

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
“САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С. М. КИРОВА”

*Институт леса и природопользования
Студенческое научное общество
и Совет молодых учёных*

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА



Материалы VI международной молодежной
научно-практической конференции
10–11 ноября 2022 года

The actual issues in forestry
International youth scientific-practical
conference November 10–11, 2022



Санкт-Петербург

2022

УДК 630

Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: материалы VI междунар. молодежн. науч.- практ. конф., 10–11 ноября 2022 г. /под ред. В.С. Павлова СПбГЛТУ, – СПб.: Изд-во «РЕНОМЕ», 2022. – 277 с.

The actual issues in forestry: International youth scientific-practical conference, November 11-12,2021. St. Petersburg State Forest Technical University, SPb.: SPbSFTU. Publishing house "RENOME", 2022, 277 p.

Рассмотрено и рекомендовано к изданию оргкомитетом конференции
01 ноября 2022 г.

Оргкомитет конференции:

Бойцов А.К., ассистент,
Вагизов М.Р., кандидат технических наук,
Шайтарова О.Е., кандидат экономических наук,
Мокринский А.А., студент,
Мерзук С.А., руководитель студенческого научного общества (СНО).

Программный комитет конференции:

Колмогорова С.С., кандидат технических наук,
Павлов В.С., кандидат сельскохозяйственных наук,
Жигунов А.В., доктор сельскохозяйственных наук,
Потокина Е.К., доктор биологических наук,
Потокин А.Ф. кандидат биологических наук,
Варенцова Е.Ю. кандидат биологических наук,
Яковлев А.А., ассистент

ISBN 978-5-00125-750-9

©Санкт-Петербургский
государственный лесотехнический
университет имени С.М. Кирова, 2022

Наука - поиск и открытия. Поиск правды, поиск подкрепляющих ее фактов. И это нелегкое занятие. Часто можно услышать, что новые идеи и найденные факты не встраиваются в общую парадигму, и кто-то меняет направление своих изысканий, кто-то продолжает идти вперед. Чтобы понять обоснованность найденного и свою правоту, необходимо знать свое дело очень глубоко, знать закономерности и множество связей с иными фактами, уже открытыми. Тогда можно доказать оппонентам состоятельность предлагаемого и ее новизну. Но даже пройдя этот путь, надо иметь характер, чтобы не остановившись на достигнутом, внедрить найденное в жизнь.

С уважением,
зам. ген. директора по качеству
АО "Шмидт энд Олофсон"
Митченко Андрей Петрович

Оглавление

Общие вопросы лесного хозяйства	9
Алексеева Е.О., Филиппова В.С., Михайлова А.Е. «ЗЕЛЕНАЯ» ЭКОНОМИКА И ПРЕДПРИНИМАЕМЫЕ В ЕЕ РАМКАХ МЕРЫ ПО БОРЬБЕ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА.....	9
Ваулин Н.С., Поликарпов А.М. ПРОБЛЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ УЧАСТКОВ ИЗ СОСТАВА ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА	13
Громов Н.П. ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УСАДЕБНО-ПАРКОВОГО КОМПЛЕКСА НАРВСКОЙ ЛЬНОДЖУТОВОЙ МАНУФАКТУРЫ БАРОНА А.Л. ШТИГЛИЦА.....	17
Земенцкий Ю.В. РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ ЭКОСИСТЕМ.....	20
Илларионов Е.В., Поликарпова Ю.Е. КАДАСТРОВАЯ СТОИМОСТЬ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ	23
Мамбетова С.Р., Бахтиярова А.В., Михайлова А.Е. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ЭКСТРАКЦИИ БЕРЕЗОВЫХ ПОЧЕК МЕТОДОМ ИСИКАВЫ.....	25
Матюшин В.А., Поликарпова Ю.Е. К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ ПОЛИГОНОВ ТКО НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	29
Медведев С.О., Зырянов М.А. К ВОПРОСУ О РОЛИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В ЭКОНОМИКЕ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ	33
Назарова О.А. ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ НА РЕГИОНАЛЬНУЮ ЭКОНОМИКУ	37
Проскуряков В.В., Яковлева Н.А. РАЗРАБОТКА ИНЖИНИРИНГА УРБОБИОЦЕНОЗОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА БЕЛГОРОДА	40
Топоренко Н.А., Поликарпов А.М. ИСКУССТВЕННЫЕ ЗЕМЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ.....	42
Чибидин А.С. АКТУАЛЬНЫЕ ТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СТЫКЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И ЛЕСНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА.....	44
Секция лесоводства и лесных культур	50
Алексеева М.А., Дурова А.С. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МИКОКАРСТ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ.....	50
Баранов Н.И., Жигунов А.В., Николаева М.А. ОСОБЕННОСТИ РОСТА ПОТОМСТВ ЕЛИ В 45-ЛЕТНИХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ ГАТЧИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	53
Баранова А.И. Нестерчук В.В. Шабунин Д.А. ПОЛУЧЕНИЕ КУЛЬТУРЫ ТКАНИ <i>PICEA ABIES</i>	57
Баталыга В.В., Дурова А.С. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕРМИКОМПОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ	61
Беляев Д.С., Данилов Ю.И., Гузюк М.Е. ДИНАМИКА РОСТА КУЛЬТУР ЛИСТВЕННОЙ ЕЛИ В ОХТИНСКОМ УЧЕБНО ОПЫТНОМ ЛЕСХОЗЕ.....	65
Елисеева М.А., Ситникова Д.Н. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ (<i>Picea abies</i> L.) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОЛНОТЫ МАТЕРИНСКОГО ДРЕВОСТОЯ.....	68

Каржаев Д.С., Сафонычева Е.Д. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДОСТАВКИ CRISPR/CAS-КОМПОНЕНТОВ В КЛЕТКИ КАЛЛУСА ОСИНЫ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕРИЛЬНЫХ КЛООНОВ	72
Коберницкий М.В. СРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ СКРУЧЕННОЙ (<i>Pinus contorta</i>) В СОКОЛЬСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ОРЛИНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	75
Костылева К.А., Ермоченко А.И., Жигунов А.В. ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ МАЛОЦЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ ЛЕСОКУЛЬТУРНЫМИ МЕТОДАМИ	78
Крестьянова М.А., Гурьянов М.О., Николаева М.А. ЗАВИСИМОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК КЛИМАТИПОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ОТ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КООРДИНАТ РАЙОНОВ ПРОИСХОЖДЕНИЯ СЕМЯН	82
Кузин Д.Е., Данилов Д.А. РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К ОСВОЕНИЮ ЗАРОСШИХ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬХОЗНАЗНАЧЕНИЯ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	86
Можжерин Я.Е., Жигунов А.В., Бондаренко А.С. ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА РАНГОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПОЛУСИБСОВЫХ И СИБСОВЫХ СЕМЕЙ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ	90
Романов Е.М., Галкина У.А., Еросланова А.В., Бычкова Д.Д. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (<i>Pinus sylvestris</i> L.) И ИХ РОСТ В КУЛЬТУРАХ.....	94
Сергеева А.С. СРАВНЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ФОРМИРОВАНИЕ МОЛОДОГО ПОКОЛЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА СТАРОПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ И ЗЕМЛЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА, ПРОЙДЕННЫХ ПОЖАРАМИ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	98
Секция энтомологии и защиты леса	102
Антонь В.В. БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ОПЕНКОМ ОСЕННИМ	102
Зимирева В.С. ПРИЧИНЫ ПАДЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ.....	104
Ковыршина В.А., Москаленко И.И., Николаева М.А. ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БОБРА РЕЧНОГО (<i>Castor fiber</i> L.) НА СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ ГАТЧИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ..	109
Ступак А.Н., Мерзук С.А. ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДУБОВ ГАТЧИНСКОГО ДВОРЦОВОГО ПАРКА И СТАРЕЙШИХ НАСАЖДЕНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА.....	113
Царапкина Д.С., Мироненко Е.В. ЗЕЛЕННЫЕ НАСАЖДЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МБОУ СОШ №3В ГОРОДЕ КЛИНЦЫ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ.....	118
Секция ботаники и дендрологии.....	121
Доан Тхи Нга, Нгуен Хыу Кыонг, Нешатаев В.Ю. РАУ САНГ (<i>Melientha suavis</i> Pierre) – ЦЕННОЕ ЛЕКАРСТВЕННОЕ РАСТЕНИЕ СЕВЕРНОГО ВЬЕТНАМА.....	123
Доан Тхи Нга, Ле Лхань Ву, Нешатаев В.Ю. ЭКОЛОГО-РЕСУРСНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЛЕСНОГО ФОНДА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	126

Налетов П.А., Орлова Л.В., Егоров А.А. ШИРОТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЕЛИ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ ПО ДАННЫМ О ВАРЬИРОВАНИИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ШИШЕК	131
Теплоухова Е.А. ГЕОБОТАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ДЛЮЩЕНКИ ВЛИЯНИЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ МЫСА ИМПИНИЕМИ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «ЛАДОЖСКИЕ ШХЕРЫ»)	133
Черных Н.П. СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ПАРКЕ ОСИНОВАЯ РОЩА НА ПРИМЕРЕ ЛЕСОПАРКОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ	136
Секция технологии лесозаготовок	140
Воронин Г.В., Захаренкова И.А. ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ.....	140
Елкин А.А. КЛАССИФИКАЦИЯ СТАНКОВ ДЛЯ ПРОДОЛЬНОЙ РАСПИЛОВКИ ДРЕВЕСИНЫ В АСПЕКТЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	144
Зубова О.В., Силецкий В.В. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ИЗ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ГРАНУЛЯТА	148
Зырянов М.А., Медведев С.О. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ БИОМАССЫ ДЕРЕВА	152
Ильин С.Ю., Угрюмов С.С., Угрюмов С.А. ОЦЕНКА РАЗНОТОЛЩИННОСТИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ, ВЫРАБАТЫВАЕМЫХ НА ЛЕСОПИЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ	155
Митченко А.П. ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ КОЭФИЦИЕНТОВ ПОЛНОДРЕВЕСНОСТИ	158
Угрюмов С.С. ОЦЕНКА ЛОГИЧЕСКОЙ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ДАННЫХ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И РЕЖИМОВ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ	162
Секция общей экологии и почвоведения	167
Ануфриев М.В., Данилов Д.А. ДРЕВОСТОИ СОСНЫ НА ПОЧВАХ НА ДВУЧЛЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЛИСИНСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА.....	167
Ануфриев М.В., Яковлев А.А., Крылов И.А., Данилов Д.А. НАДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА ХВОЙНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЛЯХ	169
Крылов И.А., Яковлев А.А., Ануфриев М.В. ЗОЛЬНОСТЬ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВ НА ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЛЯХ.....	172
Мерзук С.А., Герасимова Т.А., Шкуренок Е.Д., Ануфриев М.В., Яковлев А.А., Богданова Л.С. ЭМИСИЯ СО ₂ ПОЧВЕННЫМ ПОКРОВОМ БОТАНИЧЕСКОГО САДА СПБГЛТУ ИМ. С.М. КИРОВА	175

Мухаметзянова Л.А., Дурова А.С. СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СОРБЕНТА, ПОЛУЧАЕМОГО ИЗ ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С КЛАССИЧЕСКИМИ НЕФТЕСОРБЕНТАМИ.....	177
Павлов А.А., Шурыгина М.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕЛОГО МОРЯ НА СОСНОВЫЕ ДРЕВОСТОИ	180
Субота М.Б., Богданова Л.С., Кузьмина М.Р., Яковлев А.А. ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ МИХАЙЛОВСКОГО И ЛЕТНЕГО САДОВ	183
Яковлев А.А., Виноградова Е.А., Ануфриев М.В., Крылов И.А., Брагин В.Д. ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ ПОД ПОЛОГОМ ДРЕВОСТОЯ НА ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВОА И ЧИСЛЕННОСТЬ ПОДРОСТА.....	186
Секция информационных технологий и дистанционных методов	190
Акбашев Р.И. , Ларичева Ю.Г., Нгуен Ч.Т, Сергеева В.Л. ЛАНДШАФТНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ НЕДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ	190
Бабич А.И., Пригожаева А.С., Бойцов А.К. КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ КУЛЬТУР С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИАГРАММЫ РАЗМАХА	194
Бажунов И.Д., Бойцов А.К. РЕАЛИЗАЦИЯ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ПРИЛОЖЕНИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ БОЛЕЗНЕЙ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД И КУСТАРНИКОВ	199
Борисов Р.Б., Селиванов А.А., Вагизов М.Р., Булгакова А.Г., Елисеев Д.И., АНАЛИЗ УСЫХАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В ГАТЧИНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ	203
Булгакова А.Г., Вагизов М.Р., Елисеев Д.И., Борисов Р.Б., Крестьянова М.А. КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАРКА ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ.....	207
Данг Тхи Лан Ань, Ковязин В.Ф. ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ РАЙОНА ТРАНГ БОМ, ПРОВИНЦИИ ДОНГ НАЙ, ВЬЕТНАМ	211
Жалнин В.С., Вагизов М.Р. ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛАССОВ ВОЗРАСТА БЕРЕЗЫ ОБЫКНОВЕННОЙ	216
Карманова Н.А., Карманов А.Г., Чжао Лэй ЗАЩИТА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ОТ ВРЕДНОСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ	225
Кургузов В.С., Куриленко А.С., Бойцов А.К. РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОСИГНАЛА В УСЛОВИЯХ РЖЕВСКОГО ЛЕСОПАРКА	228
Кутузов М.Е., Колмогорова С.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ РЕКУРРЕНТНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАНИЙ СЕНСОРОВ.....	232
Маргарян М.М. МЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА САЙТОВ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ	237
Мокринский А.А., Бойцов А.К. ОПТИМИЗАЦИЯ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ ДАТЧИКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО АВТОНОМНОСТИ	242

Мсерьян Д.А. ОРИЕНТИРОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ КРАТЧАЙШЕГО МАРШРУТА В ЛЕСОПАРКОВОМ ЗЕЛЁНОМ ПОЯСЕ В ВИДЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ	246
Петрова Н.А., Ефимов Д.А., Бойцов А.К. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ 3-Д МОДЕЛИ ЛИСТА ДЕРЕВА НА ПРИМЕРЕ КОНСКОГО КАШТАНА ОБЫКНОВЕННОГО СРЕДСТВАМИ BLENDER	250
Попова Д.А., Марков В.А. АНАЛИЗ ТОПОЛОГИЙ ФИЗИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ	254
Романов Н.О., Колмогорова С.С. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ LORA В ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ	258
Скубак А.С. РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ВЫБОРА КООРДИНАТОРОВ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ КЛАСТЕРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ.....	263
Тицкий П.В., Павлов В.С. ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОВЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПОЛОГА ДРЕВОСТОЯ.....	269
Токарева В.С. АНАЛИЗ ПРИЛОЖЕНИЙ В ОБЛАСТИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧАЮЩИЙ ПРОЦЕСС СТУДЕНТОВ ЛЕСНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ.....	272

Общие вопросы лесного хозяйства

«ЗЕЛЕНАЯ» ЭКОНОМИКА И ПРЕДПРИНИМАЕМЫЕ В ЕЕ РАМКАХ МЕРЫ ПО БОРЬБЕ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА

Алексеева Е.О., Филиппова В.С., Михайлова А.Е.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

THE «GREEN» ECONOMY AND CLIMATE CHANGE ACTIONS UNDER IT

Alekseeva E.O., Filippova V.S., Mikhailova A.E.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Социально-экономический прогресс, достигнутый за последнее столетие, сопровождался ухудшением состояния окружающей среды. Стала очевидной необходимость выработки новой парадигмы устойчивого экономического развития – так называемой «зеленой» экономики. Развивающиеся страны признают необходимость зеленой трансформации, но структура их экономики во многих случаях затрудняет распространение идеи о зеленой экономике. Международные и российские компании выделяют деньги на экологические, социальные и корпоративные проекты, способствующие борьбе с изменением климата. В данной статье рассматриваются перспективы, направления и способы перехода к зеленой экономике в России в целом и в области лесного хозяйства в частности.

Abstract. Socio-economic progress over the past century has been accompanied by environmental degradation. The need to develop a new paradigm for sustainable economic development, the so-called "green" economy, has become obvious. Developing countries recognize the need for green transformation, but the structure of their economies in many cases makes it difficult to spread the idea of a green economy. International and Russian companies allocate money for environmental, social and corporate projects that contribute to the fight against climate change. This article discusses the prospects, directions and ways of transition to a green economy in Russia in general and in the field of forestry in particular.

Теоретические основы концепции «зеленой экономики» были сформулированы уже в конце 1980 – начале 1990-х [1]. Главные принципы этой концепции положили собой новое отношение к окружающей среде и необходимость обеспечивать такое развитие в настоящем, которое не лишало бы ресурсов будущие поколения, а также такой рост, который не приводил бы к неприемлемым социальным и экологическим издержкам – т.е. формировал бы предпосылки для сбалансированного, устойчивого развития.

«Зеленая» экономика – это система ведения хозяйственной деятельности, в которой экономический рост достигается за счет рационального использования топливно-энергетических и природных ресурсов во всех секторах экономики, утилизации промышленных и бытовых отходов, что обеспечивает сокращение загрязняющих веществ и выбросов парниковых газов, а также связанное с этим изменение климата [2]. Основным инструментом «зеленых» структурных преобразований в экономике являются государственные программы, которые в разных странах могут иметь различные приоритеты и направленность.

В настоящее время в государственных антикризисных программах России, а также в ключевых стратегических документах страны сделана ставка на инерционный рост и сохранение позиций в тех отраслях, которые исторически получили развитие в России. Но сосредоточенность российской экономики на нефтегазовом секторе в период глобального энергетического перехода и активного развития зелёных отраслей создаёт угрозы национальной и экономической безопасности страны.

Однако стоит отметить, что в России идеи устойчивого развития и зеленой экономики все масштабнее внедряются в сферу экономики и поддерживаются органами власти. Еще в 2009г. была утверждена Климатическая доктрина России, основной задачей которой явилась разработка и реализация оперативных и долгосрочных мер по смягчению антропогенного воздействия на климат. В ее исполнение приняты множество подзаконных актов, одним из последних является Распоряжение Правительства РФ от 14 июля 2021 г. N 1912-р «Ключевой целью Зелёного курса России является достижение нулевых чистых выбросов парниковых газов (или достижение климатической нейтральности) к 2050 году [6].

В настоящее время в России существуют меры поддержки «зеленого» инвестирования, которые представлены на рис. 1 [10]. На практике [8] это означает, что предприятия, осуществляющие «зелёные» инвестиции и переходящие на наилучшие доступные технологии (НДТ), могут рассчитывать, во-первых, на льготы по плате за негативное воздействие на окружающую среду. Им зачтут затраты на «экологизацию» в счёт платы за негативное воздействие на окружающую среду. Во-вторых — на инвестиционный налоговый кредит, предоставляемый при осуществлении комплекса экологических мероприятий. Третий механизм — это введение для оборудования НДТ дополнительного коэффициента амортизации — 2. Перечень технологического оборудования, применяемого при переходе на наилучшие доступные технологии, включает более 2000 позиций. Четвёртое — запускаемая Минпромторгом России программа субсидирования облигаций и кредитов в рамках инвестиционных проектов, направленных на внедрение НДТ.

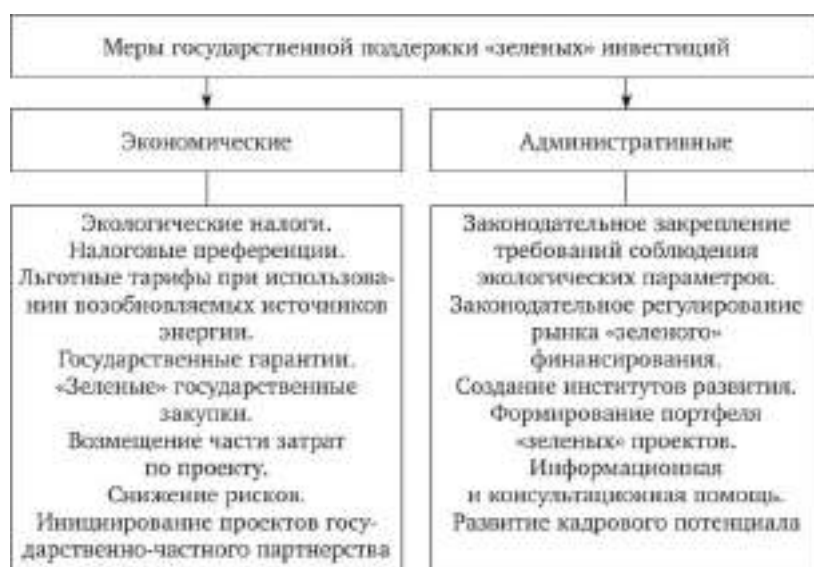


Рис. 1. Меры поддержки зеленой экономики от государства.

Важную роль в рамках похода к «зеленому» инвестированию играет термин «зелёные» финансы [3]. В данное понятие входят как различные способы финансирования технологических процессов, проектов и организаций, имеющих

непосредственное отношение к охране окружающей среды, так и вполне конкретные финансовые инструменты, такие как акции, облигации, специализированные фонды, кредиты с экологической составляющей. «Зелёное» инвестирование подразумевает под собой глубокое понимание проблем экологии и осознание необходимости принятия действенных мер, направленных на сохранение человеческой среды. В настоящее время наблюдается положительная динамика роста «зелёного» финансирования. На рис. 2 [9] представлены объёмы выпуска «зелёных» облигаций в мире нарастающим итогом.

