного, не менее важную роль играют зеленые насаждения как адсорбенты аэрозольных загрязнений воздуха.

Значительную роль среди городских зеленых насаждений играют парковые городские комплексы.

Инвентаризация зеленых насаждений парковых зон, особенно охраняемых КГИОП, требует тщательной и грамотной подеревной инвентаризации. Объем данных, получаемых с одного удельного участка парковой зоны несоизмеримо больше по сравнению со удельным участком лесного массива.

Соответственно, чем больше объем данных, получаемых с одного участка, тем больше объем работ по получению данных и их обработке [2].

Если при инвентаризации усредненного лесного участка необходимо участие как правило одного специалиста-таксатора. То при сборе данных при инвентаризации парковых насаждений, чаще приходиться прибегать к услугам иных специалистов, таких как ботаники, лесопатологи, ландшафтных инженеров и т.д.

Чем больше объем работ и больше объем специалистов, тем соответственно больше себестоимость проведения инвентаризации участка.

Таким образом инвентаризация садово-парковых комплексов особая спецификация, весьма трудоемкая, требующая участия специалистов высокой квалификации, обладающая высокими затратами на выполнение работ.

Если проанализировать рынок госзакупок на государственной платформе «Госуслуги» то можно увидеть что закупки по данному направлению ежегодно размещаются, то есть данное направление развивается и пользуется спросом.

Тогда возникает справедливый вопрос: если данное направление трудоемко, можно ли автоматизировать часть работ по сбору и обработке информации? Понятно, что работу таких специалистов как ботаники или фитопатологи

автоматизировать тяжело, хотя попытки принимаются. Автоматизировать возможно получение и обработку информации: о наличие отдельных древесных пород на участке, о полноте и структуре древостоя, качественном составе насаждений и открытых газонов, о интенсивности рекреационной нагрузки и т.д. Основными инструментами позволяющими реализовать выступает инструментарий дистанционного получения информации.

Одним из таких современных развивающихся инструментов в настоящее время является лидарная съемка. Она позволяет определять вертикальную и горизонтальную сомкнутость древостоя, выделять отдельные деревья, с определенной долей вероятности определять древесную породу. Лидары могут быть использованы как с беспилотной авиацией, так и в ручном режиме. Особенно эффективны и интересны ручные лидары, которые позволяют провести съемку участка в 1 га за 10-15 минут, в то время как обработка такого древостоя у инженера-таксатора потребует несколько часов времени. Стоит отметить, что обработка полученных результатов лидарной съемки требует дополнительных ресурсов машинной памяти и соответствующую квалификацию специалистов. Существенным недостатком лидарной съемки является высокая стоимость оборудования. Так стоимость одно ручного лидара может достигать нескольких миллионов рублей, что для малых и средних предприятий является дорогой покупкой. Конечно, при интенсивной деятельность и предприятия ручной лидар может окупиться за нескольких лет, но сумма тем не менее значительная и банки могут отказать в кредитовании соответствующей покупке, к тому же придется нести затраты на обучение персонала для работы с лидаром.

Другим способом автоматизации получения информации может выступать мультиспектральная съемка. Мультиспектральные камеры также дороги, как и лидары, но снимки не высокого разрешения имеются в интернете на ряде интернет платформ в общем доступе.

Основной методикой автоматизации обработки таксационных данных лесопарковых зон основанной на мультиспектральной съемке будет являться расчет мультиспектральных индексов. Варьирование значений вегетационных индексов обуславливаются различными отражательными способностями растительности обладающей разными качественными и количественными признаками в различных каналах светового спектра.

На территории Полежаевского парка распространены следующие растительные ассоциации:

- Гравилато-снытевые и наземновейниковые комплексы
- Суходольные луга злаковых и сорных формаций,
- Влажно-травные и низинные луга

Для работы с данными растительными ассоциации целесообразней использовать широкополосные вегетационные индексы, которые рассчитываются по данным широких спектральных зон.

Индексы этой группы отражают общее количество растительности, обобщая и отражая влияние таких факторов, как плотность и структура растительного покрова, площадь поверхности листьев, содержание хлорофилла; поэтому

данные показатели используются для выявления территорий, покрытых и не покрытых растительностью, а также для оценки и мониторинга состояния растительного покрова, оценки продуктивности, урожайности и т.п [1].

Анализ количественного и качественного состава насаждений по вегетационным индексам рассмотрен в публикациях В.С. Павлова, Е.В. Старокожевой и ряда других авторов [3, 4].

Среди них наиболее интересны для обследования будут такие индексы как: нормализованный разностный вегетационный индекс, усовершенствованный вегетационный индекс, модицифированный почвенный вегетационный индекс, нормализованный дифференцированный водный индекс, стандартизованный индекс различий увлажненности, глинистый коэффициент

Нормализованный разностный вегетационный индекс показывает, как присутствие растительности, так и ее качественный состав (наличие вечнозеленых пород, интенсивность обводнения территории, усыхание зеленой массы NDVI

Усовершенствованный вегетационный индекс основан на том же индексе NDVI но вводит в расчеты еще синюю часть спектра.

Модицифированный почвенный вегетационный индекс- учитывает влияние воздействия почв.

Нормализованный дифференцированный водный индекс, позволяет выявить обводненность территории основываясь на инфракрасном и зеленом диапазонах солнечного спектра, аналогично ему работает Стандартизованный индекс различий увлажненности.

Глинистый коэффициент позволяет выделить почвенные условия с преобладанием глинистых фракции, а следовательно, и растительные ассоциации, тяготеющие к таким почвенным условия.

Так выделение более плодородных и увлажненных гравилатно-снытенвых влажно-травных и низинных лугов возможно опираясь на показания глинистого и модифицированного почвенного коэффициента, нормализованного разностного и усовершенствованного вегетационного индексов.

Возможно предполагать наличие корреляций коэффициентов и качественных характеристик растительных сообществ, реальную картину покажет только исследование натурных площадей, планируемое в дальнейшем.

Библиографический список

1. Колбовский Е.Ю. Пространственный анализ в геоэкологии. М.: МГУ, 2022. 820 с. ISBN 978-5-89575-259-3

2. Павлов, В. С. Сравнение методов создания картографических материалов садов и лесопарков / В. С. Павлов // Цифровые технологии в лесном секторе : Материалы III Всероссийской научно-технической конференции-вебинара, Санкт-Петербург, 24–25 февраля 2022 года / Под редакцией А.А. Добровольского. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2022. – С. 73-76. – EDN PLLDHO.

3. Павлов, В. С. Применение нормальзованного вегетационного индекса (NDVI) для оценки качественных характеристик насаждений / В. С. Павлов, П. В. Тицкий // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 24–26 мая 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2023. – С. 88-91. – EDN STHIEU.
4. Старокожева, Е. В. Оценка эффективности использования нормализованного относительного индекса растительности (NDVI) и коротковолнового вегетационного индекса (SWVI) для выявления вырубок и гарей на примере лесного фонда Республики Хакасия / Е. В. Старокожева, В.С. Павлов // Актуальные вопросы лесного хозяйства : Материалы VII международной молодежной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 09–10 ноября 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2023. – С. 220-223. – EDN WWURUM.

РАЗНООБРАЗИЕ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ В СОСТАВЕ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ г. НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ

Потокин А.Ф., alex221957,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Экологические проблемы городов заключается в том, что развитие городов сокращает озеленение, количество воды, чистого воздуха и тишины. И эти проблемы становятся острее с каждым годом. Урбанизированная среда оказывает серьезное воздействие на физическое и психическое здоровье человека. В связи с этим, в градостроительной структуре человеку жизненно необходимы озелененные пространства, как одно из средств формирования качественной среды [3, 8]. Важным связывающим звеном природного каркаса города являются аллейные посадки на городских улицах, так как они обладают способностью поглощать транспортные выбросы, снижая уровень запыленности и загазованности, регулируют режим освещения, снижают уровень шума, имеют эстетическое значение [1]. К сожалению, под влиянием факторов городской среды, а также из-за отсутствия необходимых уходов происходит потеря санитарно-гигиенических и декоративных качеств зеленых насаждений на городских улицах [7].

Цель проведенного обследования заключалась в оценке флористического разнообразия и состояния деревьев и кустарников в составе зеленых насаждений на территории трех районов г. Набережные Челны и проведении анализа соответствия структуры городских насаждений условиям городской среды объекта.

Материалы и методы. На́бережные Челны́ (тат. Яр Чаллы) - город в России, в северо-восточной части Татарстана, на левом берегу реки Кама. Площадь города - 171,03 км². На 2022 год количество жителей Набережных Челнов составляло 528 366 человек. Территория город разделена на три района: Автозаводской район, Центральный район, Комсомольский [5].

По реке Кама проходит южная граница подзоны хвойно-широколиственных лесов и северная граница лесостепной зоны (Закамье). Климат умеренный, переходный от умеренно континентального к континентальному, характерны довольно большие годовые амплитуды температуры. Лето теплое, длится с начала июня по конец августа, когда среднесуточная температура устойчиво держится выше +15°, самый жаркий месяц – июль. Среднегодовое количество осадков – 652 мм.

Наиболее крупными зелеными массивами являются парки «Победа», «Гренада», «Прибрежный» в северо-восточном районе, Комсомольский парк в юго-восточном районе города. В ходе исследований проводили изучение видового разнообразия древесно-кустарниковой растительности в парках, скверах, дворах, вдоль улиц и транспортных магистралей города. Видовой состав в насаждениях устанавливали по определителю древесных растений [2].

На территории всех обследованных районов встречены озелененные территории трех категорий [4, 6]:

- общего пользования - парки, сады жилых районов, скверы, бульвары, озелененные участки у общественно-административных зданий, сады микрорайонов или сады при группах жилых домов, дворы или озелененные участки при жилых домах;

- ограниченного пользования - озелененные участки школ, детских садов-яслей, клубов, кинотеатров, поликлиник, библиотек и т. п., придомовые полосы, палисадники;

- насаждения защитного типа вдоль магистралей по границам микрорайонов со стороны неблагоприятных ветров, почвоукрепляющие посадки на откосах.

В ходе систематического анализа флоры древесно-кустарниковых насаждений выявлено 108 видов растений (табл. 1).

Табл. 1. Систематический анализ и анализ жизненных форм древесно-кустарниковой флоры г. Набережные Челны по районам

	Всего	**Комсомольский район**	**Центральный район**	**Автозаводский район**
Семейства	24	22	23	20
Роды	52	42	50	41
Виды	108	74	92	74
Деревья	50	37	43	40
Кустовидные деревья	14	8	12	8
Кустарники	43	29	36	26
Лианы	1	0	1	0

В ходе проведения обследования для оценки флористического разнообразия деревьев и кустарников в различных типах посадок на территории г. Набережные Челны получены следующие данные [2]:

- на территории города широко представлены виды деревьев и кустарников следующих семейств: Rosaceae (29), Salicaceae (10), Pinaceae (10), Aceraceae (5), Caprifoliaceae (3), Leguminosae (4), Oleaceae (4), Betulaceae (3), Grossulariaceae (2);

- в составе городских зеленых насаждений района преобладают следующие виды: хвойных деревьев - сосна обыкновенная, лиственница сибирская, лиственница Сукачева, лиственница европейская, сосна горная, сосна Банкса, ель сибирская, гибрид ели сибирской и ели европейской, ель колючая, ель европейская; широколиственных древесных пород – липа мелколистная, липа европейская, вяз приземистый, вяз гладкий, вяз голый, вяз приземистый, ясень обыкновенный, ясень ланцетный, клен остролистный, клен ясенелистный, дуб черешчатый; мелколиственных древесных пород и кустовидных деревьев – берёза пушистая, берёза повислая, берёза плосколистная, тополь дрожащий, тополь сереющий (пирамидальный), тополь белый, тополь чёрный (пирамидальный), ива ломкая, ива козья, яблоня домашняя, яблоня лесная, яблоня ягодная, яблоня сливолистная, груша уссурийская, черёмуха обыкновенная, черёмуха виргинская, слива домашняя, рябина обыкновенная, ирга канадская, клён полевой, клён татарский, клён приречный; виды кустарников: кизильник блестящий, пузыреплодник калинолистный, роза майская, роза иглистая, спирея японская, смородина колосистая, жимолость татарская, жимолость обыкновенная, снежноягодник белый, чубушник венечный, калина обыкновенная, бузина чёрная, барбарис обыкновенный, барбарис Тунберга, карагана кустарниковая, лох узколистный, облепиха крушиновидная [2].

В целом, необходимо отметить высокое видовое разнообразие ассортимента древесно-кустарниковой растительности города Набережные Челны – 108 видов, из них на территории Центрального района в составе зеленых насаждений выявлено 92 вида растений (43 видов деревьев, 12 видов кустовидных деревьев и 36 видов кустарников).

С целью улучшения экологических знаний населения рекомендуем организовывать на территории парков экологические тропы и устанавливать информационные щиты для экологического самообразования, а также организоввать экологические экскурсии.

Библиографический список

1. Анопин В.Н. Эффективность мероприятий по увеличению долговечности лесопарковых насаждений урболандшафтов /В.Н. Анопин// Вестник Волгоградского госуд. архитектурно-строит. ун-та №6. - М., 2007. с. 208-212.
2. Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. Сосудистые растения Татарстана/.: Казань: изд-во Казан. ун-та, 2000. 496с.
3. Бобрецова В.М. Решение проблем экологии путем современных систем озеленения // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 5.

4. Волченкова Г. А. Системы озеленения населенных мест : тексты лекций для студентов специальности 1-75 02 01 «Садово-парковое строительство» / Минск : БГТУ, 2022. – 342 с.
5. Генеральный план муниципального образования город Набережные Челны // Официальный сайт г. Набережные Челны: интернет-изд. 2014. URL: http://nabchelny.ru/company/page/195/772 (дата обращения: 05.01.2019).
6. Короткова С. Г. Организация городского ландшафта как структурного элемента (на примерах г. Казани и г. Нижнекамска). Казань: Отечество, 2015. 144 с.
7. Литвинов Д. В. Градоэкологические принципы развития прибрежных зон (на примере крупных городов Поволжья). М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. 284 с.
8. Литвенкова И.А. Экология городской среды: Урбоэкология. Курс лекций / Витебск: Издательство УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2005 – 163 с.

ВЫДЕЛЕНИЕ ПОДКРОНОВЫХ И МЕЖКРОНОВЫХ УЧАСТКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИНАМИКИ ДРЕВЕСНОГО ОПАДА

Тихонов С.В., sergtihonov_ne@mail.ru,
Капица Е.А., kapitsa@list.ru,
Березин Г.В., gera644.217@mail.ru,
Шорохова Е.В., shorohovaekaterina2016@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Древесный опад (листья, ветви, плоды, кора и другие части растений), накапливаясь на поверхности почвы, выполняет важную роль в формировании лесной подстилки [2], и является связующим звеном между растительностью и почвой, определяя ее физические, химические и микробиологические свойства [7; 5]. Степень сомкнутости/сквозистости крон определяет количество и фракционный состав опада, а также скорость его разложения [3; 2]. Межкроновые и подкроновые пространства выделяют путем визуальной оценки, методом картирования проективного покрытия крон деревьев [1] или путем сегментации изображения межкронового пространства лесного полога на снимках сверхвысокого пространственного разрешения [4].

Цель исследования – оценить вариабельность сомкнутости крон в коренных и производных еловых лесах, как фактора, влияющего на динамику древесного опада. Задачи исследования: 1) оценить процент проекции крон древесного яруса над опадоуловителем (ОУ); 2) выявить его вариабельность в коренных и вторичных (производных первой генерации) лесах в зависимости от положения ОУ (межкроновое/подкроновое пространство), 3) оценить корректность выделения подкроновых и межкроновых пространств визуальным методом при установке ОУ.

Объект и методика исследования. Данные собраны в 2022 году, в середине вегетационного периода (после полного облиствления крон), в резервате «Вепсский лес» (ВЛ) одноименного природного парка (60°12'19"N, 35°08'04"E). Среднегодовая температура +2,0 °С, среднегодовое количество осадков – 650-800 мм. Территория резервата включает два лесных массива: ВЛ1, где лесопокрытая площадь представлена коренными, преимущественно еловыми лесами, находящихся на разных стадиях сукцессионной динамики, и ВЛ2, где помимо коренных древостоев значительные площади занимают биогеоценозы, сформировавшиеся после сплошных рубок 1973-1975 годов [6].

На постоянных пробных площадях (ППП) 98 и 100 в коренных лесах ВЛ1 и во вторичных лесах ВЛ2 – ППП 98В и 100В, было установлено по 12 ОУ. По лесорастительным условиям пары ППП на участках ВЛ1 и ВЛ2 идентичны: 98 и 98В приурочены к сфагново-черничному типу леса, 100 и 100В к черничному. Состав древостоя: ППП 98: $9Е_{80\text{-}340}1Б_{140}$ (запас древостоя 235,7 м^3 га$^{-1}$), ППП 98В: $5Б_{48}3С_{48}2Е_{48}$ (запас древостоя 280,6 м^3 га$^{-1}$), ППП 100: 1 ярус: $6Ос_{140}3С_{140\text{-}180}1Б_{140}+Е_{140}$; 2 ярус: $10Е_{140}$ (запас древостоя 460,1 м^3 га$^{-1}$), ППП 100В: $3Б_{47}3Е_{47}3Ос_{47}1С_{47}$ (запас древостоя 395,6 м^3 га$^{-1}$). Сумма площадей сечения на ППП 98, 98В, 100 и 100В – 29,0; 33,5; 35,3 и 41,7 м^2 га$^{-1}$, соответственно.

ОУ на ППП устанавливали по методике ICP Forest (Part X. Sampling and Analysis of Litterfall) – в межкроновых и подкроновых пространствах, по 6 ОУ для каждой категории, определяемой визуально. Для оценки степени заполненности крон древесного полога (величины, обратной сквозистости) над каждым ОУ цифровой камерой фотографировали крону. Пиксели цифрового снимка с помощью программы ImageJ (Image Processing and Analysis in Java) разделяли на группы с различной яркостью окраски пикселя: 1) диапазон яркости от 0 до 199 – «крона дерева»; 2) диапазон от 200 до 255 – «небо». По количеству пикселей, относящихся к той или иной группе яркости, вычисляли процент покрытия крон деревьев над каждым ОУ. Зависимость процента заполненности крон от места установки ОУ исследовали с помощью обобщенных линейных моделей (GLM) в среде R (4.0.3).

Результаты. Процентная доля кроны для ОУ в 50-ти летних производных ельниках (ППП 98В и ППП 100В) находится в узком диапазоне – от 76,8 до 87,2% (Рис. 1).

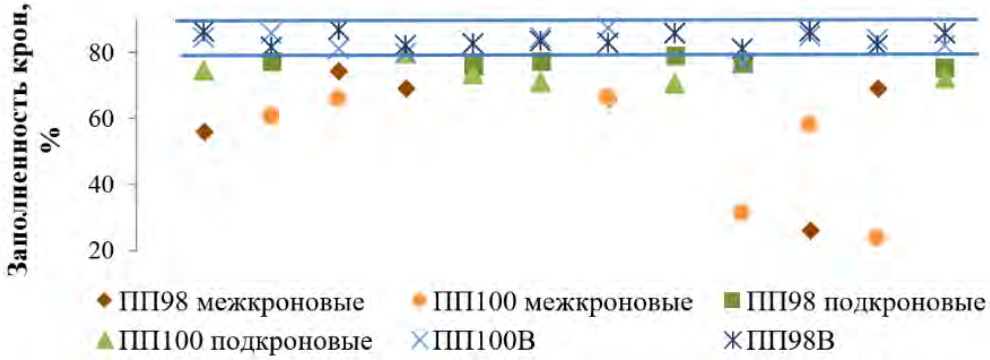


Рис. 1. Местоположение ОУ в соответствии с процентом заполненности крон для ППП в коренных (ППП 98 и 100) и вторичных (ППП 98В и 100В) лесах. Линиями выделен диапазон заполненности крон для вторичных лесов

В коренных лесах установлено статистически значимое различие между процентом сомкнутости межкроновых и подкроновых пространств (ППП 98: z=-3,479; p<0,001; ППП 100: z=-4,938; p<0,001). Средний процент сомкнутости крон у межкроновых и подкроновых пространств составил 55,6 (Min=23,6; Max=74,5) и 75,3% (Min=70,7; Max=79,6), соответственно. Статистически достоверного различия процента заполненности, визуально выделенных при установке, межкроновых и подкроновых пространств для вторичных средневозрастных лесов не выявлено (ППП 98В: z=-0,423; p<0,672; ППП 100В: z=-0,839; p<0,402).

Выводы. Визуальное разделение древесного полога на подкроновые и межкроновые участки возможно в еловых лесах относительно невысокой сомкнутости и с незначительной примесью лиственных пород. Насаждения производных лесов, сформировавшиеся после проведения сплошных рубок, характеризуются высокой степенью сомкнутости древостоя за счет высокой доли лиственных пород. Полог таких древостоев фактически не имеет значимых разрывов, которые можно было бы охарактеризовать, как межкроновые пространства. Попытки визуального выделения межкроновых пространств в этих насаждениях не подтверждаются эмпирически. Следовательно, такие выделения для данных насаждений нецелесообразны. Любое положение объекта в таких насаждениях следует считать подкроновым.

Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения "Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6)".

Библиографический список

1. Иванова Е.А., Лукина Н.В. Варьирование массы и фракционного состава древесного опада в сосняках кустарничково лишайниковых при аэротехногенном загрязнении. Лесоведение. 2017. № 5. С. 47-58.
2. Иванова Е.А. Формирование и разложение древесного опада в лесных экосистемах в фоновых условиях и при аэротехногенном загрязнении. Вопросы лесной науки. 2021. Т. 4. №3. С. 1-52.
3. Ипатов В.С., Кирикова Л.А. Фитоценология. СПб.: Изд. СПбГУ. 1997. 316 с.
4. Князева С.В., Жирин В.М., Эйдлина С.П. Определения параметров древостоев методами сегментации изображения межкронового пространства лесного полога на детальных космических снимках. В книге: Сборник тезисов докладов пятнадцатой Всероссийской открытой конференции "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса". Институт космических исследований РАН. 2017. С. 366.
5. Тихонова Е.В., Тихонов Г.Н. Мозаичность фитоценозов хвойно-широколиственных лесов Валуевского лесопарка. Вопросы лесной науки. 2021. Т. 4. № 3.С. 52-87.

6. Федорчук В.Н., Кузнецова М.Л. Изменение показателей лесных биогеоценозов на начальных этапах восстановительной сукцессии после сплошных рубок (по материалам постоянных наблюдений) // Бюлл. МОИП, отд. биол. 1995. Т. 100. Вып. 2. С. 85-99.
7. Ashton M.S., Tyrrell M.L., Spalding D., Gentry B. (Eds.). Managing forest carbon in a changing climate. Springer Science & Business Media. 2012.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ВРЕДОНОСНОСТЬ СЕРНО-ЖЕЛТОГО ТРУТОВИКА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПРИЛЕГАЮЩИЮ СТРАНАХ

Антонь В.В., vika.may17@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Серно-желтый трутовик – *Laetiporus sulphureu*s – один из опаснейших патогенов. Вызывает активную красно-бурую комлево-стволовую гниль деструктивного типа, сильное ее развитие приводит к ослаблению и постепенному усыханию деревьев. Поражает чаще старовозрастные, ослабленные лиственные породы такие как: дуб, ива, клен, липа, тополь, ясень, реже хвойные, например, лиственницу. Встречается патоген повсеместно. Основной породой, которую поражает гриб, является дуб.

Целью данной работы является установить распространенность и вредоносность патогена на территории Российской Федерации и прилегающих странах.

Наибольшая вредоносность серно-жёлтого трутовика наблюдается в южных районах. В частности, распространенность патогена в порослевых дубравах Белгородского и Шебекинского районов Белгородской области Российской Федерации (южная лесостепь) по доле пораженных им деревьев составляет оценочно 0,5–6,0% [2]. В Беларуси при проведении лесопатологических обследований в 2019–2021 гг. на площади 815,5 га была выявлена красно-бурая призматическая ядровая гниль, встречаемость которой составляла 15,8%. Высота расположения плодовых тел трутовика измерялась на 102 деревьях и составила от 0,65 до 12,1 м. В 3,5% случаев они или отсутствовали, или располагались одиночно. Местами проникновения спор стали морозные трещины (57,1%) и механические повреждения коры (42,9%) [7]. *L. sulphureus* послужил причиной деградации порослевых дубрав Центрального Черноземья [6].

С возрастом распространённость трутовика увеличивается. Например, на территории Среднего Поволжья распространенность патогена достигает 15,6 % деревьев, что обусловлено высоким средним возрастом исследованных насаждений – около 100 лет. [3].

Гриб не обошел стороной и Санкт-Петербург. В государственном музее-заповеднике «Павловск» трутовик – возбудитель гнили стволов дуба летнего. Количество больных деревьев оценивается в 60% [4]. В 2009 году распространенность патогена достигала 18%. Он стал причиной гибели в 2007 г. «дуба-патриарха», возраст которого составлял 250 лет [5].

Самая северная точка распространения патогена – Ханты-Мансийский автономный округ (Нижнее Прииртышье). В районе с. Батово (59°19′08″ с. ш. 29°54′00″ в. д.) была отмечена крупная ценопопуляция серно-желтого трутовика

в пойменном лесу, образованном ивой белой [1], – т. е. патоген выходит за ареал дуба, используя в качестве растения-хозяина другие виды древесных растений.

Таким образом, серно-желтый трутовик – опасный патоген для лесных и лесопарковых насаждений. Зона его активности простирается с юга, где он наиболее агрессивен, до северо-востока. Он может стать причиной массового усыхания деревьев. Ареал *L. sulphureus* в настоящее время выходит за ареал дуба – его основного растения-хозяина.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 24-16-00092)

Библиографический список

1. Арефьев С. П. К микофлоре Нижнего Прииртышья // ВЭЛЛ. 2012. №12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-mikoflore-nizhnego-priirtyshya (дата обращения: 4.04.2024).
2. Дунаева Е. Н., Дунаев А. В., Калугина С. В. Исследование патосистемы «Дуб черешчатый - серно-желтый трутовик» в порослевых дубравах Белгородской области // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2014. №5 (105). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-patosistemy-dub-chereshchatyy-serno-zheltyy-trutovik-v-poroslevyh-dubravah-belgorodskoy-oblasti (дата обращения: 4.04.2024).
3.Краснов В. Г., Краснова В. Ф., Алексеев И. А., Яковлев А. С. Санитарное состояние искусственных насаждений дуба черешчатого в среднем Поволжье // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2007. №6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sanitarnoe-sostoyanie-iskusstvennyh-nasazhdeniy-duba-chereshchatogo-v-srednem-povolzhie (дата обращения: 4.04.2024).
4. Минкевич И. И., Ковязин В. Ф., Шабнов М.В. Зеленые насаждения в системе кадастра Санкт-Петербурга // Записки Горного института. 2004. №. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zelenye-nasazhdeniya-v-sisteme-kadastra-sankt-peterburga (дата обращения: 19 .04.2024).
5. Федорова С. М. Фитосанитарное состояние пригородных парков Санкт-Петербурга // Защита и карантин растений. 2009. №8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/fitosanitarnoe-sostoyanie-prigorodnyh-parkov-sankt-peterburga (дата обращения: 23.04.2024).
6. Харченко Н. А., Харченко Н. Н. К вопросу о деградации порослевых дубрав центрального Черноземья // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2007. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-degradatsii-poroslevyh-dubrav-tsentralnogo-chernozemya (дата обращения: 2.04.2024).
7. Хвасько А.В., Ларинина Ю.А., Волченкова Г. А., Корзон В.Г. Особенности развития стволовых гнилей на деревьях дуба // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2022. №1 (252). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-razvitiya-stvolovyh-gniley-na-derevyah-duba (дата обращения: 11.04.2024).

ВЛИЯНИЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН НА РАЗВИТИЕ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Варенцова Е.Ю.,
Дюдюкин А.С.,
Санкт-Петербургский гоусдарственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Наиболее распространенными и вредоносными болезнями хвойных насаждений на Северо-Западе являются корневые гнили древесных пород, что приводит к потере деловой древесины и, нередко к распаду древостоев. Интенсивному развитию очагов гнилей способствуют абиотические и другие факторы, в том числе возникающие при воздействии лесозаготовительных машин.

Цель исследования – выявление негативных факторов, способствующих развитию корневых гнилей, вследствие повреждения лесозаготовительными машинами лесных почв и корневых систем древесных пород при производстве лесосечных работ.

Последствия повреждений лесозаготовительной техникой проявляются на протяжении нескольких десятилетий после проведения рубок. Они создают благоприятные условия для развития дереворазрушающих грибов, вызывающих корневые гнили: фитопатогена номер один – корневой губки (*Heterobasidion sp.*), а также опенка осеннего – собирательной группы видов *(Armillaria* spp. sl.). Развитие патогенов сказывается на процессе возобновления леса и продуктивности вторичных лесов.

Под воздействием лесозаготовительной техники на лесные, особенно влажные и переувлажненные, почвы происходит их переуплотнение, разрушение структуры, эрозия, ухудшение плодородия, как следствие снижается продуктивность древостоев.

Поверхность почвы воспринимает уплотняющие и разрушительные нагрузки, распространяющиеся на глубину 0,5 м и более, что отрицательно влияет на рост корней растений. При уплотнении снижается скважность почвы и содержание в ней воды, а при выпадении осадков поры быстро заполняются водой, что приводит к снижению содержания воздуха в почве. В результате уплотнения пористость почвы снижается и в ней сокращается содержание кислорода, необходимого для роста корней и развития растений. Положительное развитие кончиков корней возможно только при 5-10 % концентрации кислорода. При концентрации менее 1 % вес корней значительно понижается [1, 7]. Затопление корней деревьев в период активного роста (в июне–августе) сроком более 4–5 дней приводит к их отмиранию, вследствие недостатка кислорода. Дерево тратит энергию роста на восстановление корней, что снижает прирост деревьев и приводит к их ослаблению и, как следствие, распространению возбудителя корневой гнили – опёнка [3, 5].

Отрицательное влияние на состояние корневой системы деревьев оказывает образование колейности на волоках под воздействием трелевочных машин.

Глубокая колея приводит к разрушению корневой системы, попадающей на волок, обдиру корневой коры в верхнем слое грунта. Уплотнение почвы в зоне колеи затрудняет процесс проникновения влаги в глубинные слои, способствует застою воды в углублениях или усиленному поверхностному стоку [2].

При трелёвке аэрация и способность почвы обеспечивать нормальное формирование корневой системы снижается не только на волоках, но и на прилегающих к ним участках в вертикальном и в горизонтальном направлении от центра следа на 0,4…0,7 м и более. Большую восприимчивость на прохождение машин имеют корни, расположенные в верхнем слое почвы глубиной до 0,20…0,25 м., что отражается на росте древостоев, так как именно этот слой обладает лучшими физическими свойствами и обеспечивает подвод кислорода к корням. Снижение роста деревьев в насаждениях сосны происходит более чем на 10%, а в насаждениях ели на 30 % [1, 9].

Травмирование и отмирание корней способствуют развитию возбудителей корневых гнилей – корневой губки и опенка осеннего, так как источник инфекции находится именно в верхнем слое почвы. Биомасса ризоморф опенка осеннего, заселяющего корни сосредоточена на глубине до 80 см [8], а споры и мицелий корневой губки содержится в почве на глубине до 20-25 см [4].

В результате проведения всех типов рубок лесозаготовительной техникой повреждаются как стволы, так и корни деревьев оставляемых деревьев, в большей степени крупные, расположенные ближе к стволу. Повреждения деревьев зависят от интенсивности рубок. Например, при интенсивности 20-35% количество поврежденных елей на вырубке составляет около 10%, а при большей достигает 20-24%. При этом 79% деревьев имеют повреждения корневой системы, из них 33% оказываются впоследствии зараженными корневой губкой. У сосен случаи зараженности корневой губкой вследствие ранений корневой системы при проведении лесосечных работ практически отсутствуют [4, 6].

Таким образом, под воздействием лесозаготовительных машин почва на делянках уплотняется и минерализуется, уменьшаются ее пористость, аэрация, водопроницаемость, микробиологическая активность, развивается колейность, также происходит механическое травмирование корней. Весь комплекс негативных факторов влияет на состояние корневой системы, влечет за собой ослабление, травмирование и отмирание корней оставляемых на делянках деревьев, способствует развитию возбудителей корневых гнилей – корневой губки и опенка осеннего. Все эти факторы отрицательно влияют на процессы формирования будущих древостоев, снижают их продуктивность. Последствия повреждения лесозаготовительными машинами отражаются на протяжении нескольких десятилетий после проведения рубок. Эти факторы обуславливают необходимость совершенствования способов и технологий проведения лесозаготовительных работ.

Библиографический список
1. Андронов А.В., Валяжонков В.Д., Добрынин Ю.А. Снижение воздействия машин на почвогрунт при проведении рубок ухода // Вестник КрасГАУ /Сборник научных трудов. Красноярск: КрасГАУ, №7 (94), 2014. С. 151–157.
2. Быкова Е.В., Лебедев А.В., Гемонов А.В. Перспективы производства топливной щепы из древесной биомассы. // Весник государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»/Сборник научных статей/Учредитель и издатель ФГБОУ ВО РГАУ им. К. А. Тимирязева. Москва: РГАУим. К. А. Тимирязева, №2 (62), 2014. С. 52–57.
3. Варенцова Е.Ю., Шурыгин С.Г., Поповичев Б.Г. Развитие вызванной опёнком корневой гнили в зависимости от водного режима в древесных насаждениях Елагина острова в Санкт-Петербурге // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О.А. Катаева) / Мат-лы Всерос. конф. с междун. участием. Санкт-Петербург, 24–27 ноября 2020 г. / Под ред. Д.Л. Мусолина, Н.И. Кириченко и А.В. Селиховкина. СПб.: СПбГЛТУ, 2020. С. 109–110. DOI: 10.21266/SPBFTU.2020.KATAEV
4. Василяускас А. Корневая губка и устойчивость экосистем хвойных лесов. Вильнюс. 1989. 175 с.
5. Веретенников А.В. Метаболизм древесных растений в условиях корневой аноксии. Воронеж: Изд-во. ВГУ, 1985. 152 с.
6. Кайрюкштис Л.А. Формирование высокопродуктивных елово-лиственных насаждений. Москва: Лесн. пром-сть. 1969. 208 с.
7. Ревут И.Б. Физика почв. Л.: Изд-во «Колос», 1972. 386 с.
8. Смоляк Ю.Л. Распределение и биомасса ризоморф опенка осеннего в хвойных фитоценозах // Экология и защита леса. Л.: ЛТА, 1987. С.87–89.
9. Gunnar Bygdén. Forest Technician Olofsfors AB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.olofsfors.se.

НОВЫЕ НАХОДКИ *DENDROLIMUS SIBIRICUS* (LEPIDOPTERA, LASIOCAMPIDAE) В ЛЕСАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Лукин А.В., Lukin-6114@yandex.ru,
Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский центр карантина растений» в Республике Коми

Сибирский шелкопряд (*Dendrolimus sibiricus* Chetverikov, 1908) – один из опаснейших вредителей хвойных лесов, внесенных в перечень карантинных объектов, ограниченно распространенных на территории Евразийского экономического союза. Особенностью данного вида является расширение своего ареала на запад России посредством естественной миграции имаго. Постепенно он проник в леса европейской части России, а первая находка в Республике Коми

была зафиксирована в окрестностях пос. Якша (Троицко-Печорский р-н.) в 2014 г. [4].

Для установления карантинного фитосанитарного состояния лесонасаждений Республики Коми Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору совместно с сотрудниками ФГБУ «ВНИИКР» ежегодно проводится комплекс мер, направленных на выявление вредных карантинных организмов, в частности, мониторинг. Начиная с 2016 г. в Сысольском, Прилузском, Койгородском и Троицко-Печорском районах размещались клеевые ловушки с синтетическим половым феромоном для привлечения самцов целевого вида [1, 2]. В 2023 г. было принято решение увеличить обследуемую территорию до 13 районов.

Целью исследования являлось установление границ распространения имаго сибирского шелкопряда в пределах средней и южной тайги Республики Коми.

Ловушки размещались преимущественно вдоль дорог, просек и вырубок в различных типах леса из расчета 1 ловушка на 200 га, согласно инструкции, и работали с начала июня до середины июля (46±2 дня). Идентификация отловленных самцов шелкопряда проводилась в лаборатории ФГБУ «ВНИИКР» в соответствии с методическими рекомендациями [3] анатомо-морфологическим методом, в котором ключевую роль играла особенность строения копулятивного аппарата; самки обнаружены не были. Всего было осмотрено 1500 ловушек и определено 1521 имаго шелкопряда (табл. 1).

Табл. 1. Результаты феромониторинга *D. sibiricus* Chetv. в 2023 г.

Район	Лесничество	Участковое лесничество	Установлено ловушек (шт.)	Кол-во имаго (шт.)	Уловистость ловушек
МР Сосногорск*	Сосногорское	г. Сосногорск	1	1	2,17
		Пожнинское	17	1	0,13
		Усть-Ухтинское	3	1	0,72
		Войвожское	3	0	0
ГО Ухта*	Ухтинское	Боровское	19	0	0
		Изваильское	6	3	1,09
		Тобысьское	11	1	0,20
Троицко-Печорский	Троицко-Печорское	Троицко-Печорское	37	10	0,59
		Белоборское	64	36	1,22
	Печоро-Илычское	Усть-Илычское	9	9	2,17
	Комсомольское*	Комсомольское	14	8	1,24
		Знаменское*	55	75	2,96
		Якшинское*	14	17	2,64
		пос. Якша*	7	13	4,04
Усть-Куломский*	Усть-Куломское	Усть-Куломское	17	31	3,96
		Деревянское	7	11	3,42
		Керчомское	25	38	3,30
	Усть-Немское	Усть-Немское	10	13	2,83
		Мылвинское	33	35	2,31
		Тимшерское	31	28	1,96
	Помоздинское	Помоздинское	20	53	5,76
		Пожегодское	5	7	3,04
		Вольдинское	52	68	2,84
Корткеросский*	Корткеросское	Корткеросское	29	18	1,35

		Пезмогское	3	0	0
		Маджское	16	11	1,49
		Усть-локчимское	24	30	2,72
	Локчимское	Лопыдинское	17	17	2,17
		Четдинское	61	38	1,35
	Сторожевское	Сторожевское	20	20	2,17
		Керосское	30	10	0,72
МО Сыктывкар*	Сыктывкар	г. Сыктывкар	10	2	0,43
		с. Зеленец	7	9	2,80
Сыктывдинский*	Сыктывкарское	Выльгортское	3	3	2,17
	Сыктывдинское	Ыбское	10	7	1,52
		Яснэгское	10	12	2,61
Сысольский	Сысольское	Исаневское*	10	24	5,22
		Визингское	52	31	1,30
		Куратовское	55	26	1,03
Усть-Вымский*	Чернамское	Часовское	10	24	5,22
		Усть-Вымское	10	15	3,26
	Айкинское	Айкинское	20	22	2,39
Княжпогостский*	Железнодорожное лесничество	Княжпогостское	28	42	3,26
		Кылтовское	32	46	3,13
Удорский*	Междуреченское	Мозындорское	15	6	0,87
	Удорское	Косланское	38	29	1,66
	Ертомское	Чимское	7	3	0,93
Прилузский	Прилузское	Объячевское	37	41	2,41
		Лопьинское	56	56	2,17
		Ношульское	97	106	2,38
		Занульское	42	17	0,88
		Спаспорубское	3	0	0
		Матяшское	16	19	2,58
	Летское	Ловлинское	29	26	1,95
Койгородский	Койгородское	Кобринское	85	127	3,25
		Койгородское	80	157	4,27
		Палаузское*	1	1	2,17
		Гривенское*	2	1	1,09
	Кажимское	Кажимское	16	12	1,63
		Туруньинское	59	54	1,99

* – обследованы впервые в 2023 г.

Для возможности сравнения результатов работы ловушек была сосчитана уловистость (X) для каждого участкового лесничества по формуле:

$$X = (N/(n * t)) * 100\,,$$

где N – количество отловленных особей с одного участкового лесничества, n – количество установленных ловушек на одном участковом лесничестве, t – время экспозиции ловушек.

Масштабное обследование таежных лесонасаждений Республики Коми показало, что сибирский шелкопряд продвинулся вглубь региона. Самой северной точкой, где был выявлен вредитель, стали окрестности г. Сосногорска (63°35'45.9744"СШ 53°57'59.8572"ВД).

В лесонасаждениях, граничащих с обширными заболоченными территориями (Тобысьское, Троицко-Печорское, Пезмогское, Мозындорское участковые лесничества), снижается число отловленных особей, что мы

связываем с отсутствием хвойной растительности, пригодной в пищу, а также с избыточной влажностью почвенного покрова, в котором не могут зимовать гусеницы шелкопряда. Ловушки, установленные в чисто сосновых и смешанных сосново-мелколиственных лесных массивах, также показывают низкую численностью вредителя.

Максимальная уловистость зафиксирована в Помоздинском (5,76), Исаневском (5,22) и Часовском (5,22) участковых лесничествах, в которых преобладают массивы ели сибирской – главной лесообразующей породы в регионе. Менее массово шелкопряд попадался в ловушки Койгородского участкового лесничества (4,27), однако данный участок демонстрирует высокие показатели уловистости на протяжении шести лет обследования, что говорит о присутствии устойчивой популяции *D. sibiricus* в данной местности.

В результате мониторинга установлено, что сибирский шелкопряд широко, но неравномерно распространен на территории средней и южной тайги Республики Коми. Наибольшее количество особей фиксируется в темнохвойных лесонасаждениях, преимущественно в ельниках чернично-зеленомошных.

Библиографический список

1. Лукин А. В. Распространение сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv.) на территории Республики Коми // Материалы докладов «III Всероссийская (XVIII) молодежная научная конференция (с элементами научной школы) «Молодежь и наука на Севере». Т. 1, Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2018, – С. 29-30.
2. Лукин А. В. Распространение и динамика численности сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv.) в Республике Коми // Материалы докладов «Всероссийская XXVII молодежная научная конференция (с элементами научной школы) «Молодежь и наука на Севере», Сыктывкар, 2020, – С. 18-22.
3. МР ВНИИКР 27-2014. Методические рекомендации по выявлению и идентификации сибирского шелкопряда *Dendrolimus sibiricus* Tschetw. – М.: ФГБУ «ВНИИКР», 2014. – 57 с.
4. Татаринов, А. Г. Высшие чешуекрылые Печоро-Илычского заповедника и национального парка «Югыд ва» / А. Г. Татаринов, О. И. Кулакова. – Сыктывкар: Изд-во Коми НЦ УрО РАН, 2018. – 156 с.

ВСПЫШКА МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ТОПОЛЕВОЙ НИЖНЕСТОРОННЕЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ PHYLLONORYCTER POPULIFOLIELLA В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ. МНОГОЛЕТНИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЧИСЛЕННОСТЬЮ ВРЕДИТЕЛЯ

Мамаев Н.А., mamaevld@bk.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

В городских насаждениях остро стоит вопрос возникновения вспышек массового размножения некоторых скрытоживущих вредителей-фитофагов, например, тополевой нижнесторонней моли-пестрянки *Phyllonorycter populifoliella* (Treitshke, 1833) (Lepidoptera: Gracillariidae) [6]. Высокая численность моли в посадках тополей снижает эффективность ассимиляционной деятельности, прирост, способствует раннему опадению листвы, снижает их экологическую и эстетическую ценность [5; 2]. Тополевая нижнесторонняя моль-пестрянка на стадии гусеницы питается внутри листа, формируя мину. Мины в местах с высокой плотностью популяции вредителя могут занимать до 80% поверхности листа (Трещёва, 2017).

Экологические механизмы вспышек массового размножения тополёвой моли-пестрянки подробно рассмотрены в работе И.В. Ермолаева (2019). Увеличению численности вредителя способствуют такие факторы, как: распространенность в городских посадках предпочитаемых молью видов и гибридов тополей, скрытный образ жизни, низкая численность естественных врагов. В Санкт-Петербурге было зафиксировано и описано две вспышки массового размножения *P. populifoliella:* в 1992-1999 годах [1; 6; 2], в 2017 г. и до наших дней [4]. В отличие от первой вспышки, вторая носит более локальный и мозаичный характер: разрозненные очаги встречаются в южных и центральных частях города.

Тополевая моль-пестрянка успешно адаптировалась к климатическим условиям г. Санкт-Петербурга. Летом 2021 года, вследствие аномально высоких летних температур, вредитель даже дал второе поколение. Ассортимент видов тополей, высаживаемых в парках, придомовых участках и аллеями вдоль дорог. Это гибриды чёрных тополей, такие как *Populus x berolinensis*, *Populus x canadensis*, стоящие весьма высоко в ряду предпочитаемых этим вредителем видов тополей [3].

Ежегодные наблюдения за численностью тополевой нижнесторонней моли-пестрянки на пяти пробных участках в г. Санкт-Петербург мы проводим с 2020 г. [4]. Учитывается показатель количества мин/лист, отражающий состояние популяции тополевой моли и стадию вспышки массового размножения (табл. 1). Для этого на каждом участке собирали по 50 листьев с высоты 1,5-2,5м, в лабораторных условиях мину вскрывали и подсчитывали количество гусениц. Вид тополей, с которых собирали листья, был определен как *Populus x berolinensis*. Пробные площади (ПП) были подобраны таким образом, чтобы охватить как деревья с сильной заселённостью *P. populifoliella* (18-20 мин/лист и

более, ПП1, ПП3, ПП5), так и деревья с более низкими показателями плотности популяций (5-10 мин/лист ПП2, ПП4). Местонахождение пробных площадей указано в предыдущей работе [4].

Табл. 1 Показатели численности гусениц *P. populifoliella* на пробных площадях, мин/лист (вместе со ст. ошибкой)

	ПП1	ПП2	ПП3	ПП4	ПП5
2020	21,7±0,97	10,7±1,43	19,2±1,59	5,2±0,81	18,8±1,75
2021	21,9±0,68	15,5±0,97	23,7±1,1	8,1±0,63	21,9±0,68
2022	6,2±0,38	10,1±0,65	10,7±0,71	10,1±0,72	12,7±0,74
2023	13,6±0,70	10,3±0,54	15,5±0,9	9,2±0,66	16,4±0,92

Несмотря на снижение численности тополевой моли-пестрянки на пробных площадях в 2022 году, вспышка массового размножения ещё не перешла из эруптивной (т.е. собственно вспышки) фазы в фазу кризиса. Продолжение вспышки массового размножения тополевой моли-пестрянки в городе весьма вероятно.

Плотность тополевой моли-пестрянки всё ещё высока. Как указывается в других работах [7; 3] обычно снижение численности минеров с годами сопутствует увеличению численности паразитизма в популяции. Планируется изучить комплекс паразитических насекомых, развивающихся на *P. populifoliella* в условиях г. Санкт-Петербурга.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 24-16-00092

Библиографический список

1. Бондаренко Е.А. Массовое размножение тополевой нижнесторонней моли-пестрянки Phyllonoricter populifoliella Tr. (Lepidoptera, Gracillariidae) на территории г. Санкт-Петербурга // Известия СПбЛТА. 2008. Вып. 182. С. 45–55.
2. Буй Динь Дык, Леонтьев Л. Л., Барышникова С.В., Селиховкин А.В. Последствия массового размножения тополевой нижнесторонней моли-пестрянки и других минирующих микрочешуекрылых в Санкт-Петербурге. Лесоведение, 2021, № 4, с. 372–378.
3. Ермолаев И.В. Экологические механизмы непериодической популяционной волны на примере тополевой моли-пестрянки – Phyllonorycter populifoliella (Lepidoptera, Gracillariidae) // Журнал общей биологии. 2019. Т. 80. № 6. С. 451–476.
4. Мамаев Н.А., Буй Динь Дык, Селиховкин А.В.; Вторая вспышка размножения тополёвой нижнесторонней моли-пестрянки Phyllonorycter populifoliella в Санкт-Петербурге; Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. № 233. С. 81-94.

5. Селиховкин А. В. 2010. Особенности популяционной динамики тополевой нижнесторонней моли-пестрянки Phyllonorycter populifoliella Tr. (Gracillariidae). Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии 192: 220–235
6. Селиховкин А.В. Барышникова С.В. Денисова Н.В. Тимофеева Ю.А. Видовой состав и динамика плотности популяций доминирующих чешуекрылых дендрофагов (Lepidoptera) в Санкт-Петербурге и его окрестностях // Энтомологическое обозрение. 2018. Т. 97. № 4. С. 617–639.
7. Сулханов А.В., 1995. Проблемы динамики численности городских популяций тополевой моли // Экологические исследования в Москве и Московской области: животный мир. М.: Наука. С. 18–23

СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Мартирова М.Б.,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Выполняя большое количество важных функций, лес и его состояние привлекает весьма существенное внимание жителей, а также специалистов-лесопатологов. В последнее десятилетие наблюдается заметное ухудшение состояния лесных насаждений, в особенности это касается еловых древостоев [4]. В лесах Европы и Северной Америки участились вспышки размножения короеда-типографа *Ips typographus* и других короедов, поражающих ель и приводящих к массовому усыханию на больших площадях [6,7,8,9]. Недавняя вспышка типографа на территории Ленинградской области привела к гибели еловых древостоев на значительных площадях. При этом в Ленинградской области у этого вида впервые наблюдалось наличие двух генераций у части поколения, что повышает риски возникновения масштабных очагов [5]. Проведение регулярных обследований с выявлением фитопатогенов и вредителей может дать возможность оценить перспективы их распространения и прогнозировать развитие вспышек массового размножения.