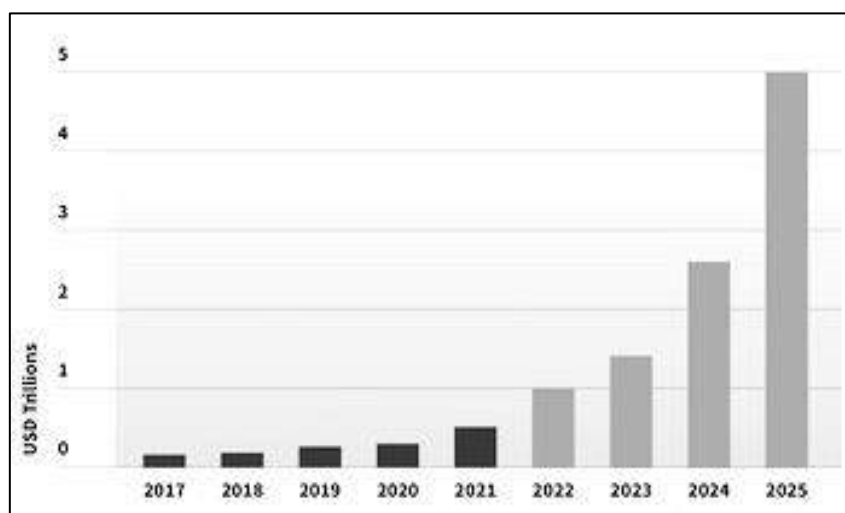


Рис. 2. Совокупный объем выпущенных «зеленых» облигаций в мире.

В области лесного хозяйства актуальность данной темы связана с тем, что стабильность функционирования лесной экосистемы, наращивание лесных ресурсов, а также разработка компенсационных мероприятий по увеличению поглощения углекислого газа лесами играют особую роль в минимизации климатических рисков [5]. Регулирование климата и смягчение его изменений со стороны лесных экосистем находится под влиянием хозяйственной деятельности человека. Углерододепонирующая функция леса выступает фактором производства, потребительская функция которого возрастает. Товаром становится поглощение углерода.

Для увеличения карбонового поглощающего ресурса леса необходимы значительные финансовые инвестиции в лесное хозяйство [4]. Прежде всего, внимание следует обращать на услуги лесного хозяйства, связанные с климатическими эффектами и снижением негативного влияния антропогенных факторов. Поглощающее и климаторегулирующее влияние лесов складывается из двух составляющих:

1. Лесовосстановление и лесоразведение,
2. Защита от лесных пожаров.

Выбросы большого количества ранее связанного углерода происходят в случаях пожаров. Лесные пожары во многом являются рукотворными и поэтому непосредственно требуется от человека исключение опасных практик использования огня в землепользовании и лесопользовании (сельхозпалов, псевдоконтролируемых выжиганий, опасного сжигания порубочных остатков); исключение законодательных мотивов к уничтожению лесов огнём; эффективное противопожарное просвещение населения; восстановление лесной охраны, системы раннего обнаружения и тушения пожаров хотя бы в доступных лесах.

Наибольший потенциал по сокращению выбросов [7] и увеличению поглощения парниковых газов на управляемых землях в лесном хозяйстве заложен в защите леса от пожара, щадящем режиме лесозаготовок, сокращении углерода при лесозаготовке, замене монокультур при лесовосстановлении на смешанные насаждения, увеличении объемов рециклинга бумаги и увеличении производства древесной продукции с долгим сроком жизни, компенсационных посадках при обезлесивании.

Подводя итог, можно сказать, что в текущих реалиях не замечать проблемы ухудшения климата не представляется возможным. Одним из важнейших направлений улучшения среды обитания человека становится переход на «зелёную» экономику. Но меры по защите окружающей среды попросту невозможны без соответствующего финансирования, в связи, с чем появилась необходимость становления отдельной – «зелёной» системы финансирования. Новые «зелёные» финансовые инструменты предназначены не только для получения экономической выгоды от их использования, но и для решения экологических и климатических задач по сохранению окружающего мира. Очевидно, что старые методы экономического регулирования уже не работают, денежная политика количественного смягчения уже не приводит к ожидаемым результатам. Вспыхнувший в октябре 2021 года мировой энергетический кризис лишний раз даёт понять, что процессы «зелёного» энергоперехода должны иметь устойчивый, но плавный характер, в противном случае всегда есть риск получения совершенно неожиданного негативного результата.

Библиографический список

1. Коданева С.И. Зеленая экономика: от осмысления содержания концепции к практике ее реализации (опыт России и зарубежных стран). – Москва :Ruscience, 2020. – 144 с.
2. Онищенко М.В. Роль государства в развитии «Зеленой экономики»// Научный журнал КубГАУ, № 102(08), 2014.
3. Рубцов Б.Б., Гусева И.А., Ильинский А.И., Лукашенко И.В., Панова С.А., Садретдинова А.Ф., Алыкова С.М.; под ред. Б.Б. Рубцова. «Зелёные финансы» в мире и России: монография – М.: Русайнс, 2021. – 170 с.
4. Чугункова А.В. Направления адаптации и смягчения последствий изменения климата для экономики лесного хозяйства России /А.В. Чугункова // Экономический анализ: теория и практика. – 2019. – Т. 18. – № 11(494). – С. 2078-2102.
5. Яковенко Н.В. Кластерный подход и его применение для разработки концепции и стратегии социально-экономического развития депрессивного региона //Научный поиск. 2011. -№ 2. -С. 70-74.
6. Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.02.2021 № 312-р, – URL:Распоряжение Правительства РФ от 11 февраля 2021 г. № 312- р (garant.ru).
7. Государственная программа Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 31.03.2021 № 511, – URL: Официальный интернет-портал правовой информации (pravo.gov.ru).
8. Онлайн конференция для предприятий ЛПК: «Зелёная» повестка Сбербанка в отрасли ЛПК от 10.09.2020 – URL: <https://sber.pro/events/zelionai-a-povestka-sberbanka-v-otrasli-lesopromyshlennogo-kompleksa>.
9. Технологическая платформа «Биоэнергетика»: Объем выпуска зеленых облигаций превысил 500 млрд долларов, 02.02.2022 – URL: <http://tp-bioenergy.ru/sitenews/Obiem-vypuska-zelenyh-obligacij-prevysil-500-mlrd-dollarov/>

10. Студми. Учебные материалы для студентов: «Зелёные финансы», 01. 06. 2020 – URL: https://studme.org/405068/finansy/zelenye_finansy.

**ПРОБЛЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ УЧАСТКОВ ИЗ СОСТАВА
ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА**

Ваулин Н.С., Поликарпов А.М.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

**PROBLEMS OF ALLOCATION OF PLOTS FROM THE FOREST FUND LANDS
TO PERSONAL OWNERSHIP**

Vaulin N.S., Polikarpov A.M.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. По состоянию на 1 января 2021 год согласно государственному докладу о состоянии земель площадь земельного фонда составила 1712,6 га. Большую часть территории страны занимают земли лесного фонда (около 65%). На территорию России приходится 20% всех мировых запасов леса. На сегодняшний день в связи с освоением территорий, газификацией, предоставлением земель в собственность под освоение и осуществлением иных государственных и муниципальных проектов по повышению качества жизни населения актуальным является вопрос проведения кадастровых работ по образованию новых земельных участков различных категорий из земель лесного фонда. В данной статье авторы описывают актуальные вопросы и проблемы проведения работ по выделению новых участков из земель лесного фонда.

Abstract. The area of land fund is 1712.6 hectares pursuant to state report on the state of the land on the 1 January 2021 year. The biggest part of the country is occupied by forest fund lands (about 65%). 20% of all forest reserves accounts for the territory of Russia. Nowadays, the problem of carrying out cadastral work on the formation of new land plots of various categories from the lands of the forest fund in connection with developing new territories, gasification, granting of land into the property under the development and implementation other state and municipal projects to improve the quality of life of the population. In this article, the authors describe topical issues and problems of carrying out work on the allocation of new plots from the forest fund.

Действующим лесным законодательством предусмотрено проведение государственного кадастрового учета (далее – ГКУ) в отношении лесных участков (далее также - учет лесных участков). По общему правилу предоставление лицам лесных участков в пользование возможно только после их постановки на учет.

Согласно ст. 7 лесного кодекса «лесным участком является участок, границы которого определяются в соответствии с лесным законодательством. При кадастровом учете лесные участки образуют лишь в составе земельных участков (земель лесного фонда, либо земель иных категорий)» [1-2].

Орган государственной власти, осуществляющий ведение государственного лесного реестра, представляет в орган кадастрового учета документы, содержащие сведения о лесах на земельном (лесном) участке, с указанием сведений, представленных на рис. 1.

Кадастровый номер земельного участка	Наименование лесничества и лесопарка, в ведении которого находится участок
Номер лесного квартала, к которому относится участка	Целевое назначение лесов - защитные леса (категория защитных лесов), эксплуатационные леса и резервные леса

Рис. 1. Сведения о лесах на земельном (лесном) участке.

В Федеральном законе о введении в действие ЛК РФ содержится ряд статей, так или иначе связанных с особенностями ГКУ лесных участков, представленные на рис. 2 [3-4].

ст. 4.1 ЛК РФ	<ul style="list-style-type: none"> • в срок до 1 января 2012 года допускается предоставление гражданам, юридическим лицам лесных участков в составе земель лесного фонда без проведения государственного кадастрового учета с проектированием участка в соответствии с положениями частей 1, 2, 4 и 5 ст. 69 Лесного кодекса РФ
ст. 4.2 ФЗ "О введении ЛК РФ"	<ul style="list-style-type: none"> • Лесные участки в составе земель лесного фонда, государственный кадастровый учет которых не осуществлялся, признаются ранее учтенными объектами недвижимости. План лесного участка в составе земель лесного фонда, выданный до 1 января 2012 года, признается юридически действительным
ст. 81-83 ЛК РФ	<ul style="list-style-type: none"> • Государственный учет лесных участков в составе земель лесного фонда проводится органами государственной власти, осуществляющими ведение государственного лесного реестра, в пределах их полномочий, определенных в соответствии со статьями

Рис. 2. Требования к учету лесных участков на территории РФ.

Со вступлением в силу ЛК РФ большинство полномочий лесного планирования (также ведения государственного лесного реестра) было передано на региональный уровень для выполнения повышения экономической привлекательности территорий в целом с одновременным сохранением и усилением защитных функций лесов. К полномочиям следует отнести:

- передача в аренду, безвозмездное срочное пользование
- заключение договоров купли-продажи лесных насаждений (с организацией и проведением аукционов).

При этом ГКУ таких участков может быть выполнен по заявлению пользователя участка при первичном предоставлении в пользование либо при переоформлении арендных отношений.

В силу п. 6 Порядка государственного учета для осуществления государственного учета соответствующими органами государственной власти субъектов РФ в рамках проектной документации на лесной участок предоставляются сведения, представленные на рис. 3.

Площадь лесного участка (в том числе лесных земель, из них покрытых лесом и не покрытых лесом, и нелесных земель)
Наименование субъекта Российской Федерации, муниципального образования, лесничества, лесопарка, участкового лесничества, номера лесных кварталов, лесотаксационных выделов
Таксационное описание лесного участка (описание лесных насаждений, в том числе их состава, класса возраста, бонитета, полноты, общего запаса древесины)
Вид разрешенного использования лесов в соответствии с лесохозяйственным регламентом лесничества, лесопарка
Целевое назначение лесов (категории защитных лесов) Картографические материалы с нанесением границ участковых лесничеств, лесных кварталов, лесотаксационных выделов, видов целевого назначения лесов, категорий защитных лесов, номеров лесных кварталов, границ лесного участка с указанием румбов и длины граничных линий, номеров лесотаксационных выделов и площади в масштабе планшета М 1:10000 либо плана лесных насаждений М 1:25000, либо карты-схемы лесничества или лесопарка М 1:100000

Рис. 3. Сведения в составе проектной документации на лесной участок.

Исходя из рис. 3 можно определить первую и самую большую проблему образования участков из лесного фонда – обращение участка требует проектную документацию (чаще всего это проект межевания территории) и документацию кадастрового учета (межевой план по образованию испрашиваемого земельного участка).

Сравнивая процессы образования земельного участка в отношении государственных земель иных категорий и в отношении территорий лесного фонда, помимо общих этапов, характерных для таких процессов в отношении лесного фонда требуется целый ряд дополнительных процедур, среди которых:

- Получение исходных карт, материалов лесоустройства при исходном проектировании участка;

- Подготовка проектной документации согласно дополнительным требованиям, указанным в приказе Минприроды от 3 февраля 2017 года №54.

- Согласование проектной и кадастровой документации с профильными ведомствами регионального лесного и территориального управлений (помимо согласования муниципального уровня);

- Проведение процедуры перевода образуемого участка в иную категорию земель путем ходатайства на региональном уровне с согласованием межведомственной комиссии местного, регионального и профильного (лесного и кадастрового областей) уровней.

На практике ведения таких работ, за период действия кадастра недвижимости 2007-2017 гг. помимо усложненности процедур ведения образования участков, были выявлены такие проблемы, как:

- несоответствие сведений о границах лесных хозяйств и земельных участков, а также иных объектов, указываемых в ЕГРН;

- отсутствие порядка устранения наложений границ лесных земель и иных участков;

- отсутствие в ЕГРН сведений о лесных земельных участках, уточненных в ГЛР.

Для устранения проблем и была введена «лесная амнистия». Согласно ней, регулирование трех основных проблем учета земель должно было урегулироваться за счет введения следующего порядка:

- Сведения из ЕГРН превагируют над сведениями о границах лесных земель, при условии регистрации прав в ЕГРН на уточненный в границах объект недвижимости в заявительном порядке;

- Введение межведомственных рабочих групп (МРГ) по рассмотрению вопросов, связанных с приведением в соответствие сведений ЕГРН и ГЛР на территории субъектов РФ, куда входят специалисты Комитета природных ресурсов, местного лесничества, Росреестра и Федерального агентства по управлению государственным имуществом.

Не смотря на введение такого порядка урегулирования уже сложившегося лесопользования вопрос предоставления земель лесного фонда не был упрощен.

Невозможность обращения за исправлением третьих лиц, чьи еще не оформленные права или проекты не могут быть реализованы приводит непосредственно к остановке исправления тех или иных ошибок ведения ЕГРН. В таких случаях амнистия не применима, что ведет к дальнейшим судебным разбирательствам более чем двух сторон будущего процесса, что очевидно, усложняет процедуру.

На основе вышесказанного следует отметить, что основным недостатком действующей системы учета лесных участков является недостаточная правовая регламентация вопроса определения участка как лесного. Возникает необходимость обоснования заинтересованными лицами, прежде всего органами управления, факта наличия законных прав на существующий в действительности объект. Сведения, содержащиеся в ГКН и лесного реестра часто недостаточны для установления лесов на местности (участке).

В таком случае возникает вопрос необходимости предварительного разграничения прав на участки и лишь потом возможно образование новых участков согласно актуальным данным ЕГРН. Данный вопрос в законодательстве по-прежнему регулируется лишь заявительным порядком, при этом учреждения областей кадастрового, лесного учета не осуществляют мониторинг и решение данной проблемы самостоятельно.

Библиографический список

1. 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) : —ред. от 27.12.2020) [Электронный ресурс] КонсультантПлюс. ВерсияПроф. - Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/.
2. Земельный кодекс Российской Федерации: от 25.10.2001 № 136 — ФЗ : —принят ГД ФС РФ 28.09.2001) : —одобрен СФ РФ 10.10.2001) : —ред. от 27.12.2020)

[Электронный ресурс] Консультант Плюс. Версия Проф. - Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/.

3. Федеральный закон Российской Федерации «О государственной регистрации недвижимости»: от 13.07.2015 № 218—ФЗ : —принят ГД РФ 03.07.2015) : —ред.от 03.04.2018): —одобрен СФ РФ 11.07.2007) : —с изм. и доп. вступающими в силу с 08.07.2017) [Электронный ресурс] КонсультантПлюс. ВерсияПроф. - Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/

4. Федеральный закон Российской Федерации «О кадастровой деятельности»: от 24.07.2007 № 221—ФЗ : —принят ГД РФ 04.07.2007) : —ред.от 03.07.2016): —одобрен СФ РФ 11.07.2007) [Электронный ресурс] КонсультантПлюс. ВерсияПроф. - Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_70088/.

**ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УСАДЕБНО-ПАРКОВОГО КОМПЛЕКСА
НАРВСКОЙ ЛЬНОДЖУТОВОЙ МАНОФАКТУРЫ БАРОНА А.Л. ШТИГЛИЦА
Громов Н.П.**

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М.Кирова

**HISTORY OF THE FORMATION OF THE ESTATE AND PARK COMPLEX OF
THE NARVA FLAX JUTE MANUFACTURE OF BARON A.L. STIEGLITZ
Gromov N.P.**

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье, на примере усадебно-паркового комплекса Нарвской льноджутовой мануфактуры барона А.Л. Штиглица рассмотрены характерные особенности формирования уникального промышленного кластера и усадебно-паркового комплекса на территории вдоль реки Наровы.

Abstract. In the article, on the example of the manor and park complex of the Narva flax-jute manufactory of Baron A.L. Stieglitz, the characteristic features of the formation of a unique industrial cluster and a manor and park complex on the territory along the Narova River are considered.

Основопологающими факторами, способствующими возникновению и развитию промышленности на берегах реки Наровы, явились нарвские водопады. Уже в 14 веке на острове Нарова образовалась лесопилка, в 15 веке чуть выше по течению Наровы Ливонский орден построил водяные мельницы [1-5]. Развитию бумагопрядильной промышленности в нарвской губернии способствовал указ правительства 1830 года, предлагавший большие льготы для тех, «кто отныне заведет на Нарвском водопаде значительные фабрики или заводы, водою действующие». В 19 столетии здесь купец Пауль Момм основал первую в Эстонии механизированную суконную фабрику. Затем, в 1836 году Момм продал фабрику акционерному обществу «Нарвская мануфактурная компания». Учредителями акционерного общества были барон Людвиг Иванович Штиглиц, нарвский купец Крамер, министр иностранных дел граф Нессельроде, флигель-адъютант граф Бенкендорф и другие. Барон Людвиг Штиглиц также купил здесь земли для своего поместья. В 1845 году фабрику приобрел его сын, барон Александр Людвигович Штиглиц. Под его руководством фабрика была усовершенствована и перестроена по последнему слову техники того времени. В 1848

г. вышел правительственный указ о предоставлении льгот для развития льнопрядильной промышленности, Александр Людвигович Штиглиц, передал руководство суконной фабрикой своим компаньонам, членам семейства Пельцер, а сам основал на другом берегу Наровы льнопрядильную мануфактуру. Возле обеих фабрик образовалось два поселка для рабочих по образцу английских фабричных поселений. В этих поселках, кроме кирпичных жилых домов с паровым отоплением, были созданы больница, библиотека, хлебопекарня, для детей школа и училище. На фабрике производили парусную ткань для флота, и название «Парусинка» закрепилось за всем комплексом, и сохранилось до наших дней. Продукция и суконной фабрики, и льноджутовой мануфактуры была отличного качества, и отмечалась как на российских, так и на всемирных выставках. Таким образом к 1867 году суконная и льноджутовая мануфактуры по обоим берегам реки Наровы образовали мощный производственный комплекс, с развитой инфраструктурой и с передовыми промышленными технологиям.



Рис. 1. Парусинка в начале 20 в.

По проекту молодого талантливого архитектора Александр Иванович Кракау южнее фабричного комплекса льноджутовой мануфактуры, отделив ее рукавом реки, на крутом изгибе Наровы, был возведен деревянный двухэтажный дом – усадьба Штиглицев.



Рис. 2. Усадьба Краморская. Дача барона А.Л.Штиглица. Рисунок конца 19 в.

Усадьба располагалась посреди леса, называемого Краморским урочищем. В 1867 году усадьба занимала 24 десятины и по урочищу называлась Краморской. Перед усадебным домом располагался полукруглый двор, к которому вела дорога от города,

вдоль которой были высажены дубы. Вдоль дороги были возведены пять флигелей, разного назначения, возведенные возможно, также по проектам Кракау. В южной части парка располагались домик садовника и оранжереи.

Усадебный дом был возведен в неорусском стиле. Архитектор увенчал дом башенкой с балконами и украсил искусной деревянной резьбой.

Также по проекту архитектора Кракау в 1871 году началось строительство пятиглавого храма во имя Пресвятой Троицы в память цесаревича Николая Александровича.



Рис. 3. Усадьба Краморская. Свято-Троицкая церковь. Фото 1930-х.

В усадьбе разбили великолепный парк пейзажного типа. Парковый комплекс был создан на территории 15 га по канонам английского садово-паркового искусства XIX века выдающимся садовником Д. Абела в 1840-1850 годах.

В 1890, в усадьбе Штиглицев состоялась встреча императоров России и Германии Александра III и Вильгельма II. В честь этой встречи в парке был высажен «Царский дуб», как символ дружбы двух империй.

Наследники Штиглицев владели усадьбой и после революции. Затем имущество частично было продано с аукциона, частично вывезено за границу. Парк приобрела льноджутовая фабрика. В годы войны усадьба и фабричные постройки не пострадали, но в 1972 году усадебный дом снесли, несмотря на хорошую сохранность. В настоящее время комплекс находится в крайне неудовлетворительном состоянии. Многие помещения и здания разрушены или находятся в аварийном состоянии, также обрушены крыши многих зданий. Усадьба практически утрачена. Садово-парковая территория заросла самосевными растениями, зона нуждается в расчистке, реновации и постоянном уходе. В хорошем состоянии сохранился плодоносящий яблоневый сад.

На основе архивных, библиографических источников, картографических материалов, были выявлены особенности формирования промышленных зон и окружающих их рабочих поселков, а также усадебно-парковых комплексов на

примере фабрик, образованных на Нарвских водопадах. В результате исследования определены характерные особенности формирования усадебно-паркового комплекса Нарвской льноджутовой мануфактуры барона А.Л. Штиглица. Так имение и фабричный комплекс Нарвской льноджутовой мануфактуры возникли благодаря уникальному природному явлению – Нарвским водопадам, которые способствовали бурному развитию суконной и льнопрядильной промышленности в данном регионе. Таким образом, усадебно-парковый комплекс Нарвской льноджутовой мануфактуры барона А.Л. Штиглица обладал особым набором характерных исторических, ландшафтно-географических, планировочных особенностей, определяющих его уникальную специфику.

Библиографический список

1. Барсова И.В. Усадебные парки Ленинградской области и принципы их использования: дис. канд. арх. Ленинград, 1971. 221 с
2. Исаченко Т.Е. Взаимосвязь природнокультурных комплексов дворянских усадеб ландшафтов: дис. канд. геогр. наук. СПб., 2003. 136 с.
3. Исаченко Т.Е. Природно-культурные комплексы старинных усадеб в ландшафтах Санкт-Петербургского региона // Известия русского географического общества. 2003. № 135(2). С.1–14.
4. Мурашова Н.В., Мыслина А.П. Дворянские усадьбы Санкт-Петербургской губернии. Кингисеппский район. СПб., 2003. С. 206-217.
5. Топорина В.А., Голубева Е.И. Русская провинциальная дворянская усадьба как природное и культурное наследие. М.: КРАСАНД, 2015. 256 с

РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ ЭКОСИСТЕМ

Земенцкий Ю.В.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М.Кирова

EXPANDING THE AREAS OF ENTREPRENEURIAL ECOSYSTEMS

Zemenckiy Yu.V.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Понятие «экосистема» изначально относится к сфере биологии, однако в последнее время и другие науки стали использовать эту концепцию для описания сложных сообществ или взаимосвязанных систем.

На самом деле «экология» и «экономика» имеют гораздо больше общего, чем может показаться на первый взгляд. Приставка «эко-» впервые использование данного префикса встречается в трудах Гесиода (Ἡσίοδος; VIII–VII века до н. э.) [5]. Он описал автономное домашнее хозяйство – «ойкос» (οἶκος), представляющее собой основную экономическую единицу государства и охватывающее виды деятельности, продукцию и людей. От понятия ойкоса произошли термины «экология» и «экономика». [4]

В целом, экосистема – это совокупность элементов, имеющих систему взаимосвязей, влияющих на определенную область (экономическую сферу, отрасль, конкретный тренд), например, предпринимательство.

Теория предпринимательских экосистем выросла и продолжает быть связанной с кластерной теорией экономического развития, а также с концепцией региональных инновационных систем.

Мировая практика также выделяет уровень предпринимательских экосистем, которые представляют собой общий контекст (направление) развития предпринимательства на данной конкретной территории. Позитивный опыт развития отдельных территорий за счёт предпринимательских экосистем имеют скандинавские страны, т.к. в них традиционно развиты связи между бизнесом, муниципальными властями и местным населением.

Предпринимательские экосистемы представляют собой сложные адаптивные системы, обеспечивающих более эффективное использование трудовых, финансовых и интеллектуальных ресурсов в рамках региона с целью эффективного использования ресурсов экосистемы в процессе производства товаров и услуг и удовлетворения общественных потребностей. В них входят:

- поддерживающие предпринимателей, как государственные, так и частные (банки, бизнес-ангелы, венчурные фонды и т. д.);
- вспомогательные организации (бизнес-инкубаторы, консультанты и т. д.);
- исследовательские организации (исследовательские центры, лаборатории и т. д.);
- консорциумы предприятий (активные предприятия, ассоциации и профсоюзы и т. д.).[2]

Дэниел Айзенберг (профессор практики предпринимательства в колледже Бэбсона) в 2011 году выделил следующие сферы (области) предпринимательских экосистем:

- политическая сфера;
- финансовая сфера;
- культурная сфера;
- рынки;
- человеческий капитал;
- средства поддержки (инфраструктура).[1]

Однако с учётом практического опыта кластерного взаимодействия бизнеса, общественности и научных сообществ в эту систему следует добавить ещё один элемент – образование (и науку) (рис. 1).

В результате постоянного взаимодействия бизнеса и образовательных учреждений с учётом потребностей местного населения создаются инновации, которые, по-настоящему востребованы обществом.

Чтобы обеспечить это взаимодействие, университеты, НИИ и пр. научно-образовательные учреждения должны стать равноправными участниками предпринимательских экосистем.

В России предпринимательские экосистемы в первую очередь ассоциируются с крупными корпорациями, такими как: Сбер, Яндекс, Тинькофф, Mail.ru Group и МТС. В некоторых случаях они формируются без учёта отечественных условий и просто копируют западный опыт.

Но все эти корпорации претендуют на инновационный путь развития, который невозможен без своевременного внедрения научных разработок, поэтому включение в состав этих корпоративных экосистем научно-образовательных учреждений выглядит весьма логичным ходом.

Также для России остро стоит вопрос развития регионов, которому могут поспособствовать также субъекты малого и среднего предпринимательства (МСП), объединяясь в свои локальные экосистемы. Земцов Степан Петрович и Бабурин

Вячеслав Леонидович в своём исследовании 2019 года представили карту предпринимательских экосистем в России по типам, отмечая особую роль МСП. [3]



Рис. 1 Сферы предпринимательских экосистем

Опираясь на уже созданную инфраструктуру инновационных кластеров, развитие территориальных предпринимательских экосистем на базе МСП могут создать основу для устойчивого развития регионов России. Инновационные кластеры уже более десяти лет активно продвигают взаимодействие бизнеса и образования (науки), получая положительный экономический эффект. Регионы, с сильными центрами кластерного развития за счёт эффекта синергии, системной поддержки государства преодолевают как традиционные проблемы российской экономики, так и новые вызовы.

С учётом сложившейся политической обстановки и мировой экономической конъюнктуры, максимально эффективное использование имеющихся ресурсов становится обязательным условием не только поддержания общего уровня конкурентоспособности национальной экономики, но и её выживания.

Библиографический список

1. Isenberg D. (2011) The entrepreneurship ecosystem strategy as a new paradigm for economy policy: Principles for cultivating entrepreneurship. Babson Park: MA: Babson College.
2. Theodoraki, C., Messeghem, K. (2017), «Exploring the entrepreneurial ecosystem in the field of entrepreneurial support: a multi-level approach», International Journal of Entrepreneurship and Small Business, Vol. 31, № 1, pp. 47-66. C/4/4
3. Земцов С.П., Бабурин В.Л. Предпринимательские экосистемы в регионах России. Региональные исследования. 2019. № 2 (64). С. 4-14.

4. Овчинникова А.В., Зимин С.Д. Рождение концепции предпринимательских экосистем и ее эволюция. Экономика, предпринимательство и право. 2021. Т. 11. № 6. С. 1497-1514.

5. Раменская Л.А. Применение концепции экосистем в экономико-управленческих исследованиях // Управленец. - 2020. - № 4. - с. 16-28.

КАДАСТРОВАЯ СТОИМОСТЬ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Илларионов Е.В., Поликарпова Ю.Е.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М.Кирова

CADASTRAL VALUE OF FOREST LANDS

Illarionov E.V., Polikarpova Yu.E.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье рассматривается шкала кадастровой стоимости лесных земель.

Abstract. The article considers the scale of cadastral value of forest lands.

Лесные земли – совокупность земель с лесной растительностью и не покрытые растительностью, но предназначенные для ее восстановления.

Лесное законодательство и иные регулирующие лесные отношения нормативные правовые акты [1-6] основываются на следующих принципах:

1. Управление лесами, сохранение биологического разнообразия лесов, повышение их потенциала;

2. Сохранение водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов;

3. Использование лесов с учетом их глобального экологического значения, а также с учетом длительности их выращивания и иных природных свойств лесов;

4. Для удовлетворения потребностей общества в лесах и лесных ресурсах;

5. Сохранение лесов, в том числе посредством их охраны, защиты, воспроизводства, лесоразведения [2];

6. Улучшение качества лесов, а также повышение их продуктивности [2];

7. Участие граждан, которых может оказать воздействие на леса при их использовании, охране, защите, воспроизводстве, в установленных законодательством Российской Федерации порядке и формах;

8. Использование лесов способами, без вреда окружающей среде и жизнью человека;

9. Использование лесов по целевому назначению, определяемому в соответствии с видами лесов и выполняемыми ими полезными функциями [3];

10. Недопустимость использования лесов органами государственной власти, органами местного самоуправления;

11. Ценовые категория использования лесов.

Для понимания стоимости оценивают территориальную зону, качество породы, экономические развития на этой территории и лесорастительные условия, также на оптимальный возраст деревьев. Чтобы было понятно, где находится лесная зона,

обозначают лесохозяйственными знаками или указывают в планово-картографическом материале (лесных картах) [7-10].

При определении кадастровой стоимости лесных земель в расчет принимается один вид лесопользования - заготовка древесины.

На момент проведения кадастровой оценки лесных земель определяются следующие показатели в расчете на 1 гектар лесных земель оценочной зоны и субъекта Российской Федерации:

- базовая оценочная продуктивность в натуральном и денежном выражениях;
- базовые оценочные затраты;
- цена производства древесины;
- годовой расчетный рентный доход;
- кадастровая стоимость.

Кадастровая стоимость лесных земель (капитализированная рента) определяется как разница между суммарным валовым капитализированным доходом от всех видов лесопользования и капитализированными расходами лесного хозяйства по лесовосстановлению 1 га леса.

В шкале кадастровой стоимости лесных земель показываються оценки 1 га лесных земель в субъекте Российской Федерации по оценочным зонам, группам лесов, категориям защиты лесов первой группы, типам лесорастительных условий и разрядам такс, а также способам лесовосстановления.

Разработка шкалы кадастровой стоимости лесных земель начинается с расчета показателей валового капитализированного дохода для первого разряда такс по всем видам лесопользований и суммы капитализированных расходов по лесовосстановлению. Для расчета кадастровой стоимости лесных земель для других разрядов такс вводятся поправочные коэффициенты (таб. 1).

Таб.1. Величина коэффициента при расстоянии вывозок.

Разряд такс	Поправочный коэффициент
1 разряда такс (до 10км)	1,00
2 разряда такс (10,1 – 25 км)	0,91
3 разряда такс (25,1 – 40 км)	0,77
4 разряда такс (40,1 - 60км)	0,59
5 разряда такс (60,1 – 80 км)	0,45
6 разряда такс (80,1 – 100 км)	0,36
7 разряда такс (100,1 – и более)	0,27

Вместе с тем, валовой доход от полезных природных функций лесов для всех разрядов такс остается неизменным и принятым для первого разряда такс.

К сожалению, иногда стоимость лесных земель определяются человеческим факторам, а огромные территория с вырубленными лесами остаются неизменными, ведь многие не желают учитывать стоимость восстановлений поврежденных участков и оставляют после своей работы не один и не два гектара земли с вырубленным лесом, меньше стоит денег и труда влезть в коррупцию. Однако, со временем, стоимость лесных земель будет дорожать, ведь она зависит от количества территорий с хорошими лесными насаждениями, а чем меньше их, тем цена будет больше.

Библиографический список

1. Конституция Российской Федерации.
2. Федеральный закон № 212-ФЗ от 19.07.2018 «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования воспроизводства лесов и лесоразведения»
3. Федеральный закон №538-ФЗ от 27.12.2018 «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования правового регулирования отношений, связанных с обеспечением сохранения лесов на землях лесного фонда и землях иных категорий».
4. Федеральный Закон №135-ФЗ от 29.07.1998 г. «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» (последняя редакция).
5. Постановление Правительства РФ от 25 августа 1999 г. № 945-ФЗ «О государственной кадастровой оценке земель».
6. Постановление Правительства РФ от 8 апреля 2000 г. № 316-ФЗ «Об утверждении Правил проведения государственной кадастровой оценки земель».
7. Андрианов Ю.В. Методика государственной кадастровой оценки земель лесного фонда РФ Оценка автотранспортных средств. - 2-е изд., испр. - М.: Дело, 2003 г. - 488 с.
8. Государственная кадастровая оценка земель лесного фонда. Федеральная служба земельного кадастра России. Москва
9. https://studbooks.net/1223875/agropromyshlennost/kadastrovaya_otsenka_lesnyh_zemel
10. <https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k-kadaastrovoy-otsenke-zemel-lesnogo-fonda>

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ЭКСТРАКЦИИ БЕРЕЗОВЫХ ПОЧЕК МЕТОДОМ ИСИКАВЫ

Мамбетова С.Р., Бахтиярова А.В., Михайлова А.Е.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М.Кирова

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL RISKS OF BIRCH BUDS EXTRACTION USING THE ISHIKAWA METHOD

Mambetova S.R.¹, Bakhtiyarova A.V.¹, Mikhailova A.E.¹

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Деятельность предприятия, влияющая на окружающую среду, требует принятия направленных организационных решений путём определения экологических рисков и их оценки. При управлении рисками стоит основываться на характере предприятия. Риски, рассмотренные в статье, относятся к спиртовому производству экстракта из березовых почек. С помощью метода Исикавы выявили основные проблемы, которые влияют на качество экстракции и визуализировали возможные причины ухудшения экстрагирования почек.

Abstract. The environmental aspects of the enterprise require the adoption of environmentally oriented management decisions through the identification of possible environmental risks and their assessment. Risk management should be systematic at the enterprise. The article considers the risks in the production of alcoholic extract from birch buds. Visualization of potential causes of deterioration of the kidney extraction process by the Ishikawa method showed key problems affecting the extraction quality.

Согласно определению, экологический риск - вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей природной среде, или отдалённых

неблагоприятных последствий этих изменений, возникающих вследствие отрицательного воздействия на окружающую среду [5].

Экологический риск возникает посредством вмешательства человека в природную среду, техногенного влияния, природных явлений, а также в результате деятельности предприятий. Оценка экологических рисков - выявление и оценка вероятности наступления событий, имеющих неблагоприятные последствия для состояния окружающей среды, здоровья населения, деятельности предприятия и вызванного загрязнением окружающей среды, не выполнением экологических требований, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера [4].

Оценка экологических рисков, как объединение регулирующих исследований и анализа мер, предназначается для охраны окружающей среды.

На сегодняшний день большее внимание уделено финансовым рискам, поэтому статья про изучение оценки экологических рисков актуальна. Предприятия, на которых отсутствует оценка экологических рисков, в последующем терпят значительные убытки, так как возможны ликвидационные ситуации и социальные конфликты, вызывающие губительные последствия.

Диаграмма Исикавы, она же «рыбья кость» и «диаграмма причинно-следственных связей» помогает категоризировать и визуализировать потенциальные причины возникновения проблемы и докопаться до корневой [1]. При помощи диаграммы можно выявить важнейшие параметры процесса, которые влияют на характеристики изделий, а также установить причины ошибки процесса и понять каких данных, сведений или знаний о проблеме недостаёт.

Когда строится диаграмма Исикавы, причины проблем распределяют по ключевым категориям. В качестве таких категорий выступают – человек, методы работы (действий), механизмы, материал, контроль и окружающая среда. Количество категорий при построении диаграммы можно уменьшать в зависимости от рассматриваемой проблемы [4].

Диаграмма Исикавы обладает следующими положительными сторонами: взаимосвязь исследуемой проблемы и причин, влияющих на эту проблему, можно отобразить графически; рассмотреть все вероятные предположение и гипотезы; определить области, в которых требуется дополнительные данные; применить структурированный анализ. Работа с диаграммой Исикавы удобна и проста, поэтому не требуется высокая квалификация сотрудников и проводить долгое обучение нет необходимости.

К недостаткам «рыбьей кости» можно отнести сложность правильного выбора главных и вторичных причин проблемы; отсутствие количественных исследований. Диаграмму Исикавы стоит строить с применением программных средств, так как пространство для построения на бумаге может быть недостаточным и прорисовать всю цепочку причин, рассматриваемой проблемы, будет невозможно.

Задачами исследования является определение техногенных опасностей при производстве спиртового экстракта и разработка рекомендаций в целях снижения экологических рисков.

Предметом исследования в данной работе являются экологические риски на предприятии по изготовлению спиртовых экстрактов из почек берёзы.

На рис.1 представлена технологическая схема производства спиртового экстракта.

Технология получения спиртового экстракта включает следующие этапы производства: подготовка сырья к экстрагированию; проведение непосредственно

экстракции петролейным эфиром и этиловым спиртом; отгонка и упаривание растворителей, упаковка экстракта в тару.

Подготовка сырья состоит из отделения почек от веток, их измельчения для достижения наибольшего проникновения и лучшего выделения экстрактивных веществ.

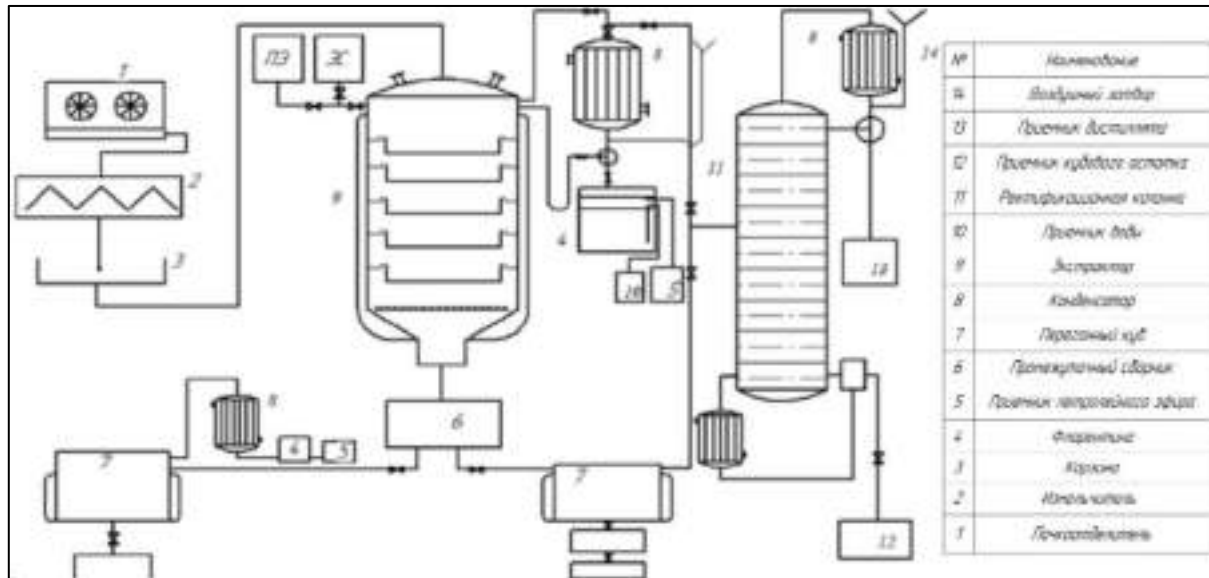


Рис. 1 Технологическая схема производства спиртового экстракта.

После подготовки сырья подается на экстракцию. Измельченные почки загружают в корзины 3 и транспортируют в экстрактор 9. В экстрактор подают петролейный эфир и проводят экстракцию, для нагрева используют глухой пар. По окончании процесса экстракт сливается в приемник 6. Почки обдают острым паром, чтобы убрать излишки петролейного эфира. Петролейный эфир уходит через холодильник 8 и на флорентине 4 отделяется от воды. Полученный эфир используется повторно для следующей экстракции.

Петролейный экстракт через промежуточный сборник подается в перегонный куб 7. В перегонном кубе экстракт отделяют от растворителя и в дальнейшем полученные горячие сесквитерпеноиды разливают в банки. Отделенный растворитель освобождается от воды на флорентине 4 и повторно используется в технологическом процессе.

В проэкстрагированных эфиром почках остаются другие биологически активные вещества. Для их выделения в экстрактор подают 96% этиловый спирт. Полученный спиртовой экстракт переходит в перегонный куб, далее экстракт упаривают и разливают по бутылкам. Острый пар поступает через нижний штуцер и смешивается с сырьем. В результате такой подачи теплоносителя сырье быстро прогревается, этанол, содержащийся в сырье, закипает и удаляется из верхней части через патрубок вместе с парами воды и поступает в ректификационную колонну 11.