В августе 2021 года на территории Учебно-опытного лесничества Ленинградской области сотрудниками кафедры защиты леса, древесиноведения и охотоведения была заложена сеть постоянных пробных площадей (ПП) (Рис.1) [1]. В 2023 году было проведено повторное обследование состояния насаждений с определением основных факторов, влияющих на ослабление древостоя. Обследование проводилось в первой половине августа, на каждом участке было осмотрено не менее 100 елей, с указанием их диаметра, категории состояния, наличия энтомовредителей, фитопатогенов, каких-либо дефектов и механических повреждений, так или иначе, влияющих на дерево. Категории состояния определялись по 5-бальной шкале, соответствующей Правилам санитарной безопасности в лесах [2]. После обработки полученных данных был подсчитан средний балл состояния насаждения для каждой пробной площади, а

также суммарный для всех обследованных ПП (средняя категория состояния по всем площадям – 1,405 ± 0,206). Таким образом, согласно Правилам санитарной безопасности в лесах, обследованные участки отнеслись к здоровым и ослабленным насаждениям.

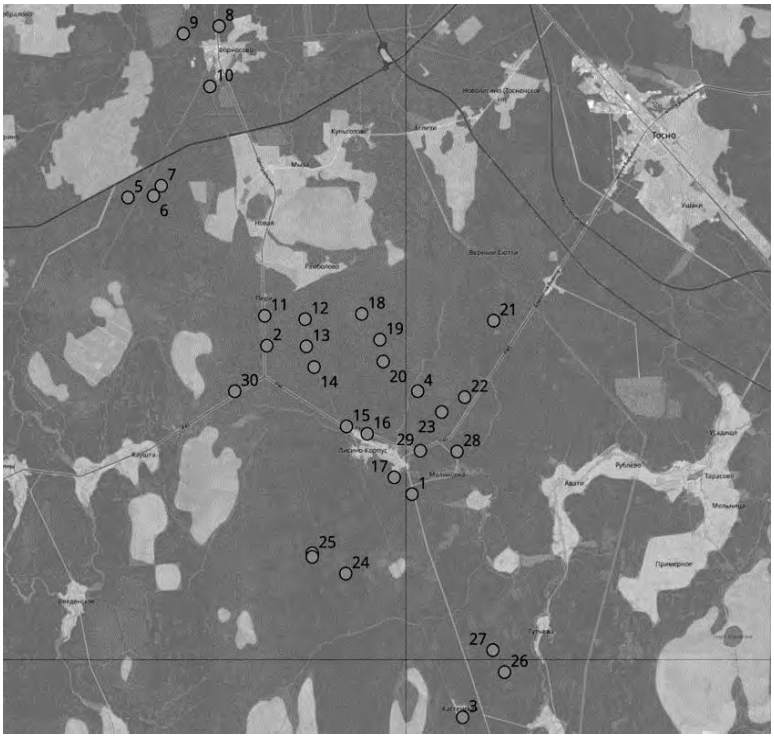


Рис. 1 Расположение постоянных пробных площадей

Наиболее встречающимися факторами ослабления отдельных деревьев являлись: угнетение отстающих в росте елей более высокими деревьями; заболевание язвенным раком; наличие смоляных потеков и желваков, указывающих на поражение корневой системы корневой губкой или опенком, а также возможные попытки заселения стволовыми вредителями; сухобочины; ажурность кроны и суховершиность; единично встречалась еловая губка *Porodaedalea abietis* (P. Karst.). Так же на обследованных участках в небольшом количестве встречались ели отработанные короедом-типографом *Ips typographus,* рагием ребристым *Rhagium inquisitor,* усачами рода *Monochamus;* единичные повреждения пушистым полиграфом *Polygraphus polygraphus,* еловой жердняковой смолевкой *Pissodes harcyniae*, пальцеходным лубоедом *Xylechinus pilosus* и рогохвостом Siricidae sp.

Следует отметить, что ни на одном участке не было обнаружено масштабного усыхание елей вследствие заселения короедом-типографом. Таких очагов много на севере Ленинградской области, однако на территории Учебно-опытного лесничества нами были отмечены только единичные деревья или небольшие куртины отработанных этим вредителем деревьев [3,5].

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 24-16-00092 «Взаимосвязи насекомых-вредителей и патогенных организмов и ответные реакции древесных растений северо-запада европейской части России: мониторинг и методы контроля плотности популяций вредителей и патогенов».

Библиографический список

1. Варенцова Е.Ю., Мамаев Н.А., Мартирова М.Б. Фитопатологическое состояние сосны и ели в древостоях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2023. – № 244. – С. 131-149. – DOI 10.21266/2079-4304.2023.244.131-149. – EDN UFDCIA..
2. Правила санитарной безопасности в лесах утвержденные постановлением Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. № 2047.
3. Селиховкин А.В., Мамаев Н.А., Мартирова М.Б. Новая вспышка массового размножения короеда-типографа в Ленинградской области и ее особенности // Энтомологическое обозрение. – 2022. – Т. 101, № 2. – С. 239-251. – DOI 10.31857/S0367144522020034. – EDN HJTBWL.
4. Селиховкин А.В., Варенцова Е. Ю., Поповичев Б. Г. Стволовые вредители и дендропатогенные грибы в ельниках Карельского перешейка после проведения санитарных рубок // X Чтения памяти О.А. Катаева: Материалы международной конференции, Санкт-Петербург, 22–25 октября 2018 года / Под редакцией Д.Л. Мусолина, А.В. Селиховкина. Том 2. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2018. – С. 32-33. – EDN YMUBDF.
5. Селиховкин А.В., Поповичев Б.Г., Осечкина Т.А. Динамика состояния популяции короеда-типографа в Ленинградской области в очаге массового размножения / [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2023. – № 244. – С. 184-199. – DOI 10.21266/2079-4304.2023.243.184-199. – EDN GZIVIQ
6. Neuvonen S., Viiri H. Changing climate and outbreaks of forest pest insects in a cold northern country, Finland //The Interconnected Arctic—UArctic Congress 2016. – Springer International Publishing, 2017. – С. 49-59.
7. Marini L. et al. Climate drivers of bark beetle outbreak dynamics in Norway spruce forests //Ecography. – 2017. – Т. 40. – №. 12. – С. 1426-1435.
8. Mezei P. et al. Storms, temperature maxima and the Eurasian spruce bark beetle Ips typographus—An infernal trio in Norway spruce forests of the Central European High Tatra Mountains //Agricultural and Forest Meteorology. – 2017. – Т. 242. – С. 85-95.
9. Weslien J. et al. Effects of sanitation logging in winter on the Eurasian spruce bark beetle and predatory long-legged flies //Forest Ecology and Management. – 2024. – Т. 554. – С. 121665.

СОСТОЯНИЕ ВЯЗОВ В ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ВЫБОРГА

Поповичев Б.Г., b.g.popovichev@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова
Семёнова Е.Ф.,
Комитет по благоустройству администрации МО «Выборгский район»

В конце прошлого тысячелетия в пригородных парках Санкт-Петербурга было отмечено усыхание вязов в результате заселения деревьев заболонниками

и распространения ими голландской болезни. В настоящее время на территории Санкт-Петербурга большая часть вязов погибла. Ежегодно увеличивалась площадь распространения графиоза в северных районах города. Мы проставили задачу проверить возможность продвижения графиоза и заболонников далее на север, на Карельский перешеек.

Целью нашего исследования было изучение состояния вязов в зеленых насаждениях города Выборга и проверка заселения деревьев тремя видами заболонников большим заболонником, струйчатым заболонником и заболонником пигмем (*Scolytus scolytus* Fabricius, *Scolytus multistriatus* Marsham, *Scolytus pygmaeus* Fabricius). Работа проводилась в 2021 и 2023 гг.

Оценка состояния деревьев проводилась по шкале, принятой при лесопатологических исследованиях [2], а наличие жуков по визуальному осмотру комлевой части стволов деревьев и опавших ветвей [1,3,4,5].

Для характеристики состояния деревьев использовались следующие значения оценки: средневзвешенная величина не превышает 1,5 балла – здоровое насаждение; 1,51- 2,50 – ослабленное насаждение; 2,51 - 3,50 – сильно ослабленное; 3,51- 4,50 - усыхающие; более 4,51 – погибшие.

В 2021году были обследованы: Парк Ленина, сквер на улице Репина, рядовые посадки на Ленинградском проспекте, зеленые насаждения на набережной Салакка –Лахти и Бульвар на проспекте Кутузова.

Вязы встречались только в Парке Ленина и на набережной Салакка-Лахти. На Кутузовском бульваре был всего один вяз. Доля вязов в обследованных зелёных насаждениях составляет 4,35% (табл. 1).

Среди вязов имелись сильно ослабленные и усыхающие деревья, но попыток поселений и заселённых деревьев не обнаружено. В насаждения они расположены одиночно или группами по два дерева и более. В 2023 году проведено повторное обследование вязов, состояние деревьев практически не изменилось. В целом состояние деревьев можно отнести к категории ослабленных некоторое превышение на 0.04 сотых балла можно отнести на более позднее чем в 2021 году время обследования (табл. 2). Поселений жуков не обнаружено.

Табл. 1. Количество деревьев разных пород при обследовании насаждений в 2021 г.

Древесные породы															
Б	Вз	Дб	Ек	Ив	Кл	Кк	Лп	Лц	Ол.	Р	Т	Чм	Яб	Яс	Всего:
Парк Ленина)															
4	49	54	4	5	440	1	424	61	2		7	31	13	21	1115
Набережная Салакка-Лахти															
5	24	9	2	91	30		186			4	2		7	31	391
Петровская набережная															
				12											12
Кутузовский бульвар															
	1	35			1		43						1	3	84
Ленинградский проспект															

							76								76
Сквер на улице Репина															
					4		18								22
Итого деревьев по породам															
9	74	98	6	108	475	1	747	61	2	4	9	31	21	55	1701

Табл. 2 Распределение вязов по категориям состояния в процентах и средний балл (итоги по Парку Ленина, набережной Салакка-Лахти и Кутузовскому бульвару)

Год обследования	Распределение деревьев по категориям состояния %%					Итого:	Средний балл
	1	2	3	4	5		
2021	26	39	26	9	-	100	2,19
2023	23	42	26	9	-	100	2,22

В 2023 было продолжено обследования вязов в рядовых и аллейных посадках, расположенных в различных частях города: Приморской улице, Московском проспекте, Смоляном мысу, Яблоневом саду. Худшее состояние вязов на Приморской улице и Московском проспекте, т. е. в местах с интенсивным автомобильным движением. На двух деревьях усохших в текущем году поселений заболонников не обнаружено (табл. 3).

Табл. 3. Распределение вязов, обследованных в 2023 г. по категориям состояния в процентах

Древесная порода	Распределение деревьев по категориям состояния %%					Итого:	Средний балл
	1	**2**	**3**	**4**	**5**		
Приморск.	2,5	42,0	35,8	18,5	1,2	100	2,74
Московск.	10,5	52,6	31,6	5,3	0	100	2,32
Смол.мыс	0	77,1	20,0	0	2,9	100	2,29
Ябл. сад	100,0	0	0	0	0	100	1,00
	4,3	51,8	28,8	2,9	1,4	100	2,54

Выводы: в настоящее время вязовые заболонники в зеленых насаждениях общего пользования города Выборга не обнаружены. Вероятно, это связано с более северным расположением города, по сравнению с Санкт-Петербургом.

Библиографический список.

1. Гусев, В.И. Справочник определитель повреждений деревьев и кустарников, применяемых в зелёном строительстве. – Москва : ВО, Агропромиздат, 1989. – 207с.
2. Постановление Правительства РФ от 09.12.2020 N 2047 Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах. Приложение N 1. Шкала категорий санитарного состояния деревьев.
3. Римский-Корсаков, М. Н., Гусев, В.И. Определитель повреждений лесных и декоративных деревьев и кустарников Европейской части СССР. Гослесбумиздат , 1951. – 579с.
4. Старк, В. Н. Короеды. Фауна СССР. Жесткокрылые. Том XXI. Москва-Ленинград : Издательство Академии Наук СССР. – 1952. -462с.
5. Яцентовский, А. В. Определитель короедов по повреждениям. Москва – Ленинград : Госельхозиздат, 1936.

ОЧАГИ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ (БОЛЕЗНЕЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ) ПИХТЫ СИБИРСКОЙ В ЛЕСАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Сафронова И.Е., safronovaie@rcfh.rosleshoz.gov.ru,
Шилкина Е.А., shilkinaea@rcfh.rosleshoz.gov.ru,
Центр защиты леса Красноярского края

Пихта сибирская (*Abiessibirica* Ldb.) является одной из основных лесообразующих пород темнохвойных лесов Красноярского края. Санитарное и лесопатологическое состояние указанной породы в древостоях ежегодно оценивается специалистами филиала ФБУ «Рослесозащита» – «Центр защиты леса Красноярского края» в рамках государственного мониторинга за состоянием лесных насаждений и при проведении лесопатологических обследований.

В 2023 году в ходе полевых работ в пихтовых формациях были зафиксированы очаги таких болезней, как ржавчинный рак (возбудитель – разнохозяинный базидиомицет *Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) J. Schröt. (= *M. Cerastii* Wint.)) и стволовая гниль, вызванная дереворазрушающим трутовиком Гартига *Phellinus Hartigii* (Allesch. etSchabl.) Bond., а также стволовых энтомовредителей: большой черный еловый усач (пихтовый) (*Monochamusurussovi*Fisch.) и уссурийский (белопихтовый)полиграф (*Polygraphusproximus*Blandf.).

Отмеченные насекомые внесены в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза (утв. Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 г. № 158) и относятся ко II списку — карантинные вредные организмы, ограниченно распространенные на территории Евразийского экономического союза.

Самым распространенным из указанных вредных организмов является инвазивный вид –уссурийский полиграф (рисунок), его очаги на конец 2023 года действуют в 32-х (из 61) лесничествах, на общей площади 21 949,4 га, что на 747,8 га больше аналогичного показателя предшествующего периода. Наибольшие очаги вредителя отмечены в Уярском (2 896,4 га), Усольском (2 600,6 га), Иланском (2 545,3 га) и Енисейском (2 446,2 га) лесничествах, на долю которых от общей площади очагов короеда приходится 13,2; 11,8; 11,6 и 11,4 %, соответственно.

Вместе с тем, в результате проведения санитарно-оздоровительных мероприятий (СОМ) и воздействия естественных регуляторных механизмов популяции в 2023 году произошло сокращение очагов полиграфа уссурийского на общей площади 4 507,8 га.

Наибольшие площади очагов вредителя в результате проведения СОМ ликвидированы в Енисейском лесничестве – 905,60 га (40,8 % от общей площади), затухли в результате естественных факторов в Северо-Енисейском – 590,50 (25,8 %) га и Пировском – 488,50 га (21,3 %) лесничествах.

Уссурийский полиграф, являясь самым агрессивным видом из всех повреждающих пихту ксилофагов, колонизирует как средневозрастные

приспевающие, так и спелые, и перестойные древостои. Кроме этого, при освоении деревьев короед на своем теле заносит споры офиостомовых грибов. Эти грибы вызывают локальный некроз луба и тем самым еще больше ослабляют заселенные вредителем деревья.

Рис. 1. Соотношение площадей очагов вредных организмов в пихтовых насаждениях Красноярского края, %

Второе место по встречаемости очагов, хотя и с сильным разрывом, занимает черный еловый усач (7,0 %). Площадьзаселенных ксилофагом древостоев на конец 2023 года составляет 1707,3 га, что на 443,8 га меньше аналогичного показателя в предшествующем периоде. Наиболее крупные очаги вредителя действуют на территории Енисейского лесничества – 1155,4 га (21,1 % от общей площади поврежденных жуком насаждений).

Наряду с сокращением лесных участков, отработанных черным еловым усачом (в результате проведенных санитарно-оздоровительных мероприятий и под воздействием естественных факторов), в 2023 году был выявлен новый очагксилофага на площади 29,6 га.

Вред, наносимый усачом, усугубляется тем, что жуки являются переносчиками спор гриба *Ceratocystis*spp., который вызывает синеву древесины и является объектом пограничного карантина: древесина, пораженная синевой, не подлежит сертификации и запрещена к вывозу.

Распространенность очагов ржавчинного рака пихты составила 2,1 %. На начало 2023 года очаги этого заболевания действовали всего в 2-х лесничествах: Каратузском и Манском (в 2022 году – в 12-ти). Их общая площадь составила 502,7 га, которая в течение всего года оставалась без изменений. Сокращение площадей очагов в предшествующем периоде произошло в результате проведения санитарно-оздоровительных мероприятий и списания очагов на основании актуализации реестров государственного лесопатологического мониторинга.

Наибольший показатель распространенности рака в 2023 году выявлен в Манском лесничестве, он составил 82,2 % от всех пораженных этим заболеванием древостоев пихтовой формации. Ржавчинный рак пихты, вызывая патологический процесс, протекающий несколько десятков лет, на территории Красноярского края является одной из причин накопления сухостоя и расстройства пихтовых насаждений.

Основные признаки ржавчинного рака пихты это – муфтообразные утолщения на побегах, ведьмины метлы и раковые с трещиноватой поверхностью опухоли на стволе. Особенность развития возбудителя состоит в том, что он поражает не только пихту, нои травянистые растения семейства гвоздичные: звездчатку, ясколку, мягковолосник и др., где патоген проходит свое дальнейшее развитие. Указанные промежуточные растения представляют собой источник инфекции для пихты.

Через трещины в коре опухолей и открытые раны в стволы проникают споры дереворазрушающих грибов, в том числе трутовика Гартига.Такие деревья теряют устойчивость к ветру и очень подвержены бурелому.

Площадь выявленного в 2022 году (впервые за 15 лет) очага центральной коррозионно-деструктивной гнили стволов, вызванной пихтовой губкой (трутовик Гартига), в 2023 году осталась без изменений и составила 105,8 га. Древостои с признаками поражения этого патогена были зарегистрированы на территории Каратузского лесничества. Их доля от общей площади очагов вредных организмов в пихтачах составила всего 0,4 %.

Гнили древесных пород развиваются под воздействием ферментов дереворазрушающих грибов. Деструкция растущих деревьев наносит не только биологический ущерб, приводя к ослаблению, а в ряде случаев к преждевременному отмиранию древостоев, но и хозяйственный вред, который заключается в снижении выхода деловых сортиментов из пораженных стволов.

В целом следует отметить, что очаги насекомых-ксилофагов по встречаемости значительно превалируют над очагами болезней пихты, их долевое соотношение составляет 97,5 и 2,5 %, соответственно.На сегодняшний день наибольший урон пихте сибирской в Красноярском крае по масштабам распространения и вредоносности наносит полиграф уссурийский.К сожалению, прогнозируется дальнейшее расширение ареала данного вредителя на юг и северКрасноярского края, в связи с наличием кормовой базы, в том числе формирование новых очагов вредителя, в результате разлета молодого поколения жуков и заселения ими ослабленных деревьев.

ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА И РАЗМНОЖЕНИЕ ВРЕДИТЕЛЕЙ В НАСАЖДЕНИЯХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Селиховкин А.В., a.selikhovkin@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

В последние несколько десятилетий влияние потепления климата на лесные экосистемы стало чрезвычайно популярной темой обсуждения. Именно потеплением климата часто объясняют увеличение частоты вспышек размножения и расширение ареалов насекомых-дендрофагов. Этот процесс отмечен в лесах и городских насаждениях северо-запада европейской части России. Здесь также происходит продвижению к северу ряда инвазионных видов вредителей и увеличение частоты вспышек некоторых автохтонных и адвентивных видов насекомых-дендрофагов. В настоящее время инвазивные ареалы минирующих молей-пестрянок (Gracillariidae) – липовой *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963), каштановой *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić, 1986 и дубовой широкоминирующей моли-пестрянки *Acrocercops brongniardella* (Fabricius, 1798) охватывают всю территорию Санкт-Петербурга и окрестностей. Популяция каштановой минирующей моли (охридский минёр) находится в состоянии вспышки, а популяция липовой минирующей моли постоянно имеет высокую плотность. Северные границы инвазионных ареалов этих видов совпадают или близки к северным границам растений-хозяев. В частности, охридский минёр отмечен даже в Выборге, т.е. на границе с Республикой Карелия, а северная граница вторичного ареала дубовой широкоминирующей моли проходит по южной части Карельского перешейка и совпадает с границей ареала дуба черешчатого [1,3].

Освоение северных районов европейской части России характерно для чужеродных видов короедов. В частности, появление на территории Санкт-Петербурга в конце прошлого века вязовых заболонников *Scolytus multistriatus* (Marsham, 1802), *S. scolytus* (Fabricius, 1775) и *S. pygmaeus* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) и распространение голландской болезни вязов привело к потере практически всех вязов на территории города [2, 12, 13]. Союзный короед *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), весьма опасный вредитель хвойных пород, впервые был отмечен в Ленинградской области в 1976 г, а уже в 2011 г. этот вид был зафиксирован на северной границе ареала хвойных пород в Мурманской области [9,2]. Ясеневая изумрудная узкотелая златка *Agrilus planipennis* (Fairmaire, 1888) (Coleoptera: Buprestidae) – опасный инвазионный вредитель ясеня, был обнаружена в Санкт-Петербурге в 2020 г. В 2021-2022 гг. выявлено несколько очагов этого вредителя в Петродворцовом и Невском районах города [14, 6, 8]. К настоящему времени обнаружено ещё несколько мест размножения этого вредителя и, по-видимому, обнаружены далеко не все насаждения ясеня, заселённые *A. planipennis*.

Возросла интенсивность частота вспышек размножения у короеда типографа и других видов стволовых вредителей сосны и ели, давно обосновавшихся на всей территории северо-запада европейской части России [2,7].

Увеличение теплообеспеченности несомненно влияет на возможность расширения ареалов и, в особенности, на увеличение частоты вспышек размножения. При увеличении суммы эффективных температур формируется дополнительное поколение, например, третье – у каштановой минирующей моли в Санкт-Петербурге, а у короеда-типографа в Ленинградской области – три сестринских и второе основное поколение [8].

С другой стороны, последние исследования показывают, что ситуация неоднозначна [11, 10]. Ослабление хвойных насаждений под действием антропогенных и климатических факторов, – ключевая причина, способствующая возникновению вспышек размножения нативных видов стволовых вредителей. При этом возрастание теплообеспеченности резко увеличивает амплитуду колебаний их численности [7,8]. Однако, несмотря на возрастание теплообеспеченности, установлено резкое снижение частоты вспышек некоторых массовых видов насекомых-филлофагов на северо-западе европейской части России в последние 30-40 лет лет. Более того, некоторые виды из этой группы стали крайне редко встречаться в Ленинградской области и более северных регионах [5]. Вряд ли потеплением климата можно объяснить и распространение союзного короеда в Мурманской области, где увеличение средней температуры и теплообеспеченности выражено очень слабо [2, 13]. Не связано с потеплением климата и появление ясеневой узкотелой изумрудной златки в Санкт-Петербурге. Этот инвазионный вредитель сформировал очаги размножения на расстоянии в 500 км к северо-западу от границы своего вторичного инвазионного ареала на окарине г. Тверь. Успешность развития златки зависит от теплообеспеченности [14, 6], но в данном случае, как и во всех рассмотренных выше, определяющий фактор – наличие и объём кормовой базы, т.е. подходящего растения-хозяина в достаточном количестве.

Таким образом, потепление климата – благоприятный фактор, способствующий успешному развитию вредителей древесных растений, но не имеющий решающего значения в плане продвижения ареалов этих насекомых к северу.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 24-16-00092)

Библиографический список

1. Буй Динь Дык, Денисова Н.В., Барышникова С.В., Шевченко С.В., Селиховкин А.В. Актуальные изменения видового состава и плотности популяций насекомых-филлофагов в Санкт-Петербурге // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2020. № 230. С. 73-99

2. Мандельштам М.Ю., Селиховкин А.В., 2020. Короеды северо-запада России (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae): история изучения, состав и генезис фауны //Энтомологическое обозрение. Т. 99, № 3. С. 631-665.

3. Селиховкин А.В. Вредители и патогены древесных растений в насаждениях Санкт-Петербурга: динамика и прогноз. //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. № 243. С. 162-176.

4. Селиховкин А. В. Инвазионные вредители и патогены древесных растений в Санкт-Петербурге //Фитосанитария. Карантин растений, 2024. Спецвыпуск. №1, S (18). С.70-71.
5. Селиховкин А.В., Гниненко Ю.И. Вспышки массового размножения вредителей ассимиляционного аппарата древесных растений на северо-западе европейской части России. // Лесоведение, 2023. № 2, с. 102–115
6. Селиховкин А.В., Волкович М.Г., Кази И.М., Поповичев Б.Г., Осечкина Т.А. Популяционные характеристики и новые находки ясеневой узкотелой изумрудной златки *Agrilus planipennis*Fairm. (Coleoptera, Buprestidae) в Санкт-Петербурге в 2022 г. // Энтомологическое обозрение, 2023. 102. 1. С. 35-43
7. Селиховкин А.В., Поповичев Б.Г., Мандельштам М.Ю., Алексеев А.С. Роль стволовых вредителей в изменении состояния хвойных лесов на северо-западе европейской части России. //Лесоведение, 2023. № 3. С. 304-321
8. Селиховкин А.В., Поповичев Б.Г., Осечкина Т.А., Мамаев Н.А., Мартирова М.Б. Динамика состояния популяции короеда-типографа в Ленинградской области в очаге массового размножения. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2023. № 244. С. 184-199.
9. Щербаков А. Н., Никитский Н. Б., Полевой А. В., Хумала А. Э. К фауне жесткокрылых насекомых заповедника «Пасвик» (Insecta, Coleoptera). Вестник Московского государственного университета леса. // Леснойвестник, 2013. 6 (98). С. 16–21.
10. Battisti A., Larsson S. Climate Change and Forest Insect Pests. In: Forest Entomology and Pathology. V.1: Entomology. Eds. Allison J.D., Paine T.D. Slippers B., Wingfield M.J. 2023. Switzerland: Springer. 810 p. pp. 773-787.
11. CamareroJ.J., Tardif J., Gazol A., Conciatori F. Pine processionary moth outbreaks cause longer growth legacies than drought and are linked to the North Atlantic Oscillation //Science of the Total Environment, 2022. V. 819, 153041. http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153041
12. Jürisoo L., Selikhovkin A.V., Padari A., Shevchenko S.V., Shcherbakova L.N., Popovichev B.G., Drenkhan R. The extensive damages of elms by Dutch elm disease agents and their hybrids in north-western Russia //Urban Forestry & Urban Greening, 2021 63 (9128): 127214
13. Selikhovkin A., Merkuriev S., Khodachek A. Native and alien tree insect pests: climate change impact and economic losses in Northwestern Russia. Proceedings Biol. Life Sci. Forum 2021, 1, x.2021, [https://sciforum.net/manuscripts/10412/manuscript.pdf].
14. Selikhovkin A.V., Musolin D.L., Popovichev B.G., Merkuryev S.A., Volkovitsh M.G., Vasaitis R. Invasive populations of the emerald ash borer *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae) in Saint Petersburg, Russia: A hitchhiker? // Insects,2022. 13. p. 191.

К ВОПРОСУ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ПОБЕГОВОГО РАКА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Шишкина Анна А., asarum89@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова;
Рослесозащита
Карпун Н.Н., nkolem@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Успешное восстановление ценных хвойных древостоев во многом зависит от качества посадочного материала и благополучного санитарного состояния создаваемых лесных культур. Но часто причиной ослабления и гибели сосны в питомниках и молодняках становится их поражение грибными болезнями [17].

Побеговый рак (= склеродерриоз) – одно из наиболее опасных для молодых сосен заболеваний [5; 15; 16], вызываемое сумчатым грибом *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) M. Morelet (= *Scleroderris lagerbergii* Gremmen., *Brunchorstia pinea* (P. Karst.) Höhn., *Brunchorstia destruens* Erikss.). Этот вид способен поражать разные хвойные породы, но наибольший вред причиняет сосне [2; 5; 8; 12; 15; 16]. Считается, что это главная болезнь сосны в странах, где в зимний период формируется устойчивый снежный покров [17]. В отдельные годы массовое распространение побегового рака в питомниках и молодняках с высокой степенью поражения растений наблюдалось в Северной Америке [13], Японии [18], Скандинавии [12; 15] и других странах Европы [16].

В европейской части России заболевание известно на Северо-Западе, в Центральном регионе, Среднем Поволжье, на Кавказе и в Крыму [2; 3; 5; 10]. Побеговый рак также был выявлен в Западной Сибири и на острове Сахалин [2; 11]. Наибольший вред отмечался в Ленинградской, Мурманской областях и в Республике Карелия в 1960-1970-е гг., когда болезнь распространилась на десятках тысяч га культур сосны и вызвала отпад до 50-60 % растений [6]. В лесных питомниках в годы эпифитотий отпад сеянцев достигал 15–60 % [6].

Таким образом, в связи с высокой опасностью побегового рака для сосны и других хвойных пород, необходимо изучение всех случаев выявления *G. abietina* в насаждениях различных регионов России.

Целью настоящего исследования является дополнение сведений о распространении побегового рака в сосновых насаждениях европейской части России по наблюдениям в Московской и Ярославской областях.

Исследования проводили в период с 2013 по 2023 гг. Объектом изучения в Московской области стала сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) в молодых лесных культурах, на лесосеменных плантациях и в естественном возобновлении под пологом взрослых насаждений. Сбор данных осуществлялся в рамках государственного лесопатологического мониторинга на рекогносцировочных маршрутных ходах с закладкой временных пробных площадей по общепринятой методике [1; 7]. Также оценивалось фитосанитарное состояние

интродуцированных видов сосны в декоративных насаждениях Московской области и в экспозициях Переславского дендросада имени С.Ф. Харитонова, расположенного в Ярославской области. Обследование посадок производили на маршрутных ходах с детальным осмотром деревьев с признаками поражения грибными болезнями. При обнаружении отмирания побегов в кронах, отбирали образцы для определения видов патогенных грибов с применением микроскопических и молекулярно-генетических методов на базе лабораторий ФБУ «Рослесозащита».

По результатам исследований установлено, что на сосне обыкновенной в лесных насаждениях Московской области *G. abietina* не имеет широкого распространения. Однако на отдельных участках молодняков в Орехово-Зуевском лесничестве (восточная часть области) уровень поражения растений оценен как высокий. Побеговый рак выявлен на 20-летних деревьях на лесосеменных плантациях сосны обыкновенной. Болезнь вызывает отмирание ветвей в нижней и средней частях кроны. В примыкающих насаждениях *G. abietina* отмечен в массе на подросте сосны. Заболевание приводит к сильному ослаблению и суховершинности молодых растений. Наши наблюдения подтверждают имеющиеся сведения о наличии побегового рака в лесных насаждениях Московской области [2], однако ранее не приводилось информации о характере развития болезни и ее вредоносности в регионе.

В декоративных посадках Московской области побеговый рак часто встречается на сосне кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), что согласуются с уже известными данными [9; 10]. В дополнение к этим сведениям, *G. abietina* был выявлен нами в единичных случаях на сосне черной (*Pinus nigra* J.F.Arnold) и горной (*Pinus mugo* Turra). У пораженных молодых деревьев кроны приобретают пеструю окраску из-за множества отмерших побегов, усыхают нижние ветви, что приводит к их ослаблению и снижению декоративности.

В экспозициях Переславского дендросада побеговый рак широко распространен на сосне кедровой сибирской, кедровой корейской (*Pinus koraiensis* Siebold & Zucc.) и черной. Восприимчивость этих видов к заболеванию может быть объяснена тем, что их естественные ареалы находятся в южных и значительно удаленных от места интродукции районах, что, как известно, способствует развитию побегового рака [5; 14; 15]. Возраст пораженных растений составляет от 30 до 50 лет. Главным симптомом болезни на соснах является пестрая окраска крон в результате усыхания многочисленных побегов с красно-бурой, повисшей «зонтиком» хвоей. У деревьев с высокой степенью поражения отмечено сильное ослабление, отмирание нижних ветвей, изреживание крон, потеря декоративности. В 2011 г. массового распространения побегового рака в дендросаду не наблюдалось [4], но в период с 2017 по 2019 гг. уровень развития заболевания, по нашим наблюдениям, заметно возрос. Наиболее вероятно, причиной стали погодные аномалии начала вегетационного периода 2017 г., характеризовавшиеся избытком осадков и температурой ниже климатических норм в мае-июне. Такие условия, продлевающие сроки

одревеснения молодых побегов, благоприятны для развития побегового рака [2; 5; 8; 15].

Таким образом, получены данные о распространении побегового рака в Московской и Ярославской областях на новых хозяевах – сосне горной, черной, кедровой корейской. Установлен характер развития болезни и ее вредоносность в регионе. Необходимо продолжение наблюдений в насаждениях, где выявлен гриб *G. abietina*, изучение особенностей развития болезни в разных условиях произрастания сосны и оценка причиняемого вреда для разработки и своевременного проведения комплекса эффективных защитных мероприятий.

Библиографический список

1. Воронцов А.И., Мозолевская Е.Г., Соколова Э.С. Технология защиты леса. М.: Экология, 1991. – 304 с.
2. Жуков А.М., Гниненко Ю.И., Жуков П.Д. Опасные малоизученные болезни хвойных пород в лесах России. Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. – 128 с.
3. Карпун Н.Н., Булгаков Т.С., Журавлева Е.Н. Атлас вредителей и болезней декоративных насаждений на юге России. Хвойные породы. Сочи: ФИЦ СНЦ РАН, 2021. – 216 с.
4. Колганихина Г.Б., Шишкина А.А., Шишкина А.А. Состояние и грибные болезни деревьев и кустарников в экспозициях Переславского дендросада // Лесной вестник, 2011. – № 4(80). – С. 108-117.
5. Крутов В.И., Хансо М.Э. Побеговый рак (склеродерриоз) сосны: диагностика, профилактика и меры борьбы. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1989. – 16 с.
6. Крутов В.И. Грибные болезни хвойных пород в искусственных ценозах таежной зоны Европейского Севера СССР. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1989. – 208 с.
7. Правила санитарной безопасности в лесах: [Постановление Правительства РФ от 09.12.2020 № 2047].
8. Синадский Ю.В. Сосна. Ее вредители и болезни. М.: Наука, 1983. – 344 с.
9. Соколова Э.С., Колганихина Г.Б., Галасьева Т.В., Стрепенюк Л.П., Семенова М.А. Видовой состав и распространение дендротрофных грибов в разных категориях зеленых насаждений Москвы // Лесной вестник, 2006. – № 2(44). – С. 98-116.
10. Соколова Э.С., Колганихина Г.Б. Грибные болезни древесных интродуцентов в насаждениях Москвы и Подмосковья // Лесной вестник, 2009. – № 5. – С. 145-153.
11. Шилкина Е.А., Шеллер М.А., Раздорожная Т.Ю., Ибе А.А. Результаты ДНК-диагностики фитопатогенных грибов лесных питомников Красноярского края и Республики Хакасия // Сибирский лесной журнал, 2018. – № 2. – С. 15-27.
12. Børja I., Solheim H., Hietala A., Fossdal C.G. Top shoot dieback on Norway spruce seedlings associated with Gremmeniella and Phomopsis // Norsk Institutt for Skogforskning, 2006. – P. 37-42.
13. Harrington, T., Wingfield M.J. Diseases and the ecology of indigenous and exotic pines // Ecology and biogeography of Pinus. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. – P. 381-404.

14. Karlman, M. Damage to *Pinus contorta* in northern Sweden with special emphasis on pathogens // Studia Forestalia Suecica, 1986. – № 176. – 42 p.
15. Roll-Hansen F. Scleroderris lagerbergii: Resistance and differences in attack between pine species and provenances // European Journal of Forest Pathology, 1972. – Vol. 2. – Is.1. – P. 26-39.
16. Romeralo C., Botella L., Santamaría O., Diez J., Laflamme, G. *Gremmeniella abietina*: a Loser in the Warmer World or Still a Threat to Forestry? // Current Forestry Reports, 2023. – № 9. – P. 1-18.
17. Sinclair W.A., Lyon H.H. Diseases of trees and shrubs. Comstock publishing associates, a division of Cornell University press, 2005. – 660 p.
18. Yokota S. Scleroderris canker of Todo-fir in Hokkaido, Northern Japan. IV. An analysis of climatic data associated with the outbreak // European Journal of Forest Pathology, 1975. – Vol. 5. – Issue 1. – P. 13-21.

ПОРАЖЕННОСТЬ КОРНЕВОЙ ГУБКОЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ КЛИМАТИПОВ СОСНЫ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Шишкина Анастасия А., frbg@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова;
Рослесозащита
Карпун Н.Н., nkolem@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Изучение географических культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в разных частях ареала вида показало существование зависимости между успешностью выращивания деревьев и их происхождением [9, 12]. Отдельный интерес представляют исследования климатипов сосны на предмет пораженности грибными болезнями [1, 4, 9, 12]. В ряде публикаций приводятся сведения о неодинаковой устойчивости географических культур к корневой губке (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.), являющейся возбудителем наиболее опасной болезни сосны – гнили корней [5, 10]. Согласно этим работам, более благополучными являются северо-западные климатипы, в то время как восточные оценены как неперспективные. Однако подобные исследования малочисленные и по ним невозможно сделать однозначный вывод об успешности тех или иных климатипов сосны в разных условиях выращивания. В связи с этим представляется актуальным обследование большего числа опытов с географическими культурами.

Исследование проводили на территории Московской области в географических культурах сосны обыкновенной в Серебряноборском опытном лесничестве Института лесоведения РАН (расположены западнее г. Москвы; созданы в 1948-50 гг. под руководством Л.Ф. Правдина) и в Авсюнинском участковом лесничестве Орехово-Зуевского лесничества (восточная часть

Московской области; заложены в 1966-67 гг. С.А. Ростовцевым и Е.П. Проказиным). На первом объекте опыт охватывает 30 климатипов с повторностью 1-3; на втором – 52 с повторностью 1-4; тип лесорастительных условий – свежая простая суборь [6, 8]. В этих культурах важным объектом наблюдения являлась корневая губка, вызвавшая куртинное усыхание сосны.

Работы проводили в период с 2014 по 2023 гг. с использованием общепринятых методов лесопатологического обследования насаждений и очагов болезней [2, 7]. В географических культурах Серебряноборского опытного лесничества северо-западные климатипы представлены сосной происхождением из Карелии (Олонец), Ленинградской области (Приозерск) и Латвии (Рига); в культурах Авсюнинского участкового лесничества – из Ленинградской (Сиверский, Гатчина), Псковской (Плюсский район) областей и Эстонии (Верпорасский лесхоз).

Для выяснения успешности северо-западных климатипов по полученным данным была составлена схема, учитывающая происхождение сосны относительно места испытания и среднюю оценку успешности, переведенную в баллы по условной шкале, согласно которой 1 балл присваивался неблагополучным климатипам, 2 балла – климатипам с удовлетворительным состоянием, 3 балла – успешным климатипам. Полученные результаты были сопоставлены с имеющимися сведениями о санитарном состоянии климатипов и их пораженности корневой губкой (при наличии таких данных) на разных объектах географических культур, расположенных в европейской части России, Беларуси и Украины [1, 3, 5, 10, 11].

По результатам обследования географических культур Серебряноборского опытного лесничества и Авсюнинского участкового лесничества выявлены существенные различия в состоянии и пораженности корневой губкой разных климатипов. В целом сосны происхождением из северо-западных районов являются успешными (рис. 1), что согласуется с данными аналогичных исследований, проведенных в России и сопредельных странах [1, 3, 5, 10, 11].

Рис. 1 Успешность климатипов разного происхождения относительно места испытания в сравнении с литературными данными (для наиболее успешных климатипов было принято расположение ближе к периферии круга, отмеченной зеленой зоной). Двойные буквы при написании стороны света показывают значительное удаление относительно места испытания

Сосна местного происхождения на обоих объектах характеризуется удовлетворительным состоянием (средний балл успешности – 2,0). В этих культурах выявлены очаги корневой губки слабой степени; состояние древостоя оценено как ослабленное (рис. 2).

Устойчивыми к патогену оказались климатипы из Латвии, Эстонии, Карелии и Псковской области. При этом сосны из Латвии и Карелии отличаются здоровым состоянием, что делает их более успешными, чем местные древостои.

Менее благополучны сосны из разных районов Ленинградской области, которые поражены корневой губкой в большей степени, чем местный климатип. На всех участках с ленинградской сосной (в том числе повторных) выявлено куртинное усыхание деревьев. В наибольшей степени поражению подвергся климатип из Гатчинского района – единственный северо-западный климатип, у которого доля пораженных деревьев по запасу превышает 10 %.

Рис. 2 Состояние и пораженность корневой губкой северо-западных климатипов в сравнении с местной сосной (Московская область)

В целом в условиях Московской области все обследованные северо-западные климатипы, кроме ленинградских, являются более успешными по сравнению с местной сосной. Полученные выводы совпадают с данными по другим географическим культурам в европейской части России. Однако для получения статистически значимых результатов требуется изучение большего количества объектов на предмет санитарного состояния и пораженности болезнями.

Библиографический список

1. Варенцова Е.Ю., Николаева М.А. Фитопатологическое состояние сосны и ели в географических культурах, заложенных в Ленинградской области // X Чтения памяти О.А. Катаева: матер. межд. конф., СПб, 2018 г. – Т. 2. – СПБ: СПБГЛТУ, 2018. – С. 13-14.

2. Воронцов А.И., Мозолевская Е.Г., Соколова Э.С. Технология защиты леса. М.: Экология, 1991. – 304 с.

3. Гурьянов М.О., Крестьянова М.А., Николаева М.А. Сравнительный анализ сохранности и таксационных показателей потомств сосны обыкновенной (*Pinus*

sylvestris L.) в Ленинградской области // Известия СПБЛТА, 2023. – № 242. – С. 43-59.
4. Кузьмина Н.А., Кузьмин С.Р. Селекция сосны обыкновенной по устойчивости к грибным патогенам в географических культурах // Хвойные бореальной зоны, 2009. Т. 26.1. – С. 76-81.
5. Ладейщикова Е.И. Устойчивость хвойных пород и перспективы селекции сосны // Корневая губка. Поиск эффективных мер защиты хвойных насаждений от болезни. – Харьков: Прапор, 1974. – С. 15-22.
6. Мерзленко М.Д., Глазунов Ю.Б., Мельник П.Г. Результаты выращивания провениенций сосны обыкновенной в географических посадках Серебряноборского опытного лесничества // Лесоведение, 2017. – № 3. – С. 176-182.
7. Методы мониторинга вредителей и болезней леса: Болезни и вредители в лесах России. Том III. М.: ВНИИЛМ, 2004. – 200 с.
8. Паспорт географических культур сосны обыкновенной Авсюнинского участкового лесничества Орехово-Зуевского лесничества Московской области. – 2 с.
9. Писаренко А.И., Редько Г.И., Мерзленко М.Д. Искусственные леса Ч. 2. М.: ВНИИЦлесресурс, 1992. – 240 с.
10. Раптунович Е.С., Якимов Н.И. Устойчивость географических культур сосны обыкновенной к корневой губке // Труды БГТУ. С. 1. Лесное х-во, 1996. – № 4. – С. 32-37.
11. Ребко С.В., Поплавская Л.Ф., Тупик П.В. и др. Оценка жизненного состояния древостоев климатипов сосны обыкновенной в географических лесных культурах // Лесное х-во: матер. докл. 85-й науч.-техн. конф. проф.-преп. состава. – Минск: БГТУ, 2021. – С. 199-200.
12. Синадский Ю.В. Сосна. Ее вредители и болезни. М.: Наука, 1983. – 344 с.

ДУБ ЧЕРЕШЧАТЫЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ: ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Шишлянникова А.Б., ArBorShi@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Змитрович И.В., iv_zmitrovich@mail.ru,
Ботанический институт имени В.Л. Комарова РАН

Дуб черешчатый (*Quercus robur*) представляет своеобразный и адаптированный к умеренно-холодному климату дериват теплолюбивого и процветавшего в терциере на обширных пространствах Евразии и Северной Америки рода *Quercus*. Ценоспектр дуба черешчатого в пределах его ареала своеобразен и охватывает степную, лесостепную, широколиственнолесную, подтаежную зоны и южную полосу таежной зоны. Ценооптимум дуба черешчатого мы наблюдаем в неморальных поймах в пределах широколиственнолесной и подтаежной зон. Именно на дренированных гривах центральной поймы, ежегодно обогащаемых речным аллювием и лишенных бокового затенения, складываются условия, наиболее благоприятные для роста

дуба черешчатого [3]. В равновесном с текущей биогеоценотической обстановкой состоянии некроз ветвей дуба черешчатого является фактором, имеющем адаптивное значение, а изучение грибов-сапротрофов, вовлеченных в процесс самоизреживания кроны, представляет теоретический и практический интерес.

Для оценки вклада различных патологий в категорию состояния деревьев дуба черешчатого был проведен комплексный анализ насаждений, сформированных в различных условиях произрастания. Исследование проводилось на территориях, относящихся к разным лесорастительным зонам: Щёкинский муниципальный район Тульской области; Пушкиногорский муниципальный район Псковской области; Пушкинский и Курортный районы г. Санкт-Петербурга; Кингисеппский и Выборгский муниципальные районы Ленинградской области. При оценке категорий состояния деревьев на всех 25 пробных площадях было выявлено, что наибольший вклад в умеренное поражение побеговой системы дуба черешчатого вносится тремя показателями – поражение ветвей некротрофом *Colpoma quercinum* (колпома дубовая), поражение ветвей вызывающим некрозы сапротрофом *Vuilleminia comedens* (вийемения разъедающая), поражение листьев биотрофом *Erysiphe alphitoides* (мучнистая роса дуба).

Проведенные исследования фитопатологического состояния деревьев дуба черешчатого с применением рангового анализа [1] показали, что в зависимости от дифференциации по диаметру ствола дуба наблюдается в большинстве случаев явное статистически значимое различие, как по категории состояния, так и по основным поражениям, с которыми коррелирует диаметр дерева.

Составленная корреляционная матрица – «тепловая карта» ранговых корреляций, выявленных на материале всех обследованных пробных площадей (см. рисунок), показала наибольшую связь между категорией состояния и поражением коры ветвей кроны *Colpoma quercinum* на статистически достоверном уровне $Rs = 0.74$. Несколько меньшая связь с категорией состояния деревьев дуба наблюдается с *Vuilleminia comedens* – $Rs = 0.66$. Значимая корреляция категории состояния наблюдается с наличием плодовых тел *Laetiporus sulphureus* на стволах деревьев дуба – $Rs = 0.37$. Статистически значимая, но менее значительная корреляция наблюдается со стволовыми гнилями – $Rs = 0.23 – 0.35$. Также наблюдается значимая связь усыхания вершины с категорией состояния деревьев дуба черешчатого. Слабая, но значимая связь сухобокости и пасынков с категорией состояния деревьев дуба практически одинакова и составляет $Rs = 0.22$. С остальными учтенными патологиями корреляция или очень слабая, или отсутствует.