Для рассмотрения потенциальных опасностей был выбран участок, на котором проходит экстрагирование почек березы. В качестве методов оценки опасностей используется построение диаграммы Исикавы.

Визуализация потенциальных причин ухудшения процесса экстракции берёзовых почек представлена в виде диаграммы Исикавы на рис. 2.

В процессе представления причин ухудшения процесса экстракции выявили ключевые проблемы, а именно: низкое качество исходного сырья и химикатов; неквалифицированный рабочий персонал, допускающий ошибки; непотребное состояние оборудования и ошибки в технологических параметрах оборудования. Сделали вывод, что своевременный контроль материальных потоков технологических параметров и настраивание ошибок персонала позволит уменьшить уровень и экологического риска.



Рис. 2 Диаграмма Исикавы.

Библиографический список

1. Бондарук А.М., Автоматизированные системы управления качеством в технологических процессах / А.М. Бондарук, С.С. Гоц // - М.: Уфа: Монография, 2016. - 144 с.
2. Бычкова А.Н., Анализ характера и последствий отказов / А.Н. Бычкова, Г.А. Рудаковская //Лекция. - Пенза: ПГУ, каф МСК, 2004. - 44с.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска / Национальная стандарт Российской Федерации [электронный ресурс].
4. Ларионов, Н.М. Промышленная экология: Учебник для бакалавров / Н.М. Ларионов, А.С. Рябышенков. - М.: Юрайт, 2013. - 495 с.
5. Хандогина, Е.К. Экологические основы природопользования [Текст]: учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования / Е.К. Хандогина, Н.А. Герасимова, А.В. Хандогина; под общ. ред. д. б. н. Е.К. Хандогиной. - М.: ФОРУМ - ИНФРА-М, 2011. - 158 с.

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ ПОЛИГОНОВ ТКО НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Матюшин В.А., Поликарпова Ю.Е.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М.Кирова

LANDFILLS OF HEAVY HOUSEHOLD WASTE OF THE LENINGRAD REGION

Matyushin.V.A., Polikarpova Yu.E.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Национальные цели развития Российской Федерации на период до 2030 г содержат, в том числе «создание устойчивой системы обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО), обеспечивающей сортировку отходов в объеме 100 процентов и снижение объема отходов, направляемых на полигоны, в два раза». В разрезе этой амбициозной задачи интересно рассмотреть хотя бы в общих чертах положение дел на территории Ленинградской области с учетом вопросов, касающихся местоположения полигонов ТКО и постановки их на государственный кадастровый учет, а также эти же вопросы при создании новых полигонов ТКО.

Отходы, которые не могут быть переработаны, отправляются на специально выделенные и обустроенные участки для их хранения – полигоны. Они служат для изоляции и обезвреживания твердых коммунальных отходов (ТКО), а также должны гарантировать санитарно-эпидемиологическую безопасность населения. Для выполнения этих функций, участок, выделяемый под полигон, должен быть специально оборудован и соответствовать ряду требований, прописанных законодательством. В СанПиН 2.1.7.1322-03 от 30 апреля 2003 года прописано, что выбор участка для размещения ТБО осуществляется на основании функционального зонирования территории и градостроительных решений. Объекты размещаются за пределами жилой зоны и на отдалённых территориях с обеспечением нормативных санитарно-защитных зон.

Согласно статье 20 Федерального закона № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», весь свод данных о статусе полигона, географическом положении и границах, режиме особой охраны, природопользователях, научной, экологической и другой информации несёт в себе «кадастр отходов». Он необходим, в первую очередь, для предотвращения неправомерной утилизации мусора, который в дальнейшем может привести к экологической катастрофе.

По данным государственного реестра объектов размещения отходов (ГРОРО), на территории Ленинградской области находится 35 официально зарегистрированных полигонов ТКО, и все они размещены в разных её частях. Среди них есть как хорошие, которые соответствуют требованиям законодательства и не несут особого вреда, так и откровенно опасные и для человека и для природы.

К счастью, руководители большей части полигонов, расположенных на территории Ленинградской области, относятся ответственно к своей работе и делают всё, чтобы скопившийся мусор не перерос в экологическую катастрофу. Разберём некоторые из них.

Полигон «Новый свет – эко» располагается на юге Ленинградской области в Гатчинском районе в 40 километрах от КАД. Был основан в 1999 году; на данный момент площадь полигона составляет около 40 га, а оборот – около 900 тысяч ТКО в

год. Данная свалка имеет лицензии на хранение и утилизацию отходов 3-4 класса опасности (малоопасный (4) и умеренно опасные (3) отходы).

Полигон ТБО «Приозерск». Начал свою работу в 2012 году. Располагается на севере Ленинградской области в Приозерском районе, рядом с Ларионовским сельским поселением. На данный момент площадь составляет 5 га. Имеется лицензия на сбор, транспортировку, обработку и утилизацию отходов с 1 по 4 класс опасности (1 класс является наиболее опасным и у него самая высокая степень воздействия на окружающую среду). Данная свалка соответствует всем требованиям, многие считают её образцовым показателем того, как должны работать полигоны.

Полигон «Северная Самарка». Данный полигон находится в деревне Северная Самарка, в Колтушском сельском поселении Ленинградской области в 15-ти километрах от КАД Санкт-Петербурга. Полигон обладает лицензией на сбор, транспортировку, обезвреживание, утилизацию отходов 1-4 класса опасности. Полигон «Северная Самарка» считается третьим по размерам полигоном в Ленинградской области, его площадь составляет около 60 Га. Основан полигон в середине 70-х годов. По официальным данным экологов полигон «Северная Самарка» на данный момент единственный крупный полигон, который имеет действующую лицензию на осуществление деятельности по работе с отходами и мусором.

Полигон «Сланцы». Полигон находится на западной части области в Сланцевском районе. Свою деятельность начал в 2012 году и работает по сей день. Площадь составляет 5.8 га, а мощность полигона составляет около 15 тысяч тонн отходов в год.

На участке ведутся работы по возведению сортировочного комплекса ю с целью увеличить срок службы самого полигона. Имеется лицензия на работу с отходами с 1 по 4 класс опасности.

К сожалению, есть и такие свалки, на которых далеко не всё так хорошо, как на вышеперечисленных, и они являются опасными для окружающей среды. Самой опасной из них является «Красный Бор», которая представляет собой 67 гектаров отходов и опаснейших химикатов. Изначально, данный полигон строился как экспериментальный объект сроком на 3 года, но со временем срок службы увеличивался, как и площадь самого полигона. Самые первые котлованы были выпоты на глубину 6 метров, позже глубина достигла 24 метров (высота 7-этажного дома). На этапе планирования специалисты полагали, что большие залежи кембрийский глины послужат хорошей изоляцией, которая не будет пропускать влагу, а вместе с ней и химикаты в почву, но через три десятка лет эксперименты показали, что котлованы негерметичны.

На протяжении всего времени работы полигона, на нём регулярно нарушались всевозможные правила. Тонны отходов принимались несанкционированно, из-за чего нарушался порядок захоронения опасных химикатов 1 и 2 классов (ГОСТ Р 56598-2015 «Обращение с отходами. Общие требования к полигонам для захоронения отходов»), а именно: не использовались положенные для некоторых веществ контейнеры, в котлованах, в которых могли быть отходы максимум второго класса опасности, находили химикаты гораздо более вредные - первого класса. Так же неправильно закрывались и ямы с отходами, их просто засыпали землёй в результате чего грунт проседал и появлялись протечки.

После пожара в 2011 году и множества судебных разбирательств, которые закончились в 2015, удалось добиться полного закрытия полигона.

К опасным полигонам можно отнести и незаконные свалки. Они нарушают Постановление правительства РФ «О правилах санитарной безопасности лесов» от

09.12.2020 № 2047. Незаконные свалки - одна из наиболее насущных проблем Ленинградской области. В настоящее время на территориях муниципалитетов находятся 157 свалок, а на землях лесного фонда – в три раза больше.

Ежегодно в регионе ликвидируют сотни несанкционированных свалок. Впрочем, ликвидация эта весьма условна – зачастую она подразумевает только прекращение поступления нового мусора, старые отходы никто не убирает. Скопившийся мусор начинает приносить вред окружающей среде: земля теряет свои свойства; вместе с дождями химикаты проникают всё глубже, добираясь до грунтовых вод, по которым «отравы» распространяется всё дальше, и, в конечном итоге, добирается до людей.

Ущерб, наносимый несанкционированными свалками, оценивается в огромные суммы, при этом существующие штрафы несерьезны и предусматривают максимальное наказание для должностных лиц 30 тысяч рублей, для юридических лиц – 250 тысяч. Несмотря на многочисленные запреты надзорных органов, недобросовестные предприниматели продолжают работать, а свалки только растут, нанося непоправимый вред окружающей среде.

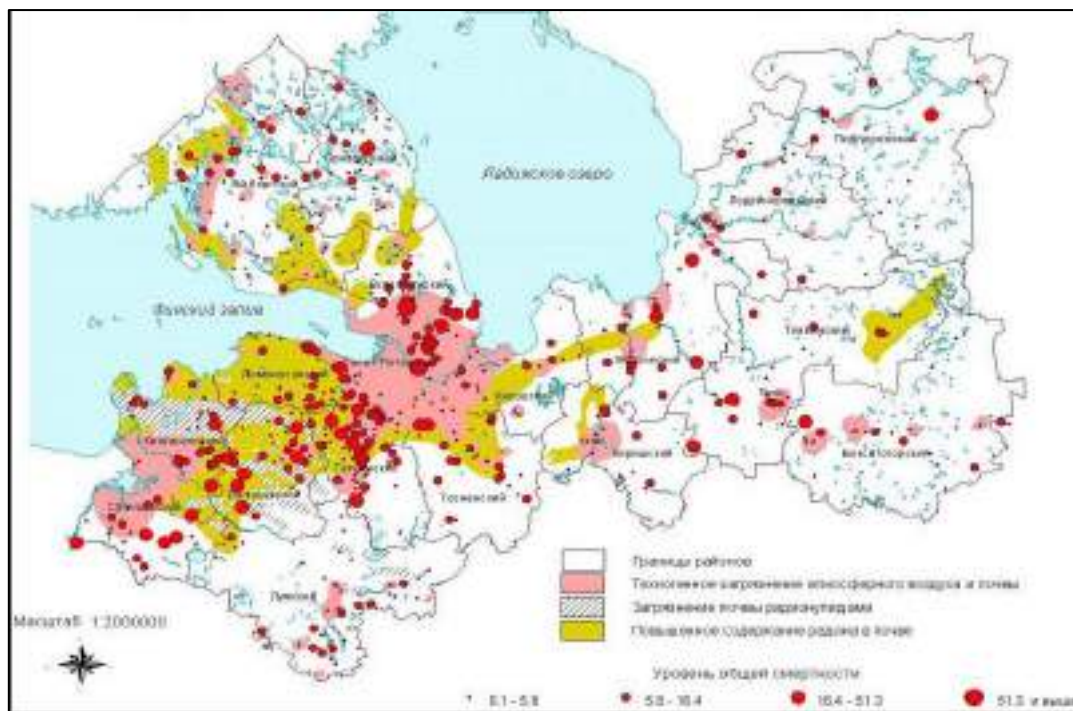


Рис. 1. Показатели общей смертности населения Ленинградской области от природного и техногенного загрязнения почвы.

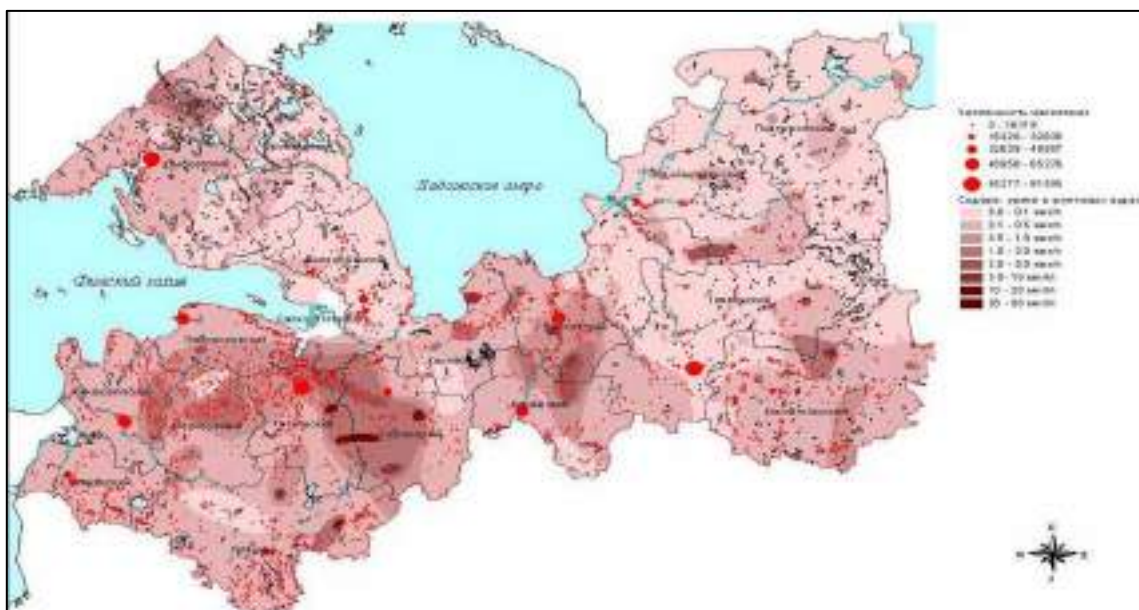


Рис. 2. Содержание урана в грунтовых водах Ленинградской области.

Практика создания полигонов ТКО на различных территориях показала, что создание подобных объектов – трудоемкая задача, т.к. современное законодательство РФ не предусматривает ясной процедуры строительства полигонов ТКО, однако позволяет выделить условно три этапа создания полигона ТКО – определение и выбор места полигона, проектирование полигона, собственно строительство полигона.

Особенностью реализации этих этапов является то, что при реализации первого этапа необходимы межевые работы для определения границ объекта с последующей постановкой участка на кадастровый учет в соответствии с Земельным Кодексом РФ и Федеральными законами 221-ФЗ и 218-ФЗ, а на последнем этапе получение разрешения на ввод полигона в эксплуатацию в соответствии со ст. 55 Гр.К РФ. При этом вопрос признания комплекса полигона ТКО недвижимым имуществом по прежнему остается спорным и требует дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Указ Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» от 21.07.2020 № 474.
2. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ
3. Федеральный закон от 24.07.2007 г. 221-ФЗ «О кадастровой деятельности»
4. Федеральный закон от 13.07.2015 г. 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости»
5. Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах».
6. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 56598-2015 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Общие требования к полигонам для захоронения отходов» (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 сентября 2015 г. № 1419-ст).
7. СанПиН 2.1.7.1322-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

К ВОПРОСУ О РОЛИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В ЭКОНОМИКЕ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

Медведев С.О., Зырянов М.А.

Лесосибирский филиал Сибирского государственного университета науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева

ON THE ROLE OF FORESTRY IN THE ECONOMY OF THE FOREST INDUSTRY

Medvedev S.O., Zyryanov M.A.

Lesosibirsk branch of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

Аннотация. В работе представлены результаты исследований, посвященных роли лесного хозяйства в экономике лесной отрасли. Установлена важнейшая роль данного направления в лесной промышленности. При этом важны не только экономические, но и социальные и экологические аспекты. Проанализирован ряд экономических показателей отрасли. Определено, что объемы лесовосстановления и всех лесохозяйственных работ должны увеличиваться, чтобы компенсировать потери лесов.

Abstract. The paper presents the results of research on the role of forestry in the economy of the forest industry. The most important role of this direction in the forest industry has been established. At the same time, not only economic, but also social and environmental aspects are important. A number of economic indicators of the industry are analyzed. It is determined that the volume of reforestation and all forestry work should increase to compensate for the loss of forests.

Лесная промышленность является одной из важных в экономике страны. Однако, что более важно, ее влияние затрагивает не только экономическую сферу, но и социальную, экологическую, правовую и т.д. При этом воздействие на такую сферу как охрана окружающей среды кардинально отличается от многих других сфер промышленного производства [1]. Данный факт обусловлен значительной дифференциацией в структуре отрасли. Она включает множество направлений деятельности (подотраслей), различающихся по принципам и масштабам деятельности, глубине и качеству переработки древесной биомассы, сферам применения продукции. Однако уникальной данную отрасль делает сфера, роль которой часто принижается, - лесное хозяйство. Именно данное направление не только снабжает сырьем весь лесопромышленный комплекс (ЛПК), но и осуществляет лесовосстановление. Последнее крайне важно со многих позиций. Однако выделим несколько ключевых аспектов:

- соблюдение углеродного баланса;
- переход к принципам устойчивого развития;
- сохранение и восполнение лесов как природного комплекса;
- восполнение лесозаготовительной базы.

Для большей части лесопромышленников, разумеется, на данный момент ключевым является последний аспект. Тем не менее, государственная политика нацелена на многие аспекты, при этом экономическая стратегия хоть и является важнейшей, но не единственной глобальной задачей [2].

Соблюдение углеродного баланса, переход к низкоуглеродной политике, реализация лесоклиматических проектов по мнению ряда экспертов несколько потеряли актуальность вследствие нестабильной мировой повестки и общей напряженности взаимоотношений России с ведущими мировыми державами. Однако

данные направления деятельности важны не в угоду каким-либо странам, а с целью трансформации отечественной экономики и промышленности к новым реалиям, в которых экология – важнейший элемент. Вторит данной оценке и переход на принципы устойчивого развития, предусматривающий в значительной мере изменение подходов к охране окружающей среды, модернизацию производственных процессов. Однако в данном разрезе важными являются уже и социальные аспекты – сохранение качественной окружающей среды, природы для будущих поколений – это неотъемлемый элемент государственной политики, закрепленный в Конституции и ряде нормативно-правовых актов нашей страны. При этом без сохранения лесов и их восстановления, после вырубок, пожаров и иных негативных факторов – ключевой аспект в данном направлении [3].

В ходе исследования было установлено, что ежегодные потери лесов в России по различным причинам составляют более 2,5 млн. га. При этом самые минимальные оценки, значительная часть экспертов приводят гораздо более высокие значения. Динамика лесовосстановления свидетельствует о значительном отставании по восполнению выбывших лесов (рис. 1).

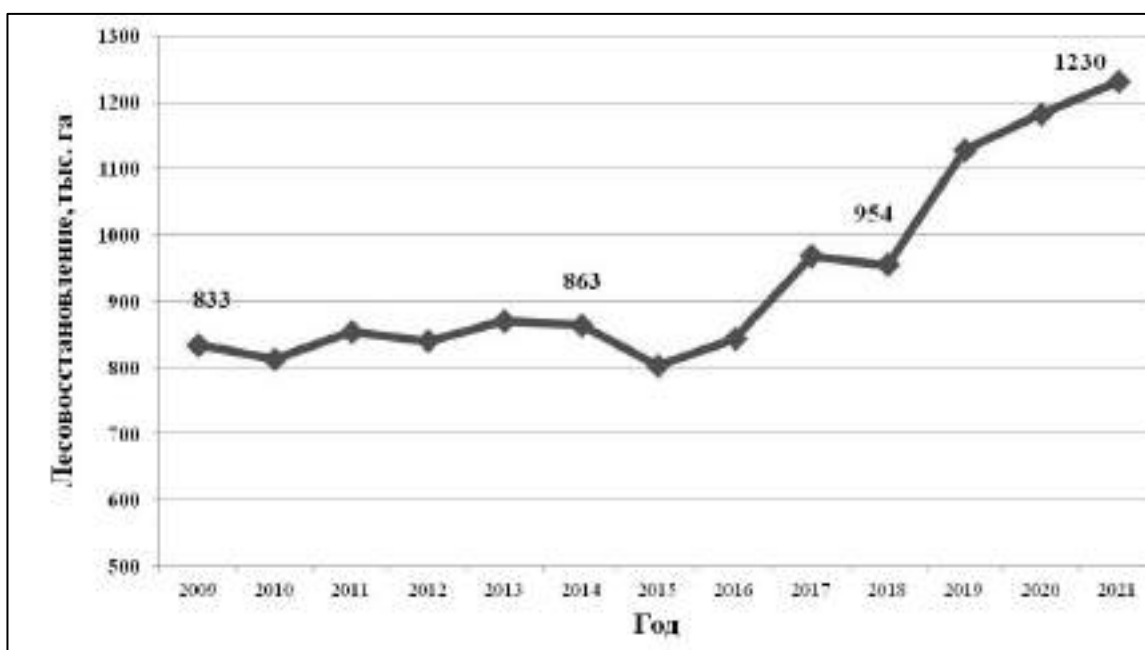


Рис. 1. Лесовосстановление в России, тыс. га (источник данных: Росстат и ЕМИСС).

Показанная динамика хоть и явно положительна, но не достаточна для того, чтобы восполнить потери лесов. Важно понимать, что лесозаготовки в России осуществляются уже очень давно и многие лесные территории вследствие неразумного использования лесовосстановлению не подвергались никогда. Естественные процессы восполнения лесов, разумеется, происходят, но при этом меняется их структура, качество и пригодность для дальнейшего использования в целях лесной промышленности и экономики. Важно отметить, что лесозаготовки на протяжении значительного временного интервала помимо крупных лесопромышленников осуществляли незаконные («черные лесорубы») предприниматели. Также качество лесов снижают пожары (нередко организованные специально), болезни и различные вредители (например, шелкопряд). В таких условиях деятельность по лесовосстановлению должна предусматривать множество стратегий и быть нацелена не

только на восполнение ежегодно теряемых лесов, но и ранее потерянных по совокупности факторов [4]. Лишь такой подход позволит достичь множества целей, не только сугубо экономического характера.

На данный момент вклад лесной отрасли в ВВП страны составляет чуть более 1 %. Примерно такое же процентное соотношение характерно и для доли занятых в ней в структуре всей рабочей силы. Данный вклад не велик. Однако в определенной степени это обусловлено низкой эффективностью как лесного хозяйства, так и всей лесной отрасли. Показательным в данном случае может являться уровень рентабельности лесохозяйственных направлений и лесозаготовок. На рис. 2 показана динамика данного критерия для двух важнейших направлений.

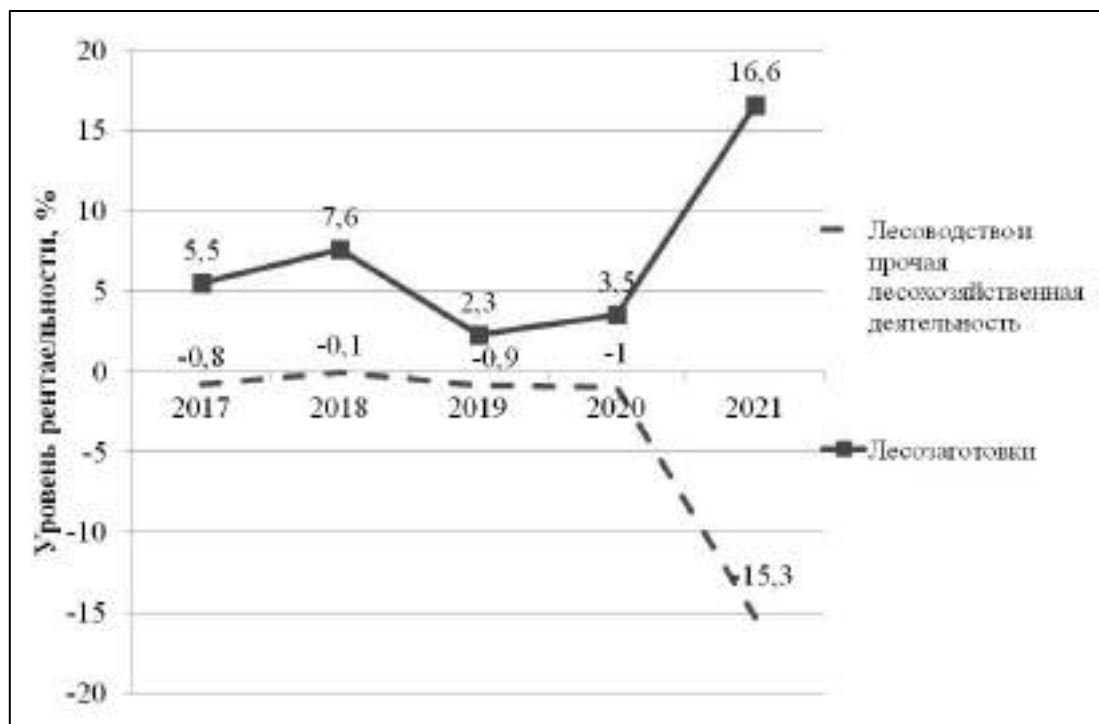


Рис. 2. Уровень рентабельности проданных товаров, продукции, работ, услуг в лесной отрасли России (источник данных: Росстат и ЕМИСС)

По данному графику наглядно видно несколько ключевых аспектов:

1. Убыточность лесоводства и прочей лесохозяйственной деятельности. Данный факт характерен для лесохозяйственного направления на протяжении длительного промежутка времени. Он объясняется некоммерческим характером деятельности большинства организаций в данной сфере – большая часть функций выполняется государственными структурами. Основная задача здесь – не извлечение прибыли, а лесовосстановление и установление и поддержание порядка (в широком смысле) на лесной территории.

2. Лесозаготовки остаются достаточно низкорентабельной отраслью (исключение – 2021 год). Причины экстремальных значений в 2021 году требуют детального изучения. Однако общий уровень рентабельности свидетельствует о невысокой отдаче от затрат, которые несут лесозаготовители. Действительно, ежегодно увеличивается плечо вывозки заготовленной древесины (растут расходы на транспортировку), увеличивается конкуренция на рынке (колебания цен на готовую продукцию, технику и инструменты, заработную плату квалифицированному персоналу и т.д.). При этом,

несмотря на все оговорки относительно средних значений статистических показателей, общее положение дел в отрасли, очевидно, оставляет желать лучшего. При этом на рынке, что естественно, присутствуют как эффективные (прибыльные) лесозаготовители, так и те, чья рентабельность находится на критически невысоком уровне.

Возвращаясь к тезису о значимости лесного хозяйства в экономике лесной отрасли, следует обратиться к ключевому экономическому аспекту – именно продукция данного направления служит сырьем для всех иных видов деятельности в ЛПК. При этом вклад в объемы производства также достаточно существенен – он приближается к 100 млрд. руб. (таб. 1).

Таб.1. Выручка (нетто) от продажи товаров, продукции, работ, услуг (за минусом налога на добавленную стоимость, акцизов и иных аналогичных обязательных платежей) в России млрд. руб*.

Направление деятельности	Год	
	2020	2021
Лесозаготовки	99,29	98,92
Распиловка и строгание древесины	193,60	314,79
Производство шпона, фанеры, деревянных плит и панелей	301,39	494,82
Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона	413,68	595,89

*источник данных: Росстат и ЕМИСС

Таким образом, в результате исследования установлена важнейшая роль лесного хозяйства в экономике лесной отрасли. При этом важны не только экономические, но и социальные и экологические аспекты. Определено, что объемы лесовосстановления и всех лесохозяйственных работ должны увеличиваться, чтобы компенсировать потери лесов как текущие, так и прошедших периодов времени.

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

Библиографический список

1. Берлизев Р.Н. Факторы, определяющие перспективы развития отрасли лесного хозяйства России в современных условиях развития экономики / Р.Н. Берлизев, А.А. Яценко // Экономика и бизнес: теория и практика, 2021. - № 3-1 (73). - С. 52-55.
2. Медведев С.О. Эффективное использование сырьевых ресурсов как фактор конкурентоспособности предприятий лесного комплекса / С.О. Медведев, В.А.Лукин // Лесной экономической вестник, 2009. - № 3. - С. 33.
3. Петров А.П. Комплексное лесное хозяйство в зеркале экономики: уроки прошлого и вызовы будущего / А.П. Петров // Устойчивое лесопользование, 2020. - № 4 (63). - С. 26-29.
4. Рябова Т.Г. Лесопромышленный комплекс России на современном этапе / Т.Г. Рябова, Ю.А. Безруких, С.О. Медведев, Ю.Д. Алашкевич // 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.

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ НА РЕГИОНАЛЬНУЮ ЭКОНОМИКУ

Назарова О.А.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

IMPACT OF ENVIRONMENTAL PROJECTS TO THE REGIONAL ECONOMY

Nazarova O.A.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье приведен аналитический обзор реализуемого в настоящее время федерального проекта «Сохранение лесов» национального проекта «Экология», произведен анализ распределения объема финансирования, направляемого на выполнение мероприятий федерального проекта, подведены промежуточные итоги реализации федерального проекта и произведена оценка возможности повышения экономической и экологической устойчивости лесов Северо-Западного федерального округа.

Abstract. The article provides an analytical review of the currently implemented federal project «Conservation of forests» of the national project «Ecology», analyze the distribution of funding allocated for the implementation of federal project activities, sum up the interim results of the implementation of the federal project and assess the possibility of increasing the economic and environmental sustainability of forests in the North-Western Federal District.

В 2019 году на территории Российской Федерации началась реализация национального проекта «Экология», включающего в себя 9 федеральных проектов, призванных сберечь уникальные природные объекты, повысить экологическую безопасность страны, сохранить и приумножить леса России.

Федеральные проекты, входящие в состав национального проекта, направлены на создание современной инфраструктуры обращения с отходами, снижение экологической нагрузки за счет сокращения захоронения отходов, рекультивацию наиболее опасных объектов, ликвидацию несанкционированных свалок в границах городов, снижение выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, создание условий устойчивого развития особо охраняемых природных территорий и экотуризма, сохранение и восстановление водных объектов, обеспечение баланса выбытия и воспроизводства лесов [2].

Наибольший профессиональный и исследовательский интерес для студентов, аспирантов и работников лесного хозяйства представляет федеральный проект «Сохранение лесов» национального проекта «Экология».

Россия занимает первое место в мире по площади лесов и имеющийся запас древесных ресурсов во многом предопределил экстенсивную модель использования лесов, которая существует и на сегодняшний день. При этом экономическая составляющая полезностей леса не является первичной. Климатические, средообразующие, водозащитные функции лесов, их способность к поглощению парниковых газов, являются не менее значимыми, чем ежегодное пополнение консолидированного бюджета страны.

Федеральный проект «Сохранение лесов» направлен на создание условий для повышения качества и объемов работ по лесовосстановлению и лесоразведению, а также на сокращение экологического и экономического ущерба, наносимого лесам и государству вследствие лесных пожаров, и включает в себя 3 соответствующих направления: формирование запаса семян лесных растений, увеличение площади лесовосстановления и лесоразведения и оснащение учреждений, выполняющих лесохозяйственные мероприятия, специализированной лесопожарной и лесохозяйственной техникой и оборудованием.

В соответствии с паспортом реализации национального проекта «Экология» для лесного хозяйства установлены два показателя, влияющих, в том числе, на экологическую и экономическую устойчивость лесов.

Первый – отношение площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений, измеряемый в процентах. Второй – ущерб лесным насаждениям от лесных пожаров, измеряемый в миллиардах рублей.

За базовые значения приняты значения этих показателей за 2018 год, составившие соответственно 62,3% и 32,3 млрд. руб. За ожидаемый шестилетний период реализации национального проекта значения указанных показателей должны составить 100% и 12,5 млрд. руб. в год соответственно [2].

Иными словами, в 2024 году площадь лесовосстановления и лесоразведения, посредством увеличения объемов лесохозяйственных работ и повышения качества их выполнения, должна полностью покрывать площадь вырубленных и погибших лесных насаждений, а ущерб от лесных пожаров должен сократиться на 61,3% – с 32,3 млрд. руб. в 2018 году до 12,5 млрд. руб. в 2024 году.

Немаловажную роль в достижении указанных показателей и, как следствие, в обеспечении повышения экономической и экологической устойчивости лесов играет оснащение учреждений, выполняющих лесохозяйственные мероприятия специализированной техникой и оборудованием, в регионах.

Ежегодно на реализацию федерального проекта «Сохранение лесов» регионам выделяются средства из федерального бюджета, и основная доля расходов – порядка 85% – приходится на приобретение специализированной техники и оборудования. Из них на технику и оборудование, используемые для предупреждения возникновения лесных пожаров и борьбу с ними, приходится в среднем за период 2019-2022 годов порядка 88%.

Так, в 2019 году субъектам Северо-Западного федерального округа на специализированную технику и оборудование было выделено 852,3 млн. руб., из них на лесопожарную технику и оборудование приходилось 90,2%, на лесохозяйственную технику и оборудование – 9,8% [3]. В 2020 году было выделено 473,6 млн. руб., из них на лесопожарную – 82,9%, на лесохозяйственную – 17,1% [4]. В 2021 году – 607,5 млн. руб., из них на лесопожарную – 79,1%, на лесохозяйственную – 20,9% [5]. В 2022 году – 355,3 млн. руб. на лесопожарную технику и оборудование [6].

За период реализации проекта с 2019 по 2022 год среднегодовой удельный вес расходов на лесопожарную технику и оборудование в общем объеме расходов на технику и оборудование в отдельно взятом регионе Северо-Западного федерального округа варьируется от 70,7% в Архангельской области до 97,2% в Ленинградской области и зависит от конкретных условий ведения лесного хозяйства. Например, от текущего уровня оснащенности по данному виду техники и оборудования, от процента износа имеющегося оснащения и т.д.

Распределение объема финансирования между субъектами округа также неоднородно и обусловлено объективными исходными данными. Например, на долю малолесных регионов – Мурманской и Калининградской областей – приходится 2,6% и 2,7% от суммарного объема финансирования, выделенного субъектам округа на приобретение лесопожарной техники и оборудования за 2019-2022 годы, соответственно. Наибольший объем финансирования за указанный период был выделен бюджетам Ленинградской и Новгородской областей и составил 20,5% и 21,4% [1].

Промежуточные итоги реализации федерального проекта «Сохранение лесов» могут быть подведены посредством анализа кассового исполнения расходов на реализацию проекта за период 2019-2022 годов и выполнения плановых объемных показателей по каждому из мероприятий, предусмотренных проектом: площади лесовосстановления и лесоразведения, формирования запаса семян лесных растений и приобретения специализированной техники и оборудования.

По данным отраслевой отчетности единственный случай неисполнения кассовых расходов и недостижения планируемого объемного показателя по приобретению лесопожарной техники был допущен в 2021 году по причине невозможности заключения государственного контракта с победителем аукциона ввиду его выбытия на момент заключения контракта из перечня производителей промышленной продукции, произведенной на территории России, и невозможности проведения повторной закупочной процедуры в связи с завершением календарного года. Однако и в данном случае кассовое исполнение расходов по приобретению лесопожарной техники и оборудования составило 99,7% в целом по округу [1].

Региональный экономический эффект от проводимых мероприятий ввиду ряда особенностей лесного хозяйства, прежде всего – длительности биологического производства, будет являться отложенным во времени и представлять некоторые сложности для объективной и всесторонней экономической оценки результатов экологических мероприятий.

При этом в рамках реализации федерального проекта «Сохранение лесов» национального проекта «Экология» к концу 2024 года планируется увеличить объемы лесовосстановления на 1,5 млн. га в год в целом по стране, а также обеспечить переоснащение учреждений, выполняющих лесохозяйственные мероприятия, специализированной техникой и оборудованием [2].

Несмотря на сложности сопоставления разновременных затрат и результатов, выполнение запланированных мероприятий позволит ежегодно повышать устойчивость лесной экономики регионов Северо-Западного федерального округа, даже под воздействием стремительно изменяющихся политических, экономических и производственных условий.

Библиографический список

1. Отраслевая отчетность органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации о расходах на исполнение полномочий в области лесных отношений, о доходах от использования лесов // [Электронный ресурс] — URL: <https://roslesinfor.ru/> (дата обращения: 28.10.2022).
2. Паспорт национального проекта «Экология» // [Электронный ресурс] — URL: <http://government.ru/> (дата обращения: 28.10.2022).
3. Федеральный закон «О федеральном бюджете на 2019 год и на плановый период 2020 и 2021 годов» от 29.11.2018 № 459-ФЗ // КонсультантПлюс: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 30.10.2022).

4. Федеральный закон «О федеральном бюджете на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов» от 02.12.2019 N 380-ФЗ// КонсультантПлюс: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 30.10.2022).
5. Федеральный закон «О федеральном бюджете на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов» от 08.12.2020 N 385-ФЗ// КонсультантПлюс: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 30.10.2022).
6. Федеральный закон «О федеральном бюджете на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов» от 06.12.2021 N 390-ФЗ // КонсультантПлюс: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 30.10.2022).

РАЗРАБОТКА ИНЖИНИРИНГА УРБОБИОЦЕНОЗОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА БЕЛГОРОДА

Проскуряков В.В., Яковлева Н.А.
АНО «Зеленая инфраструктура городов»

DEVELOPMENT OF ENGINEERING SYSTEM OF URBANBIOCENOSES IN BELGOROD

Proskuryakov V.V., Yakovleva N.A.
ANO "Green infrastructure of cities"

Аннотация. Работа посвящена пилотному проекту разработки системы инжиниринга зеленой инфраструктуры городских урбобиоценозов на территории городского округа «город Белгород». Целью проекта является разработка и внедрение в городское хозяйство нового комплексного подхода к созданию и содержанию зеленой инфраструктуры.

Abstract. The report is devoted to a pilot project for the development of a green infrastructure engineering system for urban biocenoses on the territory of Belgorod. The aim of the project is to develop and introduce into the urban economy a new integrated approach to the creation and maintenance of green infrastructure.

Несмотря на очевидное и постоянное признание значимости экологического фактора для современных городов, системы умного города практически никогда не учитывают городские биоценозы – урбобиоценозы и зелёную инфраструктуру в целом, их влияние на жизнь и экономику городов. Урбобиоценоз (далее УБЦ) – это пространственно-ограниченная природно-техногенная система, сложный комплекс взаимосвязанных обменом вещества и энергии автономных живых организмов, абиотических элементов, природных и техногенных, создающих городскую среду жизни человека, отвечающую его биологическим, психологическим, этническим, трудовым, экономическим и социальным потребностям.

Для того, чтобы сделать систему управления зеленым хозяйством, зеленого строительства и эксплуатации города более эффективной, необходимо учитывать как природные компоненты, так и факторы городской среды. Для этого разрабатывается система инжиниринга зеленой инфраструктуры городов на основе классификации УБЦ, которая открывает возможность долгосрочного и устойчивого развития зеленой инфраструктуры города за счет формирования природоподобных ландшафтов (самовоспроизводящихся, максимальных по биоразнообразию, эффективных по биологической продуктивности, связыванию CO₂ и др.).

Разработать классификацию УБЦ невозможно без анализа, изучения и понимания материалов о биогеоценозе, лесоведении, экологии и принципов градостроительства. Система инжиниринга включает в себя исследование, проектирование, рациональное конструирование, формирование, эксплуатацию городской зеленой инфраструктуры, позволяющих получать и учитывать в городском хозяйстве существенный социально-экономический эффект. Система инжиниринга зеленой инфраструктуры позволяет создать экономически эффективные методы проектирования, формирования и ухода за разными видами урбобиоценоза города.

В период с мая по ноябрь 2022 года под нашим руководством были проведены работы по разработке данной системы в рамках междисциплинарного проекта для города Белгорода. Инжиниринг урбобиоценозов на примере города Белгород реализуется за счёт выполнения следующих задач:

1. Создание интерактивной карты и базы данных зеленой инфраструктуры города Белгорода как пилотной территории Белгородской области с внесением в нее всех городских УБЦ, деревьев и их основных характеристик;

2. Формирование концепции развития городской среды на базе исследований УБЦ;

3. Разработка методик оценки экономического эффекта и экологического эффекта от УБЦ;

4. Разработка технологических карт формирования зеленой инфраструктуры города;

5. Создание испытательных (пробных) полигонов по исследованию зеленой инфраструктуры городского типа;

6. Разработка типологии УБЦ города Белгорода как объектов, обеспечивающих наибольший экономический и экологический эффект. Проектирование оптимальных УБЦ для зеленой инфраструктуры города;

7. Разработка цифровых приложений учета, анализа, функционирования, проектирования эксплуатации зеленой инфраструктуры (системы УБЦ) города Белгорода.

В настоящее время в рамках проекта проводится мониторинг за функционированием УБЦ. На 20 пробных площадках, организованных в различных видах УБЦ, проводятся полевые исследования, включающие в себя следующие измерения:

- Физиологическое состояние зеленых насаждений;
- Количественные характеристики видового разнообразия животного мира, включая беспозвоночные и позвоночные виды;
- микроклиматических показателей, такие как влажность, температурный режим, уровень шума и сила ветра;
- почвенных характеристики отражают содержание вредных веществ, количество гумуса и геохимический состав.

Анализ городской территории, включающей, в том числе, и зеленые насаждения выявил более 40 видов урбобиоценоза, для каждого вида УБЦ были выделены свои характеристики, особенности и категория состояния. Система инжиниринга позволяет сформировать концепцию развития городской среды на базе исследований УБЦ; увидеть слабые места в зеленом каркасе города, организовывать и осуществлять процессы в сфере цифровых разработок зелёного каркаса территорий, анализировать и прогнозировать ключевые экологические, экономические и финансовые показатели для системы озеленения и экологии городов. Каждая единица зеленой инфраструктуры,

будь то дерево, кустарник, газон, имеет ценность для города и его населения, несёт экологический и экономический потенциал для развития устойчивой зеленой инфраструктуры, который можно выразить в денежном эквиваленте. Система инжиниринга позволяет использовать потенциал зеленых насаждений с максимальной выгодой для города.

В перспективе система инжиниринга зеленой инфраструктуры позволит снизить энергопотребление в городе, поможет уменьшить нагрузку на ливневую канализацию, снизить показатели загрязнения воздуха и благотворно повлияет на показатель заболеваемости населения. Кроме того, эта система позволит повысить общий рекреационный потенциал территории, изменит качество жилой среды и рынок недвижимости города.

Система уникальна, так как опирается на местный ландшафт, но применима для любого города, так как содержит универсальную методическую базу.