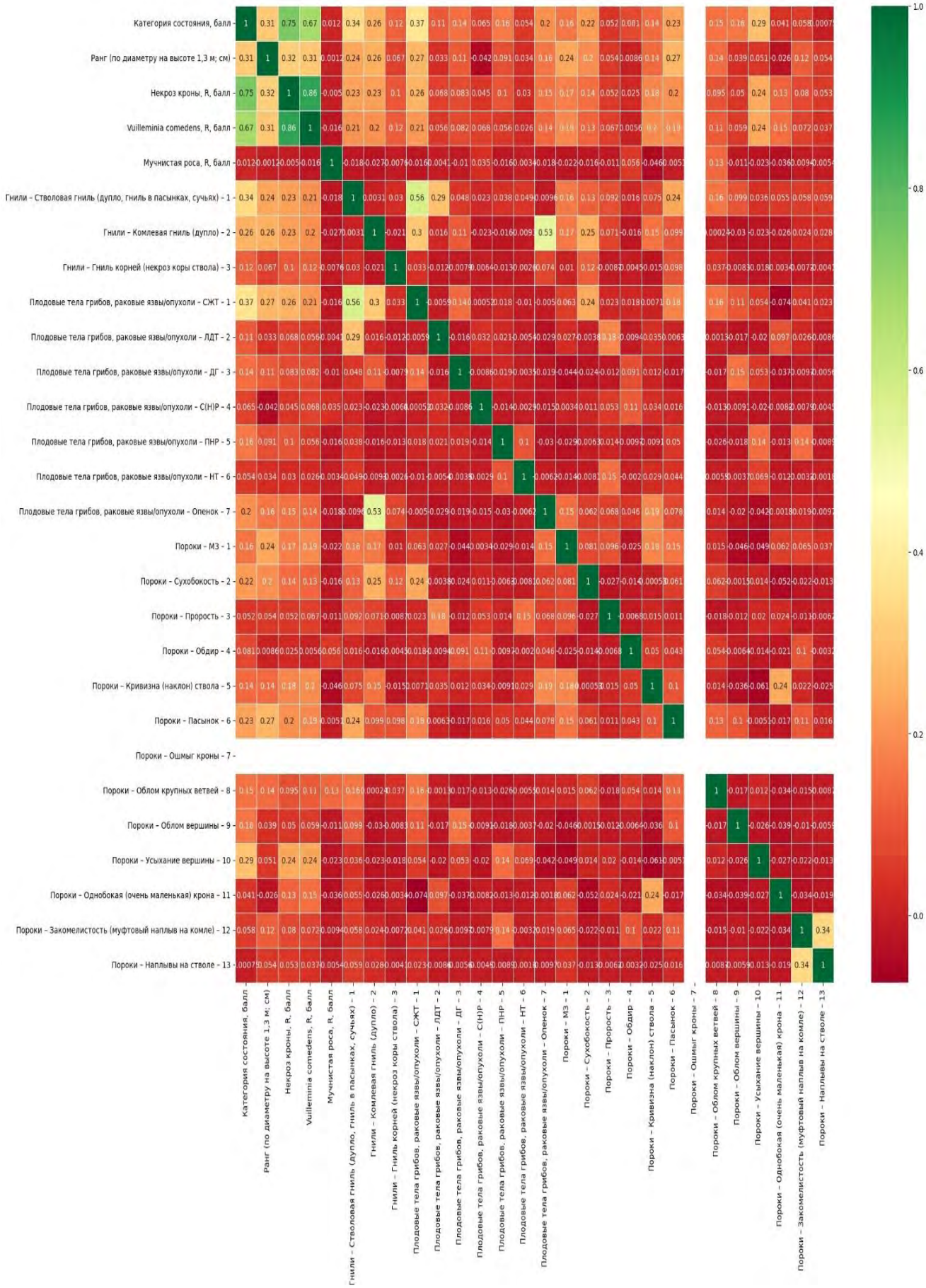


Рис. 1. Корреляции между основными параметрами древостоев дуба черешчатого, по данным, полученным на субширотно-субмеридиональном трансекте «Тула – Выборг».

Высокая корреляция категории состояния с рангом по диаметру ствола (*Rs = 0.31*) объясняется конституциональным различием «эвтрофных» и «олиготрофных» экад [2] дуба черешчатого и большей устойчивостью к стрессорным воздействиям «эвтрофных» экад.

Высокая корреляция некроза кроны с рангом по диаметру ствола (*Rs = 0.32*) объясняется конституциональным различием «эвтрофных» и «олиготрофных» экад дуба черешчатого и большей устойчивостью к стрессорным воздействиям «эвтрофных» экад. Этим же объясняется выраженная связь поражения *Vuilleminia comedens* с рангом по диаметру ствола (*Rs = 0.31*).

Высокая корреляция некроза кроны (возбудитель – *Colpoma quercinum*) с категорией состояния (*Rs = 0.75*) связана с тем, что некроз кроны выступает ключевым индикатором при оценке состояния дерева. Вторым индикатором некроза кроны является поражение крупных ветвей *Vuilleminia comedens* – корреляция между наличием некроза кроны и плодовых тел *V. comedens* составляет *Rs = 0.86*.

Высока корреляция между наличием раковых язв и плодовых тел других грибов и такими характеристиками как категория состояния, ранг по диаметру, некроз крон – *Rs = 0.37*, *Rs = 0.27*, *Rs = 0.26* соответственно: в первом случае речь идет о том, что наличие язв является одним из индикаторов состояния дерева, во втором случае речь идет о более выраженном иммунном ответе деревьев «эвтрофных» экад, а в третьем случае прогрессирующий некроз кроны можно также рассматривать как индикатор снижения фитоиммунитета.

Проведенные исследования подтверждают большую устойчивость деревьев «эвтрофной» экады к прогрессирующему отмиранию кроны и ухудшению состояния: высокая корреляция некроза кроны с рангом по диаметру ствола объясняется конституциональным различием «эвтрофных» и «олиготрофных» экад дуба черешчатого и большей устойчивостью к стрессорным воздействиям «эвтрофных» экад. Адаптивный потенциал деревьев дуба черешчатого определяется локальными почвенно-гидрологическими условиями и основная задача паркового строительства севернее естественного ареала *Quercus robur* – поддержание дренажной системы и отбор «эвтрофных» экад дуба черешчатого.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 24-16-00092

Библиографический список

1. Мастицкий С.Э., Шитиков В.К. (2014) Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. – Электронная книга, адрес доступа: http://r-analytics.blogspot.com

2. Синская Е.Н. Учение о виде и таксонах (Конспект лекций). Л.: Изд-во ВИР, 1961. 48 с.

3. Шишлянникова А.Б., Змитрович И.В., Зарудная Г.И., Перелыгин В.В., Жариков М.В. Результаты микологического обследования побеговой системы “Ириновского дуба” (Ленинградская область, Россия) // Микология и фитопатология. 2023. Т. 57. № 6. С. 456–461. https://doi.org/10.31857/S0026364823060120

Секция «ДЕКОРАТИВНОЕ РАСТЕНИЕВОДСТВО. БОТАНИЧЕСКИЕ САДЫ»

ТРАВЯНИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ФЛОРЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПбГЛТУ

Адонина Н.П., Adonina.NP@mail.ru,
Баранова А.В., Annabot79@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнической университет имени С.М. Кирова

Мировая флора культурных растений пополняется путем интродукции и селекции растений. Привлечение в культуру малораспространенных видов дикорастущих растений является актуальной задачей интродукции растений. Изучение природной флоры Северо-Запада России, насчитывающей более 2730 видов сосудистых растений [1], представляет большой научный и практический интерес, так как многие произрастающие на этой территории виды обладают широкой амплитудой эколого-фитоценотических и биолого-морфологических характеристик, что позволяет привлечь значительный ассортимент декоративных растений для использования их в разных видах озеленения.

Целью работы является анализ коллекции травянистых растений флоры Северо-Запада России Ботанического сада СПбГЛТУ (далее БС). Объектом исследования явились 133 вида растений, которые произрастают на коллекционных участках и в естественных травянистых ценозах БС.

Систематический анализ коллекции показал, что исследуемые виды относятся к 5 классам, 51 семейству, 107 родам, 133 видам. Большую часть составляет класс Magnoliopsida (Двудольные), представленный 32 семействами, 76 родами, 96 видами. Класс Liliopsida (Однодольные) представлен 13 семействами, 22 родами, 26 видами. Класс Polypodiophyta (Папоротниковидные) представлен 4 семействами, 7 родами, 9 видами. Класс Equisetopsida (Хвощовые) имеет 1 вид – *Equisetum arvense.* Класс Lycopodiopsida (Плауновые) – 1 вид – *Lycopodium clavatum.* Наиболее широко представлены следующие семейства: *Asteraceae* - 13 родов (12%), *Lamiáceae* - 8 родов (7%), *Ranunculaceae* - 8 родов (7%), *Orchidáceae* - 6 родов (7%), *Caryophyllaceae* - 6 родов (6%), *Rosaceae* - 5 родов (5%), *Woodsiaceae* - 4 рода (3%).

Географическое распространение и места обитания исследуемых видов были изучены по литературным источникам [1]. Большинство травянистых растений Северо-Запада, присутствующих в коллекции БС (80%), широко распространены по всей территории региона. Ленинградской областью ограниченно распространение 12% растений, следующих исследуемых видов: *Asplenium septentrionale*, *Asplenium trichomanes*, *Veratrum lobelianum*, *Cypripedium calceolus*, *Ligularia sibirica*, *Saussurea esthonica*, *Dianthus arenarius*, *Geranium sanguineum*. Псковская область является границей распространения 8% травянистых

растений исследуемых видов: *Pulmonaria angustifolia, Adenophora liliifolia*, *Geranium sanguineum, Ornithogalum umbellatum*, *Delphinium elatum*.

Был проведен анализ эколо-ценотических групп исследуемых видов по Н.Н. Цвелеву [1]: Всего в коллекции БС собраны представители 31 фитозеноза Северо-Запада России. Основную долю составляют:

- 29 опушечно-луговых видов (21%): *Achillea millefolium, Centaurea scabiosa, Viscaria vulgaris, Geranium pratense* и др.;
- 22 опушечно-лесных вида (19%): *Origanum vulgare*, *Stachys officinalis*, *Platanthera bifolia* и др.*;*
- 10 лесных видов (7%): *Actaea spicata, Hepatica nobilis, Paris quadrifolia* и др.;
- 8 северо-лесных видов (6%): *Trientalis europaea*, *Oxalis acetosella* и др.

В коллекции представлены псаммофиты: *Dianthus arenarius*, *Viscaria vulgaris*, *Geranium sanguineum*, *Armeria maritima*, *Asplenium septentrionale, Asplenium trichomanes.* Места выхода известняка являются ареалами обитания кальцефилов: *Leucanthemum vulgare, Saussurea esthonica*, *Neotinea ustulata*, *Orchis militaris*, *Actaea erythrocarpa*, *Inula salicina* (рис. 1).

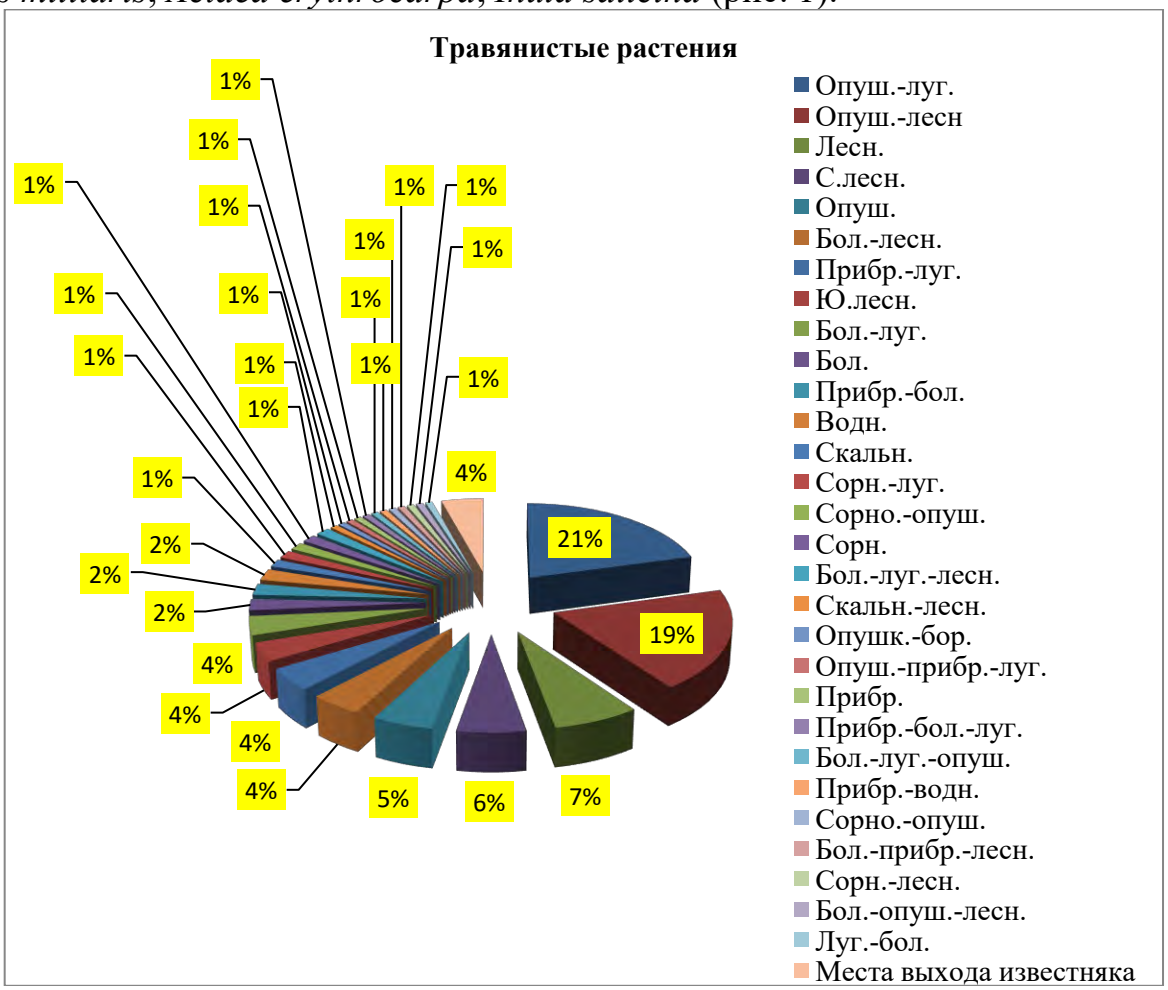


Рис. 1. Распределение исследуемых травянистых видов Северо-Запада России по фитоценозам

В коллекции БС представлены следующие жизненные формы:

- короткокорневищные (39 видов): *Asplenium septentrionale, Ligularia sibirica, Solidago virgaurea, Listera ovate* и др.;

- длиннокорневищные (33 вида): *Mercuria lisperennis, Prunella vulgaris, Pyrola rotundifolia, Filipendula ulmaria* и др.;
- ползучие (24 вида): *Ptarmica vulgaris, Stellaria holostea, Calystegia sepium, Mentha arvensis* и др.;
- стержнекорневые (10 видов): *Scorzonera humilis, Lythrum salicaria, Plantago media* и др.;
- кистекорневые (10 видов): *Chelidonium majus*, *Primula veris*, *Polemonium caeruleum* и др.;
- клубневые (8 видов): *Ficaria verna, Orchis militaris, Dactylorhiza maculate* и др.;
- луковичные (4 вида): *Gagea lutea, G. minima, Ornithogalum umbellatum* и др.;
- рыхлокустовые (2 вида): *Dianthus arenarius, Melandrium dioicum.*

Большая часть исследуемых видов хорошо размножается вегетативно, поэтому перенос в культуру целесообразно производить корневищами, клубнями, луковицами, черенками, делением куста и т.п.

По высоте в коллекции БС представлены следующие виды:
- высокорослые (выше 100 см) (13 видов): *Centaurea scabiosa, Tanacetum vulgare, Veratrum lobelianum, Matteuccia struthiopteris, Filipendula ulmaria* и др.;
- среднерослые (50-100 см) (45 видов): *Lamium album, Geranium pretense, Lysimachia vulgaris, Trollius europaeus, Actaea spicata* и др.;
- низкорослые (ниже 50 см.) (66 видов): *Hepatica nobilis, Corydalis solida, Pyrola rotundifolia, Asarum europaeum, Asplenium septentrionale* и др.

По срокам цветения в коллекции БС представлены следующие виды:
- весеннецветущие (12 видов): *Mercuria lisperennis*, *Anemonoides ranunculoides, Ficaria verna, Hepatica nobilis* и др.;
- весеннее-летнецветущие (36 видов): *Polygonatum multiflorum*, *Myosotis palustris, Stellaria holostea, Viola tricolor* и др.;
- летнецветущие (80 видов): *Symphytum officinale, Campanula glomerata*, *Geranium pratense, Galeobdolon luteum, Lysimachia vulgaris* и др.;
- летнее-осеннецветущие (15 видов): *Achillea millefolium, Sagina procumbens, Lamium album* и др.

Декоративную ценность растения представляют не только во время цветения, но и во время плодоношения. Такие виды как: *Lunaria rediviva, Actaea erythrocarpa, Actaea spicata, Fragaria vesca, Fragaria moschata, Paris quadrifolia, Typha latifolia* являются декоративно плодными.

Наибольшую хозяйственную ценность исследуемые виды представляют как лекарственные растения – 107 видов (63%). Например: *Achillea millefolium, Pulmonaria obscura, Symphytum officinále, Hypericu maculatum, Stachys officinalis, Valeriana officinalis* и др.

Съедобные растения представлены 28 видами (16%): *Adenophora liliifolia, Origanum vulgare, Fragaria vesca, Ficaria verna, Typha latifolia, Matteuccia struthiopteris* и др. Для технического применения могут использоваться 18 видов (11 %): *Asarum europaeum, Anthemis tinctoria, Geranium sylvaticum*, *Iris pseudacorus, Galium mollugo* и др. Медоносные растения – 17 видов (10%): *Centaurea jacea, Knautia arvensis, Lathyrus vernus, Glechoma hederacea, Veronica chamaedrys* и др.

Среди исследуемых травянистых видов отмечены ядовитые растения, при работе с которыми необходимо соблюдать технику безопасности: *Polygonatum multiflorum, Convallaria majalis, Veratrum lobelianum, Polypodium vulgare, Actaea erythrocarpa, Paris quadrifolia* и др. Ядовитые растения относятся к 22 семействам 34 видам, 10 из которых принадлежат к семейству *Ranunculaceae.*

14 видов травянистых растений охраняются на региональном уровне и занесены в Красные книги Санкт-Петербурга, Ленинградской, Псковской и Новгородской областей. В коллекции также присутствуют 11 видов растений, нуждающихся в охране.

Библиографический список

1. Цвелев Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) СПб.: Издательство СПХВА, 2000. 782 с.

РЕСУРСЫ РОДА *HEMEROCALLIS* L В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПбГЛТУ

Адонина Н.П., adonina.NP@mail.ru,
Махлумова А.Е. makhlumova.ns@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Род *Hemerocallis* L. (Красоднев или Лилейник) относится к семейству *Asphodelaceae* Juss. Естественным ареалом произрастания представителей рода являются районы Восточной Азии. Наибольшее разнообразие природных видов и форм лилейника сосредоточено в горных районах Китая, Японии, Кореи и Монголии, в том числе в теплых регионах. На территории России естественно произрастают 5 видов *Hemerocallis* преимущественно на Дальнем Востоке, в Западной и Восточной Сибири [1]. С древних времен лилейники использовались как пищевые и лекарственные растения, с середины XIX века они широко используются как декоративные растения.

База данных WFO Plant List официально признает 18 видов рода *Hemerocallis* [4]. Селекционная отрасль лилейников насчитывает более 89 тысяч сортов [3], которые различны как по декоративным признакам, так и по экологическим требованиям. Для северо-запада России в настоящее время основной задачей является подбор устойчивых сортов *Hemerocallis* для введения их в культуру.

Целью работы является анализ коллекции рода *Hemerocallis* Ботанического сада СПбГЛТУ (далее БС), которая насчитывает 7 видов, большинство из которых получены из естественных мест произрастания, испытано около 100 сортов. Рассмотрены вопросы селекции, а также морфологические декоративные признаки: форма, размеры, окраска цветков, высота цветоносов.

Все изученные сорта являются работами зарубежных гибридизаторов. В коллекции представлен первый гибридный лилейник "Apricot" (Yeld, 1893),

созданный в 1893 г. Джорджем Йельдом путём скрещивания двух диких видов *H. fulva* (L.) L. × *H. middendorffii* Trautv. & C.A. Mey. Самыми старыми являются следующие сорта: "Autumn Red" (Nesmith, 1941), "Black Prince" (Russell, 1942), "Primrose Mascotte" (Grullemans, 1950), "Red Spider" (Johnson-R., 1950), первый спайдер "Crimson Pirate" (Sass-H.E., 1951) и др. [5] Наибольшее количество изученных сортов были получены в период 1970-80-х гг. – 40 сортов. В период 1980-90-х гг. созданы – 19 сортов. Сорта современной селекции XXI века представлены в небольшом количестве - 15 сортов, большинство из них получены в начале 2000-х годов. Современные сорта последнего десятилетия в коллекции БС не представлены.

Одним из основных декоративных признаков лилейника является форма его цветков. Выделяется пять основных форм: треугольная, округлая, звездообразная, махровая, паукообразная. [3] Большинство изученных лилейников имеют цветки треугольной формы – 48 сортов. Менее многочисленны лилейники с цветками округлой и махровой формы, что составляет 14 и 13 сортов соответственно. В небольшом количестве представлены лилейники со звездообразной формой цветков – 10 сортов. Самыми малочисленными являются паукообразные лилейники – 3 сорта (рис.1).

По размеру цветка лилейники делятся на четыре группы: миниатюры (до 7,5 см), мелкоцветковые (от 7,5 до 11 см), крупноцветковые (от 11 до 17,5 см), экстра-крупные (свыше 17,5 см). [3] Большую часть представляют крупноцветковые сорта - 62 сорта. С миниатюрными цветками - 9 сортов, из которых наименьшие диаметры были отмечены у сортов "Daily Bread" (4 см), "You Angel You" (5 см), "Little Wine Cup" (5 см), "Cuteas Can Be" (5 см). Мелкоцветковые и экстра-крупные лилейники представлены в небольшом количестве по 8 сортов. Среди экста-крупных наибольший диаметр цветков отмечен у сортов "Red Spider" (22 см) и "Spring field Clan" (25 см) (рис. 2).

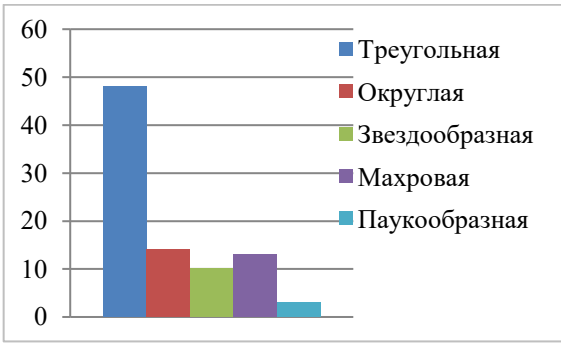


Рис. 1. Распределение *Hemerocallis* по форме цветка

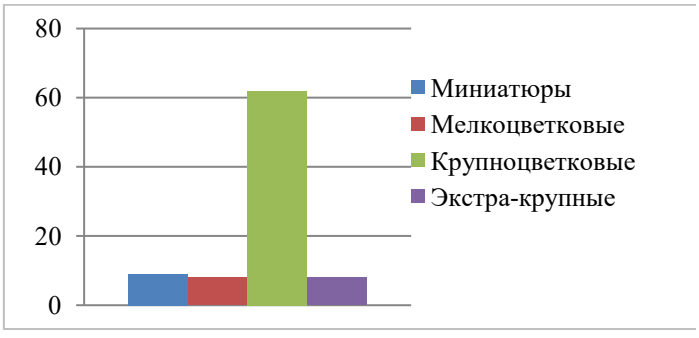


Рис. 2. Распределение *Hemerocallis* по размеру цветка

Не менее важным признаком сорта является высота цветоносов. Все сорта подразделяются на четыре группы: карликовые (ниже 30 см), низкорослые (30-60 см), среднерослые (60-90 см), высокие (выше 90 см) [2, 3]. Распределение сортов по высотным группам показало, что преобладают среднерослые гибриды - 54 сорта. Низкорослые лилейники представлены 26 сортами. Высокие лилейники менее многочисленны - 6 сортов. Наиболее высокие цветоносы

отмечены у сортов "Spring field Clan" (102см) и "Black Prince" (107 см). Самые малочисленные карликовые лилейники представлены одним сортом "Stella de Oro" (рис. 3).

Для распределения сортов по окраске цветов были выделены пять основных окрасок: желтый, красный, розовый, фиолетовый, белый, оранжевый. [2, 3] В каждую из групп входят лилейники с окраской от самых светлых до самых темных оттенков данных цветов. Группу белых лилейников составляют сорта с окраской приближенной к белым, так как чисто белых сортов не существует. Среди изученных лилейников преобладают сорта с красной окраской цветков – 22 сорта. Лилейников с желтой окраской – 17 сортов. Несколько меньшим количеством представлены группы с розовой и фиолетовой окраской, каждая из которых насчитывает 16 сортов. Лилейники с белой окраской в коллекции представлены 9 сортами. Наименьшее количество составляют лилейники с оранжевой окраской – 6 сортов (рис. 4).

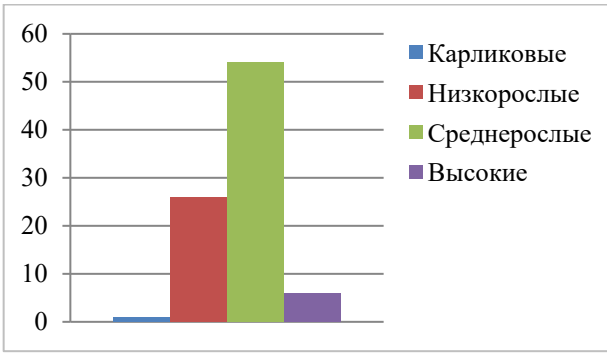


Рис. 3. Распределение *Hemerocallis* по высоте цветоноса

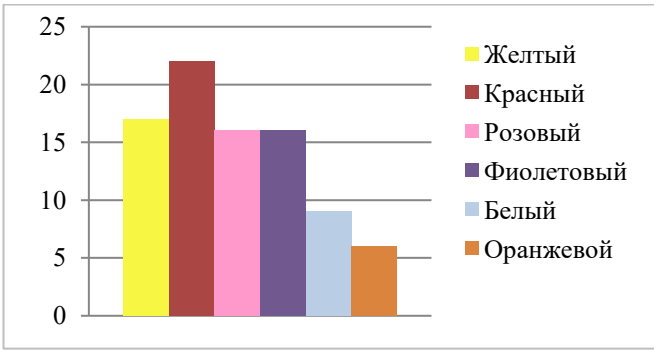


Рис. 4. Распределение *Hemerocallis* по окраске цветка

Одним из важных декоративных признаков лилейников является период цветения. По сроку цветения все лилейники подразделяются на шесть групп: очень ранний (начало июня), ранний (середина июня), среднеранний (конец июня – середина июля), средний (середина июля – начало августа), среднепоздний (середина августа), поздний (конец августа).[3] Большинство изученных лилейников относятся к среднему сроку цветения и представлены одним видом и 45 сортами. Менее многочисленными являются лилейники среднераннего периода цветения – 30 сортов. В группе очень раннего цветения представлены только видовые лилейники – 4 вида. К среднепозднему периоду цветения также относится небольшое количество растений – 4 сорта. Самыми малочисленными являются лилейники позднего цветения, которые представлены одним сортом "Sammy Russel". При распределении лилейников по срокам цветения также рассматривался такой показатель, как повторное цветение. Лилейники, имеющие повторное цветение, представлены в небольшом количестве – 1 вид и 36 сортов.

Коллекция рода *Hemerocallis* в БС включает в себя природные виды и большое количество сортов, отличающиеся многообразием декоративных признаков. Для повышения разнообразия коллекции рекомендуется пополнить

ее наиболее значимыми старинными сортами начала XX века, сортами отечественных гибридизаторов, а также сортами современной селекции XXI века. Также рекомендуется пополнить коллекцию сортами с формой цветков и высотой цветоносов, которые представлены в небольшом количестве или отсутствуют вовсе. По форме цветков возможно пополнение сортами паукообразной формы, а также сортами новой группы – мультиформы. Повысить многообразие высотных групп рекомендуется за счет пополнения карликовыми сортами и высокими сортами выше 150 см. Большинство лилейников коллекции БС цветет в период с конца июня до середины августа. Лилейники с более поздним и более ранним сроком цветения представлены в небольшом количестве. Рекомендуется пополнить их сортами очень раннего, а также позднего периода цветения.

В настоящее время в БС СПбГЛТУ собрана большая коллекция растений рода *Hemerocallis,* имеющая научное, учебное и практическое значение.

Библиографический список

1. Флора СССР. / Под ред. В. Л. Комарова.- М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1935. – Т. IV. – С. 55-58.
2. Окач М.О., Мухаметова С. В. Лилейник коллекции Ботанического сада-института ПГТУ // Вестник Поволжский государственный технологический университета. Сер.:Лес. Экология. Природопользование. 2020. N 4 (48). С. 50-60.
3. American Hemerocallis Society [Электронный ресурс] / - Режим доступа: - URL. http:// www.daylilies.org.
4. The WFO Plant List [Электронный ресурс] / - Режим доступа: - URL. http://wfoplantlist.org/plant-list.
5. Ганов А. Старинные сорта лилейников. [Электронный ресурс] / - Режим доступа: - http://daylily.ru/p379.htm

ИСТОРИЯ КОЛЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ РОДА *HYDRANGEA* L. В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПБГЛТУ ИМЕНИ С.М. КИРОВА

Адонина Н.П., adonina.np@mail.ru,
Покровская В.А., orxideya778@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Гортензия (*Hydrangea* Gronov. ex L.) – род цветковых растений семейства Гортензиевые (Hydrangeaceae Dumort.). Название рода было впервые опубликовано в "Species Plantarum" в 1753 г., где Карл Линней цитирует Яна Гроновиуса (Gronovius, Johan Frederik, 1686-1762) как автора названия *Hydrangea* и приводит один вид - *Hydrangea arborescens* [6].

Родной ареал этого рода простирается от Китая до Курильских островов и Тропической Азии, Гавайских островов, от Северной Америки до Центральной и Южной Америки. В основном *Hydrangea* произрастают в Восточной Азии, из

них 33 вида (25 эндемиков) в Китае. Два вида дико растут на Российском Дальнем Востоке: *H. paniculata* Siebold и *H. petiolaris* Siebold et Zucc. По информации базы данных WFO Plant List род включает 91 принятый вид. [7] Это - полукустарники, кустарники или небольшие деревья, прямостоячие и вьющиеся, листопадные и вечнозеленые. [4]

В декоративном садоводстве *Hydrangea* ценятся за крупные соцветия, за обильное и продолжительное цветение – с начала лета до поздней осени вплоть до первых заморозков в период практического отсутствия других цветущих растений, многократное изменение окраски цветков за сезон, устойчивость к болезням.

Первые сведения о растениях рода *Hydrangea* на территории Лесного Института приводит Р. И. Шредер в 1861 г. и относит их к неморозоустойчивым деревьям и кустарникам: «…которые так сильно повреждаются морозами, что не стоит труда сажать их в грунт» [5].

В 1917 г. Э. Л. Вольф опубликовал результаты интродукции древесных растений на территории Императорского Лесного Института и в питомнике Кессельринга в Петрограде где представил 18 таксонов рода *Hydrangea*: 12 видов, 5 форм и 1 культивар, распределив их по 5 группам морозостойкости. [3]

К I группе морозостойкости «...совершенно морозостойкая порода, т. е. не страдавшая в Лесном Институте в Петрограде ни от осенних заморозков, ни от зимних морозов» он отнес: *H. bretschneideri, H. incognita**. Ко II группе морозостойкости «...при благоприятных условиях морозостойкая порода. Кустарники и деревья, которые на защищенных местах в нормальные годы перезимовывали в Петрограде хорошо или, по крайней мере, вполне удовлетворительно. На зиму полезно покрывать «приствольные круги» (т.е. площадь, занятую корнями вокруг ствола) возможно сухими листьями»: *H. paniculata*, *H. petiolaris.* К III группе морозостойкости «...менее выносливая порода, но еще допускающая культуру под Петроградом. Преимущественно кустарники, которые хотя часто повреждаются морозом, еще могут цвести, нередко и плодоносить. Из деревьев мы относим сюда породы, еще в достаточной мере сохраняющие характер дерева. На зиму необходимо покрывать приствольные круги»: *H. arborescens, H. radiata.* К IV группе морозостойкости «...зябкая порода, от ежегодно повторяющегося под Петроградом отмерзания теряющая свой нормальный облик и декоративную ценность. Кустарники, редко и слабо цветущие или вовсе не производящие цветов…»: *H. macrophylla*, *H. involucrata* (зимовала 6 лет)*, H. arborescens* cv. *Grandiflora*, *H. longipes, H. xanthoneura.* К **V** группе морозостойкости «...порода совершенно непригодная для культуры под Петроградом, крайне недолговечная или погибающая в первую - же зиму»: *H. macrophylla (H. mandshurica),* держалась 2 года и цвела*, H. quercifolia.* Э. Л. Вольф так же указал виды, нуждающиеся в укрытии на зиму и надземной части и корневой системы: *H. involucrata*, *H. longipes*, *H. macrophylla.* [3]

В 1961 г. П. А. Акимов и Н. Е. Булыгин описали в коллекции Лесотехнической академии 8 таксонов *Hydrangea* (6 видов и 2 формы), отметив

старовозрастные экземпляры их продолжительность жизни, размеры и отнесли их к I и II группе морозостойкости по шкале Э. Л. Вольфа. [1]

В 1962 г. Н. М. Андронов подвел итоги интродукции 12 таксонов *Hydrangea* (11 видов и 1 форма). Вполне зимостойки и плодоносят, заслуживают применения в озеленительных посадках: *H. aspera* (г. шероховатая), *H. Bretschneideri* (г. Бретшнейдера) *H. heteromala* (г. развесистая), *H. incognita* (г. неизвестная), *H. vestita* (г. одетая). Наиболее декоративны и заслуживают широкого применения в озеленении *H. paniculata* и *H. paniculata f. grandiflora* (г. метельчатая и ее крупноцветная форма), каждый конец побегов которой оканчивается крупным соцветием, цветет со второй половины августа, весь сентябрь и в октябре до заморозков. Зимостойка и обильно цветет *H. cinerea f. sterilis* (г. пепельная), которая представлена в дендрарии стерильной формой, цветущая также поздно и имеющая крупные зонтиковидные соцветия и сравнительно крупные листья, хорошо размножается безлистными черенками. *H. xanthoneura* (г. золотистонервная) и *H. longipes* (г. длинночерешчатая) в суровые зимы подмерзает. Интродуцированы в 1958 г *H. radiata* Walt. (г. лучистая) и *H. serrata* DC. (г. пильчатая). Имеются всходы 1959 г. *H. dumicola* W.W. Sm., *H. petiolaris* Sieb. Et Zucc. (является зимостойкой и интродуцирована повторно). [2]

Современная коллекция рода *Hydrangea* в Ботаническом саду насчитывает 25 таксонов, из них 15 видов и 10 сортов (Табл. 1). Они растут на территории парка, дендросадов и в питомниках. В коллекции имеются экземпляры, возраст которых превышает 100 лет. В Нижнем Дендросаду: *H. bretschneideri* возраст 119, 117, 111 лет (участки 4, 7, 18), В Верхнем Дендросаду: *H. xanthoneura* возраст 113 лет (участок 26). Все перечисленные экземпляры были выращены из семян. Коллекция гортензий постоянно пополняется новыми сортами. В 2022 г. получены сорта *H. paniculata*: cv. *Fraise Melba,* cv. *Phantom,* cv. *Magical Candle,* cv. *Pink Diamond,* cv. *Limelight*. В 2023 г. получен сорт *H. paniculata* cv. *Hercules*

Табл. 1. Коллекция растений *Hydrangea* в Ботаническом саду СПбГЛТУ

№ п/п	Название таксона	Год введения в коллекцию	№ п/п	Название таксона	Год введения в коллекцию
1	*Hydrangea acuminata* Siebold & Zucc.	1959, 2009	14	*H. paniculata* Siebold	1985, 2002, 2003
2	*H. arborescens* L.	2012	15	*H. paniculata* cv. *Hercules*	2023
3	*H. arborescens* L. cv. *Annabelle*	2008	16	*H. paniculata* cv. *Fraise Melba*	2022
4	*H. aspera* Buch.-Ham. ex D.Don	1949, 1980,1982	17	*H. paniculata* cv. *Phantom*	2022
5	*H. bretschneideri* Dippel	1904, 1906, 1912, 1927, 1940, 1950, 1951, 1954, 1975	18	*H. paniculata* cv. *Magical Candle*	2022
6	*H. cinerea* Small	1984	19	*H. paniculata* cv. *Pink Diamond*	2022

7	*H. cinerea* cv. *Sterilis* *(H. cinerea* f. *sterilis* Rehder)	1965, 1991, 2009	20	*H. paniculata* cv. *Limelight*	2022
8	*H. heteromalla* D.Don	1938, 1945	21	*H. petiolaris* Siebold et Zucc.	1973, 1974
9	*H. hirta* (Thunb.) Siebold	1998	22	*H. radiata* Walter	1997, 2012
10	*H. incognita* E. Wolf *	1974	23	*H. serrata* (Thunb.) Ser.	1959, 1977, 2008
11	*H. involucrata* Siebold	2009	24	*H. strigosa* Rehder *(H. strigosa* var. *macrophylla* (Hemsl.) Rehder)	1961
12	*H. macrophylla* (Thunb.) Ser. cv. *Otaksa*	2008	25	*H. xanthoneura* Diels	1910
13	*H. macrophylla* cv. *Versicolor?*	1990			

Примечание: *не признан WFO Plant List [11]

Вопросы интродукции рода *Hydrangea* не рассматривались с 60-х гг. прошлого века, при этом собран значительный генофонд и накоплен большой опыт по ведению данной культуры. Можно отметить, что видовое разнообразие коллекции достаточно стабильно и представлено разновозрастными растениями, при этом зимостойкость многих видов значительно увеличилась. Продолжительность жизни растений в культуре делает их перспективными в практике озеленения. Качественным изменением коллекционной политики является пополнение ее сортового разнообразия, что связано с современными селекционными достижениями и востребованностью этой культуры. Необходимо оценить декоративные качества видов и сортов гортензий, зимостойкость, интродукционную устойчивость и перспективность в условиях северо - запада России.

Библиографический список

1. Акимов П. А., Булыгин Н. Е. Наиболее интересные деревья и кустарники Дендрологического сада Ленинградской Лесотехнической Академии имени С.М. Кирова / ред. П. А. Акимов // Учебное пособие. – Л., 1961г. – С. 47–48.
2. Андронов Н. М. Деревья и кустарники Дендрологического сада Ленинградской Лесотехнической Академии имени С.М. Кирова // Учебное пособие. – Л., 1962г. – 85 с.
3. Вольф Э. Л. Наблюдения над морозостойкостью деревянистых растений. – Egb. Wolf. «Les observations sur la resistanse des plantes ligneuses au climat de Petrograd» // Тр. Бюро по прикл. ботанике. 1917 г. Т. 10. № 1. – 138 с.
4. Цвелёв Н. Н. Семейство гортензиевые, или гидрангиевые (Hydrangeaceae) // Жизнь растений. — Т. 5, ч. 2. — М.: Просвещение, 1981. — С. 154—155.

5. Шредер И. Р. Наблюдения над разводимыми в С.- Петербургском Лесном Институте деревьями и кустарниками, относительно их неприхотливости, при особенном внимании необыкновенно жестокой зимы 1860-1861 года // Акклиматизация. – СПб, 1861г. Т. 26. Вып. 9. – 457 с.
6. Species Plantarum. 1: 397, 1753. [Электронный ресурс] https://www.biodiversitylibrary.org/page/358416#page/409/mode/1up
7. WFO Plant List. [Электронный ресурс] https://wfoplantlist.org

КОЛЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ РОДА *SYRINGA* L. В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПбГЛТУ

Адонина Н.П., adonina.np@mail.ru,
Слотина А.В., annazhilkina 2009@rambler.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Сирень (*Syrínga* L.) – род кустарников семейства Маслиновые (*Oleaceae* Hoffmanns. & Link). База данных WFO Plant List признает 12 видов [10], распространённых в диком виде в Юго-Восточной Европе (Венгрия, Балканы) и в Азии, преимущественно в Китае. Мировой сортимент этой культуры насчитывает более 2300 сортов, при этом две трети из них получены с участием *S. vulgaris* L. [5,6]

Первые сведения о представителях рода *Syringa* на территории Лесного Института были представлены Р.И. Шредером в 1861 г. Он опубликовал первую сводку, произраставших в дендрарии 498 видов и форм древесных растений, произвел оценку их повреждаемости морозами. Все растения по показателям зимостойкости разделил на 4 группы – от вполне зимостойких до вымерзающих. Представил 5 видов *Syringa* и разделил их на три отделения по морозостойкости. [8]

К I отделению - "деревья и кустарники, зимующие без прикрышки" отнёс 3 вида: *S. vulgaris* (сирень обыкновенная), *S. persica* (с. персидская), *S. josikaea* (с. венгерская). Ко II отделению - "деревья и кустарники, зимующие под лёгкой покрышкой, по крайней мере редко и то лишь немного отзябшие на верхушках (так как здесь важна величина экземпляров, то я он выразил вышину их цифрами в футах)" отнес 2 вида: *S. chinensis* (6 футов), *S. persica* (4 фута) "Эти, а также другие виды, красивые зеленью и цветами кустарники и полукустарники, требуют сильной влажной почвы. Хотя они немного терпят от морозов, но все таки цветут." К III отделению - "деревья и кустарники, которые требуют толстой покрышки и, несмотря на то, легко повреждаются морозам. Они никогда не достигают нормального возраста и величины, но вообще образуют красивые кустарные экземпляры" отнес 1 вид: *S. Emodi*. (с. Эмодова).

"Многие из более неприхотливых деревьев и кустарников, которые, при незначительном тепле, возбуждаются к прозябанию, быстрее переносят зимнюю стужу, нежели изменчивую погоду весной, особенно разновидности *Syringa.* Они

требуют скорее тени нежели покрышки, чтобы соки не пришли преждевременно в движение. Такие растения достаточно обвязать двойною рогожей или легким соломенным жгутом." [8]

Э.Л. Вольф в 1917 г. подвел итоги интродукции 21 таксона *Syringa* (19 видов и 1 форма, из которых в настоящее время признаны 8 видов) и нескольких культиваров в т.ч. немахровые и махровые сорта *S. vulgaris* без названий. Он отметил степень морозостойкости исследуемых таксонов. [3] В скобках указаны названия растений по Э.Л. Вольфу, которые в настоящее время признаны синонимами.

- I группа морозостойкости: *S. reticulata* subsp. *amurensis (S. amurensis*), *S. josikaea*, *S. vulgaris*, *S. villosa*. *S. villosa* subsp. *wolfii* (*S. wolfii*);

- II группа морозостойкости: *S. reticulata* subsp. *reticulata* (*S. japonica*), *S. pubescens* subsp. *patula* (*S. koehneana*, *S. velutina*), *S komarowii;*

- III группа морозостойкости: *S chinensis** (не признан WFO Plant List), *S. oblata, S. reticulata* subsp. *pekinensis* (*S pekinensis*), *S. persica, S. tomentella* subsp. *sweginzowii* (*S. reflexa, S. wilsonii. S. sweginzowii*);

- IV группа морозостойкости: *S. emodi, S. oblata* subsp. *oblata* (*S. giraldi), S pubescens;*

- V группа морозостойкости: *S. emodi variegatus*

Э.Л. Вольф отметил цветение и плодоношение исследованных таксонов:

- цветут (fl.): *S. chinesis**, *S. reticulata* subsp. *reticulata* (*S. japonica*), *S. reticulata* subsp. *pekinensis* (*S pekinensis*), *S. persica, S. pubescens;*

- имеются плодоносящие экземпляры (Fruct.): *S. josikaea*, *S. oblata*, *S. tomentella*, *S. pubescens*, *S. villosa*, *S. vulgaris,* не плодоносит *S. reticulata.*

В 1961 г. П. А. Акимов и Н. Е. Булыгин представили данные о наиболее интересных экземплярах 10 видов *Syringa* в коллекции БС Лесотехнической академии, указали: жизненную форму, зимостойкость, возраст, размеры, феносостояние. В настоящее время из них приняты 6 видов. [1]

С 1936 по 1971 г. дендрарий возглавлял Н.М. Андронов. За 35 лет работы он восстановил пострадавшую во время войны дендрологическую коллекцию, и значительно увеличил ее таксономический состав. В 1962 г. он подвел итоги интродукции 36 таксонов (21 вид и 15 сортов с. обыкновенной) рода *Syringa*, из них только 9 видов соответствуют современной номенклатуре [2.].

В настоящее время коллекция растений рода *Syringa* представлена 87 таксонами: 11 видов (табл. 1), среди которых есть старовозрастные экземпляры начала и середины прошлого века и 73 сорта отечественной и зарубежной селекции (табл. 2). В парке произрастает около 1400 экземпляров сиреней, в основном *S. josikaea* около 900 экз. и *S. vulgaris* с сортами [9].

Табл. 1. Коллекция видов *Syringa* Ботанического сада СПбГЛТУ

№ п/п	Латинское название	Русское название	Дата введения в коллекцию
1	*Syringa reticulata* (Blume) H.Hara	Сирень сетчатая	1906
2	*S. emodi* Wall. ex Royle	С. гималайская	1904
3	*S. josikaea* .Jacq. ex Rchb.	С. венгерская	1934

4	*S. oblata* Lindl.	С. широколистная	1978
5	*S. komarowii* C.K.Schneid.	С. Комарова	1979
6	*S. tomentella* Bureau & Franch.	С. тонковолосистая	1954
7	*S. pubescens*Turcz.	С. пушистая	1924
8	*S.villosa* Vahl	С. мохнатая	1938
9	*S. pinetorum* W.W.Sm	С. Хвойных лесов	1981
10	*S. pinnatifolia* Hemsl.	С. перистолистная	1988
11	*S. vulgaris* L	С. обыкновенная	1938

Табл. 2. Коллекция сортов *Syringa vulgaris* Ботанического сада СПбГЛТУ

№ п/п	Название	Дата введения в коллекцию	№ п/п	Название	Дата введения в коллекцию
1	Adelina	2022	38	Lucie Baltet	2017
2	Admiral Kuznetsov	2022	39	Anna Nickols	2017
3	Aleksey Maresyev	2018	40	Laplace	2017
4	Alba	1958	41	Pom Pom	2017
5	Ametist	1983	42	Ami Schott	2016
6	Antroneken	1983	43	Condorset	2016
7	Andenrenan Spath	1954	44	Fantasy	2017
8	Bellades Nansy	1983	45	Frank Patterson	2017
9	Buffon	1963	46	Frau Wilhelm Pfitzer	2017
10	Cap Balet	1954	47	Glori	2017
11	Charles Joly	1977	48	Imants Ziedonis	2016
12	Drushb	1977	49	Liega	2016
13	M- me Lemoine	1954	50	M. Sholokhov	2018
14	Herman Eilers	1983	51	Marschal Vasilewski	2017
15	Madame Gasinii	1978	52	Mazais Princis	2016
16	Carl Morse	1954	53	Mrs. Edward Harding	2016
17	Marie Legraye	1954	54	Paul Hariot	2016
18	Vestale	1954	55	Polina Osipenko	2017
19	Volcan	1959	56	President Grevy	2017
20	Velikaya Pobeda	2017	57	Priscilla	2017
21	Den Pobedy	2022	58	Romance	2017
22	Zashchitnikam Bresta	2017	59	Rosaceae.	1958
23	Capitan Gastello	2018	60	Sensation	2016
24	Krasavitsa Moskvy	2004	61	Swarthmore	2017
25	Krasnaya Moskva	2021	62	Sweetheart	2017
26	Ladoga	2023	63	Virginia Becker	2017
27	Marshal Biryuzov	2022	64	Whitelong "Longfellon"	2017
28	Marchal Konev	2022	65	Zorka Venera	2016
29	Marshal Malinovkij	2022	66	Lebedushka	2016
30	Nadezhda	2021	67	Olimpiada Kolesnikova	2017
31	Sinen'kij Skromnyj Platochek	2021	68	P. P. Konchalovskii	2016
32	Vasily Terkin	2023	69	Pamyat' o Kolesnikove	2016
33	Vera Horuzhnaya	2018	70	Leningradskaya Simfoniya	2024
34	Mulatka	2017	71	Katyusha	2024
35	Le Notre	2019	72	Marshal Zhukov	2024
36	Anabel	2017	73	Vechernij Zvon	2024
37	Dappled Dawn	2017			

В настоящее время в БС СПбГЛТУ сформирован уникальный генофонд растений рода *Syringa*. Полно представлено видовое разнообразие рода - 11 видов из 12 признанных видов, а также сорта зарубежной и отечественной селекции. Накоплен опыт по выращиванию и использованию данной культуры. Коллекция имеет научное, учебное и большое практическое значение с перспективой дальнейшего продвижения на рынок экономически привлекательных растений, что особенно важно в рамках импортозамещения при санкционной политике недружественных стран.

Библиографический список

1. Акимов П.А. Наиболее интересные деревья и кустарники дендрологического сада и парка Ленинградской лесотехнической академии им. С.М.Кирова учебное пособие, Л. 1961. – 124 с.
2. Андронов Н.М. Деревья и кустарники Дендрологического сада Ленинградской Лесотехнической академии имени С.М.Кирова Учебное пособие для студентов лесохозяйственного факультета. Л.,1962 – 111с.
3. Вольф Э.Л. Наблюдения над морозоустойчивостью деревянистых растений //Тр.Бюро по прикл. ботанике. 1917. – 146 с.
5. Полякова Т.Семенова И. Полёвка русской сирени// Сиреневая быль Приложение к журн. Приусадевное хозяйство» №5, 2005.– 13 с.
6. Савушкина И. Г.Род Syringa L. в коллекции ботанического сада таврического национального университета им. В. И. Вернадского //Вести Биосферного заповедника "Аскания - Нова".— 2012.—Т. 14.
8. Шредер Р.И. Наблюдения над разводимыми в С. Петербургском Лесном Институте деревьями и кустарниками, относительно их неприхотливости, при особенном внимании необыкновенно жесткой зимы 1860-1861 г //Акклиматизация. СПб., 1861. Т.26.Вып.9. – 276 с.
9. Инвентаризационное описание Ботанического сада Ленинградской ордена Ленина Лесотехнической академии им.С.М.Кирова,1984. 7 томов.
10. WFO Plant List. [Электронный ресурс] https://wfoplantlist.org/

ЕСТЕСТВЕННЫЕ ТРАВЯНИСТЫЕ ЦЕНОЗЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА СПБГЛТУ

Адонина Н.П., adonina.np@mail.ru,
Тюриков С.А., Turickoff2011@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Травянистые ценозы Ботанического сада СПбГЛТУ (БС) формировались на протяжении почти двух веков под воздействием многих природных факторов и деятельности человека. В начале XIX века это был участок болотистого леса вдоль Литаринового уступа с перепадом высот 9 - 14 м. Активная работа как по строительству зданий и сооружений Лесного института, создание садово -

паркового комплекса, эксплуатация данной территории, так и целенаправленная научная работа по интродукции растений несомненно оказали влияние на растительные сообщества сада. В настоящее время БС расположен на двух террасах, имеет девять прудов искусственного происхождения, при этом нижняя терраса представляет собой достаточно заболоченный участок с пятью прудами. Весь участок подвержен высоким антропогенным нагрузкам.