Библиографический список

1. Байтелова А., Гарицкая М., Чекмарева О. Экологические особенности городской среды. – Litres, 2022.
2. Данилов-Данильян В.И., Рейф Е.И. Биосфера и цивилизация: в тисках глобального кризиса //М.: ЛЕНАРД. – 2019.
3. Колотвин А.В., Зинюхин Г.Б. Модель городских экосистем //Вестник Оренбургского государственного университета. – 2003. – №. 7. – С. 164-167.
4. Хомич В. и др. Городская среда. Геоэкологические аспекты. – Litres, 2022.

ИСКУССТВЕННЫЕ ЗЕМЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ

Топоренко Н.А., Поликарпов А.М.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург

ARTIFICIAL LAND PLOTS

Toporenko N.A., Polikarpov A.M.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье анализируются особенности создания и осуществления кадастрового учета искусственных земельных участков.

Abstract. The article analyzes the features of the creation and implementation of cadastral registration of artificial land plots.

Стремительное развитие строительной отрасли приводит в крупных городах к нехватке территории под застройку, поэтому во всем мире очень популярна тема искусственных земельных участков. Во многих прибрежных странах расширение территории происходит за счет искусственно созданных земельных участков. Например, в России часть территории Санкт-Петербурга расположена на насыпной территории, в северо-западной части Василевского острова намыта территория под строительство новых кварталов. В Объединённых Арабских Эмиратах, в эмирате Дубай, созданы пальмовые острова, так же под застройку жилых комплексов, для туристов или просто для покупателей, комплексы с видом у моря. В Японии на двух

искусственных островах возвели первый в мире аэропорт на заливе у города Осака, площадью первого острова 10,7 км² и второго площадью 6,8км².

Одним из преимуществ искусственных земельных участков является создание новых территорий под элитную застройку с открывающимся видом на воду. Создание искусственных земельных участков имеет особую актуальность в городе Федерального значения Санкт-Петербург, поэтому анализ правовых теоретических и практических вопросов имеет особую важность.

Но есть и много минусов. Например, на намывных территориях Васильевского острова в Санкт-Петербурге, известные ученые не раз давали экспертные заключения по реализации этого проекта, это «высокая экологическая и социальная опасность», «фатальное воздействие на природную среду акватории и побережий Невской Губы» [3].

К правоотношениям, связанным с созданием и эксплуатацией искусственных земельных участков применяется градостроительное законодательство, существенным дополнением к которому является Федеральный закон № 246-ФЗ «Об искусственных земельных участках, созданных на водных объектах, находящихся в федеральной собственности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

В соответствии с Законом № 246-ФЗ искусственный земельный участок, созданный на водном объекте, находящемся в федеральной собственности (далее также - искусственный земельный участок, искусственно созданный земельный участок), - сооружение, создаваемое на водном объекте, находящемся в федеральной собственности, или его части путем намыва или отсыпки грунта либо использования иных технологий и признаваемое после ввода его в эксплуатацию также земельным участком (часть 1 статьи 3 Закона № 246) [1].

Согласно части 1 статьи 12 Закона № 246-ФЗ к заявлению (заявлениям) о выдаче разрешения на ввод искусственно созданного земельного участка в эксплуатацию прилагаются следующие документы:

разрешение на проведение работ по созданию искусственного земельного участка либо разрешение на строительство объекта капитального строительства в случае, указанном в статье 16 Закона № 246-ФЗ;

акт приемки искусственного земельного участка (в случае, если предоставление такого акта для выдачи разрешения на ввод объекта в эксплуатацию предусмотрено ГрК);

документ, подтверждающий соответствие искусственного земельного участка требованиям технических регламентов и подписанный лицом, осуществляющим его создание;

документ, подтверждающий соответствие параметров искусственно созданного земельного участка проектной документации и подписанный лицом, осуществляющим его создание;

заключение органа государственного строительного надзора о соответствии искусственно созданного земельного участка требованиям технических регламентов и проектной документации, заключение государственного экологического надзора.

Для получения разрешения на ввод в эксплуатацию допускается требовать только указанные в части 1 статьи 12 Закона № 246-ФЗ документы (часть 2 статьи 12 Закона № 246-ФЗ). Таким образом, в отличие от требований статьи 55 ГрК, Законом № 246-ФЗ не предусмотрено представление с заявлением о выдаче разрешения на ввод искусственно созданного земельного участка в эксплуатацию технического плана.

На основании части 6 статьи 12 Закона № 246-ФЗ со дня выдачи разрешения на ввод искусственно созданного земельного участка в эксплуатацию он признается также земельным участком, использование и оборот которого осуществляются в соответствии с Законом № 246-ФЗ, гражданским законодательством и земельным законодательством.

Особенности (в том числе основания) осуществления государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав в отношении искусственно созданного земельного участка установлены статьей 45 Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости», из которой следует, что сведения об искусственном земельном участке для осуществления государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав содержатся в межевом плане [2].

Делая вывод из всего выше сказанного, хочется добавить, что при создании искусственных земельных участков решается ряд важных проблем, связанных как с нехваткой территории, так и развитием социальной инфраструктуры. Нужно очень грамотно подходить к созданию искусственных земельных участков, а также к вопросу под что их создавать, рассмотреть модернизацию экологичного строительства, чтобы понять как негативно в совокупности это влияет на нашу экологию.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 19.07.2011 № 246-ФЗ «Об искусственных земельных участках, созданных на водных объектах, находящихся в федеральной собственности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости».
3. Ямпольская М. URL: <https://kp.vedomosti.ru/interior/article/2020/11/11/846629-kak-namit-ostrov> (дата обращения: 05.10.2022).
4. Письмо Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 30.04.2019 № 14-05598/19 «По вопросу внесения в ЕГРН сведений об искусственно созданных земельных участках».

АКТУАЛЬНЫЕ ТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СТЫКЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И ЛЕСНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Чибидин А.С.^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова,

²Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики

CURRENT TOPICS OF SCIENTIFIC RESEARCH OF FORESTRY IN THE FIELD OF FOREST LEGISLATION

Chibidin A.S.^{1,2}

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,

²Saint Petersburg University of Management Technologies and Economics

Аннотация. В статье представлен актуальный перечень тем научных исследований России на 2022 год на стыке лесного хозяйства и лесного законодательства. Всего в статье представлено 6 актуальных тем, с комментариями – от истории лесного законодательства, до лесных правоотношений Союзного государства.

Abstract. The article presents a short up-to-date list of topics of scientific research in Russia for 2022 at the junction of forestry and forest legislation. In total, the article presents 6 topical topics, with comments – from the history of forest legislation, to the forest legal relations of the Union State.

Современная правовая база в области лесных отношений объемная, часто недостаточно согласованная между собой. Привести в порядок законодательную основу изменениями по отдельным лесным нормативно-правым документам, статьям Лесного кодекса РФ (ЛК РФ) сложно, в связи с этим требуется комплексный подход к реформам, учитывая передовые разработки отраслевиков и научного сообщества, но для наведения порядка в лесном хозяйстве, в целом в лесном секторе – исследования в сфере лесного законодательства, истории лесного права, и возможных вариантов развития лесных правоотношений в будущем – крайне необходимы.

Цель данной статьи – сформировать перечень актуальных, перспективных тем научных исследований на стыке лесного хозяйства и лесного законодательства. Международная молодёжная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы лесного хозяйства», проходящая на базе СПбГЛТУ, ежегодно собирает молодых ученых в области лесного хозяйства и смежных отраслей. В связи с этим, данная научная работа направлена также решить 2 задачи: 1) привлечь внимание молодых ученых к актуальным направлениям исследований на стыке лесного хозяйства и лесного законодательства, и 2) найти единомышленников для сотрудничества по исследованию вышеупомянутой области, возможно, собрать коллектив авторов из разных отраслей: лесозащита, лесоохрана и законодательство, воспроизводство лесов, лесоразведение и юриспруденция, лесоустройство, государственная инвентаризация лесов и право, нормативно-правовые аспекты и неистощительное использование лесов, юриспруденция и цифровизация лесного сектора и так далее. Также крайне актуальной темой является законодательная база для полноценного функционирования лесного образования и лесной науки.

Автором ведется работа над научно-квалификационной работой (НКР): «Государственная политика, правовое регулирование в области лесных отношений и развитие лесного законодательства России в современный период». Автор приглашает к сотрудничеству разных исследователей, в том числе для написания статей, поиска информации, обмена данными.

На данный момент автором уже опубликованы статьи на стыке лесных и юридических наук: «Совершенствование юридической техники, понятийного аппарата в области лесных отношений, лесного сектора» («Ленинградский юридический журнал», ВАК) [1], «Комментарий к концепции проекта нового Лесного кодекса Российской Федерации научного совета РАН по лесу» (электронный журнал «Вопросы лесной науки», РИНЦ) [2], в рамках международной научно-практической конференции в г. Гомель, в Институте леса НАН Беларуси в 2022 г. сделан доклад и опубликована статья на тему: «Совершенствование лесного законодательства, лесных отношений Союзного государства» [3]. В печати находится статья «Теоретико-исторический аспект развития права и юридических терминов в области лесных отношений в России» («Журнал правовых и экономических исследований», ВАК). Статья на стыке наук «Об уточнении определений: лесной комплекс, сектор, отрасль» [4] опубликована на III конференции «Актуальные вопросы лесного хозяйства», также опубликованы другие статьи – с полным перечнем статей автора можно ознакомиться на сайте научной электронной библиотеки elibrary.ru.

Перечень актуальных тем научных исследований лесного хозяйства в области лесного законодательства:

1. Уроки прошлого. История лесного хозяйства через призму лесного законодательства.

В истории современной России, СССР, Российской империи есть разный опыт ведения лесного хозяйства, учитывая законодательство, как положительный, так и отрицательный. Но сделаны ли выводы из этого опыта? Каково юридическое и лесохозяйственное значение утверждения проекта «Лесного устава» 1802 г.? Как повлиял на лесное право и лесохозяйственную деятельность указ императора Александра I об учреждении Практического лесного училища (ныне – СПбГЛТУ) в 1803 году?

Насколько сильно повлияло на лесное хозяйство Российской империи систематизация лесного законодательства в 1832 г.?

В 1876 году вышло третье, доработанное издание Лесного устава. Количество статей в новой редакции значительно уменьшилось, так как были исключены некоторые дублирующие статьи других нормативно-правовых актов, статьи, регулирующие некоторую хоз. деятельность, и статьи, которые перешли в другие законодательные документы. Как сильно повлияло на лесное хозяйство данное совершенствование лесного законодательства? В 1888 г. вышло Положение о лесосбережении. Как это отобразилось на хозяйственной деятельности? Последняя редакция Лесного устава, по сути, Лесного кодекса Российской империи, вышла в 1905 году. Некоторые статьи Лесного устава 1905 года были заложены еще до 1802 года. Свидетельствует ли это о более грамотном, планомерном, устойчивом развитии лесных правоотношений, в сравнении с современным периодом, когда правки в ЛК РФ вносятся с большой скоростью? Практически все эти вопросы имеют риторический характер. Недостаточно сделано научных выводов из всего опыта отечественного лесного законодательства. Немного дано ответов, какой вектор развития лесного законодательства, лесного хозяйства должен быть у современной России, учитывая опыт прошлого.

В 1918 году был принят ленинский декрет «О лесах». Есть ли полноценная оценка влияния на лесоправление, лесохозяйственную деятельность данного декрета, по сути, первого основного нормативно-правового акта социалистической России? Является ли принятый в 1924 году Лесной кодекс РСФСР – качественным лесным основным законодательным документом, по сравнению с последней редакцией Лесного устава Российской империи? Или первый Лесной кодекс РСФСР не стоит сравнивать с лесными нормативно-правовыми актами Российской империи, так как он принят в тяжелые времена, практически сразу после Гражданской войны? Возможно, стоит обратить внимание на «Основы лесного законодательства Союза СССР и союзных республик» 1977 г., так как данный документ СССР более доработанный, и является общесоюзным, в сравнении с ЛК РСФСР 1924 года? Но лучше ли он Лесного устава Российской империи? Или их нельзя сравнивать, так как у государства была разная политическая повестка?

Являются ли «Основы лесного законодательства РФ» 1993 г. – достойным, качественным нормативно-правовым актом, в сравнении с предыдущими базовыми лесными законодательными документами? Или их сравнение некорректно, учитывая, что в 1991 году СССР распался, и данный НПА принимался на фоне экономического упадка страны.

Как повлиял ЛК РФ 1997 г. на лесное хозяйство современной России?

Можно ли сказать, что ЛК РФ, вступивший в силу в 2007 году – является идентичным ЛК РФ нынешнему (2022), учитывая все внесенные правки – или это уже совсем другой ЛК РФ? Справедливо ли критикуют современный ЛК РФ, или данный НПА незаслуженно недооценено из-за недостаточной правоприменительной практики?

На эти и другие вопросы лесных правоотношений, лесного хозяйства – еще предстоит ответить, если перед государством будет стоять задача сформировать устойчивое, сбалансированное лесоуправление, на базе грамотного лесного законодательства, лесного хозяйства, истории лесоуправления России.

2. Правовые аспекты лесного образования, подготовки кадров для лесного хозяйства, лесного сектора. Юридическая база для поддержки молодых работников л/х, их трудоустройства.

Законодательно существует программа поддержки молодых врачей, при переезде в сельскую местность они имеют право получить до 2 млн рублей, в зависимости от региона. То же самое существует для молодых учителей. Это федеральные программы. Аналогичных программ для лесного хозяйства на федеральном уровне нет. Создание законодательной базы по этому направлению может поспособствовать совершенствованию репутации лесных профессий, отрасли в целом. Поэтому, в том числе необходимы научные исследования по данному направлению. Только компетентные кадры могут решить проблемы лесного сектора, в связи с этим это крайне актуальная тема исследования, и важный вопрос, который стоит регулярно поднимать на разных площадках, начиная от небольших конференций, заканчивая законодательными органами власти.

На региональном уровне уже появляются инициативы по поддержке молодых кадров в области лесного хозяйства, но в меньших масштабах, по сравнению со здравоохранением и образованием. Например, в Республике Татарстан выплачивают молодым специалистам до 300 тыс. рублей. Но этого недостаточно. Нехватка кадров в лесном секторе, лесном хозяйстве ощущается сильно.

Законодательно практически не урегулирован вопрос по деятельности движения школьных лесничеств, что сказывается негативно на профориентационной деятельности. Это направление исследовано мало, автор сам некогда являлся руководителем школьного лесничества в юношеские годы, и может дать компетентный комментарий на этот счет. Недостаточное правовое внимание уделено учебно-опытным лесничествам, что неблагоприятно влияет на практику обучающихся, и научную деятельность высших лесных школ.

3. Понятийный, терминологический аппарат в области лесного законодательства и лесного хозяйства.

На примере термина «Лес». В учебной литературе представлены одни определения термина, в отраслевом стандарте другое определение, в научной среде третьи определения, а в ЛК РФ вообще отсутствует определение для термина «Лес». И так со многими терминами. Изменение юридической техники в области лесных отношений должны быть выполнены в комплексном характере, так как проблемы в сфере лесного законодательства, множество неточностей в терминах на данный момент в лесном секторе, лесном хозяйстве происходит в том числе, из-за фрагментарного подхода к совершенствованию понятийного аппарата. Комплексный подход требует большой работы широкого круга лиц, что очень сильно усложняет деятельность по данному направлению, но без исследований в данной области мы столкнемся с тем, что буквально будем говорить на разных языках, то есть озвучивать одни термины, но

многие будут понимать под ними разные трактовки, что сформирует почву для конфликта.

4. Правовая база Единой государственной автоматизированной информационной системы учета древесины, и сделок с ней (ЛесЕГАИС). Законодательство для формирования основы Федеральной государственной информационной системы лесного комплекса (ФГИС ЛК).

Основные реформы в области лесного хозяйства сейчас направлены на цифровизацию отрасли. По сути, тема цифровизации находится на первом месте у государственных органов власти в области лесных отношений. Основным федеральным органом власти, курирующий вопросы цифровизации лесного хозяйства – Рослесхоз. Термин «Лесное хозяйство» не подразумевает «учет», при помощи ЛесЕГАИС, ФГИС ЛК, а подразумевает охрану, защиту, воспроизводство, использование и пр., но органы власти лесного хозяйства регулярно занимаются работой с ЛесЕГАИС, и объем работ по данному направлению только растет. То есть фактически под лесным хозяйством понимается сейчас совсем другое, нежели то, что трактуется юридически, и в отраслевой, научной литературе. Требуется тщательный анализ, влияет ли ЛесЕГАИС и новые системы цифровизации отрасли благоприятно на лесное хозяйство? Становится ли лесное хозяйство более устойчивым при помощи цифровизации? Данная тема изучена недостаточно. Также требуются исследования на тему, стоит ли дополнять терминологический аппарат лесного хозяйства новыми определениями, учитывая цифровизацию, повсеместный учет древесины.

5. Восполнение лесного законодательства недостающими частями, учитывая правильное, грамотное лесное хозяйство на научных основах.

В лесном законодательстве практически нет базы для формирования лесоклиматических проектов – тема, которая сейчас поднимается практически на всех лесных форумах, конференциях; недостаточно урегулирован юридически вопрос по ведению лесного хозяйства на землях сельскохозяйственного назначения; практически не урегулирован в правовом поле вопрос по лесным дорогам; термин «гидролесомелиорация» практически вообще отсутствует в правовой лесной базе и так далее. Всё это затрудняет переход к циркулярной экономике (экономике замкнутого цикла, цикличной), основанной на возобновляемых ресурсах, так называемой «зеленой» экономике. Юридическая база по данному вопросу является практически первостепенной, но для её формирования необходима лесная политика, которая, по сути, является краеугольной лесной идеей, которую можно вывести только лишь после детального изучения первой темы из представленного перечня актуальных тем данной работы.

6. Лесное хозяйство, лесное законодательство СНГ и Союзного государства.

События последних лет, как никогда сблизили Беларусь и Россию. В ближайшем будущем стоит ожидать разработок совместных программ, различных документов, в том числе юридических в области лесного хозяйства в рамках Союзного государства, поэтому тема становится крайне актуальной для исследований.

Данная работа не претендует на роль истины в последней инстанции. Перечень актуальных тем на стыке лесного законодательства и лесного хозяйства, очевидно, должен и может дорабатываться. В данный список попали наиболее актуальные темы по версии автора, учитывая последние тенденции отрасли, науки и образования.

Автор выражает благодарность организаторам Конференции за возможность уже в шестой раз представить свои научные исследования на базе Конференции!

Библиографический список

1. Чибидин А.С., Игнатенко Д.И., Донин А.Я. Совершенствование юридической техники, понятийного аппарата в области лесных отношений, лесного сектора // Ленинградский юридический журнал. – 2022. – № 2 (68). – С. 34–48.
2. Чибидин А. С. Комментарий к концепции проекта нового лесного кодекса Российской Федерации научного Совета РАН по лесу // Вопросы лесной науки. – 2020. –Т. 3. – № 3. – С. 6.
3. Чибидин А.С. Совершенствование лесного законодательства, лесных отношений Союзного государства // Сохранение и рациональное использование биологических ресурсов в системе устойчивого лесопользования: материалы международной научно-практической конференции, Гомель, 27-29 сентября 2022 г. – Институт леса НАН Беларуси: Типография «Белдрук», 2022 – С. 139
4. Чибидин А.С. Об уточнении определений: лесной комплекс, сектор, отрасль //Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: материалы III международной научно-практической конференции молодых ученых, Санкт-Петербург, 06–08 ноября 2019 года. – СПб: Полиграф-Экспресс, 2019. – С. 257.

Секция лесоводства и лесных культур

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МИКОКАРСТ
ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ**

Алексеева М.А., Дурова А.С.

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

**ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF USING MYCOKARST TECHNOLOGY
IN LAND RECLAMATION**

Alekseyeva M.A., Durova A.S

¹ Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,

Аннотация. В статье описывается экспериментальная технология рекультивации карстовых провалов и обвалов, закрепления грунтов, основанная на применении материалов на основе технологии МикоКарст. По данной технологии разрабатываются субстраты, содержащие многокомпонентный органо-минеральный субстрат и массу грибных спор, способных развиваться и закреплять грунт, в том числе в экстремальных условиях. В статье выделены положительные и отрицательные стороны технологии, приведен обзор основных исследовательских коллективов, занимающихся данной тематикой.

Annotation. The article describes an experimental technology of recultivation of karst dips and landslides, soil consolidation, based on the use of materials based on the technology of MycoKarst. This technology is used to develop substrates containing a multicomponent organo-mineral substrate and a mass of fungal spores that can develop and fix the soil, including in extreme conditions. The article highlights the positive and negative sides of the technology, provides an overview of the main research teams dealing with this topic.

В соответствии с постановлением правительства РФ от 10 июля 2018 г. № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель», рекультивация – это мероприятия по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению их плодородия посредством приведения земель в состояние, пригодное для их использования в соответствии с целевым назначением [6]. Существуют земли, нарушение которых приводит к образованию карстовых провалов, обвалов и т.п. Карстовые провалы являются проблемой, которую до сих пор не могут прогнозировать и контролировать. [1–4]. Во многих исследованиях затронут вопрос сложной рекультивации таких эрозий. [1, 3, 4]. Один из методов укрепления грунтов и карстовых воронок – применение материалов на основе технологии МикоКарст.