Первое описание флоры травянистых растений БС было представлено в 1984 г. в "Инвентаризационном описании Ботанического сада Ленинградской ордена Ленина Лесотехнической академии им. С.М. Кирова". При инвентаризации был проведен поэкземплярный учет всех древесных растений и по каждому участку БС дано описание естественных травянистых сообществ. Всего было описано 89 видов травянистых растений, из которых только один инвазионный вид - *Impatiens parviflora* DC.

В 1994 г. М. Е. Игнатьева в работе "Флора дикорастущих растений Ботанического сада ЛТА", составила конспект естественной флоры травянистых растений БС, насчитывающий 227 видов. Для каждого вида дано описание жизненной формы, фенология, место произрастания и т.д., выделено девять эколого-фитоценотических групп. [1] В 2012 г. травянистая флора БС СПбГЛТУ была описана В.В. Черкасовой под руководством Ф.А. Чепика и составила - 152 вида. [2] В течении 2023-24 гг. авторами проводилось изучение флоры БС маршрутно-поисковым методом. В настоящее время конспект флоры насчитывает - 259 видов, которые вошли в состав следующих фитоценотических групп:

1. Лесные виды:

- неморальные: *Milium effusum* L. (бор развесистый), *Ranunculus cassubicus* L. (лютик кашубский), *Aegopodium podagraria* L (сныть обыкновенная), *Paris quadrifolia* L (вороний глаз четырёхлистный), *Stellaria holostea* L *(*звездчатка ланцетолистная);
- бореальные: *Veronica officinalis* L *(*вероника лекарственная), *Trientalis europaea* L (седмичник европейский), *Oxalis acetosella* L *(*кислица обыкновенная);

2. Сорно-лесные: *Rumex obtusifolius* L. (щавель туполистный), *Urtica dioica* L (крапива двудомная), *Geum urbanum* L. (гравилат городской), *Lapsana communis* L. (бородавник обыкновенный);

3. Лесо-луговые (опушечно-полянные): *Glechoma hederacea* L. (будра плющевидная)*, Veronica chamaedrys* L. (вероника дубравная) и др.;

4. Луговые: *Poa pratensis* L. (мятлик луговой), *Agrostis tenuis* Sibth. (полевица тонкая)*, Festuca pratensis* Huds. (овсяница луговая)*, Achillea millefolium* L. (тысячелистник обыкновенный)*, Leucanthemum vulgare* Lam. нивяник обыкновенный и др.;

5. Лугово-болотные: *Cardamine dentata* Schult. (сердечник зубчатый), *Lysimachia vulgaris* L. (вербейник обыкновенный)*, Myosotis palustris* (L.) L. (незабудка болотная), *Galium uliginosum* L. (подмаренник топяной) и др.;

6. Сорно-луговые: *Rumex confertus* Willd. (щавель конский)*, Melandrium album* (Mill.) Garcke (дрема белая), *Medicago lupulina* L. (люцерна хмелевидная) и др.;

7. Прибрежно-водные, водные и болотные: *Epilobium hirsutum* L. (кипрей волосистый), *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre (горец земноводный), *Lemna minor* L. (ряска малая), *Lemna trisulca* L. (ряска трёхдольная), *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb. (манник большой), *Potamogeton natans* L. (рдест плавающий) и др.;
8. Сорно-рудеральные: *Chenopodium album* L. (марь белая), *Chelidonium majus* L. (чистотел большой), *Thlaspi arvense* L. (ярутка полевая), *Melilotus albus* Medik. (донник белый), *Lamium album* L. (яснотка белая), *Arctium tomentosum* Mill. (лопух паутинистый) и др.;
9. Виды, приуроченные к различным нарушенным местообитаниям с несомкнутым растительным покровом: *Juncus articulatus* L. (ситник членистый), *Juncus bufonius* L. (ситник жабий), *Juncus compressus* Jacq. (ситник сплюснутый), *Sagina procumbens* L. (мшанка лежачая), *Rorippa sylvestris* (L.) Besser. (жерушник лесной) и др. (рис. 1)

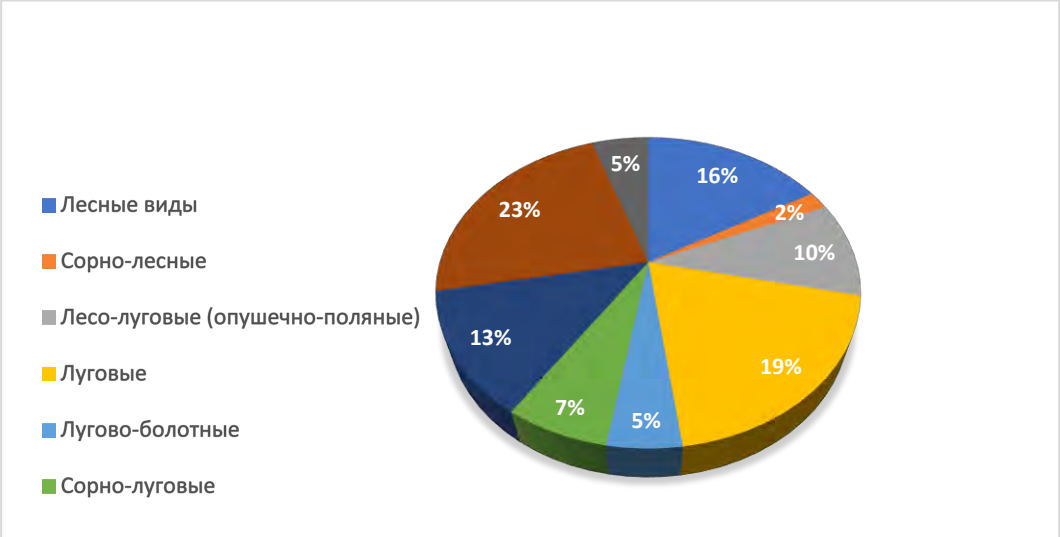


Рис. 1. Распределение травянистых растений парка по эколого-фитоценотическим группам.

Анализ данных за 40 лет показал положительной динамику и увеличение видового состава травянистых ценозов БС. Преобладают сорно-рудеральные виды 23%, затем луговые виды 19%, и лесные виды 16%. Отмечено увеличение заносных и инвазионных видов.

Среди исследованных видов есть красивоцветущие растения, большой интерес представляют весеннецветущие эфемероиды, отмечено 13 видов. Массово встречаются: *Gagea granulosa* Turcz., *Gagea minima* (L.) Ker Gawl., *Corydalis solida* (L.) Clairv., *Anemone nemorosa* L., *Anemone ranunculoides* L., *Scilla siberica* Andrews, *Ficaria ficarioides* Bory and Chaub., они образуют большие куртины в парке и дендросадах. Реже встречаются: *Corydalis marschalliana* (Wild.) Pers, *Scilla bifolia* L, *Chionodoxa luciliae* Boiss., *Tulipa sylvestris* L. в основном в дендросадах. Около домов натурализовались, встречаются единично: *Galanthus nivalis* L, *Leucojum vernum* L.

Летом 2023 г. в парке был найден один экземпляр *Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Besser *(Orchidaceae)* - дремлик темно-красный. Этот вид внесен в

Красные книги 35 регионов России, в том числе Ленинградской области, как редкий вид (по другим данным II (V) категория, сокращающий численность вид).

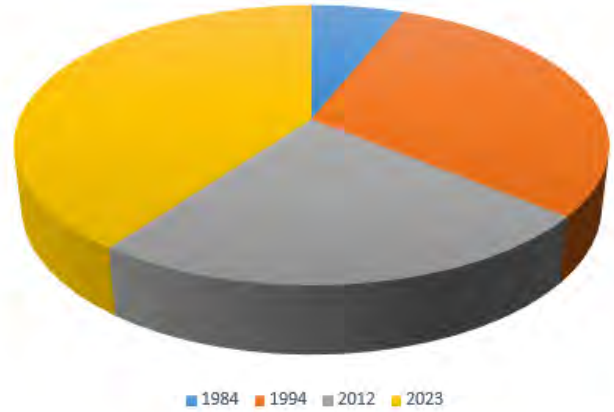


Рис.2. Динамика внедрения инвазионных видов в травянистые ценозы Ботанического сада СПбГЛТУ с 1984-2024 гг.

Более детально исследована динамика внедрения в ценозы парка инвазивных видов. Если в 1984 г. был выявлен один инвазионный вид *Impatiens parviflora* DC, то в 2024 г. выявлено 20 инвазионных видов: *Elodea canadensis* Michx., *Reynoutria japonica* Houtt., *Oxalis stricta* L., *Impatiens parviflora* DC., *Impatiens glandulifera* Royle, *Epilobium adenocaulon* Hausskn., *Heracleum sosnovskyi* Manden., *Symphytum caucasicum* M. Bieb, *Aster salignus* Willd., *Chamomilla suaveolens* (Pursh) Rydb., *Solidago canadensis* L., *Erigeron annuus (*L.) Pers., *Bidens frondosa* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Conyza canadensis* L., *Helianthus tuberosus* L., *Senecio viscosus* L., *Euphorbia peplus* L., *Oenothera biennis* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., из которых пять видов встречаются с 1993 г. по 2024 г. (рис. 2). Следует отметить, что места произрастания инвазионных видов находятся в основном по периметру парка вдоль автомобильных дорог. Дендросады и цветочные плантации не являются источниками инвазионных видов.

Библиографический список

1. Игнатьева М.Е. Флора дикорастущих растений Ботанического сада ЛТА / М.Е. Игнатьева - Темплан, 1993 – 29 с.
2. Черкасова В.В. Травянистые флора ботанического сада СПбГЛТУ и Охтинского учебноопытного лесничества: сходства и различия В.В. Черкасова, Ф.А. Чепик – ЛТА – 2012 - 57 с.
3. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М., 1974. 237 с.; 1988. 271 с.
4. Инвентаризационное описание Ботанического сада Ленинградской ордена Ленина Лесотехнической академии им.С.М.Кирова,1984. 7 томов.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И СПОСОБЫ РАЗМНОЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ РОДА *PYRACANTHA* M. ROEM. (ROSACEAE *JUSS.*) В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПбГЛТУ

Бессараб И.В., shatochina@gmail.com,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Род *Pyracantha* M.Roem. из семейства *Rosaceae* Juss.насчитывает 11 видов [1]. Этот род был определен немецким ботаником Максом Йозеф Ремером в XIX веке. Название «пираканта» произошло от пары греческих слов *pyr* и *akanthos*, переводящихся как «огонь» и «колючка», что и указывает на огненно-красные плоды и колючие ветви растения. Если перевести название данного рода, то получится «колючее растение с огненно красными плодами», либо «огненный шип» [2]. Это колючие прямостоячие или раскидистые вечнозеленые кустарники, их побеги покрыты нечастыми, но длинными (до 2,5 см) шипами. Листья простые, узко- или широкоовальные, очередные, кожистые, блестящие, темно-зеленого цвета, с нижней стороны более светлые. Белыецветки собраны в щитковидные соцветия. Плоды пираканты – красные, ярко-оранжевые или желтые мелкие яблоки диаметром около 0,6 см. На ветвях держатся всю зиму. Плоды несъедобны из-за горького вкуса, но не ядовиты. В плодах по 5 шт. семян, они содержат цианистые гликозиды, поэтому несъедобны [3]

В коллекции ботанического сада Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова (БС СПбГЛТУ) род *Pyracantha* представлен тремя видами: *P. coccinea* M.Roem., *P. crenulata* (D.Don) M.Roem., *P. rogersiana* (A.B.Jaks.) Bean. В1976 году по делектусу из Германии (Берлин, Арборетум университета имени Гумбольда) были получены семена *Pyracantha coccinea* M.Roem. - пираканта ярко-красная или шарлаховая. Этот вид происходит из южной части Европы и Малой Азии. На родине этот кустарник растет на опушках, полянах и в светлых лесах. В XVII веке был интродуцирован в Центральную Европу, в XVIII веке в Северную Америку. В Российской Федерации ареал этого вида включает в себя Черноморское побережье Кавказа, район г. Сочи, а также полуостров Крым. Это вечнозеленый густоветвящийся кустарник высотой 2-3 м с корой темно-коричневого цвета. Молодые побеги опушены сероватыми волосками. Листья эллиптические, 2-4 см длиной, слегка заостренные, по краям городчато-пильчатые, ближе к основанию волнистые. Черешок опушенный, 2-4 мм длиною. Соцветие густое, цветки мелкие, розовато-желтоватые, с воронковидным гепантием, красными пыльниками. Плод – ягода размером 5-7 мм, от алого до ярко-красного цвета (окраска обусловлена содержанием каротиноидов). В нашей коллекции 8 образцов *P. coccinea*. Растения имеют достаточно раскидистую крону, высотой 1,5-1,7 м, отмечено единичное цветение, плоды завязываются и вызревают.

В 1976 году из Польши (Краков, Ботанический сад Ягеллонского университета) получены семена *Pyracantha crenulata* (D.Don) M. Roem. – пираканта городчатая. Этот вид произрастает в Восточных и Западных Гималаях,

Западном Китае, Ассаме, Индии, Мьянме, Непале, Пакистане, Тибете и Вьетнаме [4]. Растет там *P. crenulata* на бесплодных, каменистых и сухих лугах, встречается вдоль ручьев, на открытых склонах. На гималайских холмах Уттаракханда произрастает на высотах 900-1200 м над уровнем моря, в сосновых и кверкусовых лесах [5]. Это сильно разветвленный очень колючий кустарник 2,4-3м в высоту. У него темно-коричневая кора. Листья темно-зеленые, с гладкой поверхностью, 2,5-4,0 см в длину и 1,0-2,2 см в ширину с сужающимся концом. Черешок 3-6 мм длиной, сначала опушенный, затем голый. Соцветие - сложный щиток. Цветки имеют 20 тычинок и одну завязь в центре. У каждого цветка по 5 чашелистиков и лепестков. Плоды ярко-красные. В нашей коллекции 7 образцов *P. crenulata*. Они высотой 1,8-2,0 м, обильно цветут и дают плоды.

В 1977 году из Польши (Лодзь, Ботанический сад им. Якуба Мовшовича) получены семена *Pyracantha rogersiana* (A.B. Jacks.) Bean – пираканта роджерса – родом из Юго-Западного Китая. Кустарник 2,5 м высотой, ствол прямой с арочными ветвями, Узкие, эллиптической формы листья до 4 см длиной, имеют зазубренные края. Цветки гермафродитные 6-10 мм в диаметре, имеют 5 округлых, белых лепестков. Плоды – мелкие, желто-оранжевые ягоды. В нашей коллекции *P. rogersiana* представлена пятью образцами. Растения высотой 0,6 м, не цветут. Посев семян, полученных по делектусу, проводили в марте 1977 года в ящикахв оранжерее. Сеянцы высадили на участки, где в весеннее время нет застоя талой воды, т.к. это может оказать губительное действие на молодые растения. К кислотности почвы пираканта не требовательна, на участках, где растут наши образцы, pH почвы составляет 6-6,5. Это теплолюбивые растения, поэтому выбирали места с хорошей защитой от холодного ветра. В первые зимы только у *P. crenulata* и *P. rogersiana* отмечалось незначительное подмерзание однолетних побегов. Растения вида *P. coccinea* обладали достаточной зимостойкостью. Все молодые растения на зиму укрываем слоем высохшей листвы и ветками хвойных растений. Взрослые растения всех представленных в нашей коллекции видов дополнительно не укрываем. Зимостойкость оценивалипо шкале Э.Л.Вольфа [6]. Она составляет для *P. coccinea и P. crenulata* – III, для *P. rogersiana* – IV. Зимой 2023-2024 гг. в Санкт-Петербурге морозные отклонения составили в декабре до 1,9^{o}C, в январе – 4,1^{o}C от среднемесячных климатических норм. Морозный рекорд выпал на 4 января и достиг отметки -25,3^{o}C. Максимальная высота снежного покрова зафиксирована на уровне 45 см. Зимостойкость древесных растений, привлеченных из других местностей, является важнейшим биологическим свойством, определяющим успешность интродукции. Ветви нижней части *P. crenulata*, укрытые снежным покровом, успешно перезимовали. Побеги высотой более 2-х метров получили некоторые повреждения. Дальнейшие фенологические наблюдения определят степень влияния низких температур на развитие на развитие интродуцируемых растений.

Ежегодно в июне проводим обрезку ветвей, загущающих крону, удаляем старые и поврежденные побеги. Горизонтально ориентированные побеги укорачиваем на треть. В начале осени проводим только выборочную обрезку.

Пираканта обладает достаточно высокой устойчивостью к болезням и вредителям. На растениях нашей коллекции вредители и болезни не обнаружены.

Пираканта ценится за обильное цветение и столь же обильное плодоношение. В зонах с мягким климатом цветение пираканты начинается в мае, в условиях Санкт-Петербурга начало цветения *P. crenulata* и *P. coccinea*отмечено с середины июня, длительность цветения составляет три недели. Пираканта – прекрасный медонос. По окончании цветения завязываются многочисленные плоды. К середине августа начинается окрашивание плодов и в третьей декаде сентября наступает их полное созревание. Самосев у изучаемых растений не обнаружен.

Годовой прирост побегов *P. crenulata* и *P. coccinea* составил 35-40см, у *P. rogersiana* – 15-20 см. Размножение пираканты может проходить различными способами - используют семенное размножение, размножение с помощью черенков или отводков. Каждый способ имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при выращивании любого вида пираканты.

В 2023 году собраны семена *P. crenulata*. Семена – небольшая косточка с крупным зародышем, который окружен тонким слоем эндосперма. Семена трехгранные, с двух сторон сдавленные, их поверхность голая, блестящая, коричневого цвета [7]. Свежесобранные семена не нуждаются в стратификации. В октябре 2023 года семена *P. crenulata* посеяли в горшки с питательным грунтом в теплице. Зимой 2023-2024 гг. провели повторную проверку всхожести семян. Семена невсхожие.

Поскольку для семен *Pyracantha* характерен эндогеный физиологический неглубокий тип покоя, вторую часть семян в январе заложили на стратификацию в торф на три месяца при температуре 2-5ºС. Универсальным фактором, устраняющим физиологический механизм торможения, является действие пониженной температуры на набухание семян (холодная стратификация [8]. В дальнейшем посев стратифицированных семян проведем на питомнике.

В июле 2023 года проводили черенкование пираканты. Высадку одревесневших (20 шт.) и полуодревесневших (20 шт.) черенков высотой 25-30 см проводили в увлажненный песок в теплице, которая находится на территории питомника. Укоренение проходило в течение 30 дней. В августе 2023 года провели повторное черенкование. В обоих вариантах укоренение составило 95%. Укорененные черенки оставили на доращивание в условиях теплицы до следующего года.

Постоянно ведутся фенологические наблюдения, оценивается зимостойкость, устойчивость к болезням и вредителям, разрабатываются методы размножения пираканты в условиях Санкт-Петербурга. Групповые и одиночные посадки *P. crenulata* и *P. coccinea* как красивоцветущие и красочно плодоносящие растения могут разнообразить ассортимент наших парков и скверов.

Библиографический список
1. Flora Plant List. [Электронный ресурс] www. theplanttlist.org
2. Андронов Н.М. Деревья и кустарники дендрологического сада Ленинградской лесотехнической академии: Учебное пособие. Л., 1962. – 124 с
3. Артюшенко З. Т., Федоров А. А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. Л.: Наука, 1986, — 392 с.
4. Гасанова Н. П. Биолого-экологические особенности видов пироканты, интродуцируемых в условиях Апшерона, и их использование в озеленении: диссертация кандидата биологических наук: 03.00.00. - Баку, 1975. - 208 с.
5. Осмастон А.Э. (1926) Лесная флора Кумаона. Дели: Книжное агентство периодических изданий.
6. Вольф Э. Л. Наблюдения над морозостойкостью деревянистых растений. Петрогра. Тип. К. Маттисена в Юрьеве.1917-146с.
7. Копылова Т. В. Технология семенного размножения представителей рода Pyracantha M. Roem. в условиях Правобережной Лесостепи Украины [Электронный ресурс] // Hortusbot. 2015. Т. 10.
8. Халилова К. Абдулходи Подготовка семян пираканты к посеву. Cyberleninka.ru.>article/n/2022г.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДИАМЕТРА СТВОЛА ЯБЛОНИ КОЛЛЕКЦИИ ОСТРОВА ТАТЫШЕВ Г. КРАСНОЯРСКА

Братилова Н.П., nbratilova@yandex.ru,
Терлецкая В.А., 99xxxnika99@mail.ru,
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева
Цыганкова Н.В., irw@mail.ru,
Красноярский политехнический техникум

Остров Татышев – самый крупный остров на реке Енисей, расположенный в черте города Красноярска. Административно относится к Советскому району. Этот остров в настоящее время является излюбленным местом отдыха горожан. Естественные лесные насаждения на территории острова - березняки и сосняки, имеющие возраст не более 50 лет [2]. Благоустраивать эту территорию стали с начала XXI века. На территории острова в 2003-2005 гг. начали создавать яблоневый сад (рис. 1).

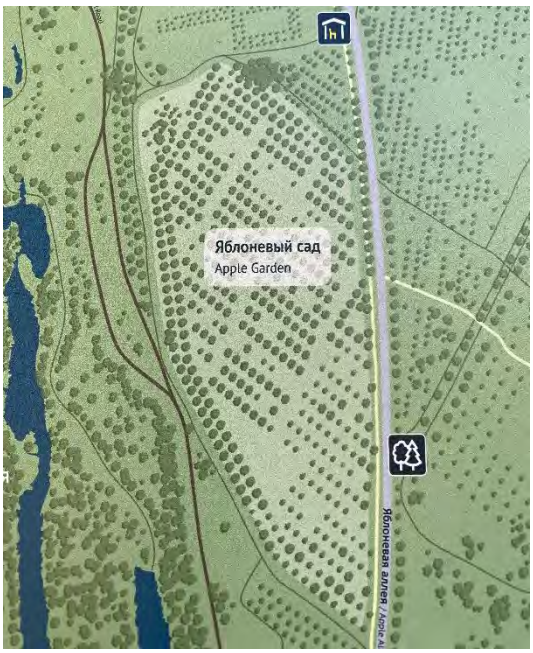


Рис. 1 – Схема яблоневого сада на о. Татышев

Для научного руководства посадками были приглашены сотрудники кафедры селекции и озеленения СибГУ им. М.Ф. Решетнева. В качестве посадочного материала первоначально использовали саженцы разных сортов яблони домашней из коллекции Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского, который был создан в начале XX века на правом берегу р. Енисей [1, 3]. Позже посадки яблонь были расширены, в настоящее время на о. Татышев представлено более 60 сортов яблони [5].

В 2023 г. была проведена инвентаризация яблоневого сада, в процессе которой у яблоневых деревьев измеряли высоту, диаметр ствола на высоте 10 см от поверхности почвы, диаметр кроны в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Изучали листовые пластинки (размеры, площадь) и плоды (размеры, массу, вкусовые качества). Проводили визуальный осмотр на наличие пороков древесины ствола, листьев, признаков повреждений вредителями и болезнями. В 2024 г. была зарегистрирована база данных, включающая сведения о размерах стволов и крон яблоневых деревьев [4].

Все отделение яблоневого сада о. Татышев, созданное посадочным материалом из коллекции Вс. М. Крутовского, состоит из 12 секций. Из 1736 высаженных саженцев к 2023 г. сохранилось 1298 шт. Сохранность составила 74,8 %.

Деревья имеют средний диаметр ствола 11,6±0,09 см, диаметр кроны – 3,7±0,10 м. Коэффициент варьирования по диаметру ствола составил 28,6 %, что свидетельствует о повышенном уровне изменчивости данного признака. В зависимости от секции средний диаметр ствола деревьев варьирует от 10,0 до 13,6 см (табл. 1). Максимальный диаметр ствола, который встречался у деревьев, составил 26 см.

Табл. 1. Биометрические показатели деревьев яблони на о. Татышев

Секция/ Показатель	Сохранность, %	Диаметр ствола, см $X_{ср}$	±m	P, %	V, %
1	96,5	10,5	0,23	2,2	22,7
2	96,4	10,0	0,16	1,6	16,1
3	98,8	10,0	0,18	1,8	15,9
4	97,7	10,1	0,20	1,8	18,0
5	98,3	11,0	0,17	1,5	20,5
6	98,1	11,1	0,25	2,2	22,6
7	72,1	12,0	0,42	3,5	27,4
8	66,2	12,3	0,38	3,1	35,2
9	50,6	13,6	0,39	3,7	27,4
10	61,8	12,7	0,37	2,9	27,7
11	47,9	13,1	0,50	3,9	36,8
12	64,6	12,7	0,26	2,1	27,1
Среднее значение	74,8	11,6	0,09	0,8	28,6

По данным, приведенным в таблице, можно отметить, что величина среднего диаметра ствола больше у деревьев, расположенных в секциях 7-12 изучаемого участка. Возможно, это связано с меньшей сохранностью деревьев на этих секциях и, как следствие, меньшей густотой оставшихся деревьев на момент исследований.

Результаты исследований показали, что яблони, растущие на острове Татышев, формируют различный габитус. Часть растений отличается активным ростом, достигает значительных размеров в высоту и по диаметру, образует широкую и густую крону. Некоторые растения характеризуются замедленным ростом, имеют компактную форму кроны.

Большая часть деревьев яблони (93,6 %) находится в хорошем состоянии, активно плодоносит. Около 2 % яблонь характеризуется удовлетворительным состоянием, нуждаются в уходах и лечении. Некоторые экземпляры (4,9 %) имеют неудовлетворительное состояние, их можно рекомендовать к удалению.

Наименьшая сохранность яблоневых посадок отмечалось на 9 и 11 секциях, большее количество деревьев в неудовлетворительном состоянии - на 5, 9, 10 и 11 секциях.

Исследования роста и состояния яблоневых деревьев позволяют отселектировать устойчивые и высокопродуктивные экземпляры, отличающиеся хорошей урожайностью и формирующие большую надземную фитомассу в условиях урбанизированной среды. При восстановлении существующих и создании новых отделений сада о. Татышев следует учитывать микроклимат, почвенно-грунтовые условия и антропогенные нагрузки территории объекта.

Библиографический список

1. Братилова Н. П., Моксина Н.В., Герасимова О.А. Отбор полусибов видов рода Malus L. по показателям роста и формирования в пригородной зоне Красноярска // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2022. – № 3(387). – С. 60-72.

2. Евграфова В.В., Шабалина О.М. Состояние растительности о. Татышев в условиях антропогенной нагрузки // Интеграция науки и образования: современные проблемы, достижения и инновации в области экологии и устойчивого развития. Матер. науч. конф. 01–03 ноября 2022 г. – Красноярск: СФУ, 2022. – С. 51-53.
3. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Моксина Н.В., Репях М.В. Селекция яблони в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского. Красноярск: СибГТУ, 2006. – 357 с.
4. Свидетельство о регистрации базы данных «Биометрические показатели ствола и кроны яблони домашней на о. Татышев г. Красноярска» № 2024621760 / Братилова Н.П., Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Моксина Н.В., Терлецкая В.А., Цыганкова Н. В. Дата государственной регистрации в Реестре баз данных 22 апреля 2024 г.
5. Попова Е.В. Состояние посадок яблони на острове Татышев г. Красноярска // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. Матер. XVIIМеждунар. научной конференции 24-26 октября 2014 г. – Красноярск: СибГТУ, 2014. – С. 74-76.

САПРОТРОФНЫЙ ГРИБНОЙ КОМПЛЕКС В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПБГЛТУ

Брянцева Ю.С.,yuliya-bryanceva@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

На территории Санкт-Петербурга расположено множество уникальных ландшафтно-исторических объектов, среди которых особое место занимает Ботанический сад Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С. М. Кирова. Территория ботанического сада имеет ряд особенностей: она разделена на верхнюю и нижнюю террасу, образовавшуюся в результате геологической трансформации Приневской низменности [1]. Насаждение ботанического сада не равномерно, на открытой части произрастают породы, распространенные по всему городу (*Acer platanoides* L., *Quercus robur* L, *Quercus rubra* L., *Tilia cordata* Mill., *Fraxinus excelsior* L., *Betula pendula* Roth, *Sorbus aucuparia* L). На закрытой части произрастают интродуцированные виды деревьев и кустарников, из семейств, не характерных для Северо-Запада Российской Федерации (Cupressaceae Gray, Taxaceae Gray, Actinidiaceae Gilg & Werderm., Araliaceae Juss., Magnoliaceae Juss., Fabacea Lindl., Fagaceae Dumort., Grossulariaceae DC., Hydrangeaceae Dumort., Juglandaceae DC. Ex Perleb, Caprifoliaceae Juss., Ericaceae Juss.).

Первая задача исследования заключается в проведении мониторинга за состоянием насаждения Ботанического сада для выявления очагов заболеваний и принятия мер по их ликвидации и контроле за внедрением и расселением инвазивных видов сапротрофных грибов. Второй задачей является поиск путей сохранения баланса между микоризными и другими группами грибов в условиях

изменяющегося климата и развития города. Сапротофный грибной комплекс – это совокупность обитающих на территории Ботанического сада грибных и грибоподобных организмов из различных экологических подгрупп (гумусовые и подстилочные сапротрофы, ксилотрофы, микотрофы) [2]. В процессе эволюции у них сформировался уникальный набор ферментов, позволяющий перерабатывать различные субстраты, особенно это касается клеточной стенки растений [3].

Объектами данного исследования являются представители высших грибов (Dikarya Hibbett, T.Y. James & Vilgalys) и миксомицеты (Myxomycetes G. Winter). В работе обобщены данные, полученные в процессе сплошных осмотров газонов, комлевых частей и стволов деревьев, пней, мест корчевания за период с 2017 г. по 2024 г. Периодичность осмотров - 1 раз в 5 дней.

Поскольку на исследуемой территории в течение вегетационного периода ежегодно накапливается большое количество опада, состоящего из разнообразных растительных составляющих (травостой, листовой и хвойный опад, плоды и шишки, мелкие порубочные остатки), в работе было уделено изучению биоразнообразия гумусовым и подстилочным сапротрофам, способных к биотрансформации опада различного химического состава. К наиболее встречаемым сапротрофам данной группы относятся: *Agaricus arvensis* Schaeff., *Agaricus campestris* L., *Lycoperdon pyriforme* Schaeff., *Coprinellus disseminatus* (Pers.) J.E. LANGE. Также были обнаружены микотрофные сапротрофы – *Hypomyce schrysospermus* Tul. & C. Tul. (Рис. 1). На объекте исследования часто можно обнаружить фузариоз газонов и мест корчевания пней.

Наличие в насаждении Ботанического сада большого количества старовозрастных деревьев свыше ста лет, имеющих пороки древесины: сухобочины, дупла, морозобойные трещины и развилки стволов, создает условия для заселения ксилотрофными грибами. Особенно часто на отмерших частях деревьев встречаются *Daedalea quercina* (L.) Pers., *Lycogala epidendrum* (L.) Fr., *Schizophyllum commune* Fries, *Psathyrella piluliformis* (Bull.) P. D. Orton, *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr. На пнях чаще всего развиваются *Hypholoma fasciculare* (Huds.) P. Kumm. *Hypholoma lateritium* (Schaeff.) P., Kumm. и *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. Одним из макромицетов, которые растут на отмирающих частях древесины и конструкциях является *Cyathus olla* Pers. (Рис.2).

Рис.1. *Hypomycesc hrysospermus* Tul. &C.Tul.

Рис.2. Schizophyllum commune (FRIES)

Несмотря на то, что грибы данной группы не являются паразитами, для профилактики их распространения, появления новых патогенов и новых точек роста ранее выявленных здесь видов, ведется уход за древесно-кустарниковой растительностью, отчистка приствольных кругов перед кошением, защита обширных спилов.

Наличие обширного комплекса подстилочных и гумусовых сапротрофов объясняется большим накоплением травянистого и древесного опада. Разнообразие грибов из группы ксилотрофов обусловлено наличием разнообразных пород деревьев и кустарников в ослабленном состоянии.

Библиографический список

1. Санкт-Петербург. Петроград. Ленинград. Энциклопедический справочник / Белова Л.Н., Булдаков Г.Н., Дегтярев А.Я. и др. — М.: Большая Российская Энциклопедия, 1992. — 692 с.
2. Сурков В.А. Экологические группы грибов / В.А. Сурков, М.Е. Павлова// Биология: Приложение к газете «Первое сентября». - 2000. - № 30. - С.4.
3. Allison, Steven D.; Le Bauer, David S.; Ofrecio, M. Rosario; Reyes, Randy; Ta, Anh-Minh; Tran, Tri M. (2009). "Low levels of nitrogen addition stimulate decomposition by boreal forest fungi Soil Biology and Biochemistry. 41(2): 293–302. doi:10.1016/j.soilbio.2008.10.032. ISSN 0038-0717.
4. Электронная база номенклатурных бинарных названий грибов и грибоподобных организмов. [Электронный ресурс] http://www.indexfungorum.org

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ *STREPTOCARPUS IONANTHUS* SSP. *RUPICOLA* (B. L. BURTT) CHRISTENH.

Володина С.О., svetlana20664@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Володин В.В., vladimir131035@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Некрасова Е.В., Elena.Nekrasova@pharminnotech.com,
Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет
Паутова И.А.,
Ботанический институт имени В.Л. Комарова РАН

В настоящее время сенполии являются одними из самых распространённых в декоративном цветоводстве растений. Впервые растение было обнаружено в горном регионе Усамбара в Танзании в 1892 г., откуда происходит одно из

утвердившихся названий – узамбарская фиалка. Как вид *Saintpaulia ionantha* H. Wendl. была описана Венландом в 1893 г. В России сенполии появились в начале XX века. Сначала их выращивали в оранжереях ботанических садов, а в конце 40-х — начале 50-х годов сенполии стали одними из излюбленных комнатных растений цветоводов-любителей. Всего в мире насчитывается около 5000 сортов и гибридных форм сенполий [1, 2].

Благодаря современным данным молекулярно-филогенетических исследований род *Saintpaulia* перенесен в подрод *Streptocarpella* рода *Streptocarpus* семейства Gesneriaceae, где выделяется в секцию *Saintpaulia*, состоящую по состоянию на март 2020 г. из десяти видов [3]. Ареал сенполий ограничен горными регионами Танзании и Кении. В природе сенполии растут около водопадов, на террасах рек, в условиях водяной пыли и тумана, избегая действия прямых солнечных лучей. В настоящее время некоторым дикорастущим видам сенполий грозит исчезновение из-за разрушения их естественной среды обитания.

Статус сохранения подвида *Streptocarpus ionanthus* ssp. *rupicola* (B. L. Burtt) Christenh. классифицирован как находящийся под критической угрозой исчезновения. Подвид является литофитом, а также эндемиком Прибрежной провинции на юго-востоке Кении. В природных популяциях насчитывается не более 100 особей. Сокращение численности популяций этого подвида обусловлено сельскохозяйственным освоением территорий, а именно вырубкой лесов, в результате чего уменьшается количество доступной влаги и нарушается оптимальный для растений уровень освещенности [4]. Кроме того, как правило, в дикой природе семена не образуются из-за массового опадания опыленных цветков и малой численности опылителей [5]. Таким образом, размножение этого вида в условиях *in vitro* является актуальным направлением исследований.

Цель настоящего исследования заключается в разработке метода микроклонального размножения дикорастущего подвида *Streptocarpus ionanthus* ssp. *rupicola* для сохранения его в природе и культуре.

Материалы и методы. Для микроклонального размножения использовали растение-донор *Streptocarpus ionanthus* ssp. *rupicola* из коллекции Ботанического сада Петра Великого БИН РАН им. В. Л. Комарова. Для образования первичного каллуса в качестве эксплантов использовали части листа размером 5×5 мм. Экспланты промывали в проточной воде, погружали на 10 минут в 5%-ный раствор хлорамина Б, после чего трижды промывали стерильной дистиллированной водой в стерильной посуде в ламинарном боксе. Для получения каллусных культур использовали модифицированную среду Мурасиге-Скуга (МС) с добавлением сахарозы (30 г/л), инозитола (100г/л) и витаминов (мг/л): инозитол – 10; тиамин HCl – 10; никотиновая кислота – 0,5; пиридоксин HCl –0,5. Агар 8 г/л. pH до автоклавирования 5,8. Экспланты помещались в чашки Петри на среду с добавлением фитогормонов НУК (нафтилуксусная кислота) 1 мг/л + БАП (бензиламинопурин) 0,1 мг/л (среда 2) и 2,4Д (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота) 1,5 мг/л + БАП 0,2 мг/л (среда 3). Инкубировали каллус в темноте при температуре +25–26°C.

Результаты. ***Непрямой органогенез*** (регенерация из каллуса). Образование первичного каллуса наблюдали через три недели после начала культивирования. Каллусогенезу способствовало введение в среду повышенных количеств ауксинов и пониженное содержание цитокининов. Участки первичного каллуса отделяли от экспланта и переносили на питательную среду того же состава. Наращивание каллусной культуры проводили в течение следующих трех недель, после чего каллусы были фрагментированы и перенесены на безгормональную среду (среда 5) и на среду с добавлением БАП 0,5 мг/мл (среда 4) при 16-часовом фотопериоде. На среде с добавлением БАП (среда 4) через 15-20 дней наблюдалось формирование меристематических очагов, развитие побегов и образование розеток (3-7 штук на 1 каллус). На безгормональной среде формирование и развитие побегов было более медленным, в связи с чем для регенерации растений в дальнейшем использовали питательную среду 4. Для доращивания растений микророзетки были отделены от каллусной ткани и перенесены на свежую среду того же состава. Через 20-30 дней культивирования на питательной среде наблюдалось увеличение числа микророзеток в среднем до 6-8 шт. на каждое растение, что можно объяснить наличием в среде цитокининов. Для стимуляции образования корней микророзетки были перенесены на модифицированную среду МС с добавлением ауксинов ИУК (индолилуксусная кислота) в различных концентрациях (0,5; 0,7 и 1,0 мг/л) и НУК в концентрации (0,5 мг/л и 1,0 мг/л). На всех средах с ИУК через 30-35 дней наблюдалось образование корней. Оптимальной для индукции корнеообразования и роста растений оказалась среда с концентрацией ИУК 0,5 мг/л. Использование более высоких концентраций ИУК также приводило к образованию корней, однако угнетало рост растений. Перевод растений-регенерантов в условия контейнерной культуры осуществляли в апреле – наиболее благоприятный для этих целей период. Растения высаживали в посадочные горшочки диаметром 5 см, заполненные специально рекомендованным для сенполий почвенным субстратом и предварительно обработанным сухим жаром при 85-90 °С в течение 1–2 часов. Для создания микроклимата и оптимальной влажности растения сверху накрывали стеклянными сосудами. Растения поливали раствором препарата «Корневин».

Прямой органогенез. Метод прямого органогенеза или регенерации растений непосредственно из культивируемых эксплантов пригоден для некоторых видов травянистых растений при использовании листьев, луковиц, корневищ и клубней в качестве эксплантов. Листья сенполий разрезали на фрагменты размеров 5×5 мм и после холодной стерилизации и промывки помещали в чашки Петри на модифицированную питательную среду МС с добавлением фитогормонов БАП 1,0 мг/л + НУК 0,5 мг/л (среда 1). Экспланты культивировали в световой комнате при температуре +25°С, 16-часовом фотопериоде и интенсивности света 1000 лк. Через четыре недели прямо на экспланте наблюдали образование побегов и формирование микророзеток, минуя образование каллуса. Микророзетки делили и переносили на свежую питательную среду 4 с добавлением БАП 0,5 мг/л. Для получения необходимого количества растений-регенерантов через четыре

недели процедуру повторяли. Укоренение розеток проводили на среде с ИУК 0,5 мг/л. Укоренившиеся розетки переносили в посадочные горшочки даметром 5 см, используя описанный ранее способ.

Заключение. Для получения каллусной культуры клеток *Streptocarpus ionanthus* ssp. *rupicola* использована среда MS с добавлением фитогормонов НУК 1,0 мг/л и БАП 0,1 мг/л. Образование морфогенного каллуса для регенерации растений происходит на свету на среде MS с добавлением БАП 0,5 мг/л. Прямой органогенез в культуре *in vitro* протекает с использованием питательных сред, содержащих сочетание фитогормонов НУК 0,5 мг/л и БАП 1,0 мг/л, что позволяет подавить образование каллуса. Укоренение растений-регенерантов в условиях *in vitro* протекает на среде с добавлением ИУК 0,5 мг/л. Для укрепления корневой системы растений *in vivo* эффективно использовать препарат «Корневин». Метод микроклонального размножения позволяет решить проблему сохранения изучаемого подвида в природе и в культуре.

Библиографический список

1. Залесский Д. М. Сенполии: их дикорастущие виды и вопросы культуры. – Л.: изд-во Ленинградского университета, 1983. 144 с.
2. Ширяева Н. Н. Узамбарские фиалки. – М.: ЗАО «Фитон+», 2001. 128 с.
3. The Great Merger – Current Taxonomic Status. [Электронныйресурс] – ttps://gesneriads.info/articles/saintpaulia/saintpaulia/taxonomy/greater-merger-current-taxonomic-status/ (дата обращения 01.05.2024)
4.Eastwood A., Bytebier B., Tye H., Tye A., Robertson A., Maunder M. The conservation status of *Saintpaulia* // Curtis's Botanical Magazine. 1998. Vol. 21. P. 462–471.
5. Kolehmainen J. K., Mutikainen P. Reproductive ecology of three endangered African violets (*Saintpaulia* H. Wendl.) species in the East Usambara Mountains, Tanzania //African Journal of Ecology. 2006. Vol. 44. Iss. 2. P. 219–227.

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ РОДА *VITEX* L. (LAMIACEAE)

Володина С.О., svetlana20664@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова,
Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет
Некрасова Е.В., Elena.Nekrasova@pharminnotech.com,
Топкова О.В., oxana.topkova@pharminnotech.com,
Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет
Ву Тхи Лоан,
Российско-Вьетнамский научно-исследовательский и технологический тропический центр
Володин В.В., vladimir131035@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Достижения в области культуры клеток и тканей растений привели к созданию принципиально нового метода вегетативного размножения – клонального микроразмножения *in vitro*. Древесные растения обычно размножают вегетативным способом. Однако, для однодольных пальм и некоторых пород лесных деревьев традиционное вегетативное размножение невозможно. В то же время на древесных культурах (плодовых, лесных и декоративных) были успешно применены методы культуры тканей *in vitro.* Методы включают в себя культуру побегов с размножением пазушных или придаточных побегов, а также регенерацию растений из каллусных культур или путем соматического эмбриогенеза [1].

Деревья рода *Vitex* L. (семейство Lamiaceae) произрастают в субтропическом и тропическом климате на различных континентах. В России на Черноморском побережье Кавказа и в Крыму встречается единственный вид – витекс священный (*V. agnus-castus* L.). Во флоре Вьетнама – 14 видов. Деревья рода *Vitex* имеют хозяйственное значение в строительстве, судостроении, мебельном производстве. Некоторые виды этого рода применяются в качестве декоративных растений, а также в народной и научной медицине благодаря наличию ценных биологически активных веществ (иридоидов, флавоноидов, экдистероидов) [2, 3]. Регулярных заготовок этих древесных пород не производится, отходы которых (листья, кора) могли бы использоваться как сырье для фармацевтической промышленности. Некоторые виды этого рода включены в Красную книгу Вьетнама, а местообитания большинства других видов находятся на территории национальных парков, где хозяйственная деятельность, в частности, рубка деревьев, запрещена. В связи с этим совершенно очевидна разработка рекомендаций по размножению витексов и плантационному выращиванию этих деревьев для дальнейшего хозяйственного использования. В

литературе имеются сведения о семенном размножении *V. pinnata,* древесина которого используется для получения древесного угля. Для этого создаются искусственные насаждения с плотностью 2500 деревьев на 1 га [4].

Цель настоящей работы заключается в разработке методов микроклонального размножения выборочных видов древесных растений рода *Vitex,* произрастающих на территории России и Вьетнама.

Объект и методы. В качестве объектов исследования использовались виды *V. negundo* из флоры Вьетнама и *Vitex agnus-castus* из флоры Черноморского побережья Кавказа. В качестве исходного материала для микроклонального размножения *V. negundo* использовали узловые черенки взрослого дерева-донора, произрастающего в буферной зоне Национального парка Кат Тьен во Вьетнаме, и узловые черенки молодых сеянцев *V. agnus-castus,* семена которых были собраны в окрестностях села Лесное Адлеровского района Краснодарского края. Черенки предварительно промывали мыльным раствором в проточной воде. В качестве стерилизующих агентов в работе использовали растворы перекиси водорода и гипохлорита натрия в различных концентрациях. Время стерилизации варьировали от 5 до 20 минут. В стерильных условиях эксплант помещали в чашку Петри с агаризованной питательной средой. Питательную среду готовили по прописи Мурасиге-Скуга (МС) с модификацией по содержанию витаминов и фитогормонов. Питательные среды стерилизовали при 1 ати в течение 20 мин. Растения-регенеранты культивировали в пробирках с агаризованной питательной средой МС на стендах при освещенности 4000 люкс, температуре 22-25 °С, в условиях 16-часового светового периода, влажности воздуха в помещении 50-70 %.

Табл. 1. Состав и содержание фитогормонов в питательной среде МС для микроклонального размножения *V. negundo* и *V. agnus-castus*

Фитогормоны, мг/л	Среда МС				
	I	II	III	IV	V
Бензиламинопурин	0,2	1,0		1,0	0
Кинетин	0,3		0,2		0
Нафтилуксусная кислота		0,5			0
Индолилмасляная кислота			0,2		0
Индолилуксусная кислота			1,0	0,5	0

Результаты. Для активации точек роста узловые черенки на питательной среде в чашках Петри помещали на световой стенд при освещенности 4000 люкс. Приблизительно к 10-му дню произошло пробуждение спящих почек и начало роста новых побегов, которые через 20 дней в стерильных условиях были отделены от узлового черенка и помещены на свежую питательную среду в пробирки высотой 20 см. На данной первой стадии микроклонального размножения нами были опробованы пять составов питательных сред МС. Для дальнейших экспериментов предпочтительнее оказались среды I и V. На втором и последующих пассажах использовалась безгормональная среда V. Следует отметить, что растения-регенеранты обоих видов не значительно отличались по скорости роста, начиная с первого пассажа. Период культивирования до

следующего пассажа занимал не более 25-30-ти дней. При необходимости достижения более высоких коэффициентов мультипликации побеги переносились на исходную среду I с фитогормонами. Для *V. negundo* максимальный коэффициент мультипликации составил 18, для *V. agnus-castus* – 13. Укоренение побегов успешно проходило на безгормональной среде V. Полученные растения-регенеранты отделяли от остатков агаризованной питательной среды, и высаживали в горшки с почвой, предварительно подвергнутой термической обработке. После 6 месяцев адаптации в условиях контейнерной культуры, растения-регенеранты обоих видов были высажены в сосуды большего объема для дальнейших наблюдений за их ростом и развитием.

Библиографический список

1. The application of tissue culture to the vegetative propagation of plants / G. Hussey // Science Progress, 1978. – Vol. 65. – P. 185–208.
2. Pharmacological and Phytochemical Evidences for the Extracts from Plants of the Genus *Vitex* – A Review / F. K. Meena, U. Singh, A. K. Yadav, B. Singh, M. M. Rao // International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. – 2010. – Vol. 2(1). – P. 1–9.
3. Володина С. О., Некрасова Е. В., Ву Тхи Л., Очагова А. Ю., Топкова О. В., Володин В. В. Фитохимический анализ и антиоксидантная активность экстрактов растений рода Vitex L. (Lamiaceae) // Химия растительного сырья, 2023. № 3. С. 171-181. URL: http://journal.asu.ru/cw/article/view/12150.
4. *Vitex pinnata* L. [Электронный ресурс] – URL: https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=*Vitex+pinnata*

ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОВ МАТОЧНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЯБЛОНИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ИМЕНИ ВС. М. КРУТОВСКОГО (2022 г.)

Григорьева С.О., gsnezhana97@mail.ru,
Моксина Н.В., n.moksina2010@yandex.ru,
Коломыцев М.В., mr.hikkun@gmail.com,
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

Известно, что наиболее эффективными методами селекции является отбор и гибридизация. При гибридизации можно получить большое разнообразие форм для последующего отбора [5].

Коллекция яблони в Ботаническом саду имени Вс. М. Крутовского представляет собой богатый генофонд, который используется для проведения селекционных исследований. Сад разделен на верхнюю и нижнюю террасы, где выращиваются различные сорта яблони, включая местные, европейские и зарубежные [4].

Целью проводимых исследований является характеристика плодоношения яблони разных сортов в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского с целью использования их при гибридизации.

Объектами исследований являются деревья разных сортов яблони, произрастающие в условиях нижней террасы Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского в открытой форме: Золотой шип (Н6-1, Н6-3), Аркад стаканчатый (Н7-7), Папировка (Н9-7), Генерал Орлов (Н12-1) и Аркад зимний (Н19-8, Н19-10). Данные экземпляры уже были использованы в качестве маточных при свободном и контролируемом опылении [1, 3, 4].

Согласно литературным данным [2] сорта характеризуются следующим образом:

Аркад зимний – сорт зимнего срока созревания, характеризуется достаточной зимостойкостью. Период плодоношения наступает с 4-6-летнего возраста. Урожайность хорошая. По окраске плод светло-зеленовато-желтый с красными точками, имеется размытый полосатый румянец. Средняя масса плодов – 50 г.

Аркад стаканчатый является сортом летнего срока созревания. В Сибири распространен на Алтае и юге Красноярского края, засухоустойчив, сладкоплоден. Плодоносит с 5-6-летнего возраста ежегодно в августе. Продолжительность хранения плодов – 7-10 дней. Средняя масса плодов составляет 45-86 г.

Генерал Орлов – сорт зимнего срока созревания, привезен в Сибирь из европейской части России. Характеризуется как морозостойкий. Плоды репчатые с зеленоватой окраской, созревают в сентябре, хранятся до января. Средняя масса плодов – до 80 г.

Золотой шип – среднерусский летний сорт, зимостойкий, засухоустойчивый. Плоды с ровным зеленовато-желтым оттенком. Плоды готовы к сбору в середине августа и хранятся в среднем два месяца. Средняя масса плодов 50-60 г.

Папировка – сорт летнего срока созревания прибалтийской народной селекции. Плоды бледно-желтые, имеют кисло-сладкий вкус. Созревают в середине августа, хранятся 10-15 дней. Средняя масса плодов 100-280 г.

В 2022 г. у плодов после их созревания определяли высоту, диаметр и массу. Была проведена статистическая обработка данных (табл. 1).

Табл. 1. Масса и размеры плодовотселектированных деревьев

Номер дерева	Сорт	$X_{ср.} \pm m$	$\pm\sigma$	V, %	P, %	$t_ф$ при t_{05}= 2,30
Масса, г						
Н19-10	Аркад зимний	60,2±3,93	8,79	14,6	6,5	3,10
Н19-8	Аркад зимний	75,0±5,24	11,73	15,6	7,0	0,79
Н7-7	Аркад стаканчатый	75,8±6,11	13,66	18,0	8,1	0,63
Н12-1	Генерал Орлов	81,0±5,48	12,25	15,1	6,8	-
Н6-1	Золотой шип	42,6±3,92	8,76	20,6	9,2	5,73
Н6-3	Золотой шип	39,6±2,73	6,11	15,4	6,9	6,79
Н9-7	Папировка	64,2±2,91	6,50	10,1	4,5	2,71
Высота, см						
Н19-10	Аркад зимний	4,8±0,14	0,31	6,5	2,9	2,40
Н19-8	Аркад зимний	5,2±0,18	0,40	7,7	3,4	1,00

Н7-7	Аркад стаканчатый	5,5±0,25	0,57	10,3	4,6	-
Н12-1	Генерал Орлов	5,1±0,13	0,29	5,6	2,5	1,20
Н6-1	Золотой шип	4,0±0,18	0,41	10,2	4,5	5,00
Н6-3	Золотой шип	3,7±0,16	0,36	9,6	4,3	6,00
Н9-7	Папировка	4,5±0,15	0,33	7,3	3,3	3,33
Диаметр, см						
Н19-10	Аркад зимний	5,3±0,18	0,40	7,6	3,4	4,21
Н19-8	Аркад зимний	5,7±0,14	0,31	5,4	2,4	2,50
Н7-7	Аркад стаканчатый	5,1±0,26	0,58	11,4	5,1	3,78
Н12-1	Генерал Орлов	6,1±0,07	0,16	2,6	1,2	-
Н6-1	Золотой шип	4,6±0,14	0,32	6,9	3,1	9,38
Н6-3	Золотой шип	4,2±0,24	0,53	12,5	5,6	7,60
Н9-7	Папировка	5,4±0,12	0,26	4,9	2,2	5,00

Наибольшая средняя масса плодов отмечена у дерева Н12-1 сорта Генерал Орлов (81,0±5,48). Процент превышения массы плодов по сравнению с другими деревьями составляет от 6,9 % до 104,5 %. Уровень изменчивости массы плодов от низкого до среднего.

Высота плода варьирует от 3,7 до 5,5 см, достигая наибольших размеров у дерева Н7-7 сорта Аркад стаканчатый (5,5±0,25).

Диаметр плодов варьирует от 4,2±0,24 (Н6-3Золотой шип) до 6,1±0,07 см (Н12-1 Генерал Орлов). Уровень изменчивости высоты и диаметра плодов составил от очень низкого до низкого.

Таким образом, установлено, что исследуемые сорта яблони успешно произрастают в сибирских условиях. Дерево Н12-1сорта Генерал Орлов и Н7-7 сорта Аркад стаканчатый рекомендованы в качестве маточных для проведения гибридизации.

Библиографический список

1. Григорьева С. О., Матвеева Р.Н., Репях М.В. Изменчивость гибридного потомства яблони по показателям роста в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского // Лесотехнический журнал, 2022. – Т. 12, № 3(47). – С. 42-50.
2. Макаревич,А. И. Сорт плодовых и ягодных культур / А. И. Макаревич, Р. В. Кузнецов, Д. В. Вахненко. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 288 с.
3. Матвеева, Р.Н. Изменчивость, гибридизация и размножение яблони разных сортов в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского / Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова, Н.Н. Сапрунова; М-во образования и науки Российской Федерации, ГОУ ВПО «Сибирский гос. технологический ун-т». – Красноярск, 2016. – 209 с.
4. Матвеева, Р.Н. Отбор, гибридизация и размножение яблони в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского / Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова, А.Ю. Галкина; М-во образования и науки Российской Федерации, ГОУ ВПО «Сибирский гос. технологический ун-т». – Красноярск, 2010. – 148 с.
5. Савельев, Н.И. Генофонд семечковых культур / Под общей ред. Н.И.Савельева. – Мичуринск: ГНУ ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина, 2013. – 116 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ В.Н. НИЛОВА ФБУ «СЕВНИИЛХ»

Демидова Н.А., forestry@sevniilh-arh.ru,
Васильева Н.Н., n.vasiljeva@mail.ru,
Дуркина Т.М., durckina.tat@yandex.ru,
Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства

Леса северо-западной части Российской Федерации, являясь важнейшим природным ресурсом, помогают справляться с негативными последствиями изменения условий окружающей среды при возрастающих потребностях современного человека. Применение древесных растений в различных областях народного хозяйства постоянно расширяется, процесс освоения растительных ресурсов планеты увеличивается, оказывая влияние на виды местной флоры, особенно произрастающих в суровых климатических условиях Севера.

Выращивание быстрорастущих и ценных древесных растений может сохранить природные лесные массивы. Существующий положительный опыт использования древесных интродуцентов доказывает свое значительное превосходство перед местными растениями по своей продуктивности. Превышение запасов в 1,5-2 раза наиболее продуктивных местных пород даже в северных и центральных районах страны, подтверждается результатами исследований ФБУ «СевНИИЛХ» [3].

Исследования проводились на базе дендрологического сада имени В.Н. Нилова Федерального бюджетного учреждения «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства» (ФБУ «СевНИИЛХ»), находящегося в ведении Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз) и образованного в 1960 году по инициативе академика ВАСХНИЛ И.С. Мелехова. Место расположения – северо-таежный лесной район Европейской части Российской Федерации в окрестностях города Архангельска (64°29′ 45′′с.ш., 40°46′41′′в.д. [4, 5].

Дендрологический сад много лет является базой для интродукционных испытаний по адаптации и акклиматизации растений в условиях Европейского Севера. Анализ получаемых в процессе изучения опытных данных позволяет оценить перспективность тех или иных инорайонных видов древесных растений и возможность их применения как в районе произрастания, так и для создания хозяйственно-ценных насаждений, плодово-ягодных плантаций и формирования комфортной городской среды, привлекая новые виды растений в озеленение северных городов.

В практике ведения отбора древесных растений коллекции для возможности дальнейшего их использования делается на основе материалов многолетних фенологических наблюдений, которые проводятся по методике ботанических садов [2], усовершенствованной для условий конкретного интродукционного пункта Европейского Севера России. Для полной оценки перспективности видов изучается зимостойкость древесных экзотов, как важнейшего показателя их

устойчивого развития на Севере [3]. Состав коллекции по семействам отражен в табл. 1.

Табл. 1. Состав коллекции древесных растений по семействам

№ п/п	Название семейства		Количество, шт.		
	латинское	русское	родов	видов/подвидов, гибридов, сортов	образцов
1	*Araliaceae*	Аралиевые	1	1/-	1
2	*Berberidaceae*	Барбарисовые	2	28/9	52
3	*Betulaceae*	Березовые	4	37/3	71
4	*Caprifoliaceae*	Жимолостные	2	47/13	106
5	*Celastraceae*	Бересклетовые	2	6/-	9
6	*Cornaceae*	Дерёновые	1	9/-	24
7	*Cupressaceae*	Кипарисовые	2	3/4	9
8	*Elaegnaceae*	Лоховые	3	3/-	6
9	*Ericaceae*	Вересковые	2	10/-	13
10	*Fabaceae*	Бобовые	4	19/1	29
11	*Fagaceae*	Буковые	1	2/-	6
12	*Grossulariaceae*	Крыжовниковые	2	30/5	40
13	*Hydrangeaceae*	Гортензиевые	1	5/6	12
14	*Juglandaceae*	Ореховые	1	2/-	2
15	*Menispermaceae*	Лунносемянниковые	1	1/-	1
16	*Oleaceae*	Маслинные	3	19/5	40
17	*Pinaceae*	Сосновые	5	39/10	126
18	*Ranunculaceae*	Лютиковые	2	6/-	14
19	*Rhamnaceae*	Крушиновые	2	8/-	14
20	***Rosaceae***	**Розоцветные**	**19**	**194/32**	**434**
21	*Salicaceae*	Ивовые	3	28/10	55
22	*Sambucaceae*	Бузиновые	1	6/-	6
23	*Sapindaceae*	Сапиндовые	1	15/-	32
24	*Taxaceae*	Тиссовые	1	2/-	3
25	*Thymelaceae*	Волчниковые	1	1/-	2
26	*Tiliaceae*	Липовые	1	2/-	6
27	*Ulmaceae*	Ильмовые	1	3/-	7
28	*Viburnaceae*	Калиновые	1	3/1	12
29	*Vitaceae*	Виноградовые	1	1/-	1
	Итого		**71**	**530/99**	**1133**

Анализируя состав коллекции, отмечено видовое разнообразие древесных растений, представленное 29 семействами, 71 родом, 1133 образцами интродуцированных растений произрастающих в районах Европейского Севера. Как отмечено в таблице 1 наиболее представленными являются семейства: розоцветные – 37%, жимолостные – 9%, сосновые – 7% от общего количества древесных растений коллекции. По итогам многолетних наблюдений наиболее устойчивые из числа инорайонных растений рекомендованы для хозяйственного использования и целей озеленения городов и населенных пунктов районов Европейского Севера России [1, 3].

Ежегодные наблюдения за древесными экзотами показывают, что растения

по-разному адаптируются к новым условиям среды. Наиболее устойчивые из них представляют интерес для возможности использования в озеленении городов и поселков, особенно северных областей, где небогатый видовой состав местной флоры ограничивает создание комфортной среды и эстетически привлекательных композиций.

Результатом проведенных сотрудниками института научно-практических работ по интродукции и акклиматизации растений, многие виды древесных интродуцентов уже сейчас встречаются на улицах северных городов. Сохраняя уникальную коллекцию экзотов, популяризируя результаты своей работы и продолжая наблюдения за растениями, развивающихся в неблагоприятных для них условиях, можно сказать об успешной работе по адаптации и акклиматизации растений.

При подготовке публикации использовалась база данных «Коллекция древесных растений дендрологического сада имени В.Н. Нилова Федерального бюджетного учреждения «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»» (Свидетельство о государственной регистрации № 2022623108).

Библиографический список

1. Демидова Н.А., Дуркина Т.М., Гоголева Л.Г. Коллекция декоративных кустарников дендрологического сада им. В.Н. Нилова ФБУ «СевНИИЛХ» /Цветоводство-2019. Санкт-Петербург, 2019. – С. 46-51.
2. Демидова Н.А., Дуркина Т.М., Васильева Н.Н., Гоголева Л.Г. Коллекция древесных растений дендрологического сада им. В.Н. Нилова Федерального бюджетного учреждения «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства» (Каталог). 4-е издание, измененное и дополненное. Отв. ред. Н.А. Демидова. – Архангельск, 2023. – 206 с.
3. Демидова Н.А., Дуркина Т.М., Гоголева Л.Г., Быков Ю.С., Парамонов А.А. Результаты 35-летнего испытания сосны скрученной на Европейском Севере России // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 225. – С. 90-105.
4. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.: ГБС АН СССР, 1975. – 28 с.
5. Яценко И.О., Виноградова Ю.К. Инвазионная активность древесных растений в Главном Ботаническом саду им. Н.В. Цицина Российской Академии наук // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 4. – С. 117-131.

ИТОГИ РАБОТЫ ПО ПОДБОРУ УСТОЙЧИВОГО АССОРТИМЕНТА ДЕКОРАТИВНЫХ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Иванов С.А., lupus9214031399@mail.ru,
Егоров А.А., egorovfta@yandex.ru,
Институт лесоведения Российской академии наук

Интродукция растений человеком зародилась практически одновременно с началом развития земледелия. Она с самого начала имела целенаправленный характер на выращивание хозяйственно-полезных растений, хотя подбор растений для места интродукции мог носить стихийный характер.

В начале XX века происходит качественный скачек в понимании процессов адаптации растений к экологическим факторам внешней среды. Научные основы интродукции заложил Г. Майр (1909), высказав предположение, что большой успех в приживаемости растений за пределами своего естественного ареала зависит от того на сколько сходна по климатическим условиям территория с родиной интродуцента [5]. В развитие идей Г. Майра И.Ю. Коропачинский с соавторами (2011) [4] предлагают выделять районы-доноры, которые включают в себя регионы климатических аналогов и регионы, характеризующиеся более экстремальными значениями лимитирующих факторов [1, 3]. Особое значение интродукция растений приобретает для декоративных видов, использующихся в озеленении населенных пунктов, особенно в северных регионах. В условиях Севера естественный видовой состав довольно скуден из-за сурового климата. Среди факторов, оказывающих неблагоприятное воздействие на растения в высоких северных широтах, необходимо выделить следующие: суровые зимы, невысокая теплообеспеченность, мерзлотные почвы (в т.ч. их глубина залегания и быстрота оттаивания), почвы преимущественно кислые и сильнокислые, бездождливый вегетационный период (июль-август), приводящий к низкому влагозапасу почвы, высота снежного покрова, сильные ветра [2].

Для решения вопросов озеленения северных территорий, сотрудниками Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова в 2011-2019 гг. была проведена обширная работа по подбору ассортимента декоративных деревьев и кустарников для озеленения населенных пунктов Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО).

К разработке устойчивого и эффективного ассортимента деревьев для различных природно-климатических условий ЯНАО подходили исходя из принципов научного анализа и практики. Методические особенности заключались в следующем: в основу списка был положен состав деревьев, разработанный на основе подбора их из районов-доноров Северного полушария для природных районов ЯНАО. Данные по исследованиям в зеленых насаждениях населенных пунктов ЯНАО и состоянию посадок на созданных нами экспериментальных площадках подтверждали и/или дополняли основу списка.

Для разработки устойчивого ассортимента для зеленых насаждений городов севера Западной Сибири в период 2011-2019 гг. было выполнено следующее:

- проведены исследования по изучению состава и состояния деревьев и кустарников в 15 населенных пунктах ЯНАО и в г. Сургут (ХМАО);
- заложены 13 экспериментальных площадок в 7 населенных пунктах ЯНАО и 2 экспериментальные площадки в г. Сургут (ХМАО).

В 2013-2016 гг. на 15 экспериментальных площадках было высажено около 4 тысяч деревьев и кустарников. Для управления таким массивом данных был создан программный комплекс, в котором имеются сведения об испытанных деревьях и кустарниках в количестве – 3943 экземпляров. Эти деревья и кустарники относятся к 233 таксонам и 21 семейству [2].

По результатами проведенной работы был определен перспективный ассортимент для различных природно-климатических районов ЯНАО насчитывает 140 таксонов деревьев, которые относятся к Голосеменным – 46 таксонов (33%), к Покрытосеменным – 94 (67%). Эти таксоны относятся к 11 семействам, среди которых 4 ведущих семейства составляют более 90%: *Salicaceae* (Ивовые) – 31,5%, *Pinacea* (Сосновые) – 30,0%, *Rosaceae* (Розовые) – 20,0%, *Betulaceae* (Березовые) – 10,0%.

Библиографический список

1. Егоров А.А. Эколого-географический анализ как научная основа интродукции растений // Современное лесное хозяйство – проблемы и перспективы. Матер. Всеросс. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию “ВНИИЛГИСбиотех”. 3-4 декабря 2020 г. Воронеж: Истоки. 2020. С. 33-35.
2. Егоров А.А. Особенности подбора ассортимента древесных растений для озеленения городов севера Западной Сибири // Ботанические сады в современном мире (Сборник научных статей) / отв. ред. О.Г. Баранова, В.В. Чуб. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2023. Вып. 3. С. 68-71.
3. Егоров А.А., Афонин А.Н. Современные технологии эколого-географического анализа и моделирования в интродукции растений // Ботаника в современном мире. Труды XIV съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире» (г. Махачкала, 18-23 июня 2018 г.). Т. 2. Махачкала. 2018. С. 255-257.
4. Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н., Томошевич М.А. Очередные задачи интродукции древесных растений в Азиатской России // Сибирский экологический журнал. Т. 18 (2). 2011. С. 147-170.
5. Mayr H. Waldbau auf naturgeschichtlicher Grundlage. Berlin: Verlagsbuchhandlung Paul Parey. 1909. 568 p.

ВРЕДИТЕЛИ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА FABACEAE JUSS. НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Коляда Н.А, Kolyada18@rambler.ru,
Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВОРАН

Ботанические сады и дендрарии создаются человеком для сохранения биологического разнообразия. В них произрастают как различные виды растений аборигенной флоры, так и интродуценты из других регионов мира.

Североамериканские древесные растения являются мощным резервом декоративных, пищевых, лекарственных и технических растений. Многие из них активно используются в ландшафтном дизайне на юге Дальнего Востока России, находят и другое практическое применение.

Одними из таких растений являются представители семейства сем. Fabaceae Juss. (Бобовые) – *Amorpha fruticosa* (аморфа кустарниковая) и *Robinia pseudoacacia* L. (робиния ложноакациевая). Впервые эти виды в начале прошлого века были введены в культуру во Владивостоке, а в 1950-х гг. они появились в коллекции дендрария Горнотаежной станции–филиала ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, одного из старейших интродукционных центров на юге Дальнего Востока.

Одной из проблем, связанных с интродуцентами, является проникновение в их вторичные ареалы опасных вредителей и болезней. В результате растения снижают или теряют свои свойства при использовании в озеленительном, лесном и сельском хозяйстве. Кроме того, существует возможность перехода этих вредителей на родственные аборигенные растения. Это требует проведения мониторинга, направленного на выявление чужеродных вредителей, определение состояния их популяций, изучение особенностей биологии и распространения в пределах новых местообитаний. Следует отметить, что очагом их распространения могут выступать также ботанические сады и дендрарии, куда интродуценты впервые вводятся для их культивирования.

В 2018 г. нами было отмечено проникновение на территорию юга Дальнего Востока вредителя *A. fruticosa* – североамериканской зерновки *Acanthoscelides pallidipennis* (Motschulsky, 1874) [10]. Вторичный ареал вредителя охватывает Европу, Казахстан, Восточную Азию, юг европейской части России и Кавказ [3].

Обследование территории Приморского края показало, что в настоящее время этот вредитель встречается в 36 населенных пунктах. Особенно сильное поражение семян *A. fruticosa* отмечено лишь в нескольких населенных пунктах, причем ухудшения общей декоративности растений не наблюдается. Опасение вызывает тот факт, что, согласно литературным источникам, в качестве кормовых растений *A. pallidipennis* может использовать и других представителей семейства Fabaceae – *Astragalus sp.* (астрагал), *Glycyrrhiza sp.* (солодка) и др. [6], что может привести к переходу вредителя на местные растения.

Для *R. pseudoacacia* также характерен целый ряд насекомых-вредителей, которые нередко проникают на территорию вторичного ареала растения и также становятся инвазионными [5]. Это наблюдается и на юге Дальнего Востока.

В 2005 г. в четырех населенных пунктах Приморского края на *R. pseudoacacia* был обнаружен новый для региона фитофаг *Obolodiplosis robiniae* (Hald.,1847) (Diptera: Cecidomyiidae) – белоакациевая листовая галлица. *O. robiniae* распространена во многих странах Европы, в т.ч. европейской части Россиии в сопредельных с Дальним Востоком государствах [1, 2]. В 2018 г. данный вредитель был обнаружен нами и на территории дендрария Горнотаежной станции. На молодых листьях *R. pseudoacacia* были выявлены галлы, образованные галлицей. Галлообразование приводит пока к незначительному снижению декоративности растений. Кроме того, в галлах был впервые обнаружен яйце-личиночный эндопаразитоид *O. robiniae – Platygaster robiniae* Buhl & Duso, 2007 (Hymenoptera: Platygastridae) [9].

В 2019 г. на территории дендрария был впервые зарегистрирован чужеродный для региона фитофаг *R. pseudoacacia* – североамериканский вид *Nematus tibialis* Newman, 1873 (Hymenoptera: Tenthredinidae). Вредитель известен во многих странах Европы, а также европейской части России [8]. Наши исследования показали небольшую степень повреждаемости листовых пластинок *R. pseudoacacia* ложногусеницами фитофага. На каждом экземпляре растения в той или иной степени поврежденными оказываются примерно 2–3% листовых пластинок, что не сказывается на общем состоянии деревьев. В настоящее время фитофаг встречается и в других населенных пунктах Приморского края. Однако имеются данные о повреждении фитофагом листьев других Fabaceae, например, *Caragana sp*. (карагана) [4].

В 2022 г. на территории дендрария Горнотаежной станции и села Горно-Таежное был обнаружен минирующий филлофаг, североамериканская минирующая моль – *Chrysaster ostensackenella* (Fitch, 1859) (Lepidoptera: Gracillariidae), родиной которой являются США и Канада. Это новый для России вид минирующей моли, ранее обнаруженный в Восточной Азии и в Европе (в Италии). В скором времени возможно его появление и в европейской части России [7].

Минирующие филлофаги – одни из основных вредителей декоративных древесных растений. Основным фактором вредоносности этих насекомых является образование мин на листовых пластинках, что нередко ведет к значительному снижению декоративности растений. В 2023 г. в двух населенных пунктах региона нами уже отмечено достаточно сильное поражение *R. pseudoacacia*.

Таким образом, за относительно короткий срок на двух упомянутых интродуцентах обнаружено 4 вредителя, которые проявляют инвазионные свойства. Более того, у некоторых из них обнаружены свои паразитоиды. Следует ожидать обнаружение и других вредителей этих широко распространенных в озеленении юга Дальнего Востока видов растений.

Библиографический список

1. Белицкая М.Н., Грибуст И.Р., Блюм К.Я. Особенности освоения робинии ложноакациевой (*Robinia pseudoacacia*) инвазивными насекомыми филлофагами в насаждениях Нижнего Поволжья // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах. – СПб., 2020. – С. 78-79.
2. Гниненко Ю.И., Главендекич М. Рекомендации по выявлению белоакациевой листовой галлицы *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) (Diptera, Cecidomyiidae). – М.: Пушкино, 2010. – 23 с.
3. Мартынов В.В., Никулина Т.В. Новые инвазивные насекомые-фитофаги в лесах и искусственных лесонасаждениях Донбасса // Кавказский энтомол. бюллетень. – 2016. – Т. 12, вып. 1. – С. 41–51.
4. Сауткин Ф.В., Рыжая А.В., Буга С.В. Насекомые-фитофаги – вредители декоративных кустарников в зелёных насаждениях г. Гродно // Вестник БГУ. – 2012. – Сер. 2. – № 3. – С. 49–54.
5. Сауткин Ф.В. Членистоногие фитофаги – вредители робиний (*Robinia* S. L) в условиях Беларуси // Труды БГТУ. – 2021. – Сер. 1, № 2. – С. 138-148.
6. Темрешев И.И. Адвентивные виды насекомых Сайрам-Угамского государственного национального природного парка, Казахстан // Acta Biologica Sibirica. – 2017. – Т. 3. – № 3. – С. 12–22.
7. Kirichenko N.I., Kolyada N.A., Gomboc S. First Discovery of the North American leaf-mining moth *Chrysaster ostensackenella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Russia: the genetic diversity of a novel pest in invaded vs. native range // Insects. – 2023. – Vol. 14(7). – P. 642.
8. Kolyada N.A., Chilakhsaeva E. A, Gninenko Yu. I., Kolyada A.S. First finding of alien species *Nematus tibialis* Newman, 1873 (Hymenoptera: Tenthredinidae) in the South of the Russian Far East // Russ. J. Biol. Invasions. – 2022. – Vol. 13, N. 2. – P. 215–218.
9. Kolyada N.A., Chilakhsaeva E. A, Gninenko Yu. I., Kolyada A.S. Revelation of *Platygaster robiniae* Buhl & Duso, 2007 (Hymenoptera: Platygastridae) in the South of the Russian Far East // Russian Journal of Biological Invasions. – 2023. – Vol. 14, N. 2. – P. 155-159.
10. Kuprin A.V., Kolyada N.A., Kasatkin D.G.New invasive species *Acanthoscelides pallidipennis* (Motschulsky, 1874) (Coleoptera: Bruchidae**)** in the fauna of the Russian Far East // Far Eastern Entomologist. – 2018. – N. 360. – P. 25-28.

ИЗУЧЕНИЕ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *MAGNOLIA* L. В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Малевич А.М., aneta.malevich@yandex.by,
Шпитальная Т.В., T.Shpitalnaya@cbg.org.by,
Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси

При культивировании растений в новом географическом регионе важно иметь многообразный материал, из которого можно выбрать наиболее устойчивые экземпляры. Генетическое разнообразие, полученное при посеве семян магнолий, позволяет выбрать наиболее адаптированные сеянцы для данных условий. Важным звеном в процессе интродукции является получение растений из семян местной репродукции. При этом активизируется адаптационный процесс, а также увеличивается устойчивость последующего поколения к неблагоприятным факторам среды. Оптимальные приемы размножения растений в условиях нового местообитания определяют успех интродукции [9].

Магнолии довольно хорошо изучены в условиях интродукции на Украине [5, 6], также показаны перспективы их интродукции и получения семенного материала из островных местообитаний Японии [4]. В условиях Центрального ботанического сада НАН Беларуси активно проводится изучение особенностей плодоношения и семенного размножения видов и сортов магнолий: *M. kobus*, *M. kobus* var. *borealis*, *M. obovata*, *M. sieboldii*, *M.* ‘Lennei’, *M.* ‘Merrill’.

Определение семенной продуктивности (потенциальной и реальной), а также расчет коэффициента семенной продуктивности проводились по методике И.В. Вайнагий (1974) [2] и Т.А. Работнова (1960) [7]. Потенциальная семенная продуктивность определялась по общему количеству листовок, из которых состоял плод, фактическая семенная продуктивность – по количеству завязавшихся семян при свободном опылении. В каждой листовке магнолии располагается по два семязачатка, поэтому определение семенной продуктивности проводилось с учетом потенциальной двусемянности.

В результате проведенных исследований было отмечено, что в условиях Центрального ботанического сада НАН Беларуси ежегодно плодоносят следующие виды и сорта магнолий: *M. kobus*, *M. kobus* var. *borealis*, *M. obovata*, *M. sieboldii*, *M.* ‘Lennei’, *M.* ‘Merrill’. Плоды изученных видов и сортов магнолий созревают в сентябре-октябре, и они отличаются по размеру, массе и числу листовок (таблица 1). Наибольшие размеры плодов у *M. obovata* (длиной 8 см, диаметром 5 см) и *M.* ‘Lennei’ (11,5 см длиной, 4,9 см диаметром), наименьшие – у *M. kobus* (3,7 см длиной и 2,1 см диаметром). Самая высокая масса плодов у *M. obovata* (39,8 г) и *M.* ‘Lennei’ (30,9 г), самая низкая– у *M. sieboldii* (3,0 г) (табл. 1).

Табл. 1 Морфометрические параметры плодов магнолий

Вид/сорт	Плоды		
	Средняя длина, см	Средний диаметр, см	Масса, г
M. kobus	3,7±0,7	2,1±0,6	9,2±0,6
M. kobus var. *borealis*	4,8±1,3	1,6±0,9	8,6±0,7
M. obovata	8±0,7	5±0,1	39,8±4,2
M. sieboldii	4,6±1,0	2,0±0,4	3,0±0,2
M. 'Lennei'	11,5±3,5	4,9±0,8	30,9±0,4
M. 'Merrill'	5,0±0,8	2,1±0,6	5,6±0,3

По итогам исследований семенной продуктивности в ЦБС установлено, что коэффициенты продуктивности видов и сортов магнолий различны (табл. 2).

Табл. 2. Потенциальная и реальная семенная продуктивность магнолий

Вид/сорт	Потенциальная семенная продуктивность (шт.)		Реальная семенная продуктивность (шт.)		Коэффициент продуктивности (%)	
	Ср.	Мин.–Макс.	Ср.	Мин.–Макс.	Ср.	Мин.–Макс.
M. kobus	26	18–40	4	2–6	15,4	11–20
M. kobus var. *borealis*	49	30–68	9	3–16	17,3	10–30
M. obovata	85	60–110	5	2–7	5	3–10
M. sieboldii	54	14–90	36	1–8	7	4–19
M. 'Lennei'	68	60–76	22	11–32	30	20–40
M. 'Merrill'	30	6–56	4	1–5	20	10–30

Средняя потенциальная семенная продуктивностьмагнолий составила 18–110 семязачатков на одну многолистовку, средняя реальная семенная продуктивность – 11–32 семян на одну многолистовку; максимальное количеством семян в листовке насчитывается у *M. sieboldii* (36 шт.). Коэффициент продуктивности варьирует от 5 до 30 %, его максимальный показатель у *M.* 'Lennei' (30%).

При сравнении семенной продуктивности магнолий из коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси с другими регионами следует отметить, что как в естественном, так и в интродукционном ареалах для них характерны разные показатели семенной продуктивности. Так, например, в коллекции БСИ ДВО РАН стабильно плодоносят такие виды, как *M. kobus*, *M. kobus* var. *borealis*, *M. obovata*, *M. officinalis*, *M. salicifolia*, *M. sieboldii*, *M. Sieboldii* subsp. *japonica* и *M. tripetala*. (коэффициент семенной продуктивности 14,7–58,2%); максимальная семенная продуктивность характерна для *M. sieboldii* (58,2%) [4]. Согласно проведенным исследованиям В.Ю. Баркалова[1], *M. obovata* на острове Кунашир характеризуется нестабильным плодоношением. В условиях Китая (Beijing Forestry University) низкая семенная продуктивность из-за недоразвитости семян характерна для *M. denudata* [10]. На Южном берегу Крыма ежегодно плодоносит *M. grandiflora* (коэффициент семенной продуктивности – 14,9%). В условиях Предгорного Крыма стабильно плодоносят *M. kobus* (коэффициент семенной продуктивности – 11,8%) и *M.×soulangeana* (коэффициент семенной продуктивности – 31,3%) [3]. Для увеличения этого

показателя некоторые авторы рекомендуют применение метода дополнительного искусственного опыления [8].

Показатели семенной продуктивности обусловлены различными почвенно-климатическими условиями районов интродукции и индивидуальными особенностями видов и сортов.

Библиографический список

1. Баркалов В.Ю. Флора Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2009. – 468 с.
2. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал,1974. – Т. 59. –Вып. 6. – С. 826–831.
3. Герасимчук В. Н. Интродукция магнолий в Никитском ботаническом саду // Ботанические сады как центры изучения и сохранения фиторазнообразия: Труды Международной научной конференции, посвященной 140-летию Сибирского ботанического сада Томского государственного университета. – 2020.– С. 47–49.
4. КаменеваЛ. А. Биология цветения и плодоношения представителей рода *Magnolia* L. (MagnoliaceaeJuss.) в условиях культуры на юге Российского Дальнего Востока: дис… канд. биол. наук: 03.02.01 / – Владивосток, 2018. – С. 103–128.
5. Коршук Т.П. Магнолии (*Magnolia* L.). Киев: ВПЦ Киевский университет, 2007. – 208 с.
6. Минченко Н.Ф. Магнолии на Украине. Киев: Наук. думка, 1987. –184 с.
7. Работнов Т.А. Методы изучения семенного размножения травянистых растений в сообществах // Полевая геоботаника. М. – Л.: Из-во АН СССР, 1960. – Т.2. – С. 20–40.
8. Слипушенко К.П. К вопросу о семенном размножении магнолий // Вестник ЦРБС АН УРСР, 1961. –Вып. 3. – С. 28–33.
9. Figlar R.B. Those amazing Magnolia fruits // Journal of Magnolia Society International. – 2002 a. – Vol. 37. – P. 7–15.
10. Wang R., Liu X., Mou S., Xu S., Zhang Z. Temperature regulation of floral buds and floral their mogenicity in *Magnoliadenudata* (Magnoliaceae) // Trees-Structure and Function, 2013. – Vol. 27. – P. 1755–1762.

ПАССИРОВАНИЕ НА ПИТАТЕЛЬНУЮ СРЕДУ ОБРАЗЦОВ РОДА *RHODODENDRON* L.

Марковская А.Н., markovskaya_nastasya@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Мартюшова Е.Г., martyushovaeg@m.usfeu.ru,
Уральский государственный лесотехнический университет

Микроклональное размножение растений включает в себя несколько этапов: 1 этап - стерилизация и инициация образцов; 2 этап – пассирование образцов на

питательную среду и их размножение (микроразмножение); 3 этап – процесс укоренения микропобегов; 4 этап - осуществление выхода укорененных растений из стерильных условий в нестерильные. После первого этапа в микроклонировании – стерилизации и инициации образцов, нами была получена асептическая культура следующих видов рода *Rhododendron* L.*: R. catawbiense* Michx.*, R. canadense* (L.) Topp. cv. Alba.*, R. Molle subsp. japonicum* (A.Gray.) Kron. [4].

Известно, что виды рода *Rhododendron* L. пассируются на питательные среды Андерсона (АНД) и WPN [1-3, 5, 6], дополненные различными регуляторами роста. В нашем случае пассирование было выполнено на среды Мурасиге-Скуга (МС) и АНД. Составы сред предоставлены в табл. 1. В качестве стимулятора роста использовали 6-бензиламинопурин (БАП). Концентрация БАП в начале эксперимента составляла 0,5 мг/л; на 25-й день эксперимента - 1,0 мг/л; на 50-й день - 1,5 мг/л.

Табл. 1. Составы питательных сред, использованных для пассирования растений *in vitro*

Среда МС	Концентрация, мг/л	Среда Андерсона	Концентрация, мг/л
NH_4NO_3	1650	NH_4NO_3	400
KNO_3	1900	KNO_3	480
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	370	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	370,4
KH_2PO_4	170	KH_2PO_4	330,6
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	440	$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	442,2
KI	0,83	KI	0,3
H_3BO_3	6,2	H_3BO_3	6,2
$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	22,3	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	24,9
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	8,6	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	8,6
$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0,25	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0,25
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0,025	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0,025
$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	0,025	$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	0,025
$FeSO_4 \cdot H_2O$	27,8	$FeSO_4 \cdot H_2O$	55,7
Na_2 ЭДТА$\cdot 2H_2O$	37,3	Na_2 ЭДТА$\cdot 2H_2O$	74,5
Мезоинозит	100	Мезоинозит	100
Тиамин	0,4	Тиамин	0,4
Пиридоксин	0,5	Пиридоксин	0,5
Никотиновая кислота	0,5	Никотиновая кислота	0,5
Глицин	2	Глицин	2
Сахароза	20000	Сахароза	20000
Агар-агар	7000	Агар-агар	7000

Из данных табл. 2 следует, что микрочеренки всех изучаемых видов активно развиваются в условиях *in vitro*, формируя листья на 12-15-й день эксперимента. Высота побегов на 20-й день варьируется от 0,4 до 1,3 см в зависимости от вида. После увеличения концентрации БАП на 30-й и 55-й день наблюдается активный рост побегов всех изучаемых образцов, припассированых на обеих питательных средах (Рис. 1,2). Коэффициент размножения в среднем составляет 1/2. Процент выживаемости - 76%.

Табл. 2. Развитие побегов изучаемых видов рода *Rhodedendron* в условиях in vitro

Наименование вида / Характеристика развития побегов	*R. catawbiense* Michx.		*R. canadense* (L.) Topp. Cv. Alba		*R. molle ssp. japonicum* (A.Gray.) Kron	
	МС	АНД	МС	АНД	МС	АНД
Появление боковых побегов/листьев, дн.	12-15	12-15	12-15	12-15	12-15	12-15
Высота побега на 20 день, см	0,4-1,0	0,5-1,0	0,4-0,6	0,5-0,6	0,5-1,2	0,5-1,3
Активный рост, дн.	30/55	30/55	30/55	30/55	30/55	30/55
Коэффициент размножения	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3
Процент выживаемости, %	75	67	75	75	80	85

Рис. 1. Образец на среде МС *R. Molle subsp. japonicum* (A.Gray.) Kron.

Рис. 2. Образец на среде АНД *R. catawbiense* Michx.

Заключение. Изучено пассирование трех видов рода *Rhododendron* L.: *R. catawbiense* Michx., *R. canadense* (L.) Topp. cv. Alba, *R. Molle subsp. japonicum* (A.Gray.) Kron на питательных средах Андерсена и Мурасиге-Скуга с добавлением фитогормона 6-БАП. Установлено, что для пассирования растений изучаемых видов можно использовать обе среды, однако на скорость роста и развития побегов *in vitro* в большей мере оказывает концентрация 6-БАП. В будущих исследованиях следует установить состав и концентрации фитогормонов, позволяющих повысить коэффициент размножения растений.

Библиографический список

1. Бабикова А.В., Гафицкая И.В., Корень О.Г., Музарок Т.И., Змеева В.Н., Пинкус С.А., Акимова Л.А., Баркалова О.К. Микроклонирование декоративных древесных растений // Проблемы озеленения населенных пунктов: материалы

городской научно-практической конференции. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2013. – 162 с.
2. Васильева Ольга Григорьевна. Биолого-морфологические основы клонального микроразмножения некоторых представителей рода *Rhododendron* L. : диссертация ... кандидата биологических наук : 03.00.05 / Васильева Ольга Григорьевна. - Москва, 2009.- 131 с.
3. Зайцева Ю.Г., Новикова Т.И. Сохранение и размножение *Rhododendron schlippenbchii* с использованием методов биотехнологии //Растительный мир Азиатской России, 2015. - № 4(20). - С. 79–85.
4. Марковская А.Н., Мартюшова Е.Г., Тесля Д.Е., Кольцова Е.В. Опыт стерилизации и инициации образцов рода *Rhododendron* семейства Ericaceae // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства: сборник статей VI Международной научно-практической конференции. - Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2023. - С. 172-176.
5. Мухаметвафина А.А. Размножение *Rhododendron luteum* Sweet в культуре in vitro // Экобиотех, 2019. - Т. 2. - № 4. - С. 451-455.
6. Филипеня В.Л., Горбацевич В.И., Антипова Т.В. Микроклональное размножение *Rhododendron xhybrydum* Hort. // Физиология и биохимия культурных растений, 2009. - Т. 41. - № 6. – С. 516-522.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОНОВ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ. МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД

Мельничук И.А., melnichuk.irina.2022@yandex.ru,
Двадцатова Т.В., tv@20va.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Городские газоны доминируют во всех типах городских зеленых насаждений и занимают значительные площади [1, 3, 4]. Проблемы, связанные с созданием и содержанием газонов, актуальны на сегодняшний день.

Цель исследования - изучить роль газонов в организации городского пространства, экологические функции, а также видовой состав.

Для достижения цели были поставлены задачи:

1. Создать интернет-ресурс для сбора исходных данных и платформу для проведения социологического опроса.
2. Провести закладку демонстрационных участков красивоцветущих газонов;
3. Провести закладку постоянных пробных площадей на существующих газонах для описания видового состава;
4. Собрать полевой материал в виде базы данных о содержании углекислого газа, температурном режиме над поверхностью газона, почвенных условиях.

5. Собрать и провести разметку снимков участков газона с помощью БЛА (дрона) для обучения алгоритмов машинного обучения для автоматизированного определения визуальных параметров состояния газона.

На первом этапе работы по согласованию с Комитетом по благоустройству города Санкт-Петербурга было определено 25 объектов исследования, относящихся к зеленым насаждениям общего пользования (ЗНОП) городского значения в 14-ти районах Санкт-Петербурга.

В ходе работы проведены следующие исследования:

- Проведен социологический опрос "Газон в Санкт-Петербурге: предпочтения жителей", который учитывал предпочтения жителей в отношении шести разных типов газонов: 1. не скашиваемый газон с сорными видами, 2. высокотравный газон, который стригут один раз за сезон; 3. луговой газон, обрамленный обыкновенным газоном, который скашивается один раз в сезон; 4. ухоженный травяной газон, который часто стригут (партерный, обыкновенный); 5. регулярно скашиваемый газон с доминированием клевера; 6. луговой разнотравный газон, скашиваемый один раз в сезон;

- Создано более 20-ти демонстрационных участков красивоцветущих мавританских и луговых газонов с использованием существующих травосмесей. Участки были выделены на территории существующих газонов и имели площадь до 200 м^2.

- Изучен видовой состав на газонах. Наиболее часто встречающиеся виды: на освещенных вытоптанных участках - ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), мятлик обыкновенный (*Poa trivialis* L.), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), просвирник маленький (*Malva pusilla* Sm.); на освещенных, не вытоптанных - мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), мятлик обыкновенный (*Poa trivialis* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.); на затененных вытоптанных - ромашка безъязычковая (*Matricaria discoidea* DC.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg.); на затененных невытоптанных - лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg.), будра плющевидная (*Glechoma hederacea* L.).

- проведен анализ почв по результатам отбора почвенных образцов на исследуемых участках газона, а также проведены измерения плотности почвы, влажности почвы, температуры над поверхностью и содержание углекислого газа в воздухе.

Агрохимический анализ полученных образцов почвы проводился по общепринятым методикам. В результате работы проведен анализ проб почв на 14-ти объектах исследования и на десяти экспериментальных участках. В результате сбора данных по плотности и влажности почв сформирована база данных.

- собрано более 80-ти тысяч снимков для последующей разметки в программе LabelImg. После сбора фотоматериала наступил этап обработки изображений, для использования их в обучении модели искусственного интеллекта.

Для проведения съёмки газонов использовался БЛА типа квадрокоптер DJI Air 2S. Методика работ включала в себя подготовку полётного задания, определено две высоты полётов 5 метров и 3 метра [2]. Проведён сбор снимков

газонов с различных высот на 23 объектах. Проведена разметка 2011 изображений газонов, использованных при обучении и тестировании модели искусственного интеллекта.

В результате работы:

- Проведен социологический опрос с помощью онлайн-анкеты с использованием Google формы с 11 мая по 25 октября 2022 года. Объем выборочной совокупности составил 429 респондентов. Предпочтение респондентов отдано «луговому разнотравному газону, скашиваемому раз в сезон» - 77,4 %.
- В 2022 году создано более 20 демонстрационных участков мавританских и луговых газонов с использованием существующих травосмесей. В 2023 году созданы экспериментальные участки для наблюдения за газоном на территории парка лесотехнического университета в количестве 6 шт.
- В результате изучения ассортимент травянистых растений на постоянных пробных площадях представлен 65 видами травянистых растений, относящихся к 42 родам, к 14 семействам. С долей проективного покрытия на участках более 50% представлены виды семейства Poaceae (*Poa pratensis* L.), от 35 % до 45 % - *Polygonum aviculare* L., *Dactylis glomerata* L., *Malva pusilla* Sm.
- По результатам агрохимических анализов можно сделать вывод, что плодородие почв на объектах исследований города Санкт-Петербурга не зависит от освещения и вытаптывания.
- На большинстве исследуемых участков наблюдается слабая и средняя активность почвенных микроорганизмов. Следовательно, можно предположить, что на участках с самой низкой микробиологической активностью может наблюдаться и минимальная эмиссия углекислого газа.
- Создан и обучен алгоритмы машинного обучения для автоматизированного определения визуальных параметров состояния газонов. Модель алгоритмов сформирована в виде программного обеспечения на языке программирования Python.

Исследование выполнено в рамках проекта "Газон как индикатор состояния устойчивой городской среды и адаптации к изменениям климата", исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-26-20120, https://rscf.ru/project/22-26-20120/ и гранта Санкт-Петербургского научного фонда в соответствии с соглашением от «14» апреля 2022 г. № 31/2022.

Библиографический список

1. Игнатьева М.Е. Газоны в городе: идеальная эстетика открытых пространств. Готовы ли мы к изменению нашего мышления? /М.Е. Игнатьева//Общественные городские пространства и ландшафтная архитектура. Поиск новых решений: сб. тр. междунар. конф. 8-9 июня 2016года. Санкт-Петербург, Россия. – СПб.:Изд-во Политехн. ун-та, 2016. -17 с.

2. Двадцатова Т. В., Вагизов М. Р., Подлужная А. А. Применение беспилотных летательных аппаратов для исследования газонов в различных экологических условиях // Сборник научных трудов совета молодых ученых СПбГЛТУ:

Сборник статей. Том Выпуск 2. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2022. – С. 19-24.
3. Фролова В.А. Вопросы преобразования городского постсоветского ландшафта в общественные пространства и среду нового поколения/В.А. Фролова// История будущего: сборник трудов 52-гоВсемирного конгресса Всемирной федерации ландшафтных архитекторов.- СПб.:Изд-во Политехн. ун-та, 2014. -306 с.
4. Ignatieva M., Haase D., Dushkova D., Haase A. Lawns in Cities: From a Globalised Urban Green SPACE phenomenon Nature-Based Solutions to Sustainable // Land. 2020. 9 (73). P. 1-27. DOI:10.3390/land9030073

ПЛОДОНОШЕНИЕ ЯБЛОНИ СТЛАНЦЕВОЙ ФОРМЫ В УСЛОВИЯХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ ВС. М. КРУТОВСКОГО

Моксина Н.В., n.moksina2010@yandex.ru,
Коломыцев М.В., mr.hikkun@gmail.com,
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева

Яблоня является одной из наиболее распространенных семечковых культур в мире. В России площадь, занятая яблоневыми садами, составляет 70 % от всех плодовых культур [7]. Такой показатель обусловлен ее хорошей приспособленностью к почвенно-климатическим условиям, высокой производительностью, гармоничными вкусовыми качествами плодов и их диетическими и лечебными свойствами. Кроме того, яблоки пригодны для потребления в свежем виде на протяжении года, а также для разных видов технической переработки [3, 8].

Выращивание разных сортов яблони и других видов плодовых растений в стелющейся форме было предложено Вс. М. Крутовским, который считал, что низкие температуры (минус 40-60°С) сами по себе не убивают покоящейся живой ткани многолетних растений. Губительным для них является резкое колебание температур. Стланцевая форма выращивания, при которой крона формируется горизонтально, позволила выращивать европейские крупноплодные сорта яблони в условиях Красноярска. [5]. В дальнейшем стелющаяся форма выращивания плодовых культур использовалась и в других районах Сибири [4, 6].

Ботанический сад имени В.М. Крутовского расположен на правом берегу р. Енисей в устье р. Лалетина. Территория сада находится на стыке Канско-Рыбинской котловины и лесостепной зоны Западно-Сибирской равнины с предгорьями Восточных Саян, на границе южной и северной лесостепей [1, 2]. Площадь под плодовыми растениями, выращиваемыми в стланцевой форме, составляет 2,8 га. Для данного участка характерны дерново-карбонатные типичные известковые почвы.