Технология МикоКарст – это способ укрепления карстовых воронок для предотвращения ее дальнейшего расширения и обвала, в последствие с полной ее ликвидацией с помощью субстратов и грибных спор, способных развиваться и закреплять грунт в экстремальных условиях [1].

Есть несколько институтов и исследователей, занимающихся аналогичными направлениями за рубежом [2, 5]. Разработкой этой технологии в РФ занимались в лаборатории «Шухов Лаб» на базе национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». Суть проекта в том, что такая технология позволяет управлять городскими «непрограммируемыми» явлениями, в том числе такими

опасными, как карстовые провалы. При этом она может применяться и в отношении архитектурных материалов со сходным карбонатным составом или в сходных экстремальных условиях» [4].

При этой технологии используются следующие виды грибов: споры гриба триходерма (*Trichoderma*); споры гриба сморчка (*Morchella esculenta*), сапротрофные грибы [4].

Особенность этой технологии:

- использование грибов на базе органических и минеральных субстратов позволяет

- применять органические отходы производств (опилки, золу и др.) в качестве компонентов питательной смеси при рекультивации карстовых провалов;

- нанесение на поверхность карстовой воронки субстрата осуществляется при помощи дистанционно управляемых технических средств, что исключает возможность получения травм при нанесении и делает технологию безопасной;

- используется достаточно дешевый и местный простейший материал в России – споры гриба, что делает технологию низкобюджетной;

- она носит универсальный характер в силу сходства условий и структуры карстовых почв.

Поскольку это одно из наиболее перспективных и экологичных направлений рекультивационными было проведено литературное исследование, связанное с применением технологии МикоКарст при рекультивации земель. Найденные направления работы с данным объектом исследования занесены в таблицу ниже. (таб. 1).

Таб. 1. Примеры применения технологии.

Исследователь	Страна исследования	Цель исследования	Использовались грибы следующего вида	Итоговый результат
Университет Бингемтона Конгруй Джин, Гуанвен Чжоу, Дэвид Дэвис, Нин Чжан [2]	США	Создание самовосстанавливающегося материала для строительства на основе бетона и гриба	<i>Trichoderma reesei</i>	Выявлена низкая жизнеспособность спор гриба в экстремальных условиях.
Государственный университет Нью-Йорка [5]	США	Выращивание строительного материала в форме формочной подложки, которая может быть использована для производственных и строительных работ.	Сапрофитные грибы	Был получен твердый строительный материал органического происхождения для широкого спектра производственных и строительных работ

Исследователь	Страна исследования	Цель исследования	Использовались грибы следующего вида	Итоговый результат
НИУ ВШЭ/ Шухов Лаб 12. Будникова А.А 13. [1,4] 14.	Россия	Рекультивация карстовых воронок для предотвращения ее дальнейшего расширения и обвала, а на длительном промежутке времени ликвидации карстовой воронки	Споры гриба триходерма, споры гриба сморчка	Создан способ укрепления стенок карстовой воронки для предотвращения ее дальнейшего расширения и обвала
Пермский государственный университет 15. Н.Г. Максимович, Е.А. Хайрулина [3]	Россия	Создание искусственных геохимических барьеров с использованием биотехнологий	Мицелий смочка, триходермы	Описаны способы укрепления почвы и скрепления сыпучих материалов

В российской запатентованной технологии описывается процесс осаждения кальция микроорганизмами под воздействием влажности и, как в следствие образование известняка. Плюс данной технологии в том, что технология не требует вмешательства человека, когда повреждение происходит стене воронки [4].

Для справедливости стоит отметить и отрицательные стороны этой технологии:

1. Требуется поддержание оптимальных условий для развития грибного мицелия в течение трех недель после использования технологии;
2. Из-за отсутствия тестирования технологии на провалах больших диаметров, неизвестна возможность применения ее наибольших диаметров;
3. Не достаточно данных для применения при решении глобальных задач.

Вывод. Технология МикоКарст очень перспективна и исследуется многими научными центрами и прикладными организациями, однако применение данной технологии в области рекультивации нарушенных земель изучено не достаточно, не понятно какие есть ограничения в использовании этой технологии и насколько она перспективна при применении в промышленном масштабе; при больших площадях нарушений. В связи с чем планируется постановка лабораторных экспериментов и проведение дальнейших научных изысканий в данной области исследований.

Библиографический список

1. Будникова А.А. МикоКарст: самовосстанавливающиеся карстовые воронки на основе спор гриба / А. А. Будникова // Экологическая безопасность в газовой промышленности: VI Международная конференция и выставка, Москва, 3–4 декабря 2019 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий - Газпром ВНИИГАЗ", 2019. – С. 36. – EDN IMSJLH.].
2. Конгруй Джин (CongruíJin) «Взаимодействие грибов с бетоном: большое значение для самоизлечивающегося бетона на биологической основе» / «Interactionsoffungiwithconcrete: Significantimportanceforbio-basedself-healingconcrete», Строительство и строительные материалы (ConstructionandBuildingMaterials);
3. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды: учеб. пособие. Перм. гос. ун-т. Пермь, 2011. 248 с: ил.

4. Патент № 2732874 С1 Российская Федерация, МПК E02D 3/12. Способ укрепления стенок карстовой воронки: № 2019138772: заявл. 29.11.2019: опубл. 24.09.2020 / А. А. Будникова; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики". – EDN KGAVEG;
5. Патент США №9951307, МПК C12N1/14, C12N 1/22, опубл. 24.04.2018
6. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 г. №800 «О проведении рекультивации и консервации земель»

ОСОБЕННОСТИ РОСТА ПОТОМСТВ ЕЛИ В 45-ЛЕТНИХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ ГАТЧИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Баранов Н.И., Жигунов А.В., Николаева М.А.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

FEATURES OF GROWTH OF SPRUCE PROGENIES IN 45-YEAR-OLD PROVENANCE TRAILS OF THE GATCHINA FORESTRY OF THE LENINGRAD REGION

Baranov N.I., Zhigunov A.V., Nikolaeva M.A.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. На основании исследований, выполненных в 45-летних географических культурах ели в Гатчинском лесничестве, установлено, что лучшими по росту являются потомства *Picea abies* L. Karst., в первую очередь, эстонского и витебского происхождений. Прослежена закономерность: чем восточнее и севернее удален материнский климатип от района испытания, тем хуже рост его потомства в опыте.

Abstract. On the basis of studies of 45-year-old provenance trails of spruce in the Gatchina forestry, it was found that the best in growth are the progenies of *Picea abies* /L./ Karst., first of all, of the Estonian and Vitebsk origin. A pattern has been traced: the further east and north the maternal climate type are removed from the test region, the worse the growth of its progeny in the experiment.

Леса с участием ели европейской (*Picea abies* L. Karst.) и ели сибирской (*Picea obovate* Ledeb.) занимают в России огромную территорию, протяженностью от западной границы страны до Хабаровского края и от Карпат до Мурманской области, заходя за Северный полярный круг. Между современными ареалами ели европейской и сибирской находится широкая зона их интрогрессивной гибридизации [5]. Однако расширение зон экологического бедствия после пожаров, рубок, катаклизмов природы приводит к сокращению ценных генетических лесных ресурсов. В связи с этим возникает необходимость сохранения видового разнообразия. Одним из путей решения данной проблемы является изучения географической изменчивости наследственных свойств лесных пород, направленное на повышение устойчивости и продуктивности лесов и совершенствование лесосеменного районирования. В свою очередь основным методом изучения географической изменчивости основных лесообразующих пород является создание географических культур [3]. В 1977/1978 гг. в СССР по единой

программе и методике ВНИИЛМ была заложена сеть географических культур ели, охватившая 17 пунктов испытания [6].

Объект исследования – географические культуры ели, заложенные в 1977 г. на территории Ленинградской обл. в Орлинскомучастковом лесничестве Гатчинского лесничества (59°09' с.ш. и 30°02' в.д.). Почвы дерновые, слабоподзолистые, легкосуглинистые на моренном валунном суглинке. Обработка почвы проведена за год до посадки напашкой борозд 2-отвальным плугом по нераскорчёванной площади. Посадка - 3-летними сеянцами в пласт с обеих сторон борозды. Густота посадки – 3,5 тыс. шт./га. В 1998 г. выполнен химический уход инъекцией раундапа в ствол осины.

На объекте испытываются семенные потомства 22 климатипов, в том числе 6 – ели европейской (*Piceaabies*L. Karst.), 5 – ели сибирской (*Piceaobovate*Ledeb.) и 11 – ели происхождением из зоны интрогрессивной гибридизации этих двух видов. Разница между крайними местонахождениями материнских климатипов составляет по широте 10°20' (Калужская обл., Калужский лесхоз – Архангельская обл., Пинежский лесхоз), по долготе - 42°59' (Республика Литва, Таурагский лесхоз - Свердловская обл., Тавдинский лесхоз).

Работа выполнена в соответствии с методикой ВНИИЛМ [3]. В июле-августе 2021 г. был проведен сплошной переучет всех живых деревьев. По каждому вариантузамереныдиаметры стволов на высоте груди с точностью до 0.5 см. Уровень изменчивости диаметров определен по шкале С.А. Мамаева [4]. Среднюю высоту по потомствам находили по графикам, построенным в результате замеров высот 20-25 деревьевпропорционально числу деревьев по ступеням толщины. С помощью программы MicrosoftExcelсделана статистическая обработка результатов исследований; с целью сравнительной оценки роста потомств выполнен корреляционный анализ [2].

Следует отметить, что самой высокой сохранностью (46-54%) на объекте, наряду с местным климатипом, отличаются потомства гибридных форм происхождением из Пряжинского лесхоза Республики Карелия и Коношского лесхоза Архангельской обл. области; в то же время самую низкую сохранность (18-25%) и слабую устойчивость к изменению условий произрастания имеют потомства ели сибирской из Сосногорского лесхоза Республики Коми и Карпинского лесхоза Свердловской обл. и ели гибридной формы из Пинежского лесхоза Архангельской обл. Принимая во внимание данные по динамике сохранности потомств [1], установлено, что за последние 25 лет наблюдается достоверная прямая корреляция между сохранностью и параметрами роста потомств. Как в 22-летних, так и в 45-летних культурах потомства с лучшей сохранностью имеют более успешный темп роста по диаметру (22 года – $r = 0,584$; 45 лет – $r = 0,642$) и высоте (22 года – $r = 0,593$; 45 лет – $r = 0,662$). Следует отметить временное ослабление взаимосвязи между сохранностью и ростом потомств (в 32 года – $r = 0,359$ и $r = 0,427$) в период после проведения хим. ухода на объекте, когда ослабленные тонкомерные низкорослые ели получили лучшую освещенность, а успешно растущие - оказались в условиях захламленности.

На протяжении всего периода развития культур лучшими по росту являются потомства с видовой принадлежностью к *Piceaabies*и гибридных форм с признаками *P.abies*.К концу Икласса возраста самые крупномерные по диаметру ели были отмечены в местном ленинградском и тверском потомствах; по росту в высоту, кроме ленинградского и тверского, выделялись калужское, латвийское и московское. К 30-32-летнему возрасту лидирующие позиции по диаметру занимали эстонское, латвийское, калужское и тверское потомства, по высоте – калужское и ленинградское. Последняя инвентаризация культур показала, что успешный рост по диаметру на одном уровне

значимости, а также рост в высоту, имеют все потомства *P. abies* и гибридные формы ленинградского и московского климатипов.

Причин, которые вызывают изменения в ранжировке вариантов, может быть несколько. Во-первых, это особенности индивидуального развития особей, во-вторых, конкурентные отношения между елями или второстепенными породами. Микроусловия посадочного места также имеют большое значение. Географическое происхождение потомств, особенности местопроизрастания материнских климатипов, климат в районе заготовок семенного материала, все это оказывает большое влияние на формирование будущих насаждений.

Динамика роста 22 потомств ели по диаметру и высоте показана на рис. 1.

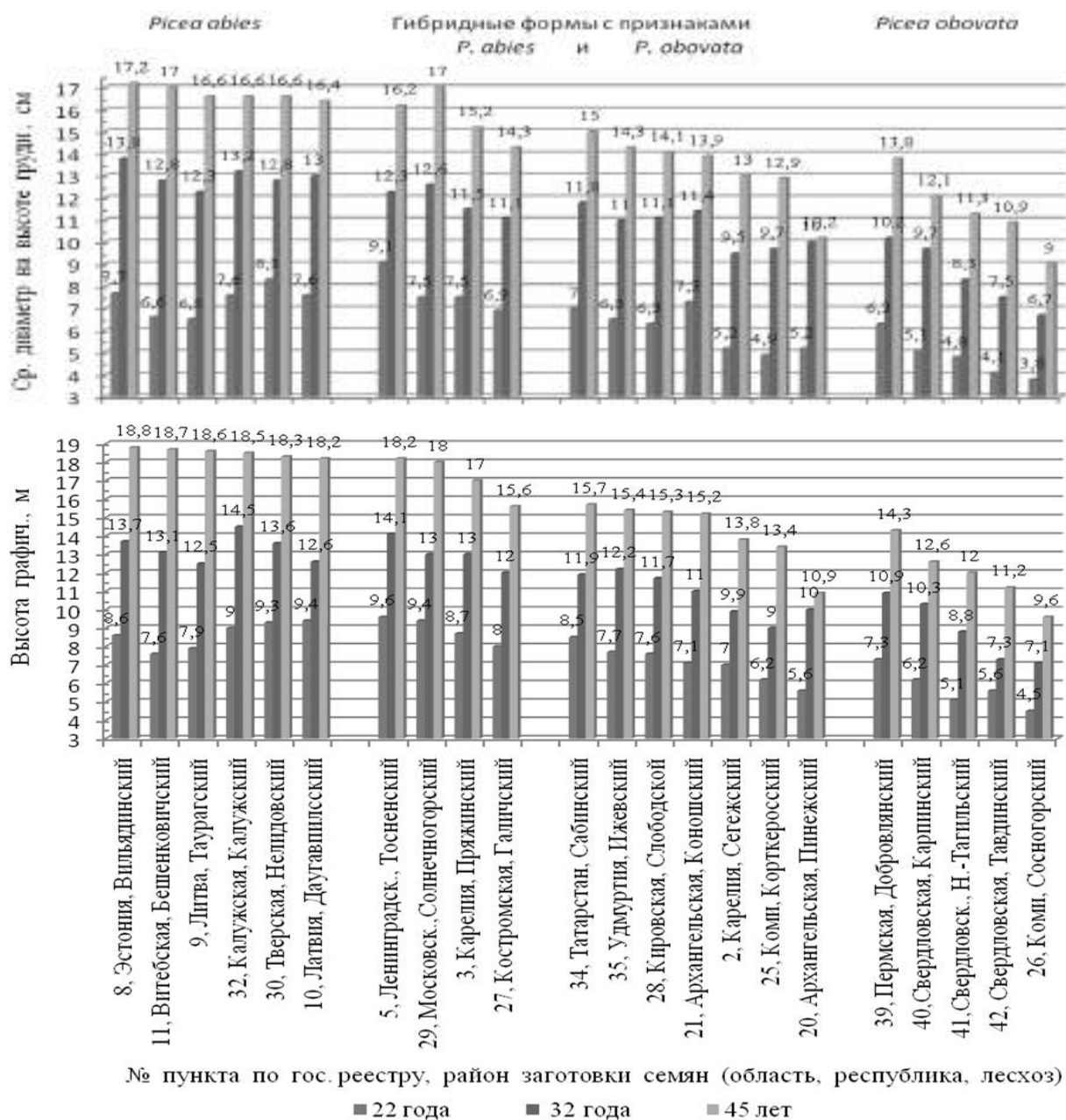


Рис. 1. Динамика роста потомств ели в географических культурах Гатчинского лесничества (по диаметру – сверху, по высоте – снизу).

В 45-летних культурах диапазон диаметров в группе потомств *Piceaabiesi* у гибридных форм с признаками *P. abies* находится в очень широких пределах - от 7 до 35 см, в группе *P. obovata* и ее гибридов (коми, пинежское, свердловские потомства) - от 4,5 до 25 см. В результате, почти во всех потомствах прослежен высокий уровень изменчивости диаметров, который колеблется в пределах от 31% (ленинградское) до 40% (костромское потомство); в пряжинском пермском потомствах уровень изменчивости диаметров оценивается как повышенный – 28,5-29,5%. Это является следствием частой густоты посадки в ряду (0,75 м), отсутствия рубок ухода на объекте, а также особенностью вида, так как ель обладает очень высокой адаптационной способностью к изменению условий произрастания. Самые крупные деревья диаметром более 30 см и высотой, превышающей 23 м, встречались в потомствах *Piceaabies* и у гибридных форм с признаками *P.abies*. Лидерами поросту выделены два потомства *P. abies* эстонского и витебского климатипов, средние значения диаметров которых составляют 17,0-17,2 см, рассчитанная графическая высота - 18,7-18,8 м. Ослабленное и сильно ослабленное состояние и замедленный темп роста наблюдался в потомствах *P. obovata*, а также у гибридной формы *P. obovata*-пинежского потомства.

На протяжении последних 20-25 лет развития культур отмечается четкое влияние факторов географического происхождения потомств: чем севернее и восточнее удалены материнские климатипы от места испытания, тем хуже рост потомств в опытных географических культурах по диаметру, и по высоте (таб. 1).

Таб. 1. Корреляционная зависимость между факторами географического происхождения семян и параметрами роста потомств.

Фактор влияния	Коэффициент корреляции r на разных возрастных этапах					
	с диаметром			с высотой		
	22 года	32 года	45 лет	22 года	32 года	45 лет
северная широта	-0,467	-0,584	-0,692	-0,535	-0,531	-0,658
восточная долгота	-0,690	-0,781	-0,750	-0,708	-0,752	-0,801

Из таб. 1 видно, что влияние факторов географического происхождения климатипов на развитие потомств в культурах усиливается. К 45-летнему возрасту культур доля влияния достигает 43-48% в зависимости от удаленности в направлении «север-юг», и 56-64% - в направлении «запад-восток».

Заключение. С целью лесовосстановительных работ в Ленинградской обл. использование семенного материала ели сибирской (*Picea obovate obovate* Ledeb.) и гибридных форм с признаками ели сибирской неперспективно. Потомства ели европейской (*Picea abies* L.Karst.), гибридные формы – местное ленинградское и московское потомства в данном опыте демонстрируют успешный рост; семенной материал происхождения из этих регионов может быть рекомендован как перспективный для выращивания высокопродуктивных насаждений в регионе.

Библиографический список

1. Баранов Н.И., Жигунов А.В., Николаева М.А. Возрастная динамика сохранности ели в 45-летних географических культурах Гатчинского лесничества Ленинградской области. Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: материалы VI междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, 11-12 ноября 2021 года.- СПб. : Из-во «СИНЭЛ», 2021- 236 с. 33-37 с.

2. Бондаренко А.С., Жигунов А.В. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований: учеб. пособие. СПб: Политехнический ун-т, 2016. 125 с.
3. Изучение имеющихся и создание новых географических культур: Программа и методика работ / Под ред. Е.П. Проказина. Пушкино: ВНИИЛМ, 1972. 52 с.
4. Мамаев С.А. Закономерности внутривидовой изменчивости семейства Pinacea на Урале: автореферат дис. ... д-ра биол. наук. Свердловск, 1970. 58с.
5. Правдин Л.Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. М.: Наука, 1975. 176 с.
6. Шутяев А.М. Изменчивость хвойных видов в испытательных культурах Центрального Черноземья. М., 2007. 296 с.

ПОЛУЧЕНИЕ КУЛЬТУРЫ ТКАНИ PICEA ABIES

Баранова А.И.^{1,2}, Нестерчук В.В.^{1,2}, Шабунин Д.А.^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С. М. Кирова,

²ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский
институт лесного хозяйства»

PRODUCTION PICEA ABIES TISSUE CULTURE

Baranova A.I.^{1,2}, Nesterchuk V.V.^{1,2}, Shabunin D.A.^{1,2}

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,

²FBI «Saint-Petersburg Research Institute of Forestry»

Аннотация. В данной работе был проведен эксперимент, в ходе которого каждые 4 недели во время вегетационного периода осуществлялся сбор верхушечных почек побегов ели и введение их в культуру *in vitro*. Первоначально для выращивания эксплантов была взята среда MLV, которая в дальнейшем модифицировалась с учетом реакции растительных тканей на концентрацию фитогормонов ауксина и цитокинина, а также на соотношение солей в среде. В результате была получена коллекция каллусов ели.

Abstract. In this research, an experiment was conducted during which, every 4 weeks during the growing season, the apical buds of spruce shoots were collected and introduced into culture *in vitro*. Initially, an MLV medium was used for growing explants, which was later modified depending on the reaction of plant tissues on the concentration of phytohormones auxin and cytokinin, as well as on the ratio of salts in the medium. As a result, a collection of spruce fabric culture was obtained.

Ель европейская (*Picea abies*) является одной из основных лесообразующих пород, а ее древесина самой востребованной для производства целлюлозы на территории центральной и северной Европы. Развитие биотехнологий в особенности редактирование генома растений позволяет получить древесину хвойных с необходимыми свойствами, в том числе с пониженным содержанием лигнина. Важную роль в редактировании генов хвойных пород играет не столько создание редактирующих конструкций, сколько получение эмбриогенного каллуса.