Объектами исследования являлись яблони стланцевой формы выращивания, которые представлены 39 сортами разного эколого-географического и селекционного происхождения. Учет урожайности в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского проводится с 1989 года. В данной статье представлен анализ плодоношения яблони за период с 2014 по 2023 гг. Возраст плодовых деревьев на момент исследования – 119 лет.

Установлено, что за исследуемый период количество плодоносящих деревьев варьировало от 128 в 2017 г., что составило 50 % до 252 шт. в 2018 г. - 98,4 %. (табл. 1).

Табл. 1. Количество плодоносящих экземпляров по годам, шт.

Год наблюдений	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Всего, шт. / %
Количество экземпляров, шт.	223/ 87,1	250 / 97,6	248 / 96,8	128 / 50,0	252 / 98,4	239 / 93,3	246 / 96,1	248 / 96,8	245 / 95,7	248 / 96,8	256/100

Максимальное количество плодов в 2014 г. отмечено у № 115 (сорт Грушовка московская) – 1023 шт., в 2015 г. - 1530 шт. (№ 172б Папировка) (табл. 2). У сорта Нобилис, в отдельные годы, лидерами по числу плодов были экземпляры № 122 (2016 г. - 1927 шт.) № 83 (2019 г. – 1800 шт.) и № 118 (2020 г. – 1980 шт.).

Табл. 2. Плодовые деревья с максимальным количеством плодов (шт.) по годам.

Год	Количество плодов, шт.	Номер дерева	Сорт	Год	Количество плодов, шт..	Номер дерева	Сорт
2014	1023	115	Грушовка московская	2019	1800	83	Нобилис
2015	1530	172б	Папировка	2020	1980	118	Нобилис
2016	1927	122	Нобилис	2021	860	145	Папировка
2017	504	253	Антоновка обыкновенная	2022	1312	90	Бисмарк
2018	1890	10	Красноярский сибиряк	2023	1222	242	Грушовка московская

Урожайность более 100 кг/дер. в 2015 г. наблюдалась у № 172б (Папировка) – 145,9 кг, в 2017 г. у № 91 (Бисмарк) – 192 кг, а в 2018 г. деревьев с урожайностью более 100 кг отмечено рекордное количество – 23 шт., в 2019 году таких экземпляров было пять, в 2020 – 2 шт., в 2023 – 5шт. В остальные годы с 2014 по 2023 гг. урожайность более 100 кг с дерева не наблюдалась.

Крупными плодами отличаются сорта Антоновка обыкновенная, Апорт среднерусский, Белый налив, Бельфлер китайка, Бисмарк, Красноярский сибиряк, Папировка, Титовка, Шаропай. Размеры и масса плодов некоторых сортов за 2023 г. представлена в табл. 3.

Табл. 3. Статистические показатели массы и размеров плодов яблони в 2023 г.

Сорт	Масса, г		Диаметр, см		Высота, см	
	Xср	± m	Xср	± m	Xср	± m
Антоновка обыкновенная	133,3	7,94	6,8	0,44	5,7	0,15
Аркад зимний	76,2	2,15	4,3	0,03	3,4	0.03
Аркад стаканчатый	66,8	2,10	5,1	0,04	5,5	0,04
Белый налив	96,2	3,71	6,4	0,07	5,5	0,05
Бельфлер-китайка	121,6	1,93	7,0	0,04	5,7	0,08
Бисмарк	146,8	4,25	7,3	0,10	6,3	0.08
Генерал Орлов	93,1	2,07	5,7	0,09	4,9	0,10
Грушовка московская	56,1	1,32	5,3	0,03	4,5	0,05
Золотой шип	67,3	2,67	5,3	0,08	4,9	008
Папировка	96,3	2,05	6,4	0,08	5,6	0,06

Проведенные исследования позволяют выделить перспективные сорта и экземпляры для дальнейшей селекции по комплексу признаков.

Благодарности: *Исследование выполнено в рамках государственного задания №FEFE-2024-0013 по заказу Министерства науки и высшего образования РФ коллективом научной лаборатории «Селекция древесных растений» по теме «Селекционно-генетические основы формирования целевых насаждений и рационального использования древесных ресурсов Красноярского края (Енисейской Сибири)».*

Библиографический список»

1. Безруких В.А., Авдеева Е.В., Селенина Е.А. Обоснование видового состава древесных растений с учетом дендроклиматического районирования территории Сибирского города и его пригородной зоны (на примере города Красноярска) // Хвойные бореальной зоны. – 2020. – Т. 38, № 5-6. – С. 225-236.
2. Братилова Н. П., Моксина Н.В., Герасимова О.А. Отбор полусибов видов рода Malus L. по показателям роста и формирования в пригородной зоне Красноярска // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2022. – № 3(387). – С. 60-72.
3. Голикова, Н. А. Региональные изменения периодичности плодоношения у сортов яблони в Европейской части страны // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 29, № 1. – С. 105-110.
4. Лящева Л.В., Архипов С.В. Особенности роста и плодоношения сортов яблони в условиях северной лесостепи юга Тюменской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. — 2020. — № 2 (61). — С. 27-31.
5. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Моксина Н.В., Репях М.В. Селекция яблони в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского. Красноярск: СибГТУ, 2006. – 357 с.
6. Раченко М.А., Раченко Е.И. Особенности роста и плодоношения крупноплодных сортов яблони в условиях южного Предбайкалья// Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. — 2012. — № 52. — С. 52-56.

7. Челебиев Э. Ф. Оценка исходного материала для создания новых сортов яблони // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2021. – № 139. – С. 100-108. – DOI 10.36305/0513-1634-2021-139-100-108.
8. Шевчук Л. Н., Войцеховский В.И. Химический состав и потребительская ценность плодов зимних сортов яблони, выращенных в условиях Лесостепи Украины // Плодоводство : Сборник научных трудов. Том 31. – Минск : Республиканское унитарное предприятие "Издательский дом "Белорусская наука", 2019. – С. 44-48.

ПЛОДОВЫЕ И ДЕКОРАТИВНЫЕ КУЛЬТУРЫ В УФИМСКОМ ЛИМОНАРИИ

Садыкова Ф.В., faridalimon@yandex.ru,
Уфимский университет науки и технологий,
Уфимский лесотехнический техникум
Билалова Э.Г., bilalova77@mail.ru,
Башкирский государственный аграрный университет,
Уфимский лесотехнический техникум
Аслямова Э.Р., elvira.ultt@mail.ru,
Уфимский лесотехнический техникум

Обширная группа декоративных и плодовых растений включает различные виды и сорта деревьев, кустарников и цветочных культур.

На территории Республики Башкортостан с 1990 года функционирует круглогодичная блочная теплица учебно-опытного хозяйства ГБПОУ «Уфимский лесотехнический техникум» (Уфимский лимонарий), площадью 1 га. Ассортимент растений теплицы насчитывает около 500 таксонов из 81 семейств, включающих декоративно-лиственные, красивоцветущие, плодовые, лекарственные виды растений.

Основу коллекции лимонария представляют виды семейства Rutaceae. *Citrus medica*. – сортов «Павловский», «Рука Будды», «Уралтау», «Зиля», *C. maxima*, *C. aurantiifolia*, *C. paradise* Macfad., *C. sinensis* (L.) Osb., *C. reticulate* Blanco var. unshiu Tan., *C. limon* (L.) Osbeck. – сортов «Мейер», «Лисбон», «Пандероза», «Иркутский», «Кабо», «Павловский», «Дженоа», «Первенец», «Лейсан», «Салават», «Урман», «Эврика», «Юбилейный», «Ташкентский». Среди них есть сорта *C. limon* и *C. medica* башкирской селекции - «Урман», «Салават», «Лейсан», «Уралтау» и «Зиля», внесенные Госсорткомиссией Российской Федерации в Госреестр селекционных достижений Российской Федерации [1]. В коллекционном фонде 40 видов включены в сборник коллекции субтропических культур плодовых, орехоплодных (кроме *Juglans* и *Corylis*), масличных и пряно-вкусовых растений Российской Федерации, Республики Абхазия и Республики Беларусь [3].

Также в хозяйстве культивируются представители семейств Cactaceae (80), Crassulaceae (40), Asparagaceae (29), Rutaceae (27), Araceae (13), Apocynaceae (10),

Moraceae (10), Bromeliaceae (9), Begoniaceae (9), Fabaceae (8), Verbenaceae (6), Myrtaceae (5), Piperaceae (4), Pteridaceae (4), остальные семейства представлены видами в количестве от 3 до 1.

К основным семействам, представители которых пользуются наибольшим спросом и широко применяются в озеленении и медицине, относятся Rosaceae, Asteraceae, Valerianaceae, Vitaceae, Sapindaceae, Rutaceae, Lauraceae, Fabaceae, Myrtaceae, Grossulariaceae, Caricaceae.

Особое внимание в целях сохранения разнообразия коллекции и получения урожая уделяется плодовым и лекарственным видам. Проходят полный цикл развития (цветут и плодоносят) 30 видов. Наибольшее количество урожая плодов, до 20 тонн в год, дают *Citrus limon* и *Carica papaya*.

Территория лимонария заложена на серых лесных коричнево-цветных глинистых почвах. Результаты агрохимических анализов показали, что почвы участка обладают высоким естественным плодородием, хорошо гумусированы. Гранулометрический состав и химическая характеристика почвообразующих пород (реакция среды – pH, наличие солей *Ca* и *Mg*, окислов железа и аммония) оказались максимально приближенными к условиям естественного места произрастания видов рода *Citrus*. При посадке растений в посадочные ямы субстраты готовятся отдельно для каждой культуры. Ежегодный анализ почвогрунтов позволяет контролировать внесение органических и минеральных удобрений.

Основным условием успешного возделывания в закрытом грунте теплолюбивых растений на протяжении круглого года является создание определенного микроклимата. В условиях лимонария создается микроклимат для всех культур близкий к субтропическим, а между тем растениям тропиков необходимы другие параметры температуры, влажности воздуха и освещения. Несмотря на отличие в требованиях к условиям произрастания, представители тропиков тоже растут и плодоносят.

В учебно-опытном хозяйстве ведутся работы по исследованию и особенностям размножения многих видов (*Citrus limon*, *Citrus medica, Carica papaya, Punica granatum, Psidium guajava, Ficus carica, Laurus nobilis, Murraya exotica, Eriobotrya japonica, Rosmarinus officinali, Coffea arabica, Acca sellowiana, Theobroma cacao, Musa velutina, Psidium littorale, Passiflora alata, Agave americana*, *Monstrum deliciosa*, *Musa acuminata, Annona squamosa, Eucalyptus obliqua* и др.), с индивидуальным подбором для каждой культуры субстратов и регуляторов роста.

Разработаны различные способы размножения выращиваемых культур. Широко используется черенкование зелеными и полуодревесневшими черенками для всех групп растений. Семенами размножают в хозяйстве все виды, кроме декоративнолиственных и группы эфиромасличных культур. Специализированные органы используются при размножении травянистых и

красивоцветущих культур. Микроклональное размножение *in vitro* применяется у группы цитрусовых и травянистых растений. Используются различные способы прививки видов рода *Citrus*.

Наибольшее влияние на укоренение оказывают сроки размножения. Оптимальны для многих видов весенне-летние сроки, но некоторые виды успешно укореняются как в весенне-летнее, так и в осенне-зимнее время.Для укоренения черенков большинства представителей используются стимуляторы роста и корнеобразования такие, как Корневин, Крезацин, Гетероауксин, Циркон, Эпин.

Известным фактом является то, что растения тропиков и субтропиков различны по высоте. Многие из них в естественных условиях вырастают выше 50 м (*Araucaria araucana*) [2, 4]. В искусственно созданных условиях теплицы высота ограничивает рост растений. Максимальная высота в теплице по коньку составляет 4,5 м, рост растений ограничен крышей теплицы. В связи с этим для многих культур приходится периодически проводить обрезку. Основная масса декоративных культур выращивается в контейнерах.

При нормальных условиях роста и развития в оранжереях, как и в природе, можно всегда наблюдать морфологические и биологические особенности, присущие отдельным тропическим и субтропическим растениям.

Фитосанитарный контроль за коллекционными растениями осуществляется регулярно, не допуская массового распространения вредителей и болезней. Из средств защиты применяется в основном биологический метод, а химический используется в крайнем случае и локально.

Таким образом, многолетний опыт выращивания цитрусовых и других экзотических плодовых и декоративных культур тропиков и субтропиков в Уфимском лимонарии показал хорошие результаты. В целом, основная масса культивируемых видов развиваются в закрытом грунте в условиях Южного Урала благополучно, несмотря на существенные различия внешних температурных факторов.

Коллекция растений пополняется, часть растений используется как маточники для размножения с последующей реализацией. Одной из задач лимонария является также популяризация экологических и биологических знанийна экскурсиях и на занятиях со студентами.

Библиографический список

1. Госреестр селекционных достижений РФ https://gossortrf.ru/registry/
2. Жизнь растений: в 6 т. / гл. ред. Ал. А. Фёдоров. М.: Просвещение, 1978. Т. 4. - 447 с.
3. Коллекция субтропических культур плодовых, орехоплодных (кроме *Juglans* и *Corylis*), масличных и пряно-вкусовых растений Российской Федерации,

Республики Абхазия и Республики Беларусь: Монография/ А.В. Рындин [и др.]. Сочи: ВНИИЦиСК, 2019. - 167с.
4. Маринелли Джанет. Растения. Новейшая иллюстрированная энциклопедия по зеленому царству планеты. М.: АСТ, 2006. - 512 с.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА "НАРОЧАНСКИЙ"

Станкевич Т.В., Tatianastankev@yandex.ru,
Национальный парк "Нарочанский"
Шпитальная Т.В., T.Shpitalnaya@cbg.org.by,
Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси

Национальный парк "Нарочанский" призван обеспечивать баланс интересов в области охраны окружающей среды, снижения антропогенного пресса на экосистемы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и использования ценных биологических ресурсов в экономических целях развития туристической деятельности в Нарочанском регионе [4]. Сегодня в приоритете – сохранение и приумножение экологических, защитных, социальных функций природных комплексов ООПТ, как элементов региональной и европейской экологических сетей. Для решения этой задачи с целью наиболее полного использования имеющегося природного потенциала была разработана и реализована идея создания дендросада, как коллекционного фонда растений, не произрастающих в естественных условиях Беларуси, и сохранение аборигенных видов флоры региона. Основное функциональное назначение – демонстрация и пополнение коллекции древесно-кустарниковых и травянистых растений, имеющей научное, познавательное и природоохранное значение. Сочетание природных экосистем и пейзажных ландшафтных композиций дендросада направлено на повышение уровня экологического образования населения, воспитания бережного отношения к природе [2].

В 2002 году был подписан приказ о создании дендрологического сада, где планировалось совместное произрастание аборигенных и интродуцированных древесно-кустарниковых видов. В начале 2003 года был окончательно утвержден и согласован разработанный проектно-изыскательским унитарным предприятием "Белгипролес" проект по освоению территории на перешейке между озерами Нарочь и Мястро. Площадь дендросада – 16 га, находится он с южной стороны от д. Никольцы Мядельского района (в 12 км от курортного поселка Нарочь и в 5 км от районного центра – города Мядель). Проектом был утвержден принцип формирования экспозиций, который заключался в разделении территории на ботанико-географические зоны: Европа, Сибирь, Крым, Кавказ, Средняя Азия, Северная Америка, Дальний Восток. Ассортимент деревьев и кустарников определен в соответствии с лесорастительными и климатическими условиями с сохранением газонов лугового типа.

Формирование коллекции выполнялось на всем протяжении существования научно-туристического объекта. На исходной территории существовали лиственные и хвойные лесные культуры 1987-89 годов посадки, которые стали основой ландшафтной композиции дендросада в виде сформировавшихся лесных экосистем: дубравы, березняка, ельника, ясенника. Основной массив коллекционного посадочного материала был высажен в 2003-2006 гг. Посадочный материал приобретался в ЦБС НАН Беларуси. К концу 2003 года было высажено около 70 видов древесных и кустарниковых растений, по периметру территории живая изгородь из березы повислой (*Betula pendula* Roth.) и розы морщинистой (*Rosa rugosa* Thunb.), заложен питомник для размножения и выращивания посадочного материала для пополнения коллекции дендрария и озеленения объектов Национального парка "Нарочанский". Последующее расширение коллекционного фонда дендросада происходило практически каждый год. В дальнейшем, коллекция дендрария пополнилась еще 14 видами древесно-кустарниковых растений из питомника ГЛХУ "Глубокский опытный лесхоз". В сентябре 2004 года в крестьянско-фермерском хозяйстве "Синяя птица" г. Ганцевичи был приобретен посадочный материал для того времени новой хозяйственно перспективной ягодной культуры – голубики высокорослой (*Vaccinium covilleanum* L.). Осенью 2005 года коллекция дендросада уже составляла около 300 видов и сортов деревьев и кустарников. В 2010 году начал создаваться сирингарий, где были высажены первые 5 сортов сирени гибридной, выращенной *in vitro* в отделе биохимии и биотехнологии ЦБС НАН Беларуси. В 2011 году коллекция пополнена еще 8 сортами. В 2014 году дендросад стал участником международного проекта "Сирень Победы", в результате осенью этого года была высажена аллея сиреней из следующих сортов: Защитникам Бреста, Валентина Гризодубова, Константин Заслонов, Память о Колесникове, Маленький принц. Весной 2017 года коллекция пополнилась еще 25 сортами [3]. С южной стороны от Музея леса в 2011 году был заложен розарий парковыми розами (10 сортов) из ЦБС НАН Беларуси. Начиная с 2013 года коллекция пополнилась растениями группы флорибунда, чайно-гибридными, плетистыми и карликовыми розами. На сегодняшний день коллекция составляет около 50 сортов. Осенью 2015 года древесно-кустарниковая коллекция прибавила 52 новых вида и сорта. Коллекция растений пополняется новым материалом по мере возможностей и финансирования. Ведется подробный каталог видов и сортов по ботанико-географическим зонам.

В настоящее время дендросад участвует в выполнении научно-исследовательских работ совместно с ЦБС НАН Беларуси. В рамках проекта для пополнения коллекции привлечены образцы уникальных видов и форм старовозрастных растений: сосна Веймутова (*Pinus strobus* L.), вяз гладкий или обыкновенный (*Ulmus laevis* Pall.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), липа мелколистная ф. плакучая (*Tilia cordata* Mill. f. pendula), липа черная (*Tilia americana* L.), ива ломкая ф. шаровидная (*Salix fragilis* L. f. Bullata), тополь белый (*Populus alba* L.), ива белая ф. колоннообразная (*Salix alba* L.’Chermesina’).

Флористические изыскания в дендросаду проводились единожды специалистами Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси и БГУ. Полученные материалы были опубликованы в итоговой публикации в 2014 году – «Биологическое разнообразие Национального парка "Нарочанский": сосудистые растения» [1]. По результатам проведенной инвентаризации фондов в 2023 году начата работа по изучению систематической составляющей коллекционной дендрофлоры парка. Предварительный анализ видового состава показал, что на конец 2023 года коллекционный фонд дендросада Национального парка "Нарочанский" принадлежит к двум отделам, трем классам, 49 семействам и насчитывает 517 таксонов. Отдел Голосеменные (*Pinophyta*) представлен древесно-кустарниковыми растениями четырех семейств: Ginkgoaceae, Pinaceae, Taxaceae, Cupressacea, которые в свою очередь представлены следующими родами: *Ginkgo, Abies, Larix, Picea, Pseudotsuga, Tsuga, Pinus, Taxus, Chamaecyparis, Juniperus, Microbiota, Thuja, Thujopsis,* всего к отделу Голосеменные (*Pinophyta)* относится 142 таксона. Отдел Покрытосеменные (*Magnoliophyta*) представлен классом Магнолиопсиды или Двудольные (*Magnoliopsida*), который имеет представителей древесно-кустарниковой флоры из 45-и семейств. В дендросаду государственного природоохранного учреждения "Национальный парк "Нарочанский" собрана достаточно представительная коллекция аборигенных и интродуцированный видов растений, представленная 517 таксонами деревьев и кустарников. Результаты работы с коллекцией используются для научно-изыскательной деятельности сотрудниками национального парка и учеными республиканских научных учреждений. Опыт культивирования учитывается при составлении ассортиментных перечней наиболее декоративных и устойчивых видов для озеленения объектов на территории Мядельского района и северо-западного региона РБ. В настоящее время координация развития дендросада осуществляется Центральным ботаническим садом НАН Беларуси и Научно-техническим советом национального парка. Сотрудничество и опыт двух учреждений позволяют в несколько раз увеличивать эффективность сохранения растений ex situ, что является одним из самых важных способов сохранения биоразнообразия.

Библиографический список

1. Биологическое разнообразие Национального парка «Нарочанский»: сосудистые растения. Д. В. Дубовик, А. Н. Скуратович, Д. И. Третьяков; под. ред. В. И. Парфенова – Борисов. укрупн. тип. им. 1 Мая, 2014 год – 256 с.
2. История создания, развития, комплексное благоустройство территории и перспективы развития дендрологического сада Национального парка "Нарочанский" Станкевич Т.В., Ежова О.С., Люштык В.С. // Сборник научных статей «Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых природных территорий (ООПТ)». – Минск: 2019. – С. 108-114.
3. Коллекции дендрологического сада Национального парка "Нарочанский", 20 лет от создания до настоящего. Станкевич Т.В., Спиридович Е.В.// Проблемы

лесоведения и лесоводства: Сборник научных трудов ИЛ НАН Беларуси. Выпуск 83. - Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2023. – С. 389-401.
4. Национальный парк "Нарочанский" [Электронный ресурс] /https://narochpark.by. Официальный сайт— Режим доступа: https://narochpark.by/o-nac/o-nac/— Дата доступа: 04.04.2024.

БОТАНИЧЕСКИЕ САДЫ И ДЕКОРАТИВНОЕ РАСТЕНИЕВОДСТВО

Ткаченко К.Г., kigatka@gmail.com,
Ботанический институт имени В.Л. Комарова РАН

Задача сохранения биологического разнообразия растений – глобальная проблема для всех ботанических организаций планеты, и, прежде всего, для ботанических садов. За последние годы в мире принято большое число деклараций и законов по охране биологического разнообразия на мировом, континентальном, государственном, региональном уровне (http://issuu.com/unep/docs/gbo4-ru). В Нагойском протоколе важная роль в сохранении разнообразия растений отводится ботаническим садам, суть этого протокола заключена в создании, поддержании, развитии коллекций живых растений. Коллекции должны включать до 60 % видов природной флоры региона и не менее десяти приоритетных видов; а также быть готовы к реализации программ по возвращению этих видов в природные ценозы (реинтродукции). При этом не менее 60 % разнообразия растений региона должны сохраняться *in situ*. (https://www.cbd.int/abs/doc/cbd-np-copmop2-web-ru.pdf) [7]. Как показало время, при формировании коллекции живых растений в ботанических садах следует учитывать репродуктивные стратегии видов, чтобы не допустить попадание в коллекции потенциально инвазионных для флоры региона видов растений, как это произошло с люпином, золотарником канадским, борщевиком Сосновского и некоторыми другими.

Главной научной целью и образовательной деятельности Ботанические сады ставят стремление сохранить и воспроизвести большее число видов, показать многообразие форм и сортов растений. Создаваемые экспозиции травянистых, лианоподобных, кустарниковых и древесных живых растений позволяют не только экспонировать, но и проводить комплексное научное изучение, давать экспертные заключения и оценивать перспективы введения в городское озеленение все новых видов, сортов и форм растений. Спрос на оригинальные, перспективные, интересные и редко используемые виды растений востребован ландшафтными дизайнерами городского зеленого строительства, частными коллекционерами [8]. Привлечение в коллекцию живых растений значительного числа образцов одного вида, но разного географического происхождения, а также разных видов одного рода (создание коллекций по принципу родовых комплексов), позволяет выявить многие морфофизиологические реакции растений на перенос в новые условия, на длительность периода жизни особи в

контролируемых условиях, на изменение их морфологических параметров, на накопление биологически активных веществ и их качественный состав.

Принципы формирования коллекций:

Систематический (для презентации максимального числа видов и числа разных семейств).

Географический (нужно представить различные зоны земного шара).

Морфологический (разные жизненные формы: деревья, кустарники, лианы, травы, эпифиты, кактусы и суккуленты, образующие каудекс и др.).

Редкие и исчезающие (требующие охраны виды растений).

Филогенетический (наиболее ценными в коллекциях являются представители первобытных семейств, играющих важную роль в решении проблем эволюции и филогенеза).

Новыми направлениями в ботанических садах должно стать создание этноботанических коллекций (для сохранения информации и демонстрации народных знаний об использовании аборигенных видов растений флоры региона, которые использовали коренные народы, проживающие на конкретной территории), а также поддержка мирового тренда формирования коллекции-экспозиции растений традиционной китайской медицины, популярность которой в мире всё возрастает, и способствовать сохранению и распространению этих знаний.

Положительной тенденцией следует назвать то, что частные и государственные питомники стараются работать в контакте с ботаническими садами. Благодаря этому они всегда имеют наиболее устойчивый к местным климатическим условиям, с известным набором положительных характеристик, растительный материал, который и используют в городском зелёном строительстве. В свою очередь, ботанические сады выдают конкретные рекомендации по выращиванию тех или иных видов растений.

В настоящее время микроклональное размножение растений, из «чуда» середины-конца XX века, переходит в рутинное массовое размножение растений как для сохранения редких и исчезающих видов для коллекций ботанических садов, так и для коммерческой реализации посадочного материала декоративных или лекарственных, эфирномасличных и других полезных растений.

Накопленный опыт в ботанических садах страны по интродукции и выращиванию большого числа видов растений, в том числе и декоративных, позволяет внедрять в озеленение широкий ассортимент видов. Так, например, из семейства Розоцветных всё больше видов используют в парках и городских посадках. Это прежде всего красивоцветущие, но не образующие съедобных плодов для человека, виды рода яблоня (*Malus spectabilis, Malus micromalus, Malus ‘Pink series’, Malus ‘Strawberry Parfait’, Malus halliana, Malus ‘Strawberry Parfait’, Malus ‘Pink’, Malus ‘Red Jade’, Malus ‘Kesley’, Malus ‘Jewelberry’, Malus ‘Radiant’, Malus ‘Red Splender’, Malus ‘Snowdrift’*) [9], слива (сакура, или вишня – *Prunus serrulata, Prunus mume, Prunus nipponica, Prunus sakhalinensis, Cerasus nipponica var. Kurilensis* и многие другие виды, давшие большое число сортов), декоративные персики (Род Персик – *Persica* (*Prunus* s.l.) включает порядка 200 видов; наиболее декоративные это *Prunus davidiana, Prunus ‘Kanzan’*),

боярышники, миндали (*Amygdalus ledebouriana, Amygdalus nana*), сливы краснолистные (*Prunus x blireiana*) и декоративноцветущие (*Prunus glandulosa, Prunus japonica*, *Prunus cerasifera, Prunus triloba* или *Persica triloba* или *Louiseania triloba* или *Aflatunia triloba*), лавровишня (*Prunus laurocerasus* или *Laurocerasus officinalis*), черёмуха (*Prunus padus* и *Prunus padus 'Coloratus'*), которые ранее относили к подроду Черёмуха (*Padus*) рода Слива (*Prunus*), теперь относят к секции *Laurocerasus* подрода Вишня (*Cerasus*) [1-5].

В ботанических садах, как правило имеются коллекции шиповников, которые цветут либо короткий период, либо продолжительный, но всегда обильно. И конечно же, имеются коллекции сортов садовых роз, представителей разных групп.

Среди одних из наиболее декоративных растений являются виды рода *Tulipa.* Известно порядка 150 видов этого рода и множество сортов. В ботанических садах чаще всего демонстрируют так называемые «ботанические тюльпаны», природные виды, но также представлены и сорта старой и современной селекции разных направлений [6].

Из луковичных, не выходящих из садовой моды, следует указать на виды и сорта родов *Allium* и *Lilium.* Коллекции этих растений всегда привлекают посетителей в период их цветения.

Ещё одним из популярных родов является род Касатик или *Iris*. В ботанических садах чаще всего представлены виды и сорта по разным группам. К бородатым ирисам всегда есть интерес, как к старинным, так и современным сортам. Растет интерес селекционеров и коллекционеров к ирису сибирскому, от которого каждый год появляются новые сорта и формы.

Нельзя не упомянуть виды и сорта рода *Paeonia.* Род представлен двумя группами – травянистые и древовидные. Последние (*Paeonia* × *suffruticosa* Andrews, *Paeonia delavayi* Franch., *Paeonia rockii* (S. G. Haw & Lauener) T. Hong & J. J. Li и некоторые другие) чаще всего в садах уже представлены японскими и частично китайскими сортами с крупными цветками. Травянистые пионы ценны как природными видами (*Paeonia anomala* L., *Paeonia lactiflora* Pall. *Paeonia obovata* Maxim., *Paeonia officinalis* L., *Paeonia tenuifolia* L.), так и их многочисленными сортами [3].

В последнее десятилетие вновь вернулась любовь и «мода» на сорта видов рода *Phlox.* Содержание коллекций видов и сортов этого рода требует знания агротехники и борьбы с болезнями, которыми поражаются эти красивоцветущие растения.

Виды рода *Hosta* и их многочисленные сорта всегда популярны как в ботанических салах, так и в частных коллекциях. Одно из новых направлений – использование видов этого рода и ряда сортов в качестве не требующего скашивания газона. При плотной посадке и хорошем поливе эти газоны всегда высоко декоративны даже в тени.

Работа выполнена в рамках госзадания по плановой теме «История создания, состояние, потенциал развития живых коллекций растений

Ботанического сада Петра Великого БИН РАН», Регистрационный номер, на который можно ссылаться в статьях – 124020100075-2.

Библиографический список

1. Ткаченко К.Г. Виды рода *Iris* L. в коллекциях-экспозициях живых растений Альпинария Ботанического сада Петра Великого Ботанического института РАН // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о земле. 2013. Вып. 3. С. 35 – 43.
2. Ткаченко К.Г., Фирсов Г.А. Дальневосточные виды рода *Malus* Mill. в Санкт-Петербурге // Бюлл. БСИ ДВО РАН [Электронный ресурс] : науч. журн. / Ботан. сад-институт ДВО РАН. – Владивосток,: 2014. Вып. 12. С. 4-13. [http://botsad.ru/media/cms/2995/4-13.pdf]
3. Ткаченко К.Г. Интродукция некоторых видов рода *Paeonia* L. флоры Кавказа в Ботаническом саду Петра Великого // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52, № 1. С. 267-273.
4. Ткаченко К.Г. Латентный период некоторых видов рода *Malus*, интродуцированных в Ботанический сад Петра Великого // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2017. Т. 178, вып. 2. С. 25-32.
5. Ткаченко К.Г. Особенности латентного периода миндаля монгольского и миндаля черешчатого // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018. Т. 179, вып. 2. С. 77-84. DOI: 10.30901/2227-8834-2018-2-77-84
6. Ткаченко К.Г. Тюльпаны в Санкт-Петербурге. Краткая история интродукции и современные тенденции использования в ландшафтном дизайне // Роль ботанических садов в сохранении и обогащении природной и культурной флоры. Труды Всероссийской конференции с международным участием, посвящённой 20-летию ботанического сада Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова (г. Якутск, 12-16 июля 2021 г.). г. Якутск: ООО «СМИК-Мастер. Полиграфия», 2021. С. 197-205.
7. Ткаченко К.Г. Интродукция растений – «за» и «против» // Материалы III Международной научной конференции «Актуальные вопросы охраны биоразнообразия» (г. Уфа, 1-4 ноября 2022 г.) / отв. редактор Ишбирдин А.Р. – Уфа: РИЦ УУНиТ, 2022. – 380-387 с. DOI: 10.33184/avob -2022-11-1. 63
8. Ткаченко К. Г. Красивоцветущие древесные растения для городского озеленения // Hortusbot. 2023. Т. 18, с. 331-371. URL: http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=8925. DOI: 10.15393/j4.art.2023.8925
9. Фирсов Г.А., Васильев Н.П., Ткаченко К.Г. Род Яблоня (*Malus* Mill.) в коллекции Ботанического сада Петра Великого // Hortusbot. 2015 a. Т. 10. С. 156-173. URL: http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=2341. DOI: 10.15393/j4.art.2015.2341.

КРАСИВОЦВЕТУЩИЕ РАСТЕНИЯ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ Б.В. ГРОЗДОВА

Хоменок М.А., dendrolog.maxim@mail.ru,
Брянский государственный инженерно-технологический университет
Шлапакова С.Н., shla-svetlana@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Ботанические сады, как специализированные объекты ландшафтной архитектуры, являются центрами сохранения и обогащения генофонда растений [1, 2]. Интродукция и акклиматизация красивоцветущих древесных и травянистых культур – это одно из основных научных направлений деятельности ботанического сада им. Б.В. Гроздова.

Красивоцветущие растения являются важным компонентом современного садово-паркового ландшафта, определяют его облик, а также создают необходимое настроение в саду.

В настоящее время коллекционный фонд красивоцветущих древесных и многолетних травянистых растений ботанического сада насчитывает 416 видов и сортов, относящихся к 25 семействам и 72 родам.

Наибольшим числом таксонов представлены семейства: *Rosaceae* (25 видов, 45 сортов), *Hydrangeaceae* (13 видов, 62 сорта), *Asteraceae* (15 родов, 39 сортов), *Liliaceae* (14 видов, 49 сортов), *Iridaceae* (10 видов, 55 сортов), *Paeoniaceae* (6 видов, 28 сортов), *Oleaceae* (6 видов, 25 сортов), *Caprifoliaceae* (8 видов, 12 сортов), *Amaryllidaceae* (5 видов, 18 сортов), *Polemoniaceae* (3 вида, 13 сортов), *Primulaceae* (5 видов, 10 сортов), *Ranunculaceae* (8 видов, 5 сортов), *Saxifragaceae* (5 видов, 7 сортов) и *Lamiaceae* (10 видов). Наименьшим числом таксонов отличаются семейства: *Magnoliaceae* (3 вида, 5 сортов), *Scrophulariaceae* (3 вида, 5 сортов), *Violaceae* (4 вида, 3 сорта), *Crassulaceae* (4 вида), *Papaveraceae* (4 вида), *Caryophyllaceae* (4 вида), *Boraginaceae* (4 вида), *Ericaceae* (1 вид, 1 сорт), *Berberidaceae* (1 вид), *Colchicaceae* (1 вид), и *Malvaceae* (1 вид).

Коллекции цветочно-декоративных культур в ботаническом саду формируются согласно систематическому, экологическому и декоративному принципам.

По систематическому принципу в ботаническом саду сформированы монокультурные экспозиции видов и сортов родов: *Philadelphus* L., *Syringa* L., *Hydrangea* L., *Iris* L., *Hemerocallis* L. и *Paeonia* L.

Коллекция растений рода чубушник (*Philadelphus* L.) включается в себя: чубушник венечный 'Aureus', 'Академик Комаров', 'Воздушный десант'; чубушник Лемуана 'Avalanche' (Земляничный), чубушник мелколистный, чубушник тонколистный и чубушник Шренка.

Наиболее продолжительный период цветения установлен у чубушника венечного (29 дней), культиваров: 'Воздушный десант' (25 дней), 'Aureus' (23 дня), 'Академик Комаров' (21 день) и чубушника Шренка (22 дня). Менее

продолжительный период цветения отмечен у чубушника Лемуана 'Avalanche' – 16 дней и чубушника тонколистного – 19 дней (рис. 1).

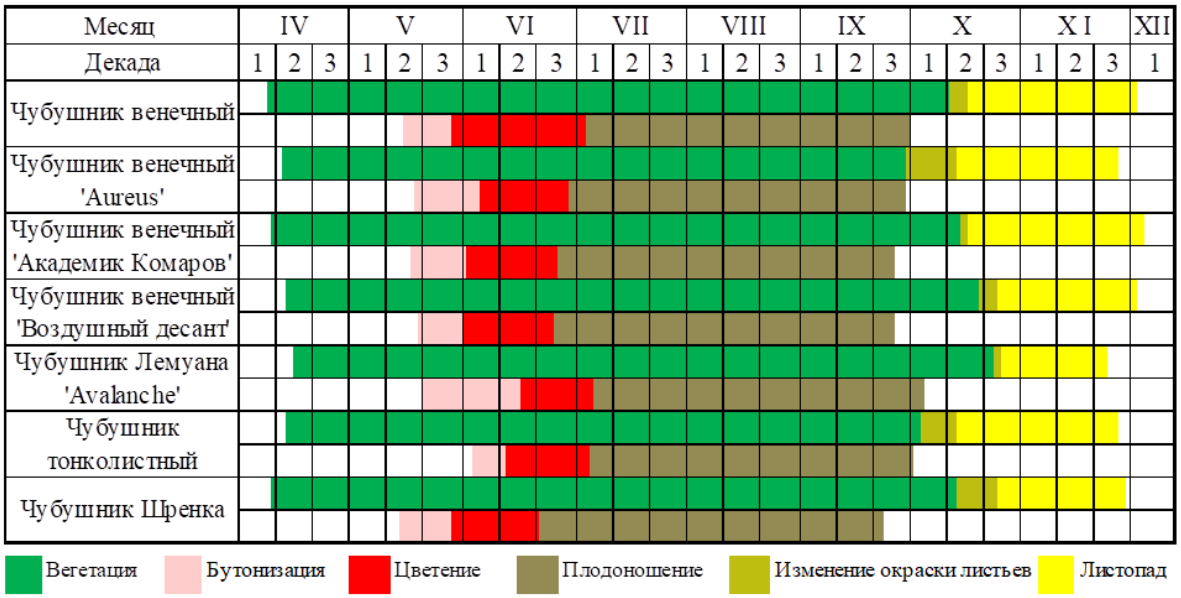


Рис. 1. Феноспектр развития видов и сортов рода *Philadelphus* L.

Сирингарий ботанического сада представлен 20 сортами сирени обыкновенной, венгерской, амурской и Мейера. Виды и сорта, экспонируемые, преимущественно, в рядовых посадках, шахматным способом и группах, сформированы с учетом высоты растений, окраски цветков, времени и продолжительности цветения.

Коллекция растений рода гортензия (*Hydrangea* L.) представлена видами и сортами гортензии древовидной, метельчатой, крупнолистной, черешковой и Бретшнейдера. Все культивары отличаются высокой декоративностью и устойчивостью к лимитирующим факторам среды. Наибольшее количество в коллекции сада занимают сорта гортензии метельчатой: 'Confetti', 'Diamant', 'Dolly', 'Early Sensation', 'Fraise Melba', 'Graffiti', 'Grandiflora', 'Great Star', 'Magical Mont Blanc', 'Limelight', 'Little Fraise', 'Little Passion', 'Little Spooky', 'Magical Fire', 'Magical Sweet Summer', 'Mega Mindy', 'Mojito', 'Pinkachu', 'Pinky Winky', 'Polar Bear', 'Polestar', 'Prim White', 'Samarskya Lydia', 'Silver Dollar', 'Skyfall', 'Strawberry Blossom', 'Sugar Rush', 'Summer Snow', 'Sundae Fraise', 'Touch of Pink', 'Vanille Fraise', 'Wim's Red'.

Иридарий на территории создан в 2019 году и включает в себя 8 видов и 50 сортов растений рода ирис (*Iris* L.): *Iris spuria*, *Iris enseta*, *Iris pseudacorus*, *Iris setosa*, *Iris pallida*, *Iris pumila, Iris sibirica, Iris* × *germanica.*

Фенологическое развитие различных сортов *Iris pumila* и *Iris* × *germanica* в коллекции ботанического сада представлено на рис. 2.

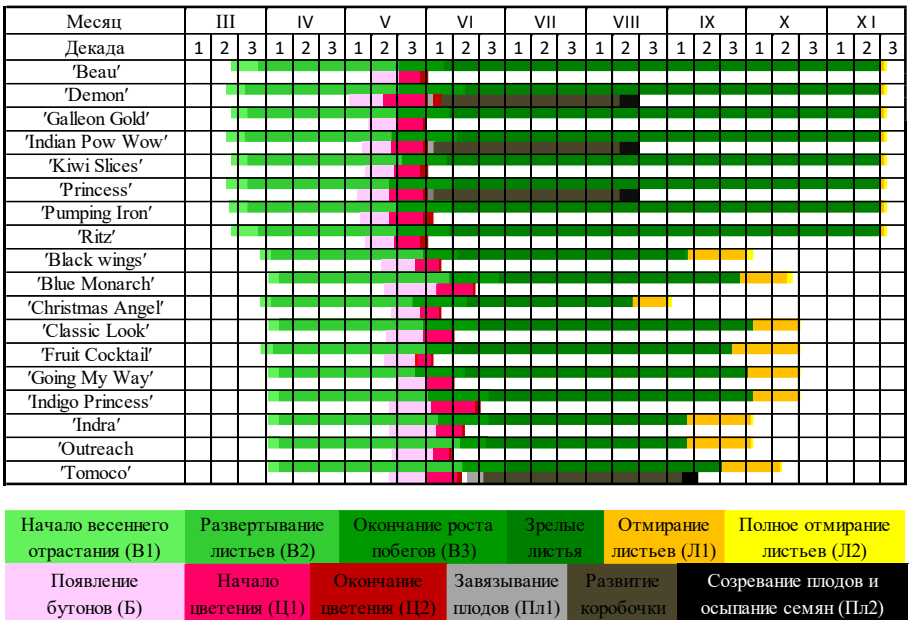


Рис. 2. Феноспектр развития сортов *Iris* × *germanica*

Коллекция рода лилейник (*Hemerocallis* L.) создана в 2020 году. В настоящее время включает в себя 4 вида (*Hemerocallis fulva*, *Hemerocallis lilio-asphodelus, Hemerocallis minor, Hemerocallis middendorffii)* и 20 сортов *Hemerocallis* × *hybrida* ('Luxury Lace', 'Stagecoach', 'Frans Hals', 'Kwanzo', 'Little Man', 'Highland Lord', 'Carey Queen', 'Amazon Amethyst', 'Little Fellow', 'Touch of Mink', 'Nile Crane' и др.).

Многолетние интродукционные исследования с изучением фенологического развития, ежегодной оценкой степени засухоустойчивости и зимостойкости, цветения и плодоношения, декоративных качеств, позволили выявить наиболее устойчивые и перспективные виды и культивары красивоцветущих растений, а также предложить теоретически обоснованные практические рекомендации для озеленения населенных мест и декоративного садоводства.

Библиографический список

1. Демидов А.С., Потапова С.А. Деятельность Совета ботанических садов России за последнее десятилетие (1995–2005 гг.) // Ботанические сады как центры сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов: Матер. Междунар. конф., посвященной 60-летию ГБС им. Н.В. Цицина РАН (5–7 июля 2005 г.). М., 2005. С. 153–154.

2. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. М., 1973. С. 7–67.

ЛИАНЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА СПбГЛТУ

Хрусталев Р.А., hru.r@yandex.ru,
Володин В.В., vladimir131035@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

При создании городских, ландшафтных и специализированных парков, для улучшения их эстетического восприятия и повышения экологической устойчивости следует учитывать биоморфологические особенности привлекаемых для озеленения видов растений, формировать природные композиции путем сочетания растений с различными жизненными стратегиями. В этом отношении для целей городского озеленения большой интерес представляют лианы – особая морфологическая группа растений, характеризующаяся высокой экологической пластичностью и декоративностью. В научную терминологию слово «лиана» введено Александром Гумбольдтом в 1806 г. от французского глагола «*lier*» (на латыни «*ligare*» – связывать). Эта группа растений объединяет в себе все вьющиеся и лазающие растения, имеющие многообразные способы прикрепления к опоре. Существуют опирающиеся, корнелазящие, вьющиеся, усиконосные лианы и лианы-листолазы [1]. Использование лиан в декоративном растениеводстве непосредственно основывается на их биоморфологических особенностях, которые позволяют придавать искусственным ландшафтам неповторимый облик. В настоящее время исследование лиан проводится во многих ботанических садах России и мира.

В России в парках Петродворца и Павловска начали выращивать виноград с начала XVII века. В каталогах Аптекарского огорода, созданном Петром I в 1714 г., упоминаются *Hedera sp.* и *Vitis vinifera v. apifolia.* В списках видов, имеющихся в дендрарии Санкт-Петербургского лесного института, начиная с 1858 г., можно найти сведения о *Vitis amurensis, Tripterydium regelii, Celastrus orbiculata* и *C. scandens, Actinidia kolomikta* и *A. arguta* [2, 3].

На территории Ботанического сада СПбГЛТУ наибольшее разнообразие лиан представлено в дендросадах и интродукционном питомнике. Всего, в коллекции Ботанического сада СПбГЛТУ представлены лианы из 11 семейств, включающих в себя 14 родов и 29 видов. В открытой части парка произрастает 5 видов лиан из 4 семейств. Полный список лиан, произрастающих на территории Ботанического сада СПбГЛТУ, представлен в табл. 1. Схема расположения лиан указана на рис. 1.

Большой интерес представляют сравнительные данные инвентаризаций исторических посадок древесных лиан, проведенных в 1984 и 2023 гг. Из представленных данных следует, что до настоящего времени в Ботаническом саду СПбГЛТУ сохранены исторические старовозрастные посадки древесных лиан: (*Parthenocissus quinquefolia, Vitis amurensis*). В полном объеме сохранилась коллекция лиан в дендросадах.

Табл. 1. Коллекция древесных лиан Ботанического сада СПбГЛТУ

№	Латинское название	Русское название	Места произрастания*
Семейство Actinidiaceae			
1.	*Actinidia arguta* (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq.	Актинидия острая	П
2.	*Actinidia kolomikta* (Maxim. Pr.)Maxim	Актинидия коломикта	П, ВДС
Семейство Aristolochiaceae			
3.	*Aristolochia clematitis* L.	Кирказон ломоносовидный	П
4.	*Aristolochia durior* Hill	К. крупнолистный	ВДС
5.	*Aristolochia manshurensis* Kom.	К. маньчжурский	ВДС, НДС
Семейство Apocynaceae			
6.	*Periploca graeca* L.	Обвойник греческий	П
Семейство Araliaceae			
7.	*Hedera colchica* K.Koch (K.Koch)	Плющ колхидский	П
Семейство Caprifoliaceae			
8.	*Lonicera caprifolium* L.	Жимолость каприфоль	МЦП
Семейство Celastraceae			
9.	*Celastrus orbiculatus* Thunb.	Древогубец круглолистный	П
10.	*Celastrus strigillossus* Makino	Древогубец щетинковый	П
11	*Celastrus scandens* L.	Древогубец лазящий	НДС
Семейство Dioscoreaceae			
12	*Dioscorea balcanic* Košanin	Диоскорея балканская	П
13	*Dioscorea caucasica* Lipsky	Д. кавказская	П
14	*Dioscorea nipponica* Makino	Д. ниппонская	П
Семейство Hydrangeaceae			
15	*Schizophragma hydrangeoides* Siebold & Zucc	Схизофрагма гортензиевидная	НДС
16	*Hydrangea petiolaris* Siebold & Zucc.	Гортензия черешковая	П
Семейство Ranunculaceae			
17	*Clematis alpina* (L.) Mill.	Клематис альпийский	П
18	*Clematis chinensis* Osbeck	Клематис китайский	П
Семейство Schisandraceae			
19	*Schisandra chinensis* (Turcz.) Bail	Лимонник китайский	ВДС
Семейство Vitaceae			
20	*Ampelopsis japonica* (Thunb.) Makino	Виноградовник японский	П
21	*Ampelopsis aconitifolia* Bunge	Виноградовник аконитолистный	П
22	*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch	Партеноцисс пятилисточковый	П
23	*Parthenocissus semicordata* (Wall.) Planch.	Партеноцисс полукордовый	П
24	*Vitis amurensis* Rupr.	Виноград амурский	П, НДС
25	*Vitis rupestris* Scheele	Виноград скальный	ВДС

26	*Vitis vulpina* L.	Виноград лисий	МЦП
27	*Vitis acerifolia* Raf.	Виноград кленолистный	ВДС
28	*Vitis coigretiae* Raf	Виноград Кемпфера (Куанье)	ВДС
29	*Vitis riparia* Michx	Виноград прибрежный	НДС

*Примечание: П – парк, ВДС –верхний дендросад, НДС – нижний дендросад, МЦП – малая цветочная плантация

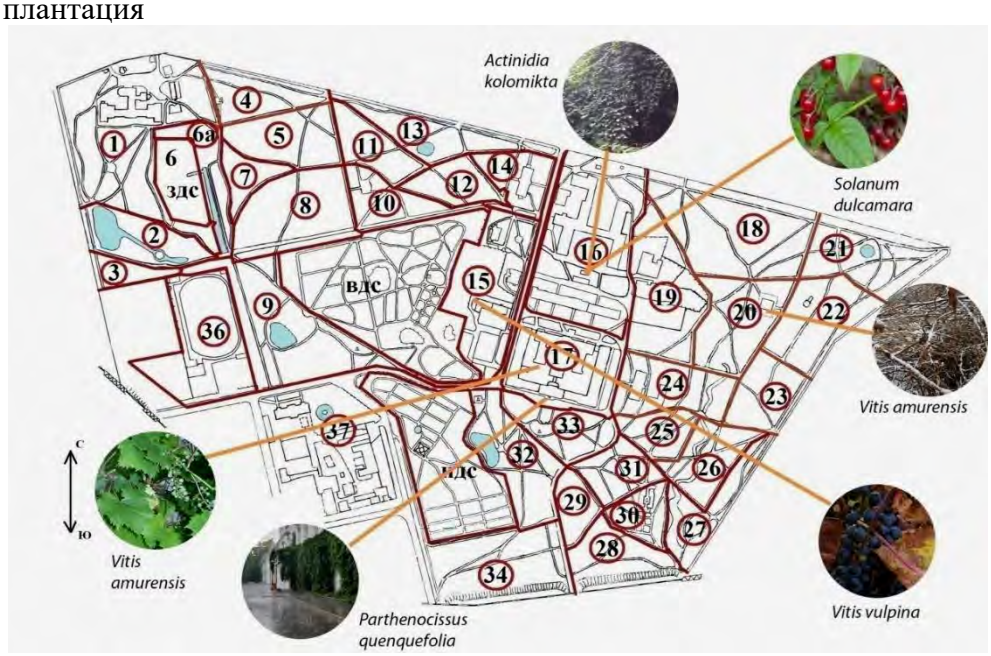


Рис. 1. Места произрастания лиан в парке СПбГЛТУ

В Верхнем дендросаду произрасатают *Vitis coignetiae, V. amurensis, V. rupestris, V. acerifolia, V. vulpine, Aristolochia durior, Actinidia kolomikta, A. orguta, Celastrus orbiculata, C. scandens, Schisandra manshuriensis.* В Нижнем дендросаду – *Actinidia kolomicta, Aristolochia manshurensis, Celastrus scandens, Schizophragma hydrangeoides, Vitis amurensis, V. riparia.* На территории Интродукционного питомника произрастают *Actinidia arguta, A. kolomikta, Periploca graeca, Hedera colchica, Aristolochia clematis, A. durior, A. manshuriensis, Dioscorea balcanica, D. caucasica, D. nipponica, Hydrangea petiolaris, Shisandra chinensis, Celastrus orbiculatus, C. scandens,C. strigillossus*.

Древесная лиана *Vitis amurensis* плодоносит и обладает способностью к естественному семенному возобновлению. На территории Ботанического сада выявлено большое число экземпляров дичающего вида *Solanum dulcamara,* обусловленное способностью данного вида к самосеву. Не смотря на высокие декоративные свойства лиан, на территории парка не проводятся новые посадки из-за сложности согласования поддерживающих конструкций с КГИОП и нарушения исторического облика зданий при высадке растений вдоль их фасадов.

Библиографический список

1. Усенко Н. В. Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока. Справ. кн. 2-е изд. Хабаровск: Кн. изд-во, 1984. 270 с.

2. Жавкина Т. М. Природные и культурные ареалы распространения лиановых растений // Самарская Лука, 2008. Т. 17. № 1(23). С. 27-43.

3. Шредер Р. И. Наблюдения над разводимыми в Санкт-Петербургском лесном институте деревьями и кустарниками относительно их неприхотливости при особом внимании необыкновенно жесткой зимы 1860-1861 гг. // Акклиматизация. СПб. 1861. Т. 2б. Вып. 9. С.181-458.

КАФЕДРА ДЕКОРАТИВНОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА В ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ. ГАЛЕРЕЯ ПОРТРЕТОВ

Цымбал Г.С., rgs@yandex.ru,
Трубачева Т.А., true.tt@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Кафедра декоративного растениеводства – одна из старейших кафедр лесотехнической академии. Ее становление и развитие проходило под влиянием целой плеяды замечательных ученых, определявших основные направления в отечественном декоративном растениеводстве.

Петр Александрович Акимов (1900–1971) преподавал курс дендрологии студентам 3 курса по специальности зеленое строительство в лесотехнической академии с сентября 1933 года. Будучи еще студентом, Петр Александрович работает заместителем заведующего дендрологическим садом, которым тогда руководил Эгберт Людвигович Вольф. После смерти учителя (в феврале 1931 года) Петр Александрович Акимов был назначен заведующим дендрологическим садом и парком академии и продолжал научную работу в дендрарии ЛТА долгие годы.

Кичунов Николай Иванович (1863–1942), заслуженный деятель науки РСФСР, доктор сельскохозяйственных наук, в том же 1933 году был приглашен в лесотехническую академию в качестве профессора. Здесь для студентов направления зеленое строительство он вел курсы «Цветоводство и систематика растений» и «Декоративное садоводство». Н.И. Кичунов читал лекции, вел практические занятия, и организовывал многочисленные учебные экскурсии, чтобы знакомить студентов со знаменитыми садами и парками Ленинграда и его пригородов, с особенностями их цветочного убранства. В.Н. Сукачев, учитывая уровень преподавания специальных дисциплин Н.И. Кичуновым, на одном из заседаний кафедры дендрологии обосновывает целесообразность выделения кафедры цветоводства в отдельную структуру.

Леонид Иванович Рубцов (1902–1980), видный советский учёный в области дендрологии и ландшафтной архитектуры, доктор биологических наук, профессор, в июле 1933, до организации специальной кафедры, был приглашен на кафедру лесных культур для чтения лекций студентам.

Леонид Иванович окончил Лесотехнический академию по специальности Лесное хозяйство 1930 г., параллельно работая в Сухумском отделении института прикладной ботаники. Преподавательскую работу он совмещает, с работой в Ботаническом институте АН СССР. Леониду Ивановичу было

поручено руководство первой инвентаризацией парка «Южные культуры» в Адлере. Результатом этой работы явились путеводитель по парку и предложения по его реконструкции. За выдающие заслуги в области ландшафтной архитектуры Л. И. Рубцов включен в рейтинг архитекторов республик Советского Союза как архитектор, который получил высокую оценку профессиональных сообществ. Вплоть до конца жизни он был главным ландшафтным архитектором Киевского ботанического сада.

Семен Григорьевич Сааков (1903–1984), главный научный сотрудник Института эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, доктор биологических наук, член-корреспондент Европейской экологической академии, выдающийся советский ботаник, цветовод, специалист по интродукции и селекции декоративных и оранжерейных растений. С 1935 года в Лесотехнической академии Семен Григорьевич преподавал цветоводство, газоноведение и систематику растений студентам специальности «Зеленое строительство».

Савин Владимир Павлович (1906–1986), инженер-садовод, работал в Тресте зеленого строительства в должности инженера-садовода ГИОП (государственной инспекции по охране памятников истории и культуры). Под его руководством проводились восстановительные работы на объектах, пострадавших во время войны, а также исследования по истории садов и парков Ленинграда и его пригородов. В Лесотехнической академии преподавал с 1945 года. На кафедре он вел курс цветоводства, активно занимался научно-исследовательской работой по изучению и внедрению метода совмещенных планов для научно обоснованного принятия решений по реконструкции исторических парков. Работая заведующим сектором Государственной инспекции по охране памятников, продолжает до 1959 года преподавать и руководить дипломными проектами студентов на кафедре озеленения населенных мест.

Анна Алексеевна Грабовская (1911–после1967) была принята на кафедру декоративного растениеводства лесотехнической академии в ноябре 1946 года в качестве ассистента. К этому времени Анна Алексеевна проработала в академии уже около 10 лет, включая страшные блокадные годы. Она стала преемницей исследований, начатых еще Э.Л. Вольфом, И.П. Бородиным и В.Н. Сукачевым. После окончания войны Анна Алексеевна продолжала заведовать садово-парковым хозяйством ЛТА. В тоже время она была приглашена для ведения курса цветоводства на факультете ГЗС кафедре декоративного растениеводства. Она вела лекции и практические по цветоводству и селекции, руководила учебно-производственными практиками и дипломным проектированием.

Тавлинова Галина Константиновна (1907–2006), советский ученый, кандидат наук, 44 года работала в Лесотехнической академии в должности старшего преподавателя и доцента, заведовала кафедрой озеленения населенных мест, руководила научно-исследовательскими работами, внесла огромный вклад в развитие цветоводства в Советском союзе. Начиная с 1959 года под ее руководством развёрнута и успешно проводится значительная исследовательская работа по гидропонному методу выращивания декоративных

растений всего промышленного ассортимента – более 120 видов. Благодаря этой работе гидропонная культура была внедрена в практику промышленного цветоводства. Имя Галины Константиновны Тавлиновой занесено в почетную книгу академии.

Никитин Иван Никитич (1898–после 1964) – выпускник лесотехнической академии, с 1947 г. вел курс «Древоводство», а позднее курс «Генетика и селекция древесных и кустарниковых пород» на факультете городского зеленого строительства. На факультете ГЗС он исполнял обязанности заведующего кафедрой декоративного растениеводства.

Василий Георгиевич Тулинцев (1903–после1963) кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. В ЛТА на кафедре декоративного растениеводства работал с 1949 по 1957 годы, автор книг по декоративному садоводству и цветоводству. С 1949 года Василий Георгиевич работает на кафедре декоративного растениеводства ГЗС в качестве старшего преподавателя и преподает Цветоводство и декоративное садоводство.

Благодаря усилиям этих выдающихся ученых и педагоговбыли заложены основы отечественного декоративного растениеводства. Эти специалисты внесли неоценимый вклад в науку и практику, разработав новые методы и подходы в области цветоводства декоративного древоводства и селекции растений.

Библиографический список

1. Материалы архивных источников. Архив СПбГЛТУ.
2. Факультет городского зеленого строительства. К 65-летию основания. Монография.- СПб. Издательство Политехнического университета, 2010. – 86 с.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *LARIX* MILL. (PINACEAE) В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПбГЛТУ

Шибанов С. А., s.schibanov2017@yandex.ru,
Нешатаев В. Ю., vn1872@yandex.ru,
Володин В. В., vladimir131035@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Представители рода *Larix* Mill. (Pinaceae) являются ценными лесообразующими породами в России и в других странах Северного полушария. Лиственница сибирская (*L. sibirica* Ledeb.) является самой распространенной древесной породой на территории России. Вид произрастает в Сибири от нижнего и среднего течения Оби до Байкала: от тундры на севере до Алтая и Саян на юге. Л. сибирская – полиморфный вид. Экотип л. сибирской, встречающийся в европейской части России к востоку от Онежского озера и Белого моря до Урала, включая его южные предгорья, многие отечественные систематики выделяют в самостоятельный вид как л. архангельскую (*L.*

archahgelica Laws.) или л. Сукачева (*L. sukaczewii* Djiil.) [2]. Однако, согласно современным данным, иностранные систематики его рассматривают как географическую расу л. сибирской, то есть в таксономическом статусе подвида [1].

На Северо-Западе России (прибалтийская провинция южной подзоны тайги) л. сибирская не встречается в составе естественных лесных биоценозов. Однако некоторые виды лиственниц успешно интродуцированы в условия Ленинградской области. В Ботаническом саду СПбГЛТУ (в дальнейшем БС) выявлен самосев лиственниц, что является важным показателем успешной адаптации растений-интродуцентов к новым условиям среды.

Целью настоящей работы является анализ проблемы естественного семенного возобновления *Larix sibirica* в европейской части ареала и понимание причин появления самосева лиственниц в Ботаническом саду СПбГЛТУ.

Основная часть. Ленинградская область находится в средней и южной подзонах таежной зоны, где основным типом растительности является лес. Наиболее распространены хвойные леса, где основными лесообразующими породами являются ель и сосна. Хотя л. сибирская здесь в диком виде не встречается, интродуцированные деревья этого рода встречаются в парках Санкт-Петербурга как в одиночных, так и в групповых, и в аллейных посадках, однако данные о появлении самосева в указанных местах отсутствуют [2]. Представляют интерес сведения о наличии самосева в Линдуловской роще, которая является первым рукотворным лиственничным лесом на Северо-западе России, заложенным Ф. Г. Фокелем в 1738 г. Поскольку для экологической устойчивости лесных биоценозов важным является способность растений к естественному возобновлению, то в структуре биоценозов необходимо наличие молодых особей. О наличии самосева лиственниц в Линдуловской роще отмечал Ф. Г. Фокель. Однако в посадках лиственниц, сохранившихся там до настоящего времени, исследователи указывали на отсутствие возобновления под пологом, несмотря на обильные и частые урожаи семян [3]. Отмечалось, что при прорастании семян появляющиеся всходы погибают в первые же годы от сильного увлажнения напочвенного покрова, затенения высокотравными растениями и конкуренцией за свет со стороны елей. Представлялось интересным сравнить процессы возобновления л. сибирской в европейской части ареала в естественных лесных насаждениях и в условиях интродукции в БС и выявить ведущие факторы, способствующие появлению жизнеспособного самосева.

Известно, что на семенное возобновление древесных пород сказываются особенности процессов плодоношения и распространения семян, их прорастания, развития самосева и подроста до смыкания крон. На конечный результат указанных процессов может оказать влияние целый ряд абиотических и биотических факторов. Л. сибирская является однодомным ветроопыляемым растением. Ранее было показано, что лучшие полнозернистые семена образуются в результате перекрестного опыления. В отличие от пыльцы сосны и ели пыльца лиственницы более тяжелая и лишена воздушных мешков, поэтому она разносится ветром на незначительные расстояния, и в перекрестном опылении

участвуют в основном близко расположенные деревья. Самоопыление лиственниц приводит к образованию пустых семян. У лиственниц партеноспермия может достигать 90%. В результате, семена лиственниц в целом характеризуются низкой доброкачественностью и всхожестью [4]. Другими важными этапами естественного возобновления лиственничных лесов являются прорастание семян, появление самосева и формирование подроста. В разных регионах европейской части ареала л. сибирской эти процессы резко отличаются. В отличие коренных предтундровых и подгольцовых лиственничных редколесий, в лесах северной и средней тайги лиственница не возобновляется под собственным пологом и, не выдерживая конкуренции, быстро сменяется елью, если возобновлению не способствуют внешние факторы (крутизна склонов, карстовые процессы, осыпи, низовые пожары). При регулярных внешних нарушениях смена лиственницы елью может затормаживаться вплоть до полной остановки, но соответствующие сообщества можно считать лишь условно-коренными, так как они стабилизированы извне [5]. Это позволяет считать л. сибирскую вымирающим видом на европейской части России.

При изучении возобновления л. сибирской в Кировской области на участках с разным режимом лесопользования были выявлены факторы, влияющие на успешность возобновления лиственницы. Показано, что лиственница наиболее успешно возобновляется после сплошных рубок без сжигания порубочных остатков. Сжигание порубочных остатков приводит к быстрому задернению почвы злаками, в результате чего семена не могут достигнуть минерального слоя почвы, чтобы дать проростки. Для того, чтобы избежать быстрого задернения почвы злаками авторы рекомендуют проводить минерализацию почвы путем ее вспашки после сжигания порубочных остатков. На участках, пройденных выборочными рубками, подрост лиственницы сомнительный или нежизнеспособный, встречается единично [6]. При проведении исследований на западной границе ареала изучаемого вида (Водлозерский нацпарк, Карелия) было установлено, что деревья л. сибирской имеют возраст 130 лет и более, благонадежный подрост отсутствует, возобновление лиственницы сибирской прекратилось 50–60 лет назад [7]. Большой интерес представляют результаты работы по изучению особенностей семеношения различных видов лиственниц на примере парковых посадок в БС и Охтинском учебно-опытном лесхозе СПбГЛТУ [8]. Было изучено 58 таксонов, представленных семью видами лиственниц: л. сибирская, л. Сукачева, л. европейская, л. польская, л. даурская, л. приморская, л. японская. Исследуемые деревья имели различное происхождение, разный возраст, отличались таксационными параметрами и типом посадок. Участки были представлены 6 биогруппами, 3 насаждениями, 4 двухрядными аллеями, 5 однорядными аллеями и 5 одиночными деревьями. Было установлено, что лабораторная всхожесть напрямую связана с доброкачественностью. Как правило, семена, имеющие зародыши, оказались всхожими. Более высокая лабораторная всхожесть (приблизительно 40%), а значит, доброкачественность семян оказалась выше у лиственниц большинства изученных видов в групповых посадках. У одиночных деревьев, у которых

перекрестное опыление затруднено, посевные качества семян оказались низкими (всхожесть не превышала 3-12 %). Доброкачественность семян лиственниц также зависела от освещенности, размера кроны и возраста.

Самосев лиственниц был впервые обнаружен на интродукционном питомнике БС в 2010-12 гг.; в 2018 г. – в Верхнем дендросаду; в 2021 г. – в Нижнем дендросаду; в 2023 г. – на цветочной плантации. Обследование указанных мест произрастания позволило определить факторы, которые способствовали появлению самосева в БС: 1) Благоприятные природно-климатические условия (влажность воздуха и почвы); 2) Достаточная освещенность участков в дендросадах и на цветочной плантации; 3) Регулярное удаление в дендросадах древесной поросли, не представляющей коллекционной ценности; 4) Регулярная прополка территории интродукционного питомника и цветочной плантации; 5) Кошение многолетних трав в дендросадах; 6) Рыхление и перекопка почвы; 7) Проведение севооборота на цветочной плантации; 8) Произрастание многолетних травянистых растений, способствующих улучшению механических свойств почвы (например, кипрей узколистный). Следует отметить, что выявленные факторы приблизительно соответствуют условиям появления самосева в естественных лиственничных лесах и на вырубках. Нами запланировано проведение геоботанических описаний фитоценозов с участием самосева и подроста лиственниц, описание морфологии и жизнеспособности самосева и подроста на территории БС с целью более глубокого понимания влияния природных и антропогенных факторов на естественное возобновление лиственниц в условиях интродукции в зоне южной тайги на Северо-западе России.

Выводы. Обнаружение самосева лиственниц свидетельствует, с одной стороны, о формировании доброкачественных семян, с другой стороны, - о благоприятных условиях для их прорастания и формирования жизнеспособного подроста на тех участках БС, которые по своим характеристикам близки условиям, где происходит естественное возобновление л. сибирской в ее европейской части ареала.

Библиографический список

1. Брынцев В. А., Лавренов М. А. Селекционно-генетический анализ лиственниц сибирской и Сукачева, интродуцированных в Москву и Подмосковье // Лесной журнал. 2019. № 49. С. 9-21. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.9
2. Шибанов С. А. Генетические ресурсы рода Larix Mill. в Ботаническом саду СПбГЛТУ имени С. М. Кирова // «Леса России: политика, промышленность, наука, образование»: материалы VIII международной научно-технической конференций – СПбГЛТУ, 2023 – С. 947-950.
3. Гиргидов Д. Я. Линдуловская лиственничная роща. – Л.: ЛЛТА, 1956. – 11 с.
4. Грибов С. Е., Карбасникова Е. Б., Карбасников А. А. Сравнительная характеристика различных видов лиственницы на примере дендрологического сада ФГБОУ ВПО «ВГМХА им. Н. В. Верещагина» // Молочнохозяйственный вестник. 2015. №2 (18). II кв.

5. Кучеров И. Б., Зверев А. А. Лиственничные леса севера Европейской России. II. Средне- и северотаежные леса // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2011 № 1 (13). С.28-50
6. Амосова И. Б., Корельская М. А. Возобновление лиственницы на участках с разным режимом лесопользования // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2016. Т. 18. №2, С. 24-29.
7. Кищенко И. Т. Лиственница сибирская на западной границе ареала // Принципы экологии. 2015. № 2. С. 55–65. DOI: 10.15393/j1.art.2015.4142. http://ecopri.ru http://petrsu.ru
8. Качанова Ю. П. Исследование особенностей семеношения лиственниц в условиях северо-запада России // Современные научные исследования и инновации. 2017. № 5 [Электронный ресурс]. URL: https://web.snauka.ru/issues/2017/05/82548 (дата обращения: 18.04.2024).
9. WFO Plant List. [Электронный ресурс] https://wfoplantlist.org

ВИДЫ И СОРТА ЧУБУШНИКА В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ИМЕНИ Б.В. ГРОЗДОВА

Шлапакова С.Н., shla-svetlana@yandex.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Хоменок М.А., dendrolog.maxim@mail.ru,
Брянский государственный инженерно-технологический университет

Для создания устойчивых, высокодекоративных и долговечных насаждений на объектах ландшафтной архитектуры необходимо использовать наиболее адаптированные к антропогенным, абиотическим и биотическим факторам окружающей среды виды деревьев и кустарников. Кустарники рода *Philadelphus* L. (Чубушник) являются распространенными красивоцветущими растениями, представляющими большой интерес для современного декоративного садоводства на территории России.

Род *Philadelphus* L. относится к отделу цветковых (Anthophyta) растений, классу двудольные (Magnoliopsida), семейству гортензиевые (Hydrangeaceae) [1, 2, 3, 5]. и насчитывает около 50 видов, поизрастающих на территории СНГ, в Западной Европе, в Восточной Азии и Северной Америке.

Чубушники – однодомные листопадные многоствольные кустарники. На сегодняшний день на территории России интродуцировано около 10 видов иноземного происхождения, а также значительное количество культиваров, представляющих интерес для ландшафтной архитектуры и декоративного садоводства [1, 2, 3, 5].

Листопадные кустарники с супротивным листорасположением, 2–4 м высотой, раскидистой кроной, прямыми стволиками, ветвящимися только в верхней части. Листья от яйцевидных до ланцетных, цельнокрайние или зубчатые, тонкие или кожистые, голые или, преимущественно на нижней

поверхности, опушенные, особенно по жилкам, черешчатые. По окраске светло-зеленые, матовые, осенью лимонно-желтые или зеленые до опадения. Цветки 2–6 см в диаметре, обоеполые, чисто белые или кремово-белые, редко при основании лепестков с пурпуровым оттенком, ароматные или без запаха, в конечных кистевидных соцветиях, на коротких облиственных боковых пазушных побегах, на двулетних и более старых ветвях по 1–3 (редко до 7) в полузонтиках. [1, 5, 4].

Исследований биологических и декоративных свойств растений на территории Брянской области не проводились, но очень актуально, так как виды и сорта рода Чубушник широко применяются в озеленении населенных мест, поэтому выбраны для исследования растения на территории ботанического сада им. Б.В. Гроздова. Коллекция растений рода чубушник (*Philadelphus*) включает в себя: чубушник венечный – 16 шт., чубушник венечный 'Aureus' – 4 шт., 'Академик Комаров' - 2 шт., 'Воздушный десант'- 3 шт., чубушник Лемуана 'Avalanche' (Земляничный)- 2 шт., чубушник тонколистный - 3 шт. и чубушник Шренка - 2 шт.

Высота кустарников колеблется от 2,1 м (чубушник Шренка, чубушник венечный 'Воздушный десант', чубушник венечный 'Aureus') до 3,1 м (чубушник венечный). Диаметр кустарников от 1,7 м (чубушник венечный 'Академик Комаров', чубушник венечный 'Воздушный десант', чубушник Шренка) до 2,5 м (чубушник венечный).

Одним из признаков полиморфизма, в интродукции, являются параметры листа [1]. Наибольшие показатели по длине листьев растений рода Чубушник установлены у чубушника венечного и его культиваров; длина листьев составляет 4,8–10,3 см (С = 23,8 %) (рис. 2 а). У культиваров 'Академик Комаров' и 'Воздушный десант' длина листьев варьирует в пределах 3,9–10,2 см и 5,1–10,6 соответственно. Коэффициент изменчивости признака (С, %) находится на высоком уровне (21,6-22,9 %).

Средняя длина листьев зафиксирована у чубушника Шренка (4,1–8,3 см) и чубушника тонколистного (4,4–8,6 см). Наименьшими показателями по длине листьев отличаются чубушник венечный 'Aureus' 3,6–7,3 см (С = 21,1 %) (рис. 1б) и чубушник Лемуана 'Avalanche' 3,3–7,7 см (С = 21,9 %) (рис. 1 в).

Наибольшие показатели по ширине листьев выявлены у чубушника венечного составляют от 2,4 до 9,4 см; средние у культиваров 'Академик Комаров' (5,31±0,41 см) и 'Воздушный десант' (4,71±0,31 см); у чубушника Лемуана 'Avalanche' от 2,2 до 6,5 см (4,60±0,2) наименьшие 'Aureus' (2,3–4,2 см) и чубушник тонколистный.

а б в

Рис. 1. Длина листьев у (а) чубушника венечного 'Aureus' (б) и Лемуана 'Avalanche' (в)

Главной декоративной особенностью всех видов рода Чубушник являются их цветки. Показатели по диаметру цветков у различных видов и культиваров рода Чубушник различны (рис.2)

а б в

Рис. 2 Вариация по диаметру цветков у чубушника венечного (а), Лемуана (б), венечного 'Aureus' (в).

Наибольшими показателями по диаметру цветков обладают чубушник венечный от 2,1 до 3,3; у чубушника Лемуана 'Avalanche' от 2,2 до 3,4 см, у чубушника венечного 2,45±0,04 см, но с более насыщенным ароматом, особенно в жаркие дни, 'Aureus' 2,36±0,06 см.

Наиболее продолжительный период цветения установлен у чубушника венечного (29 дней), культиваров: 'Воздушный десант' (25 дней), 'Aureus' (23 дня), 'Академик Комаров' (21 день) и чубушника Шренка (22 дня). Менее продолжительный период цветения отмечен у чубушника Лемуана 'Avalanche' – 16 дней и чубушника тонколистного – 19 дней.

На основе проведенных исследований, следует сделать вывод о перспективности использования всех исследуемых культивары рода Чубушник для повышения декоративно-художественного облика объектов ландшафтной архитектуры.

Библиографический список

1. Галактионов, И.И. Декоративная дендрология [Текст]: учеб.пособие для лесохоз. специальностей вузов / И.Н. Галактионов, А.В. Ву, В.А. Осин. – М.: Высш. шк., 1967. – 317 с.

2. Гроздов, Б.В. Дендрология [Текст] / Б.В. Гроздов. – М.: Гослесбумиздат, 1960. – 435 с.

3. Дьякова, Т.Н. Декоративные деревья и кустарники: новое в дизайне вашего сада [Текст] / Т.Н. Дьякова. – М.: Колос, 2001. – 360 с.

4. Колесников, А.И. Декоративная дендрология [Текст] / А.Н. Колесников. – М.: Лесная пром-сть, 1974. – 704 с.

5. Кудрявец, Д.Б. Атлас декоративных растений [Текст] / Д.Б. Кудрявец, Н.А. Петренко. – М.: Крон-Пресс,1996. – 128 с.

АЛЛЕЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО ПИРАМИДАЛЬНОГО В ЦЕНТРАЛЬНОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ НАН БЕЛАРУСИ

Шпитальная Т.В., T.Shpitalnaya@cbg.org.by,
Котов А.А., A.Kotov@cbg.org.by,
Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси

Отбор для репродукции и дальнейшего использования в практике зеленого строительства высокодекоративного посадочного материала, полученного от наиболее устойчивых к местным условиям таксонов, важен с точки зрения развития теории и практики интродукции древесных растений. Ботанические исследования позволят выявить особенности роста и развития интродуцентов в условиях городской среды. Особый интерес представляют образцы растений, обладающих некоторыми особенностями габитуса и морфологического строения. На основе сравнительного анализа полученных данных о декоративности и физиологическом состоянии будет выполнен отбор наиболее перспективных для использования в озеленении видовых и внутривидовых таксонов, а также будут получены новые данные о специфике репродукции.

В дендрологической коллекции ЦБС сохраняются образцы растений 1461 видов, принадлежащих 176 родам из 64 семейств. В дендрарии выращивается: 66 образцов, которые представляют 32 вида и 5 внутривидовых таксонов из рода *Quercus* L. Специалистами получены сведения об образцах древесных растений из рода *Quercus* L., произрастающих в интродукционной части дендрария. Выделены следующие виды: *Quercus acutissima* Carruth., *Quercus alba* L., *Quercus bicolor* Willd., *Quercus calliprinos* Webb., *Quercus castaneifolia* C.A.Mey., *Quercus cerris* L., *Quercus dentata* Thunb., *Quercus garryana* var. breweri (Engelm.) Jeps., *Quercus hartwissiana* Steven, *Quercus iberica* Steven ex M.Bieb., *Quercus ilicifolia* Wangenh., *Quercus imbricaria* Michx., *Quercus ithaburensis* Decne, *Quercus macranthera* Fisch. & C.A.Mey. ex Hohen., *Quercus macrocarpa* f. *oliviformis* (F.Michx.) Trel., *Quercus margarettae* (Ashe) Small, *Quercus michauxii* Nutt., *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb., *Quercus muehlenbergii* Engelm., *Quercus nigra* L., *Quercus palustris* Münchh., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus phellos* L., *Quercus prinus* L., *Quercus pubescens* Willd., *Quercus robur* ‘Pendula’, *Quercus robur* f. *pectinata*, *Quercus robur* f. *praecox*, *Quercus robur* L., *Quercus robur* var. *fastigiata* (Lam.) Spach, *Quercus rubra* L., *Quercus serrata* Murray, *Quercus shumardii* Buckley, *Quercus stellata* Wangenh.

Пристальное внимание в проводимых исследованиях сориентировано на представителей дуба черешчатого пирамидального (*Quercus robur* L var. *fastigiata* (Lam.) A. DC.), которые значимо представлены в посадках на территории ЦБС и хорошо зарекомендовали себя в местных условиях. Имеющиеся на территории ЦБС экземпляры дуба черешчатого пирамидального максимально представлены в аллее дуба черешчатого пирамидального. Большинство экземпляров дуба черешчатого пирамидального (*Quercus robur* var. *Fastigiata* (Lam.) Spach), произрастающих по аллее, находится в хорошем состоянии (33,3%). Все остальные экземпляры аллеи находятся в удовлетворительном (26,7%),

удовлетворительном (ближе к хорошему – 20%) и удовлетворительном (ближе к плохому – 16,7%) состояниях. На плохое состояние приходится незначительная часть от всех деревьев (3,3 %). Эти образцы, как правило, являются по возрасту достаточно старыми и поражены болезнями. Сухостоя и усыхающих деревьев на аллее дуба пирамидального обнаружено не было. Согласно проведенным измерениям, большинство образцов дуба черешчатого пирамидального обладают диаметром ствола в пределах 30-50 см. Их средний диаметр составляет 27,2 см. Средний диаметр деревьев категории до 30 см составил 10,8 см. Средний размер деревьев категории более 30 см в диаметре составляет 56 см. Крона большинства экземпляров деревьев аллеи дуба черешчатого пирамидального является широко-овальной (33,3%). Значительную долю занимают деревья с овальной (26,7%) и узко-веретеновидной (20%) формами. Незначительную часть составляют экземпляры с узкоовальной (6,7%), широко-веретеновидной (6,7%), веретеновидной (3,3 %) и широко-конусовидной формами (3,3%)

У большинства образцов аллеи дуба черешчатого пирамидального (15 экз.) первое разветвление происходит на высоте до 2,5 метров. У 11 экземпляров дубов разветвление обнаруживается на высоте в пределах 2,5-5 метров. Лишь у 4 образцов первое разветвление происходит на высоте выше 5.

Рис. 1 Распределение деревьев по высоте первого разветвления ствола.

Габитус кроны во многом обусловлен углом отхождения ветвей от ствола. В связи с этим мы при обследовании учитывали и этот параметр. У преобладающего большинства дубов аллеи (43,3%) угол отхождения ветвей от ствола составляет больше 25º. У 26,7% образцов угол отхождения больше 30º. У остальных деревьев (23,3% и 6,7%) углы ответвления составляют соответственно 20-40° и 30-35°.

Важным моментом декоративности в осеннем аспекте ландшафтов являются особенности начала, продолжительности и гаммы раскрашивания листьев перед листопадом. При обследовании отмечался долевой охват крон раскрашиванием на начальном этапе этого процесса кроны дубов.

У 30% экземпляров дуба черешчатого пирамидального в начале осени окрашивание листьев кроны достигает 40-60%. У 23,3% к этому времени расцвечивается 60-80% кроны. У 36,7 % образцов расцвечивание кроны незначительное. И лишь у 10 % расцвечивание кроны достигает более 80%. Степень поражения некрозом у части образцов дубов ниже среднего (26,7%). Также некроз в значительной степени присутствуют у части образцов (суммарно у 60% экземпляров). У оставшихся экземпляров степень поражения некрозом очень высокая (у 13,3%).

Таким образом, на основе анализа состояния видовых и внутривидовых таксонов, представленных в дендрологической коллекции ЦБС, получены данные о фактических результатах их долгосрочной интродукции, установлены места произрастания таксонов рода *Quercus* L. и осуществлена их привязка к местности. Выполнено описание особенностей строения и развития надземных частей растений. выявлены формы дуба черешчатого пирамидального по особенностям строения кроны. Проведен комплекс фенологических наблюдений на всех этапах вегетации. Выполнен отбор наиболее перспективных для использования в озеленении таксонов древесных растений рода *Quercus* L.

ЛЕСНЫЕ ПЕРВОЦВЕТЫ-ИНТРОДУЦЕНТЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА СЫКТЫВКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ПИТИРИМА СОРОКИНА

Шушпанникова Г.С., shushpannikova.galina@yandex.ru,
Мельникова К.В., kris.melnik2002@gmail.com,
Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина

Среди лесных первоцветов значительную группу составляют эфемероиды, наибольшее разнообразие которых встречается в степях и пустынных сообществах. Представленность эфемероидов на северо-востоке европейской части России, в условиях тайги – невелико. В природной флоре Республики Коми – 22 вида из 9 семейств (табл. 1). На территории Республики Коми данные растения занимают периферийное положение своих видовых ареалов, поэтому представлены изолированными, либо реликтовыми популяциями, охраняются [5]. В окрестностях г. Сыктывкара насчитывается 13 видов эфемероидов, принадлежащих к 7 семействам [3].

Табл. 1 Ведущие по числу видов семейства среди лесных первоцветов

№	Семейство	Интродуценты БС СГУ		Эфемероиды северо-востока европейской части России	
		Число видов	%	Число видов	%
1	*Ranunculaceae*	9	19,1	7	31,8
2	*Hyacinthaceae*	7	14,9	1	4,5
3	*Iridaceae*	5	10,6	–	–
4	*Primulaceae*	5	10,6	3	13,6
5	*Fumariaceae*	4	8,5	–	–
6	*Amaryllidaceae*	3	6,4	–	–

7	*Liliaceae*	3	6,4	4	18,2
8	*Berberidaceae*	2	4,3	–	–
9	*Boraginaceae*	2	4,3	1	4,5
10	*Convallariaceae*	2	4,3	1	4,5
11	*Aristolochiaceae*	1	2,1	1	4,5
12	*Asparagaceae*	1	2,1	–	–
13	*Asteraceae*	1	2,1	–	–
14	*Caryophyllaceae*	1	2,1	–	–
15	*Rosaceae*	1	2,1	–	–
16	*Fumariaceae*	–	–	2	9,1
17	*Saxifragaceae*	–	–	2	9,1
Итого:		47	100	22	100

В ходе исследования на территории Ботанического сада СГУ имени Питирима Сорокина (далее БС СГУ) было выявлено 50 видов первоцветов, в том числе и эфемероидов [6], из 16 семейств. Среди них большинство (47 видов) являются лесными первоцветами и лесными эфемероидами, которые произрастают на территории ботанического сада в естественных сообществах елового и березово-елового леса, на затененной территории под названием «Сад теней» и в тенистой коллекции «Редкие растения». Среди исследуемых раннецветущих растений отмечено 8 редких видов, занесённых в Красную книгу Российской Федерации и Республики Коми, – это *Adonis sibirica*, *Galanthus angustifolius*, *Galanthus platyphyllus*, *Ficaria verma*, *Fritillaria ruthenica*, *Primula elatior subsp. Pallasii*, *P. veris subsp. macrocalyx*, *Pulsatilla patens*. Названия видов (здесь и далее по тексту) даны по сводке The Plant List [7]. Ведущее место среди первоцветов принадлежит евразиатским (*Adonis vermalis*, *Ficaria verma*, *Gage alutea*, *Fritillaria ruthenica*, *Primula veris*, *Pulsatilla tens* и др.) и европейским (*Asarum europaeum*, *Convallaria majalis*, *Crocus vernus* и др.) видам. Заметно участие средиземноморско-азиатских (*Chionodoxa luciliae*, *Crocus tommasinianus*, *C. flavus*, *C. chrysanthus, Muscari armeniacum*) и азиатских (*Anemone dichotoma*, *Lamprocapnos spectabilis*, *Jeffersonia dubia*, *Primula denticulate*, *Pseudofumaria lutea*) видов. Кавказская (*Brunnera macrophylla*) и американская (*Dicentra eximia*) группы представлены малым числом видов. Около половины исследуемой флоры (44,7 %) относится к неморальной группе, насчитывающей 21 вид первоцветов (*Anemone nemorosa*, *Adonis vermalis*, *Iridodictyum reticulatum*, *Crocus vernus* и др.). Чуть менее распространёнными являются бореальные виды – 36,2 % от общего числа видов, распределение которых связано с зоной хвойных лесов таёжного типа (*Pulsatilla patens*, *Ficaria verma*, *Caltha palustris*, *Anemone rivularis* и др.). Большинство лесных первоцветов являются геофитами, преимущественно луковичными (*Eryhronium dens-canis*, *Gagea lutea*, *Fritillaria ruthenica*, *Iridodictyum reticulatum*, *Scilla siberica*, *Puschkinia scilloides* и др.) и корневищными (*Caltha palustris*, *Anemone rivularis*, *Adonis vermalis* и др). Остальные виды представлены гемикриптофитами (*Pulsatilla patens*, *Ficaria verma*, *Anemone dichotoma*, *Adonis apennina*, *Primula veris* и др.). Преобладание геофитов (72,3 %) и гемикриптофитов (27,7 %) указывает на приспособительную их реакцию к

воздействующим неблагоприятным экологическим факторам, в частности к холодному климату.

Фенологические наблюдения в БС СГУ за растениями эфемероидного типа показали, что самыми первыми (II-III декада апреля) появляются из-под снега *Chionodoxa luciliae*, *Galanthus nivalis*, *Scilla siberica*, с некоторым отставанием от первых – *Puschkinia scilloides.* Надземная вегетация связана со снеготаянием. В БС СГУ вегетация эфемероидов в среднем длится от 14 до 16 дней (в некоторые благоприятные годы сокращается до 4 дней). На короткие сроки вегетации эфемероидов указывает и Т.К. Горышина [1]. Первые бутоны начинают появляться при повышении среднесуточной температуры до 10 °С. В середине мая (при температуре выше 10°С) раскрываются цветки. Длительность цветения в БС СГУ составляет 14–39 дней, как и в более южных регионах (15–30 дней) в зависимости от видовой принадлежности таксона [4]. Плодоношение начинается в конце мая и может продолжаться до конца июня, когда средняя температура воздуха находится в пределах 12–19 °С. По данным О.И. Свитковской [4] на территории Беларусии плодоношение эфемероидов наступает в конце июня. Продолжительность вегетационного периода *Puschkinia scilloides*, *Galanthus nivalis*, *Scilla siberica* и *Chionodoxa luciliae* в интродукции ботанического сада СГУсоставляет 45–80 дней. В условиях интродукции на территории Беларусии – от 45 до 65 дней [4]. К первоцветам второй волны относят птицемлечник пирамидальный (*Ornithogalum pyramidale*), который начинает свое развитие несколько позднее, в конце мая, когда температура достигает 10 °С. Через 10–12 дней, ближе к середине мая, наступает стадия бутонизации, через 13–19 дней – цветения. По данным Л.В. Косаревой [2], начало отрастания *Ornithogalum pyramidale* приходится на середину – конец апреля, цветение наступает в конце июня и продолжается в течение 10–22 дней. В ботаническом саду СГУ в жизненном цикле данного растения отсутствует стадия плодоношения и образования семян.

Степень приживаемости эфемероидов в условиях БС СГУ различна. У большинства из них (33 вида) жизненный цикл лишён стадии плодоношения. Единичны случаи только вегетирующих представителей. Такие растения считаются недостаточно устойчивыми к различным воздействующим факторам окружающей среды. Можно предположить, что в условиях БС СГУ основными лимитирующими факторами для интродукции растений являлись продолжительная зима с низким температурным режимом, частые случаи поздних весенних заморозков и низкая сумма эффективных температур. Высокую жизнеспособность проявляют 10 видов (*Adonis apennina*, *Asarum europaeum*, *Caltha palustris*, *Convallaria majalis*, *Galanthus nivalis*, *Lychnis coronaria*, *Petasites hybridus*, *Podophyllum emodii* и др.), которые цветут и образуют плоды и которые можно рекомендовать для озеленения северных городов и поселков Республики Коми.

Библиографический список

1. Горышина Т.К. Экспериментально-экологический анализ сезонной ритмики ранневесенних дубравных эфемероидов / Т. К. Горышина // Бот. журн., 1963. – Т. 48. – № 11. – С. 1569–1582.
2. Косарева Л. В. Сезонное развитие видов птицемлечников из коллекции БСИ ПГТУ // Современные научные исследования и разработки. М: Науч. Центр «Олимп», 2019.№ 1 (30). С. 570–572.
3. Мартыненко В.А., Груздев Б.И. Сосудистые растения Республики Коми. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2008. – 136 с.
4. Свитковская О.И. Интродукция редких и исчезающих видов мелколуковичных и клубнелуковичных эфемероидов в Беларуси // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры. Минск: Нац. Акад. Наук Беларуси, 2012. – Ч. 1. – С. 268–270.
5. Тетерюк Л.В., Валуйских О.Е., Кирсанова О.Ф. Распространение, состояние популяций и охрана редких эфемероидов в РеспубликеКоми // Вестник Томского государственного университета. Биология, 2021. – № 53. – С. 89–108.
6. Шушпанникова Г.С., Мельникова К.В. Флористическое разнообразие эфемероидов и первоцветов ботанического сада Сыктывкарского государственного университета // Ботанические сады в современном мире. СПб, 2023. С. 113–117.
7. The Plant List. URL: http://www.theplantlist.org (дата обращения: 16.04.24).

Секция «СОВРЕМЕННЫЕМЕТОДЫ УЧЕТА ОБЪЕМА И ОПРЕДЕЛЕНИЯКАЧЕСТВА ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ В РФ: ОСОБЕННОСТИ, СЛОЖНОСТИ М ПЕРСПЕКТИВЫ»

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ МАШИННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ИЗМЕРЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РУБОК ЛЕСА

Вернер Н.Н., wernern@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

В настоящее время в России, как и в большей части стран мира, доминируют машинные сортиментные технологические процессы лесосечных работ, в результате выполнения которых вывозятся круглые лесоматериалы – сортименты [9]. При машинном скандинавском варианте лесосечных работ сортименты получают на пасеке, при помощи харвестера, при канадском машинном варианте лесосечных работ сортименты получают на верхнем складе, при помощи процессора [10]. Технологическое оборудование этих машин во многом схоже, и представляет собой головку, оснащенную вальцовым протаскивающим механизмом (в большей части случаев), пильной цепной гарнитурой, сучкорезными ножами, и измерительной системой, которая включает датчики диаметров - угловые потенциометры (обычно соединенные с верхними сучкорезными ножами), и колесо для измерения длины, соединенное с импульсным датчиком [3]. Основное отличие головок харвестера и процессора в том, что у последнего она обычно массивнее, даже при работе в насаждениях с одинаковыми таксационными характеристиками [11].

Схожесть ситуации в России и в мире в области технологических процессов и систем машин лесосечных работ на этом практически заканчивается.

Во многих странах мира объем заготовленной при проведении рубок леса древесины определяется при помощи указанного выше технологического оборудования харвестеров и процессоров, с достаточной и даже выше нормативных требований точностью [7]. От скандинавских лесозаготовителей известна фраза о том, что «харвестер – самый точный таксатор». Например, в Финляндии, в которой используется только скандинавская технология лесосечных работ, обычная точность измерения объемов заготовленной древесины харвестером составляет ±2%, при нормативном требовании к точности ±4% [2, 6].

Также отметим, что в лесах России, после развала СССР, многие годы преобладало камеральное лесоустройство, в результате чего до сих пор во многих лесничествах наблюдаются очень существенные расхождения между фактическими запасами древесины на лесосеках и запасами согласно данных лесоустройства и аукционной документации. Это часто составляет значительные трудности для лесозаготовительных предприятий. Причем показания бортовых

компьютеров харвестеров или процессоров по объемам заготовленной древесины в России используются только внутри лесозаготовительных компаний, и не являются подтверждающей информацией при спорах хозяйствующих субъектов, в отличии от большой части промышленно развитых стран мира. Эта проблема связана с целым рядом причин.

Прежде всего, это отсутствие ряда необходимых утвержденных нормативных актов и программных продуктов, которые позволили бы внедрить указанную выше эффективную практику зарубежных лесопользователей, а именно: операционной системы для работы с государственными органами и учетными системами, прежде всего ЛесЕГАИС; стандартов записи и передачи исходных данных; ГОСТов на приборы контроля и ручного измерения деревьев, хлыстов и сортиментов; системы позиционирования для учета и контроля работы лесозаготовительных машин, от таксации до вырубки.

Второй причиной внедрения рассматриваемой технологии измерения объемов заготовленной древесины является кадровая. В России по-прежнему наблюдается острый дефицит достаточно квалифицированных операторов, которые могли бы качественно и ответственно проводить калибровку вальцовых харвестерных и процессорных головок (импульсные в калибровках практически не нуждаются) [5].

Как известно, датчики диаметров и измерительные колеса этих головок преобразуют результаты измерений в электрический ток, возникающий в присоединенных к ним угловых потенциометрах и импульсных датчиках, именно ток и передается в бортовые компьютеры харвестеров, процессоров. При корректном использовании калибровочной вилки точность измерения диаметра ствола составляет 1 мм. Диаметр ствола измеряется с интервалом в 1 см (шаг зубца датчика длины), объем ствола дерева определяется из отрезков по 10 см. Харвестер и процессор объем заготовленной древесины всегда измеряют с корой. Объем коры может быть вычтен при настройке измерительной системы. Во многих странах разработаны национальные правила для учета коры, заложенные в системы измерения лесозаготовительных машин. Результаты измерений, полученных от головок харвестера или процессора (длины и диаметра сортиментов) должны проверяться оператором с помощью электронного калибра (компьютерной вилки) каждый день и на каждой лесосеке [1]. Но, как показывает практика далеко не всегда такая калибровка проводится качественно, или не проводится совсем. Это значительно снижает уровень доверия к показаниям, снимаемым с бортовых компьютеров этих машин.

Еще одним вариантом точного оперативного учета заготовленной древесины, не индивидуального, как у харвестеров и процессоров, а группового, является оптический цифровой учет, который выполняется при помощи цифровой съемки (на планшет, смартфон, и т.д.) и специального программного обеспечения. Данный вариант также имеет широкое распространение в мировой практике, и, на наш взгляд, имеет лучшие перспективы для скорейшего внедрения в практику отечественных лесозаготовительных предприятий.

Данная технология учета заготовленной древесины может использоваться не только при проведении рубок спелых и перестойных насаждений, но и при проведении рубок ухода за составом, результаты проведения которых, как известно, учитываются не в плотных, а в складочных кубометрах [4]. Отметим, что значительный вклад в развитие и продвижение данной технологии учета, в последнее время, сделан отечественными специалистами – участниками научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета [8].

Библиографический список

1. Григорьев И.В. Калибровка харвестерных головок // Наука и инновации: векторы развития. Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах. 2018. С. 78-82.
2. Григорьев И.В. Направления совершенствования харвестерных головок // Повышение эффективности лесного комплекса. материалы Шестой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2020. С. 45-47.
3. Григорьев И.В., Куницкая О.А., Давтян А.Б. Современное технологическое оборудование валочных и харвестерных машин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2020. № 7. С. 9-16.
4. Григорьева О.И. Повышение эффективности проведения рубок ухода за лесом // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 65-летию высшего лесного образования в Республике Карелия. 2016. С. 70-73.
5. Григорьева О.И., Григорьев И.В. Повышение эффективности кадрового обеспечения лесного комплекса Российской Федерации // Архитектура университетского образования: построение единого пространства знаний. сборник трудов IV Национальной научно-методической конференции с международным участием. 2020. С. 123-130.
6. Куницкая О.А., Беляев Н.Л. Измерения и учет круглых лесоматериалов: история и перспективы развития // Вестник АГАТУ. 2023. № 1 (9). С. 58-86.
7. Куницкая О.А., Беляев Н.Л. Обоснование необходимости повышения эффективности учета круглых лесоматериалов // Вестник АГАТУ. 2021. № 4 (4). С. 73-79.
8. Куницкая О.А., Беляев Н.Л., Швецова В.В., Рудов М.Е., Григорьев В.И. Развитие цифрового учета круглых лесоматериалов // Системы. Методы. Технологии. 2022. № 2 (54). С. 55-63.
9. Куницкая О.А., Кривошеев А.А., Швецов А.С., Степанищева М.В., Ревяко С.И., Друзьянова В.П. Технологические процессы сплошных и выборочных рубок леса при помощи универсальных лесозаготовительных машин // Системы. Методы. Технологии. 2023. № 4 (60). С. 106-112.

10. Рудов С.Е., Григорьев И.В. Пути повышения эффективности работы систем машин для сортиментной заготовки древесины // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Седьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2021. С. 168-169.
11. Тамби А.А., Григорьев И.В. Повышение эффективности работы харвестера путем исключения потерь времени на подготовку режущего инструмента // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2020. № 4. С. 12-16.

УЧЕТ КОРЫ ПРИ ТАКСАЦИИ КРУГЛЫХ ДЕЛОВЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Гурьянов М.О., m-bear2004@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
Митченко А.П., sokachestvo@yandex.ru,
Шмидт энд Олофсон

При определении объема деловых круглых лесоматериалов, основным таксационным показателем, используемым наряду с длиной, является их диаметр без коры. Вместе с тем, в приобретающих все больший масштаб процессах автоматического учета круглых лесоматериалов, значительно проще измерять диаметры в коре. Это относится к считыванию диаметров лесоматериалов харвестерными головками, к применению систем лазерного сканирования на агрегатных линиях сортировки бревен лесоперерабатывающих предприятий, а также использованию программного обеспечения, позволяющего с помощью масштабирования снимков определять объемы штабелей в транспорте и на земле. Данная тенденция выявила необходимость исследований, направленных на разработку методов перехода от размерных и объемных показателей в коре к аналогичным значениям без нее.

Исследования, проведенные такими учеными, как М.М. Орлов, Н.В. Третьяков и многие другие, позволили выявить многообразие факторов, влияющих на толщину коры и долю ее участия в объемах стволов и круглых лесоматериалов. К основным из них относятся: древесная порода, диаметр ствола, возраст и условия местопроизрастания [3, 5].

При выборе подходов, позволяющих учесть кору при измерении круглых лесоматериалов, и составлении государственных нормативно-справочных материалов [1, 4], только некоторые из этих факторов были приняты во внимание. Целью предлагаемого исследования являлся анализ существующих подходов и разработка путей их усовершенствования.

Наиболее очевидным показателем при учете коры является ее толщина, определяемая путем простых измерений. Для дальнейшего перехода к диаметрам без коры, удвоенное полученное значение вычитают из диаметров

круглых лесоматериалов в коре. Также с этой целью могут быть использованы уравнения регрессии [1].

Поскольку основным итоговым показателем, получаемым при учете круглых деловых лесоматериалов, является объем, в существующих нормативных документах предлагается объем бревен, измеренных с корой, умножать на поправочный коэффициент на объем коры P_K, рассчитываемый, как отношение площадей сечений или объемов отдельных лесоматериалов или их партии в коре к аналогичным показателям без коры. Согласно ГОСТ 32594-2013 [1], величины поправочных коэффициентов могут быть получены по регрессионным уравнениям, коэффициенты которых подбираются на основании древесной породы и региона. В федеральных рекомендациях таможенной службы ФР.1.27.2011.10632 [4] приведены имеющие схожий смысл коэффициенты на объем коры K_K, зависящие от древесной породы и диапазона толщин, но направленные в первую очередь на переход от объемов штабелей круглых лесоматериалов без коры к объемам в коре.

Анализ указанных выше показателей, проведенный на основе измерения 799 сортиментов сосны, 1293 ели, 8879 березы и 482 осины, позволил выявить ряд недочетов в применяемых методиках. В частности, на основании корреляционного анализа было установлено, что взаимосвязь между поправочными коэффициентами P_K и коэффициентами на объем коры K_K и диаметрами круглых деловых лесоматериалов в коре $d_{в\ к.}$ является хоть достоверной, но слабой, о чем свидетельствуют величины коэффициентов корреляции, абсолютные значения которых, полученные для разных древесных пород, варьировали в пределах от 0,08 до 0,34. По этой причине, в дифференциации коэффициентов на объем коры K_K по диаметрам или диапазонам толщин, как это рекомендовано в ФР.1.27.2011.10632 [4], в производственных условиях внутри Российской Федерации, когда предметом купли-продажи является только древесина, нет необходимости, поскольку она не ведет к существенному увеличению точности на фоне усложнения процесса обработки данных.

Для двойной толщины коры DBT зависимость от диаметров круглых лесоматериалов $d_{в\ к.}$ выражена более сильно. Так, полученные в ходе исследования коэффициенты корреляции между данными показателями варьировали в пределах от 0,61 до 0,77. Но, несмотря на простоту вычисления, двойная толщина коры, являясь линейным показателем, не может достаточно точно отразить долю, занимаемую ей в торце сортимента.

Так, толщина коры двух представленных на рис. 1 срезов одинакова, но за счет различий в диаметрах, ее доля различается на 7,5%, составляя 16,0% при большем диаметре и 23,5 - при меньшем.

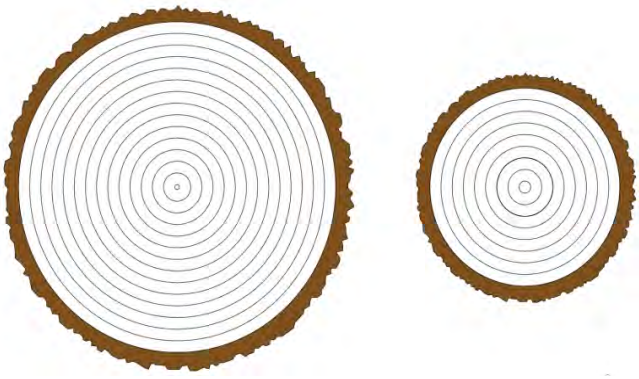


Рис.1. Зависимость доли коры в площадях сечений древесных стволов от диаметров

Таким образом, более перспективным способом учета коры является использование не ее двойной толщины, а площади сечения g_K, более тесно коррелирующей с диаметрами в коре (вычисленные коэффициенты корреляции варьировали в пределах от 0,77 до 0,87), и позволяющей легче переходить к объемам.

Проведенное исследование показало, что зависимость площади сечения коры от диаметров круглых лесоматериалов в коре может быть описана квадратичной функцией вида:

$$g_K = (a + b \cdot d_{\text{в к.}})^2, \quad (1)$$

где g_K - площадь сечения коры, м^2, $d_{\text{в к.}}$ – диаметр в коре, a и b – параметры выражения, зависящие от древесной породы и прочих факторов.

Говоря о факторах, определяющих процесс формирования коры, необходимо отметить недостаточную проработанность приведенных в ГОСТ 32594-2013 зависимостей рассматриваемых показателей от географического региона. Данный фактор, несомненно, влияет на толщину коры и ее долю в объемах круглых лесоматериалов, но существенно большее влияние оказывают более дробные категории, в частности, - условия местопроизрастания, вызывающие существенные изменения толщины коры в пределах одного региона. Так, в силу возрастных изменений морфологии коры, в низкобонитетных насаждениях ее доля выше, чем в высокобонитетных. Вместе с тем, с практической точки зрения, применение данной закономерности возможно только на месте лесозаготовки, поскольку информация об условиях местопроизрастания, в которых были заготовлены лесоматериалы, не поддается учету в процессе их приемки.

Еще одним показателем, значительно влияющим на толщину и долю коры является возраст. Проведенные исследования показали наличие тесной связи между данными показателями [2]. Трудоемкость определения данного показателя не позволяет учитывать его в производственных условиях. Альтернативой является принятие во внимание текстуры коры, так же меняющейся в ходе онтогенеза. Известно, что в молодом возрасте кора большинства древесных пород гладкая, с временем преобразующаяся в трещиноватую. Визуальное определение текстуры коры не представляет большой сложности, а использование информации о ней может положительно сказаться на точности получаемых данных. Для проверки данной гипотезы, в ходе полевой части работ при обмере круглых лесоматериалов сосны, помимо диаметров в коре и без коры, оценивалась ее текстура по двум градациям –

«гладкая» и «трещиноватая», после чего для каждого из полученных массивов данных был проведен анализ, аналогичный вышеизложенному. В результате было установлено, что средний процент коры в площади сечения круглых лесоматериалов составляет 3,24% при гладкой и 9,65% - при трещиноватой ее поверхности.

Подытоживая вышеизложенное, следует отметить, что существующая нормативная документация, направленная на учет коры в круглых деловых лесоматериалах, требует существенной доработки, направленной на введение в рассмотрение факторов, оказывающих влияние на ее толщину и упрощение практического применения выявленных закономерностей. Так, введение в таблицы ГОСТ 32594-2013 коэффициентов регрессионных уравнений, зависящих, помимо древесной породы и региона, от условий местопроизрастания и текстуры коры позволит повысить точность получаемых данных.

Библиографический список

1. ГОСТ 32594-2013 «Лесоматериалы круглые. Методы измерений». Межгосударственный стандарт. Москва, Стандартинформ, 2015, 39 с.
2. Ковалёва К.А. Определение возраста деревьев дуба по морфологическим признакам // Материалы научно-практической конференции молодых ученых 9-11 ноября 2015 года. СПб., Изд-во Политехн, ун-та, 2015, с. 103-105
3. Орлов М. М. Лесная таксация. 3-е изд. Л.: Изд. журн. Лесн. хоз-во и лесн. пром-сть, 1929. 532 с.
4. ФР.1.27.2011.10632 «Измерение объема круглых лесоматериалов геометрическим штабельным методом. Методика измерений объема партии круглых лесоматериалов, погруженных в вагоны и на автомобили, при проведении таможенных операций и таможенного контроля». Москва, 2011.
5. Шевелев С.Л. Формирование коры у деревьев лиственницы сибирской // Сибирский лесной журнал. 2016. № 4. С. 134–138;

ОГЛАВЛЕНИЕ

Секция «ЛЕСНАЯ ПОЛИТИКА, ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ»…… 3

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ШТАТА ЛЕСНЫХ ИНСПЕКТОРОВ

Белякова А.В…… 3

ДИНАМИКА УРОВНЯ СТАВОК ПЛАТЫ ЗА ДРЕВЕСИНУ НА КОРНЮ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Дегтев В.В., Голотовская А.В., Русова И.Г…….. 6

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Медведев С.О……. 9

ПРОБЛЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Мураев И.Г…… 12

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЛЕСНОЙ ПЛАН КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО СЕКТОРА

Мураев И.Г…….15

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ОТРАСЛЕВОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ НА ОСНОВЕ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК РОСТА ЗАНЯТОСТИ

Мякшин В.Н……... 19

ПЕРЕСТРОЙКА ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Панютин А.Н…… 22

РАЙОНИРОВАНИЕ ЛЕСОВ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕАЛИЯХ 2024 ГОДА

Русова И.Г., Дегтев В.В., Голотовская А.В…… 24

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПЛАНИРОВАНИЮ СТОИМОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Филинова И.В…… 28

Секция «ЛЕСОУТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЛЕСОВ, ЛЕСНАЯ ТАКСАЦИЯ, ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ»…… 31

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ СКВОЗИСТОСТИ ДРЕВОСТОЯ ПО ДАННЫМ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Алексеев А.Б., Плотникова А.С., Шевченко Н.Е……31

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В РАМКАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Боровлёв А.Ю……33

О ВЫСОТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЛЕСНЫХ ФОРМАЦИЙ НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА

Горичев Ю.П…….. 36

ПОРЯДОК ФОРМИРОВАНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВИДОВ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Григорьева О.В., Мочалов В.Ф…… 40

ДЕШИФРИРОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИСКУСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА «YOLO»

Жовнеров Н.С., Вагизов М.Р…… 43

ПРИМЕР ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Зеленцов В.А., Мочалов В.Ф…… 46

ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПО ДОСТУПНОСТИ УЧАСТКОВ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ

Зленко Л.В., Евдокимова Л.С…….. 49

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ОПУСТЫНЕННЫХ И ЗАСОЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПАЛЛАСОВСКОГО РАЙОНА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ГИС И ДЗ

Ищук Т.А., Скачкова А.Р…….. 52

ИСХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НА МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ БАС

Лавров А.В., Смирнов М.А……...55

ТРЕЙФИЛЬД Р.Ф. О СОСТОЯНИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ

Николаева М.А., Орлов М.М., Алексеев А.С…… 57

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД С УЧЕТОМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Семенов Д.В., Лукашик Е.Е…… 61

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ДРЕВЕСНЫХ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД

Семенов Д.В., Лукашик Е.Е……..64

УЧЁТ КОРЫ В ОБЪЁМАХ КРУГЛЫХ ДЕЛОВЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Трусов Г.И…… 67

СООТВЕТСТВИЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС ОБЪЕМАМ СНЕГОПРИНОСА К ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ПУТЯМ (НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА ЕКАТЕРИНБУРГ-КАМЕНСК –УРАЛЬСКИЙ)

Уразова А.Ф……70

ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ СПУТНИКОВАЯ СЪЕМКА В МОНИТОРИНГЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА КРИОЛИТОЗОНЫ

Харук В.И. Голюков А.С., Двинская М.Л., Им С.Т., Петров И.А……. 72

ВОЗМОЖНЫЕ ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА НАСАЖДЕНИЙ ПРИ ДЕШИФРИРОВАНИИ

Черниховский Д.М., Луцкая П.О……. 75

ДИСТАНЦИОННЫЙ СПОСОБ ТАКСАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Черниховский Д.М., Парфенов А.А…… 78

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СМЕШАННЫХ ЛИСТВЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ ОСТРОВНЫХ ЛЕСОСТЕПЕЙ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Шевелев С.Л., Кулакова Н.Н., Усов С.В…… 81

Секция «ПРИРОДНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ, ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСОВ И ИНЫХ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ДОСТИЖЕНИИ ЦЕЛЕЙ УГЛЕРОДНОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ КОНСОРЦИУМА «РИТМ УГЛЕРОДА»…… 84

ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ КАК ПОГЛОТИТЕЛИ И НАКОПИТЕЛИ УГЛЕРОДА: МОДЕЛЬ КАРБОНОВОГО НАСОСА

Алексеев А.С……..84

СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА

Березин Г.В…… 87

ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ, КАК ЭЛЕМЕНТ СТРАТЕГИИ СУБЪЕКТОВ РФ В РАЗРАБОТКЕ ПЛАНОВ ПО АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА

Добровольский А.А., Терехова Д.Г……. 90

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ КОНВРСИОННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ В РАМКАХ ПРОЕКТА «РИТМ УГЛЕРОДА»

Замолодчиков Д.Г., Честных О.В…… 93

МНОГОЦЕЛЕВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСОВ В КОНТЕКСТЕ РЕАЛИЗАЦИИ ЛЕСОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

Кази И.М., Добровольский А.А……96

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА В НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Лукашик Е.Е., Семенов Д.В., Иванов А.А…….. 99

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАПАСОВ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКЕ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ И КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА

Нарыкова А.Н., Плотникова А.С., Данилова М.А., Кузнецова А.И.,

Ахметова Г.В……102

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗАПАСОВ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА ПИЛОТНЫХ РЕГИОНОВ В РАМКАХ РАБОТЫ КОНСОРЦИУМА «РИТМ УГЛЕРОДА»

Плотникова А.С., Гопп Н.В., Мешалкина Ю.Л., Нарыкова А.Н., Чернова О.В…… 105

РОЛЬ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В СТАБИЛИЗАЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Султанова З.Г., Ибрагимова К.К……..... 108

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСОВ ПО ПОГЛОЩЕНИЮ АТМОСФЕРНОГО УГЛЕРОДА: ИНСТРУМЕНТЫ, МЕТОДЫ, ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ

Филипчук А.Н., Нигматуллин Б.И., Салтанов М.Г. Малышева Н.В…….. 110

ОТ ЭКСТЕНСИВНОЙ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ К ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПТИМИЗИРОВАННОМУ УПРАВЛЕНИЮ ЛЕСАМИ

Шварц Е.А., Шматков Н.М., Карпачевский М.Л., Байбар А.С……... 113

Секция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, ВОССТАНОВЛЕНИЯ, ОХРАНЫ ЛЕСОВ»…… 117

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СОСНЫ И ДИНАМИКА ЕГО РОСТА В ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Андреева Е.М., Стеценко С.К., Терехов Г.Г……. 117

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕЗОНАНСНОГО СЫРЬЯ

Антонов О.И., Степанова А.В., Старков Д.О…… 120

ФОРМИРОВАНИЕ ФИТОМАССЫ ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ПОЧВАХ РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Ануфриев М.В., Герасимова Т.А., Шкуренков Е.Д., Яковлев А.А…… 123

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Бекух З.А., Юдаков Д.А., Кочурова Д.Г., Шумихина А.Е., Акулова Л.К……..125

ЗАВИСИМОСТЬ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ХВОЙНЫХ ПОРОД ОТ ТИПОВ ЛЕСА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Беляева Н.В., Ситникова Д.Н., Кази И.А……...128

ВИДЫ РОДА *POPULUS* В ДЕНДРАРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Бойцов А.К., Жигунов А.В., Зимирева В.С……... 130

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ ПРИ ХРАНЕНИИ ЖЕЛУДЕЙ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО

Бондаренко А.С…… 134

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ В ЕЛЬНИКАХ ОХТИНСКОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Волдаев Л.К., Хоанг Минь Ань, Грязькин А.В……137

ОЦЕНКА ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Грибачева О.В., Кравец А.Л., Лень О.А…… 139

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ДОВСХОДОВОГО ГЕРБИЦИДА НА СЕЯНЦЫ ЕЛИ

Демина Н.А., Васильева Н.Н., Дуркина Т.М., Тюкавина О.Н…… 141

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕГЛАМЕНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ УХОДЕ ЗА ЛЕСНЫМИ КУЛЬТУРАМИ И ЕСТЕСТВЕННЫМИ МОЛОДНЯКАМИ БЕРЕЗЫ

Егоров А.Б., Павлюченкова Л.Н., Постников А.М., Бубнов А.А……144

ИНТЕГРАЦИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ И МЕТОДА КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМИ ПИТОМНИКАМИ

Иванов Г.С., Бойцов А.К…… 147

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ 15-ЛЕТНИХ ПРИВИТЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ НА УЧАСТКЕ «МАНА» В ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЕ КРАСНОЯРСКА

Илюшина К.А., Щерба Ю.Е……... 150

АНАЛИЗ ОБЪЁМА ЗАГОТОВКИ СЕМЯН ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА ПЕРИОД РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА «СОХРАНЕНИЕ ЛЕСОВ» НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЭКОЛОГИЯ»

Калинина Д.П., Савченкова В.А., Нарбутовских Т.В…….. 153

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСКУССТВЕННОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ МЕТОДОМ ПОСЕВА СЕМЯН ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЛЯХ В ЗОНЕ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

Камашев А.А., Савченкова В.А…… 156

АЛЛЕЛЬНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА PPR (PENTATRICOPEPTIDE REPEAT), СЦЕПЛЕННЫЙ С ПРИЗНАКОМ УЗОРЧАТОСТИ ДРЕВЕСИНЫ У КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

Каржаев Д.С., Волков В.А., Потокина Е.К., Жигунов А.В…… 159

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ЧЕРНИЧНОМ ТИПЕ ЛЕСА ПРИ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОЛНОТЕ 0,6 НА ТЕРРИТОРИИ ОРЛИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Коберницкий М.В…… 160

ОСОБЕННОСТИ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОЖЖЕВЕЛОВЫХ РЕДКОЛЕСИЙ КРЫМА

Коренькова О.О……162

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ

Лисицын В.И., Матвеев Н.Н., Евсикова Н.Ю., Камалова Н.С., Внукова С.В……165

СОБИЧЕВСКИЙ VS КАЙГОРОДОВ: ПОЛЕМИКА КОНЦА XIX ВЕКА ПО РУССКОЙ ЛЕСНОЙ ТЕРМИНОГРАФИИ

Лукьянова Л.В……..169

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРНЫХ ЛЕСОВ БОЛЬШОГО КАВКАЗА В ПРЕДЕЛАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Нагалевский Ю.Я., Кочурова Д.Г., Нагалевский Ю.Э……. 172

ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОГО РОСТА СОСНЫ В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОМОРФОМЕТРИЧСКИХ УСЛОВИЯХ ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Неверов Н.А., Минеев А.Л……..175

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОЦЕНОЗОВ НА УЧАСТКАХ ЧЕРЕСПОЛОСНЫХ ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В КИСЛИЧНОМ ТИПЕ ЛЕСА РЕГИОНА ЮГО-ЗАПАДА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Никитин Д.В…… 178

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПО ВСХОЖЕСТИ И РОСТУ СЕЯНЦЕВ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

Пастухова А.М., Войткевич А.Е…….181

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РАЗМЕЩЕНИЯ-РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В МОДЕЛИРОВАНИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЖАРНО-ХИМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ РЕГИОНА РОССИИ

Подольская Е. С., Ершов Д.В., Ковганко К.А……..183

ОСОБЕННОСТИ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ПОДРОСТА ПОСЛЕ НИЗОВОГО ПОЖАРА В ОСУШЕННЫХ СОСНЯКАХ КУСТАРНИЧКОВО-СФАГНОВЫХ (ПОДТАЙГА, ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Покоева М.В., Егоров А.А., Глухова Т.В…….. 186

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДОЗ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЪЕКЦИЙ В СТВОЛЫ ДЕРЕВЬЕВ ОСИНЫ В ФАЗЕ ЖЕРДНЯКА

Постников А.М., Егоров А.Б., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н……189

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Раздымахо А.А., Нарбутовских Т.В., Савченкова В.А…….192

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРИЖИВАЕМОСТЬ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В ЛЕСНИЧЕСТВАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Русова И.Г., Алпацкая Ю.И…… 194

ПОЛУВЕКОВАЯ ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ЛИСТВЕННИЧНИКАХ СЕВЕРНОГО САХАЛИНА

Сабиров Р.Н…… 197

РАЗМНОЖЕНИЕ АЛЛОТРИПЛОИДНЫХ СОРТОВ ТОПОЛЯ СЕЛЕКЦИИ ВГЛТУ имени Г.Ф. МОРОЗОВА

Сиволапов А.И., Благодарова Т.А., Сиволапов В.А…….201

ЗАВИСИМОСТЬ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ХВОЙНЫХ ПОРОД ОТ ВОЗРАСТА МАТЕРИНСКОГО ДРЕВОСТОЯ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ситникова Д.Н., Беляева Н.В., Кази И.А…….. 204

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ НА ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Стеценко С.К., Андреева Е.М., Ермакова М.В., Терехов Г.Г…… 206

ТЕПЛОТВОРНАЯ СПОСОБНОСТЬ СТВОЛОВ ЕЛИ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ИХ ЕЛОВОЙ ГУБКОЙ

Тюкавина О.Н., Корепин Д.Ю…… 210

СОХРАННОСТЬ И РОСТ ТОПОЛЕЙ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Царев А.П., Царева Р.П., Царев В.А…….. 213

ЗАДЕРЖАНИЕ ТВЕРДЫХ ОСАДКОВ В БЕРЕЗОВЫХ, СОСНОВЫХ И ЛИСТВЕННИЧНЫХ ДРЕВОСТОЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Шурыгин С.Г., Павлов А.А., Шурыгина М.С…….. 216

УСТОЙЧИВОСТЬ СЕВЕРО-ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ В УСЛОВИЯХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Ярмишко В.Т., Игнатьева О.В……219

Секция «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В ЛЕСНЫХ И АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТАХ»…….222

ЗАВИСИМОСТЬ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ОТ ИХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ

Бачериков И.В., Сидоренко А.Н., Щекалев Р.В……..222

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ С РАЗНЫМ СРОКОМ ЗАЛЕЖИ

Блохин М.А., Яковлев А.А., Данилов Д.А., Шкуренков Е.Д.,

Герасимова Т.А…… 224

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АГРОЛЕСОВОДСТВА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Данилов А.А…… 226

СОТНОШЕНИЕ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА И АЗОТА В ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ РАЗНОГО СРОКА ЗАЛЕЖНОСТИ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Зайцев Д.А., Данилов Д.А., Иванов А.А., Януш С.Ю……..229

АГРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ПРЕПАРАТОМ «ХАКЕР» В РАЗНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ

Ищук Т.А., Левицкая В.С……232

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ КРОНЫ С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМ ПОНИЖЕНИЕМ *TILIA EUROPAEA* L. НА КОРОТКОМ ШТАМБЕ ПАРКА МУЗЕЙ-УСАДЬБЫ Н. К. РЕРИХА, Д.ИЗВАРА ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ

Нерубацкий С.В., Салямова М.А., Иванов А.А., Данилов Д. А……..235

ЕСТЕСТВЕННЫЕ ДРЕВОСТОИ СОСНЫ И ЕЛИ НА КАРБОНАТНЫХ ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Суворов С.А., Зайцев Д.А., Данилов А.А…….. 237

АНАЛИЗ ХОДА РОСТА НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ, СОЗДАННЫХ НА ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВАХ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Шкуренков Е.Д., Герасимова Т.А., Ануфриев М.В., Данилов Д.А…….240

Секция «ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА БИОМАССЫ ДЕРЕВА И БИОЭНЕРГЕТИКА»..... 243

ВОДНЫЙ ЭКСТРАКТ ХВОЙНОЙ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ. УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫХОДА ВЫХОДА ЭКСТРАКТА ЗВУКОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Ведерников Д.Н. Завьялова С.М., Миронова Н.М., Зарембо Д.В., Обмолоткова Н.С…… 243

ЭКСТРАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ЗЕЛЕНОЙ ЧАСТИ ЕЖЕВИКИ СИЗОЙ (*RUBUS CAESIUS* L.)

Ведерников Д.Н., Виноградова М.В…….. 246

К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ДРЕВЕСНОУГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ

Жуков В.А.,Спицын А.А., Мочалова Н.А., Акулов М.……248

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СУЛЬФАТНОЙ ВАРКИ ПЛАНТАЦИОННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ НА СТЕПЕНЬ ДЕЛИГНИФИКАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Ковалева О.П., Петруничев О.В…….. 252

СОСТАВ ФРАКЦИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ И СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ СОЛОМЫ МИСКАНТУСА ГИГАНТСКОГО

Кодиров Д.А., Рощин В.И., Миксон Д.С., Будаева В.В., Скиба Е.А……..……. 255

ВЛИЯНИЕ ХВОЙНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ НА СНИЖЕНИЕ МЕТАНОГЕНЕЗА У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Короткий В.П., Зайцев В.В., Рощин В.И., Миксон Д.С., Рыжов В.А……. 258

СОСТАВ СОЕДИНЕНИЙ ЭКСТРАКТА ИЗ ШРОТА ПИХТЫ СИБИРСКОЙ ПОСЛЕ CO_2-ЭКСТРАКЦИИ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ

Кузьмина А.С., Миксон Д.С., Рощин В.И……. 260

МИКРОВОЛНОВАЯ ДЕЛИГНИФИКАЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ КАК СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛУЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ФОРМЕ ПОРОШКА

Кушнир Е.Ю., Базарнова Н.Г……..263

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ПРИРОСТ СТЕПЕНИ ПОМОЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ ПРИ БЕЗНОЖЕВОМ РАЗМОЛЕ

Литвинова М.М., Алашкевич Ю.Д., Марченко Р.А…….266

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ В РОССИИ

Мельничук М.С., Дубовый В.К…….. 268

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКНИСТОГО ПОЛУФАБРИКАТА ИЗ СОЛОМЫ ХЛЕБНЫХ ЗЛАКОВ ДЛЯ ТАРОУПАКОВОЧНЫХ ВИДОВ БУМАГ

Морозов В.Ю., Симонова Е.И., Дубовый В.К., Демьянцева Е.Ю……...271

ЦЕЛЛЮЛОЗА. ИК-СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ, ЭВКАЛИПТА

Обухова И.А., Пименов *С.Д.* Сиклицкий В.И., Трапезникова И.Н.,

Атаманов И.В……... 275

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

Рыжов В.А., Рощин В.И., Миксон Д.С…….. 276

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПЕЛЛЕТНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Соколова Н.В., Злобин А.А…….279

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОРЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ

Федоров В. С., Рязанова Т. В.**,** Короткий В.П., Рыжов В.А., Прытков Ю.Н…….. 282

Секция «ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЙ ЛАНДШАФТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ»…….285

ПРОЕКТ ПО СОЗДАНИЮ ГОРОДСКОГО ФИТОЦЕННОЗА НА ОПЫТНОМ УЧАСТКЕ НА ТЕРРИТОРИИ БАШГАУ

Ганиева Ю.А., Габитова А.А., Ишбирдина Л.М……285

К ВОПРОСУ О СОХРАНЕНИИ МАЛОМЕСТНЫХ УСАДЕБ ИСТОРИЧЕСКИХ ДЕЯТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ УСАДЕБНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Киселева Н.А., Чертилова Е.А……288

ВЛИЯНИЕ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА АВТОДОРОГ НА СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНОГО ПОКРОВА В ВОДООХРАННОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛА

Любомилов М.С., Лукьянов Л.Е……291

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ЛАНДШАФТНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В РОССИИ И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Новокрещенова А.В., Бокебаева Г.А……. 294

ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЛОСЫ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Трещевская Э.ИТихонова Е.Н., Голядкина И.В., Трещевская С.В

Бобрешов К.В…… 298

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР И ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ ИЗ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО В ГОРОДЕ НОВОСИБИРСКЕ

Цветкова Н.В…… 301

Секции «ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА» и «МАШИНЫ, МЕХАНИЗМЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯВ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ» 303

О ВЫБОРЕ УСТРОЙСТВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Аввакумов М.С., Власов Е.Н., Кузин И.С., Прытков Н.Д., Стрельцов С.В…….. 303

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРИТЕРИЕВ ЗНАЧИМОСТИ ИЗ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В ЗАДАЧАХ ЛЕСНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Аввакумов М.С., Власов Е.Н., Кузин И.С., Прытков Н.Д., Стрельцов С.В……...305

О ВЫБОРЕ УСТРОЙСТВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Власов Е.Н., Кузин И.С., Прытков Н.Д., Стрельцов С.В……307

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КРИТЕРИЯ ЗНАКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ В ЛЕСНОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Власов Е.Н., Кузин И.С., Прытков Н.Д., Стрельцов С.В……309

О МЕТОДАХ ОЦЕНКИ МИНИМАКСНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ПРИ ЭКСПЕРТИЗЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Власов Е.Н., Кузин И.С., Прытков Н.Д., Стрельцов С.В……311

КОНТЕЙНЕРНЫЕ ЛЕСОПИЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ

Вохмянин Н.А., Шевченко В.С., Тарабан М.В……313

КОНТЕЙНЕРНЫЕ ЛЕСОПИЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Вохмянин Н.А., Шевченко В.С., Тарабан М.В…… 313

КОНТЕЙНЕРНЫЕ ЛЕСОПИЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ. ВОПРОСЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ

Вохмянин Н.А., Шевченко В.С., Тарабан М.В…… 316

ПОВЫШЕНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ ДЛЯ ЛЕСНОЙ ТЕХНИКИ

Карасёв Ю.А., Марков В.А…….. 321

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДИАГНОСТИРОВАНИИ ПОЛОМОК И ОШИБОК ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Котлов Д.П., Кривоногова А.С., Пушков Ю.Л…… 325

АНАЛИЗ ОЦЕНОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕСНЫХ МАШИН

Кривоногова А.С., Пушков Ю.Л…… 325

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ ЛЕСНЫХ МАШИН

Кривоногова А.С., Пушков Ю.Л…… 328

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И НАПРАВЛЕНИЙ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАХВАТНО-СРЕЗАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА С ВИБРОПРИВОДОМ

Ласточкин Д.М……331

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСКРОЯ ДЕТАЛЕЙ КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ, СПРОЕКТИРОВАННОЙ С РАЗМЕРАМИ, В СООТВЕТСТВИИ С РЯДОМ ЧИСЕЛ ФИБОНАЧЧИ

Мосолова Е. В., Куликова Н.В.……333

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПЛАНИРОВАНИИ ЭФФЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Мохирев А.П., Дудин П.О.……..336

РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ПО ОЦЕНКЕ ВЕЛИЧИНЫ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ВЫСОТЫ МИКРОПОВЫШЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ ЛЕСНОГО ПЛУГА

Попов М.А., Дручинин Д.Ю……... 339

КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОПАРКА ФГБОУ ВО СПбГЛТУ им. С.М. КИРОВА

Пырин С.Я., Фатхуллин И.Р., Кривоногова А.С., Пушков Ю.Л…….342

ПРОЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ ЦЕНТРА ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ НА БАЗЕ ТЕХНОПАРКА СПбГЛТУ

Садыков Р.Ф., Байлов К.А., Кривоногова А.С., Пушков Ю.Л……344

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ НА ТРАДИЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

Спиридонов А.С., Литвинова М.М…….347

РАСЧЕТ ЭФФЕКТА ОТ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ КВАРЦЕВОЙ КРОШКИ В СОСТАВЕ ОГНЕЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Якупов И.И., Масалимов И.И……348

Секция «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МАЛОЛИКВИДНОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ»……...351

ВЛИЯНИЕ КОМПОЗИЦИИ ПО ВОЛОКНУ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЖИДКИХ СРЕД

Булычева В.Н., Лаврентьев И.В, Дубовый В.К., Томилин А.Ю., Немцев И.Г…… 351

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЙ ПЕРЕРАБОТКИ НИЗКОТОВАРНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА «SHELON» (ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И КРИТЕРИИ СРАВНЕНИЯ)

Вохмянин Н.А., Тарабан М.В……. 353

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЙ ПЕРЕРАБОТКИ НИЗКОТОВАРНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА «SHELON» (РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА И РЕКОМЕНДАЦИИ)

Вохмянин Н.А., Тарабан М.В……. 356

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИВИЦЫ И БЕРЕСТЫ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Гедьо В.М., Шайтарова О.Е., Чугунова Е.В…… 359

ПРОИЗВОДСТВО ЛЕСОХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ

Гедьо В.М., Шайтарова О.Е, Чугунова Е.В……...361

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ХВОЙНОЙ ВИТАМИННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ (ХВЭД) И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ

Гедьо В.М., Шайтарова О.Е., Чугунова Е.В……..365

МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ БИОУГЛЯ НА СТРУКТУРУ ПОЧВЫ И ЕЕ ПЛОДОРОДИЕ

Дурова А.С., Гедьо В.М…….. 366

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ МАКУЛАТУРЫ МС-5Б В ВОЛОКНИСТУЮ МАССУ

Зайцев А.В., Зайцев В.В., Дубовый В.К…… 369

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВК КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Зырянов М.А…….372

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИМППОРТОЗАМЕЩЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ФЛАФФ-ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Лаврентьев И.В., Булычева В.Н……..375

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРОВ ПОСЛЕ НАТРОННОЙ ДЕЛИГНИФИКАЦИИ ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ ТОПИНАМБУРА

Ромашева М.М., Селянкин М.А., Демьянцева Е.Ю., Смит Р.А.....378

ОЦЕНКА БИОРАЗЛАГАЕМОСТИ ПЛАСТИКОВ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Сиражев В.В., Трушев Р.А., Артёмов А.В., Кривоногов П.С……..379

ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ И ДИСПЕРСНОСТИ ИЗ ЭКСТРУЗИОННОЙ ХИМИКО-ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ МАССЫ

Сутайкин А.С., Крутиков А.С., Демьянцева Е.Ю., Дубовый В.К……...383

Секция «ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ, ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДЕРЕВЯННОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ»…….. 386

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ВЫБОР СПОСОБА УСТАНОВКИ ЗАДНИХ СТЕНОК КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ

Батырева И.М., Иванов А. М…….. 386

ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ САЕ СИСТЕМ В ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОЕТИРОВНИЯ МЕБЕЛИ

Батырева И. М., Иванов А.М…….. 389

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ МОДИФИКАЦИИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНОЙ ОТДЕЛКИ ДРЕВЕСИНЫ

Белова О.А…… 391

ПРИРОДНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ СМОЛ

Варанкина Г.С., Русаков Д.С…….. 394

КОНСТРУКЦИИ СИП ПАНЕЛЕЙ, ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Гаранин Н.А., Куликова Н.В…….. 397

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК

Дорогих Д.О., Некрасов З.Л., Запруднов В.И……... 399

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ: РОЛЬ ИИ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Каримов Б.М……402

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В МАТЕРИАЛАХ ИЗ ИЗМЕЛЬЧЁННЫХ ЧАСТИЦ

Леонович А.А., Куликов В.Н., Замазий Л.В., Овсянников Е.А……...405

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОДСОЛНЕЧНОЙ ЛУЗГИ КАК КОМПОНЕНТА ДРЕВЕСНОПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Леонович А.А., Замазий Л.В……...408

ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КИНЕТИКА ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ И ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД СИБИРИ

Лоскутов С.Р., Шапченкова О.А., Анискина А.А……411

РАСХОД ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ЗА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД ДЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ВЫПОЛНЕННЫХ ПО РАЗНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Некрасов З.Л., Куликова Н.В., Дорогих Д.О……414

РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА ЭЛЕКТРО- И ГАЗОЭНЕРГИЮ ЗА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Некрасов З.Л., Куликова Н.В., Дорогих Д.О……417

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТОВ КЛЕЕНЫХ БАЛОК В СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Полянина А.А., Ратундалов Д.А……419

ПРИМЕНЕНИЕ «ЗЕЛЕНЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ В ФОРМИРОВАНИИ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Русаков Д.С., Варанкина Г.С…….. 421

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНОГО ПОКРЫТИЯ

Соколова Е.Г……424

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ РАЗВИВАЮЩИХ ИГР-ТРЕНАЖЁРОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ВИДА «КАНТЕЛЕ-КОНСТРУКТОР»

Талых А.А., Гаврилова А.Д……427

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ ВЛАЖНОСТИ ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

Усов Д.В., Скуратов Н.В……429

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВНУТРЕННИХ ДЕФЕКТОВ В КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Федяев Ар.А…… 432

МОДЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЧЕРЕЗ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННУЮ ДРЕВЕСНУЮ ПАНЕЛЬ С АКУСТИЧЕСКИМИ ПОЛОСТЯМИ

Храмов И.В., Мохирев А.П., Храмова К.Р., Мохирев И.А……..435

МОДУЛЬ УПРУГОСТИ И ДЕФОРМАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОЦЕССАХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФАНЕРЫ

Чубинский А.Н., Коваленко И.В…… 438

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПО ТОЛЩИНЕ И ШИРИНЕ ДО И ПОСЛЕ ПАУЗЫ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ В КОНВЕКТИВНЫХ КАМЕРАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ
Шинкаренко С. Ю., Шевченко В. С. Лисица И. Н……441

Секция «ДЕНДРОЛОГИЯ И ЛЕСНОЙ ГЕОБОТАНИКА»

(ПОСВЯЩАЕТСЯ 135-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А.П. ШЕННИКОВА)……445

ВКЛАД АЛЕКСАНДРА ПЕТРОВИЧА ШЕННИКОВА (1888-1962) В РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИТОЦЕНОЛОГИИ, ДЕНРОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Нешатаев В.Ю…….. 445

ДИНАМИКА СЕЗОННОГО РОСТА PICEA PUNGENS ENGELM

Боровикова. А.А., Антонов А.М…….448

КРАСНОКНИЖНЫЕ ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ В КОЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА И ИХ ИСПОЛЗОВАНИЕ

Васильев С.В., Чепик Ф.А……...451

ФОРМОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СЕМЕННЫХ ЧЕШУЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ СУБАРКТИЧЕСКОГО КЛИМАТА

Генрих Э.А., Беляева Е.А., Бабич Н.А……... 454

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ НЕПЕЙЦЕВСКОГО ДЕНДРОПАРКА г. УФА

Егорова Л.В., Байтурина Р.Р…….. 457

ДЕНДРОИНДИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА

Ловелиус Н.В., Трубина М.А……..459

ФОРМА СЕМЕННЫХ ЧЕШУЙ ЕЛИ ИЗ ОКРЕСТНОСТЕЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА: СОПОСТАВЛЕНИЕ МЕТОДОВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ИЗМЕРЕНИЯ И ВИЗУАЛЬНОГО ОПИСАНИЯ

Налетов П.А., Егоров А.А……... 463

ТИПОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КАМЕННОБЕРЕЗНЯКОВ СЕВЕРА КОРЯКСКОГО ОКРУГА

Нешатаев В.Ю., Скворцов К.И., Никчемный М.Е., Нешатаева В.Ю……. 466

МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПАРКОВЫХ ЗОН НА ПРИМЕРЕ ПОЛЕЖАЕВСКОГО ПАРКА

Павлов В.С., Нешатаев В.Ю., Колмогорова С.С., Иванов С.А., Дубовский С.В…….. 469

РАЗНООБРАЗИЕ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ В СОСТАВЕ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ г. НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ

Потокин А.Ф……472

ВЫДЕЛЕНИЕ ПОДКРОНОВЫХ И МЕЖКРОНОВЫХ УЧАСТКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИНАМИКИ ДРЕВЕСНОГО ОПАДА

Тихонов С.В., Капица Е.А., Березин Г.В., Шорохова Е.В……... 475

Секция «ЗАЩИТА ЛЕСА»…….. 479

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ВРЕДОНОСНОСТЬ СЕРНО-ЖЕЛТОГО ТРУТОВИКА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПРИЛЕГАЮЩИЮ СТРАНАХ

Антонь В.В……479

ВЛИЯНИЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН НА РАЗВИТИЕ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Варенцова Е.Ю., Дюдюкин А.С……. 481

НОВЫЕ НАХОДКИ *DENDROLIMUS SIBIRICUS* (LEPIDOPTERA, LASIOCAMPIDAE) В ЛЕСАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Лукин А.В……. 483

ВСПЫШКА МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ТОПОЛЕВОЙ НИЖНЕСТОРОННЕЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ PHYLLONORYCTER POPULIFOLIELLA В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ. МНОГОЛЕТНИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЧИСЛЕННОСТЬЮ ВРЕДИТЕЛЯ

Мамаев Н.А……. 487

СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Мартирова М.Б……489

СОСТОЯНИЕ ВЯЗОВ В ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ВЫБОРГА

Поповичев Б.Г., Семёнова Е.Ф……... 491

ОЧАГИ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ (БОЛЕЗНЕЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ) ПИХТЫ СИБИРСКОЙ В ЛЕСАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Сафронова И.Е., Шилкина Е.А……... 494

ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА И РАЗМНОЖЕНИЕ ВРЕДИТЕЛЕЙ В НАСАЖДЕНИЯХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Селиховкин А.В……... 497

К ВОПРОСУ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ПОБЕГОВОГО РАКА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Шишкина Анна А., Карпун Н.Н……. 500

ПОРАЖЕННОСТЬ КОРНЕВОЙ ГУБКОЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ КЛИМАТИПОВ СОСНЫ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Шишкина Анастасия А., Карпун Н.Н…… 503

ДУБ ЧЕРЕШЧАТЫЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ: ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Шишлянникова А.Б., Змитрович И.В…….. 506

Секция «ДЕКОРАТИВНОЕ РАСТЕНИЕВОДСТВО. БОТАНИЧЕСКИЕ САДЫ» 510

ТРАВЯНИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ФЛОРЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПбГЛТУ

Адонина Н.П., Баранова А.В…….. 510

РЕСУРСЫ РОДА *HEMEROCALLIS* L В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПбГЛТУ

Адонина Н.П., Махлумова А.Е……...513

ИСТОРИЯ КОЛЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ РОДА *HYDRANGEA* L. В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПБГЛТУ ИМЕНИ С.М. КИРОВА

Адонина Н.П., Покровская В.А…….. 520

КОЛЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ РОДА SYRINGA L. В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПбГЛТУ

Адонина Н.П., Слотина А.В……520

ЕСТЕСТВЕННЫЕ ТРАВЯНИСТЫЕ ЦЕНОЗЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА СПбГЛТУ

Адонина Н.П., Тюриков С.А…….. 523

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И СПОСОБЫ РАЗМНОЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ РОДА *PYRACANTHA* M. ROEM. (ROSACEAE *JUSS*.) В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПбГЛТУ

Бессараб И.В…… 527

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДИАМЕТРА СТВОЛА ЯБЛОНИ КОЛЛЕКЦИИ ОСТРОВА ТАТЫШЕВ Г. КРАСНОЯРСКА

Братилова Н.П., Терлецкая В.А., Цыганкова Н.В…….530

САПРОТРОФНЫЙ ГРИБНОЙ КОМПЛЕКС В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПБГЛТУ

Брянцева Ю.С…….. 533

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ *STREPTOCARPUS IONANTHUS* SSP. *RUPICOLA* (B. L. BURTT) CHRISTENH.

Володина С.О., Володин В.В., Некрасова Е.В., Паутова И.А……. 535

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ РОДА *VITEX* L. **(**LAMIACEAE**)**

Володина С.О., Некрасова Е.В., Топкова О.В., Ву Тхи Лоан, Володин В.В……. 539

ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОВ МАТОЧНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЯБЛОНИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ИМЕНИ ВС. М. КРУТОВСКОГО (2022 г.)

Григорьева С.О., Моксина Н.В., Коломыцев М.В……541

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ В.Н. НИЛОВА ФБУ «СЕВНИИЛХ»

Демидова Н.А., Васильева Н.Н., Дуркина Т.М……544

ИТОГИ РАБОТЫ ПО ПОДБОРУ УСТОЙЧИВОГО АССОРТИМЕНТА ДЕКОРАТИВНЫХ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Иванов С.А., Егоров А.А……547

ВРЕДИТЕЛИ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА FABACEAEJUSS.НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Коляда Н.А……549

ИЗУЧЕНИЕ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *MAGNOLIA*L. В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Малевич А.М., Шпитальная Т.В…….552

ПАССИРОВАНИЕ НА ПИТАТЕЛЬНУЮ СРЕДУ ОБРАЗЦОВ РОДА *RHODODENDRON* L.

Марковская А.Н., Мартюшова Е.Г……554

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОНОВ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ. МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД

Мельничук И.А., Двадцатова Т.В……...557

ПЛОДОНОШЕНИЕ ЯБЛОНИ СТЛАНЦЕВОЙ ФОРМЫ В УСЛОВИЯХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ ВС. М. КРУТОВСКОГО

Моксина Н.В., Коломыцев М.В……..560

ПЛОДОВЫЕ И ДЕКОРАТИВНЫЕ КУЛЬТУРЫ В УФИМСКОМ ЛИМОНАРИИ

Садыкова Ф.В., Билалова Э.Г., Аслямова Э.Р……...563

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА "НАРОЧАНСКИЙ"

Станкевич Т.В., Шпитальная Т.В……...566

БОТАНИЧЕСКИЕ САДЫ И ДЕКОРАТИВНОЕ РАСТЕНИЕВОДСТВО

Ткаченко К.Г…….569

КРАСИВОЦВЕТУЩИЕ РАСТЕНИЯ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ Б.В. ГРОЗДОВА

Хоменок М.А., Шлапакова С.Н……... 573

ЛИАНЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА СПбГЛТУ

Хрусталев Р.А., Володин В.В……. 576

КАФЕДРА ДЕКОРАТИВНОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА В ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ. ГАЛЕРЕЯ ПОРТРЕТОВ

Цымбал Г.С., Трубачева Т.А……...579

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА

LARIX MILL. (PINACEAE) В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СПбГЛТУ

Шибанов С. А., Нешатаев В. Ю., Володин В.В…… 581

ВИДЫ И СОРТА ЧУБУШНИКА В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ИМЕНИ Б.В. ГРОЗДОВА

Шлапакова С.Н., Хоменок М.А…….. 585

АЛЛЕЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО ПИРАМИДАЛЬНОГО В ЦЕНТРАЛЬНОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ НАН БЕЛАРУСИ

Шпитальная Т.В., Котов А.А…….. 588

ЛЕСНЫЕ ПЕРВОЦВЕТЫ-ИНТРОДУЦЕНТЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА СЫКТЫВКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ПИТИРИМА СОРОКИНА

Шушпанникова Г.С., Мельникова К.В…….. 590

Секция «СОВРЕМЕННЫЕМЕТОДЫ УЧЕТА ОБЪЕМА И ОПРЕДЕЛЕНИЯКАЧЕСТВА ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ В РФ: ОСОБЕННОСТИ, СЛОЖНОСТИ М ПЕРСПЕКТИВЫ»……594

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ МАШИННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ИЗМЕРЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РУБОК ЛЕСА

Вернер Н.Н……594

УЧЕТ КОРЫ ПРИ ТАКСАЦИИ КРУГЛЫХ ДЕЛОВЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Гурьянов М.О., Митченко А.П……... 597

Для записей

Научное издание

Ответственные редакторы:
Добровольский Александр Александрович
Петров Владимир Николаевич
Черниховский Дмитрий Михайлович
Алексеев Александр Сергеевич
Жигунов Анатолий Васильевич
Данилов Дмитрий Александрович
Рощин Виктор Иванович
Крюковский Александр Сергеевич
Угрюмов Сергей Алексеевич
Кривоногова Александра Станиславовна
ГедьоВасилий Михайлович
ЧубинскийАнатолий Николаевич
Нешатаев Василий Юрьевич
Селиховкин Андрей Витимович
Адонина Нина Петровна
Шлапакова Светлана Николаевна
Володин Владимир Витальевич

Технический редактор:
Чугунова Елена Викторовна

ЛЕСА РОССИИ: ПОЛИТИКА, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ

Материалы IX Всероссийской научно-технической конференции
22 – 24 мая 2024 года

В авторской редакции с готового оригинал-макета

Подписано с оригинал-макета 10.07.2024
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 38,75 ЭБС Заказ № 52 С 206

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
194021,Санк-Петербург,Институтский пер, 5, лит У