Соматический эмбриогенез – это получение зародышей из одной клетки или из группы соматических клеток. Соматический эмбриогенез, инициированный из незрелых семенных зародышей, имеет потенциал для производства бесконечного количества соматических растений через культуру тканей *in vitro*, где все полученные

саженцы имеют одинаковый генотип [1]. Таким образом, отобранные элитные деревья, выявленные в ходе испытаний, могут быть массово использованы в программах лесовосстановления. Лесоводство, основанное на соматическом эмбриогенезе, имеет огромный потенциал стать ценным инструментом интенсивного воспроизводства древесины.

Это многоступенчатый процесс регенерации, начинающийся с проэмбриогенных масс (ПЭМ), за которым идет формирование соматических эмбрионов, созревание, дегидратация и регенерация. Для осуществления данного пути необходим ряд физических и химических процессов.

Регенерация растений путем соматического эмбриогенеза включает пять этапов:

1. Инициация эмбриогенных культур путем культивирования первичного экспланта на среде, дополненной фитогормонами, в основном ауксином, но часто и цитокинином.

2. Пролиферация эмбриогенных культур на затвердевающей среде или в жидкой среде, дополненной фитогормонами, аналогично тому, как при инициации.

3. Созревание соматических эмбрионов в среде, не содержащей фитогормоны; это подавляет пролиферацию и стимулирует формирование соматических эмбрионов и раннее развитие.

4. Созревание соматических эмбрионов путем культивирования на среде, дополненной абсцизовой кислотой и/или пониженным осмотическим потенциалом.

5. Развитие растений на среде, не содержащей фитогормонов [2].

Соматические клетки содержат всю необходимую генетическую информацию для создания полноценного и функционального растения. Индукция соматического эмбриогенеза должна заключаться в прекращении текущей экспрессии генов в ткани эксплантата и замене ее программой экспрессии эмбриогенных генов. Фитогормоны и стресс играют центральную роль в опосредовании сигнальной трансдукции каскада, ведущий к перепрограммированию генных экспрессий. Это приводит к серии клеточных делений, которые вызывают либо неорганизованный, либо поляризованный рост, ведущий к соматическому эмбриогенезу [3].

Цель настоящей работы заключалась в разработке биотехнологии соматического эмбриогенеза у Ели европейской с подбором наиболее подходящей среды для инициации эмбриогенного каллуса.

Объектом исследования послужили деревья ели европейской, произрастающие на территории Лавашовского леса, СПбГЛТУ и СПбНИИЛХ.

Материалом для соматического эмбриогенеза служили верхушечные почки побегов ели европейской, сбор которых производился каждые 4 недели.

Изначально, для введения эксплантов была взята среда MLV, которая в дальнейшем модифицировалась с учетом реакции растительных тканей на концентрацию фитогормонов ауксина и цитокинина, а также на соотношение солей в среде. pH среды был приведен к 5,6-5,8 до автоклавирования. Объем питательной среды в колбе – 40 мл (таб. 1).

Почки были очищены от иголок и простерилизованы: сначала в 96% спирте на протяжении 1 минуты, затем 10 минут в 10% перекиси. После, почки трижды промывались в стерильной воде. Далее, извлекли апикальные меристемы в стерильных условиях и поместили на питательную среду.

Таб.1. Состав питательных сред, используемых в экспериментах по культуре invitroели европейской.

Концентрация	mg/L		
Название сред	MLV	MS	Модифицированная
Макроэлементы			
NH ₄ NO ₃	825	1650	825
KNO ₃	950	1900	1000
CaCl ₂ плавл. / 2H ₂ O	11	440	45
MgSO ₄ *7H ₂ O	925	370	750
KH ₂ PO ₄	170	170	160
Na ₂ ЭДТА	37,3	37,2	37,3
FeSO ₄ *7H ₂ O	27,8	27,8	27,8
Микроэлементы			
Борная кислота (H ₃ BO ₃)	31	6,2	20
Хлорид кобальта (CoCl ₂ · 6H ₂ O)	0,125	0,025	0,1
Сульфат меди (II) (CuSO ₄ · 5H ₂ O)	0,5	0,025	0,33
Сульфат марганца (II) (MnSO ₄ · 4H ₂ O)	21	22,3	21,7
Йодид калия (KI)	4,15	0,83	2,80
Молибдат натрия (Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O)	1,25	0,25	0,81
Сульфат цинка (ZnSO ₄ ·7H ₂ O)	43	8,6	28
Витамины			
Тиамин	0,1	0,1	0,1
Пиридоксин	0,1	0,5	0,5
Никотиновая к-та	0,5	0,5	0,5
Регуляторы роста и другие компоненты среды			
Мезоинозит	100	100	100
Сахароза	10000	20000	30000
Phytigel	4000	7000	7000
L-glutamin	500	-	500
Гидрализат казеин	1000	100	1000
БАП	1,1	1,1	1/0,5
2,4 Д	2,2	2,2	3/1,5
Абсцизовая кислота	-	-	7,9
Аскорбат натрия	-	-	400
ПЭГ 4000	-	-	100
Активированный уголь	-	-	250

Культивация колб проводилась на стеллажах в культуральном помещении при температуре 25 °С, в темном месте. Длительность межпассажного периода зависела от стадии инициации каллуса. После введения в культуру invitroэкспланты культивировались на протяжении месяца до первичного разрастания клеток. Затем период между пассажами был 14 дней. На первой стадии инициации питательная среда была дополнена 1 мг/л 6-БАП и 3 мг/л 2,4 Д. После фазы экспоненциального роста, во время которой митотическая активность не большая, рост идет с ускорением, и масса

каллуса увеличивается, содержание фитогормонов в среде было снижено до 0,5 мг/л и 1,5 мг/л соответственно.

Включение фитогормонов в среду было прекращено только после линейной стадии инициации каллуса. Со времени начала снижения интенсивности деления клеток в среду были добавлены ПЭГ для снижения осмотического потенциала клеток и активированный уголь в качестве сорбента для остатков гормонов в каллусных тканях продуктов, выделяемых в ходе жизнедеятельности каллуса в среду (рис. 1). Помимо этого, для некоторых образцов была добавлена абсцизовая кислота для стимуляции созревания соматических зародышей.

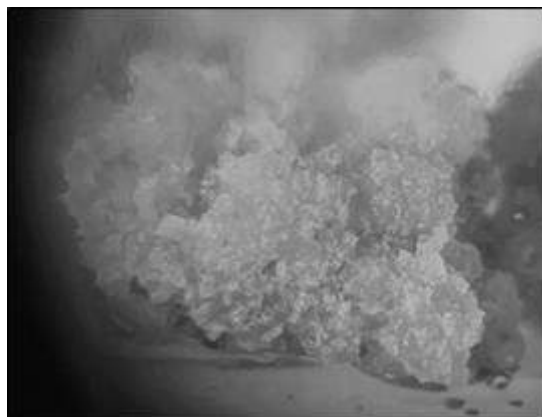


Рис. 1. Каллус ели европейской на стадии эмбриогенеза.

Жизнеспособность каллуса проверяли окрашиванием ацетокармином, что позволяет увидеть хромосомы на фоне слабоокрашенной цитоплазмы, наиболее яркие фрагменты указывают на наличие в каллусе активно делящихся клеток. Окрашивание проводили следующим образом: к давленному препарату каллуса добавляли 2% ацетокармин (1:1 по объему), избыток красителя убирали фильтровальной бумагой, после, анализировали образцы под микроскопом.

Для образования жизнеспособных регенерантов *Piceaabies* нами был проведен эксперимент, в ходе которого каждые 4 недели осуществлялся сбор верхушечных почек побегов ели и введение их в культуру *in vitro*. Существенное влияние на образование жизнеспособного каллуса ели европейской оказало оптимальное соотношение фитогормонов в среде, а добавление активированного угля позволило замедлить некроз тканей. В результате была получена коллекция каллусов ели.

Библиографический список

1. Bozhkov P. V., Filonova L. H., von Arnold S. A key developmental switch during Norway spruce somatic embryogenesis is induced by withdrawal of growth regulators and is associated with cell death and extracellular acidification // *Biotechnology and bioengineering*. – 2002. – Т. 77. – №. 6. – С. 658-667.
2. Dudits D. et al. Molecular biology of somatic embryogenesis // *In vitro embryogenesis in plants*. – Springer, Dordrecht, 1995. – С. 267-308.
3. Von Arnold S. et al. Developmental pathways of somatic embryogenesis // *Plant cell, Tissue and Organ culture*. – 2002. – Т. 69. – №. 3. – С. 233-249.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕРМИКОМПОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

Баталыга В.В., Дурова А.С.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С. М. Кирова,

PROSPECTS FOR APPLICATION OF VERMICOMPOST IN GROWING FOREST CROPS IN CLOSED GROUND

Batalyga V.V., Durova A.S.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Вермикомпостирование — это использование дождевых червей и продуктов органических отходов, для получения различных органических удобрений – жидкого биогумуса и вермикомпоста [1]. Эта технология широко применяется в сельском хозяйстве [9,10]. В этом обзоре приведены исследования оценивающие эффективности применения вермикомпоста в состав питательного субстрата при выращивании хвойных культур в условиях закрытого грунта.

Abstract. Vermicomposting is the use of earthworms and organic waste products to produce various organic fertilizers - liquid biohumus and vermicompost [1]. This technology is widely used in agriculture [9,10]. This review provides studies evaluating the effectiveness of using vermicompost in the composition of a nutrient substrate when growing coniferous crops in closed soil conditions.

Технология вермикомпостирования применяется для переработки почти всех органических отходов, которые может производить человек (если соблюдаются благоприятные условия для развития и жизнедеятельности червей): опилки, солома, помет с/х птиц, навоз крупного рогатого скота, листья деревьев, отходы мясокомбинатов, отходы от прорастания овощей и фруктов, твердые и бытовые отходы и т.д. [1].

Плюсы данной технологии отмечены многими исследователями, основные из них:

1. Сокращение вывозимого на свалку органического мусора, позволяет снизить образование свалочного газа и токсичных веществ.
2. Получаемый биогумус в результате вермикомпостирования, улучшает структуру почвы, повышает ее влагоемкость.
3. Семена сорных растений, которые сохраняются в навозе и компосте, после теряют способность к всхожести.
4. Питательные элементы в вермикомпосте содержатся в доступной для растений форме, что повышает эффективность поглощения в разы, по сравнению с любым другим органическим удобрением.

Использование вермикомпостирования широко распространено и в области рекультивации земель и с/х отрасли, например при выращивании зерновых культур, для повышения урожайности используется биогумус, который получается при переработке навоза крупного рогатого скота, пищевых и с/х отходов,

Однако исследований, освещающих перспективы применения данного вида компоста при выращивании лесных культур или просто в древесных питомниках не так много.

Выращивание лесных культур при внесении вермикомпоста было исследовано в таких работах как: [2, 4, 5].

Так в исследовании Мухортова Д.И. [5] разрабатывалась технология повышения интенсивности лесокультурного производства за счет переработки органических отходов, производящихся в результате искусственного лесовосстановления. В ходе работы было выявлено, что большинство органических отходов содержат высокое содержание органических отходов и минеральных элементов, но при внесении удобрений нужно учитывать содержание солей тяжелых металлов, поэтому необходимо не допускать переизбыток добавляемых удобрений в почву. Данные удобрения могут использовать при искусственном лесовосстановлении.

Интересна работа Дербина М.А. [2], в ней исследуется использование сухого биогумуса при выращивании семян сосны обыкновенной в теплицах с полиэтиленовым покрытием в климатических условиях северотаежной подзоны тайги. В результате двухлетней работы было выявлено, что семена, выращенные на субстрате с внесённым биогумуса, показывают более высокие показатели приживаемости культуры, по сравнению с сеянцами выращенных с добавлением минеральных удобрений, так же было выявлено что скорость роста сеянцев сосны обыкновенной выше, если в почву добавлялся сухой биогумус.

Примененные различных вермикомпостов также исследовалось в работе Романова Е.М. [4]. В результаты работы было выявлено, что максимальную всхожесть семян достигается на биогумусе состоящего из навоза КРС.

Практически все работы, в которых рассматривался вопрос применения вермикомпоста при выращивании древесных культур дали положительную характеристику данной технологии [1-10].

Для оценки влияния вермикомпоста на состав и свойства субстратов в закрытом грунте в таб.1 даны характеристики классического субстрата для хвойных культур; состав биогумуса (чистого) и изменения при замещении 10% субстрата на биогумус.

Таб.1.Составы грунтовых смесей.

Грунтовая смесь	Основа субстрата	Химический состав					
		азот общий	фосфор	калий	магний	кальций	Микро элементы
Классический субстрат по А.В. Жигунову	Верховой сфагновый торф	0,52мг/л	0,64 мг/л	0,64 мг/л;	0,30 мг/л	0,50 мг/л;	сера, бор, медь, железо, марганец, цинк, молибден.
Чистый вермикомпост	Переработанный вермикультурой навоз КРС	2,0-2,2 мг/л	1-1,1 мг/л	1 мг/л	0,6-2,3 мг/л	4,0-6,0 мг/л	Медь, цинк, кадмий, свинец, железо
Субстрат с добавлением 10% вермикомпоста	Верховой сфагновый торф и конский навоз	2,27 мг/л	1,48 мг/л	1,48 мг/л	0,87-2,34 мг/л	4,05-5,84 мг/л	медь, сера, цинк, бор, марганец, кадмий, железо, молибден

Как видно из данных, представленных в таб.1 введение в состав вермикомпоста позволяет немного изменить агрохимический свойства субстрата:

- Вермикомпостированный навоз из КРС, содержит намного больше макроэлементов, чем в классический субстрат (по А.В. Жигунову).

- Субстрат с добавлением вермикомпостированного вещества имеет наибольшее минеральное богатое содержание.

- Также возможен стимулирующий эффект за счет влияния разнообразных микроорганизмов, в избытке обитающих в вермикомпостах и вырабатывающих разнообразные ферменты и эксудаты.

Данные предположения выдвинуты на основе теоретических исследований и нуждаются в практическом подтверждении. Которые планируется получить в ходе дальнейших научных исследований.

Таким образом, несмотря на то, что вермикомпостирование существует как направление научных исследований более 50 лет, широкое применение оно получила в сельском хозяйстве, а вопросы по использованию данной технологии для выращивания хвойных культур в закрытом грунте в настоящий момент в научной литературе отражены недостаточно.

Библиографический список

1. Данилин А.В. Влияние свойства и состава субстрата на качество вермикомпоста / А.В. Данилин, Д.Ю. Петров // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях : Материалы IV международной научно-практической конференции, Саратов, 29–30 мая 2018 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2018. – С. 413-418. – EDN YNPRDF. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_36421116_56953866.pdf (дата обращения: 15.10.2022)
2. Дербина М.А. Применение биогумуса при выращивании посадочного материала сосны обыкновенной (*Pinussilvestris* L.): специальность 06.03.01 "Лесные культуры, селекция, семеноводство": диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Дербина Мария Алексеевна. – Архангельск, 2013. – 136 с. – EDN SUXEXL.
3. Робонен Е.В., Зайцева М.И., Чернобровкина Н.П., Чернышенко О.В., Васильев С.Б. Опыт разработки и использования контейнерных субстратов для лесных питомников. Альтернативы торфу // Resour. Technol.. 2015. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-razrabotki-i-ispolzovaniya-konteynernih-substratov-dlya-lesnyh-pitomnikov-alternativy-torfu> (дата обращения: 20.10.2022).
4. Романов Е.М., Смышляева М.И., Краснов В.Г., Мухортов Д.И. /Выращивание однолетних сеянцев дуба черешчатого (*Quercusrobur* L.) с закрытой корневой системой на различных питательных субстратах // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2017. – № 3(35). – С. 26-36. – DOI 10.15350/2306-2827.2017.3.26. – EDN ZQSZYL. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_30467992_14710061.pdf (дата обращения : 10.10.2022).
5. Мухортов, Д. И. Утилизация органических отходов при искусственном лесовосстановлении / Д. И. Мухортов, Е. М. Романов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2013. – № 3(19). – С. 20-35. – EDN RCKOMJ.
6. Патент № 2548190 С2 Российская Федерация, МПК А01G 31/00. Способвыращивания сеянцев сосны обыкновенной (*Pinussylvestris* L.) : № 2013138309/13 : заявл. 19.08.2013 :опубл. 20.04.2015 / П. П. Пашковский, Ю. В. Иванов,

А. В. Карташов; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук (ФГБУН ИФР РАН). – EDN RPPBXP. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37814177> (дата обращения: 20.10.2022).

7. Дербина, М.А. Применение биогумуса при выращивании посадочного материала в теплице / М.А. Дербина // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2013. – № 3(333). – С. 139-142. – EDN QAJVSP. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19027488> (дата обращения: 20.10.2022).

8. Патент № 2402510 С1 Российская Федерация, МПК C05F 5/00. Способ получения вермикомпоста: № 2009111962/21: заявл. 31.03.2009; опубл. 27.10.2010 / Е.В. Кузнецов, Я.А. Полторак, А.Е. Хаджиди ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – EDN CUEYZR. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37706494> (дата обращения: 20.10.2022).

9. Степанова, Д.И. Влияние вермикомпоста на урожайность огурца в условиях защищенного грунта Центральной Якутии / Д.И. Степанова, А.Ф. Абрамов, М.Ф. Григорьев // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 12-2. – С. 330-334. – EDN XIQEML. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27721170> (дата обращения: 20.10.2022).

10. Корнев В.М. Перспектива применения вермикомпоста в посевах яровой пшеницы / В.М. Корнев, А.А. Титов // Современные достижения молодежной науки: сборник статей III Международного научно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 04 апреля 2022 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2022. – С. 304-311. – EDN YOAVNL. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48241833> (дата обращения: 20.10.2022).

11. Жигунов А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой для лесовосстановления : специальность 06.03.01 "Лесные культуры, селекция, семеноводство" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Жигунов Анатолий Васильевич. – Санкт-Петербург, 1998. – 47 с. – EDN ZKRQUV. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30191431> (дата обращения: 20.10.2022).

ДИНАМИКА РОСТА КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ В ОХТИНСКОМ УЧЕБНО ОПЫТНОМ ЛЕСХОЗЕ

Беляев Д.С., Данилов Ю.И., Гузюк М.Е.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

DYNAMICS OF LARCH GROWTH CULTURES IN OHTINSKYI EDUCATIONAL EXPERIMENTAL FORESTRY

Danilov Y.I., Belyaev D.S., Guzyuk M.E.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Приведены результаты исследования роста культур лиственницы, заложенных в 1910–1913 г.г., динамика сохранности и таксационных показателей.

Abstract. Growth results of the cultures of a larch, created in 1910-1913. Dynamicsoftaxationcharacteristicsandsafety.

Цель исследования – изучить рост культур лиственницы сибирской 1910–1913 г.г., созданных в Охтинском учебно-опытном лесхозе, под руководством профессора А.Н. Соболева.

Объект 24. 1913 г., площадь – 0,3 га. Культуры заложены на месте старых вырубок, участок размером 29х96 м представляет собой южный склон реки Жерновки с небольшой западиной в средней части. Обработка почвы произведена осенью 1911 г. путем сплошной перекопки лопатой на один штык [1].

Предполагалось создать здесь смешанные культуры лиственницы с елью и дубомповышенной густоты: размещение посадочных мест было принято 71х71 см (19800 шт./га). Посадка производилась весной 1913 г, Чистые ряды лиственницы чередовались со смешанными рядами ели и дуба. Лиственница высаживалась 3-летними сеянцами в ямки, приготовленные буровом Розанова с добавлением компостной земли и заделки при помощи прижимной лопатки.

Ввиду большой быстроты роста лиственницы, ель и дуб постепенно вытеснялись и отпали. Уже в 1946 г. ель отсутствовала, дуб встречался единично в виде торчков. В настоящее время сформировалось чистое, высокопродуктивное насаждение лиственницы сибирской (таб. 1).

Таб. 1. Таксационные показатели культур лиственницы сибирской, Кв. 12, Объект 24.

Год обследования	Возраст, лет	Кол-во деревьев (шт./га)	Д _{ср} , (см)	Н _{ср} , (м)	Запас на 1 га (м ³ /га)	Сохранность, %
1975	62	1100	20	22	342	5,5
1990	77	1060	23	26	415	5,35
2021	108	595	29,8	27,1	454,9	3

Объект 26. Культуры представлены тремя участками, представляющими последовательную серию культур лиственницы.

Участок А, 1910 г., площадь – 0,40 га. Расположен на южном склоне р. Жерновки.

Обработка почвы производилась осенью 1909 г. путем сплошной перештыковки. Посадка 4–6-летними саженцами произведена весной 1910г. в ямки, подготовленные

лопатой. Размещение посадочных мест 2,13x2,13 м., что составляет 2222 шт./га. В 1928 г. отмечено повреждение культур пожаром, несмотря на это при всех последующих исследованиях отмечалось хорошее состояние культур (таб. 2).

Таб. 2. Таксационные показатели культур лиственницы сибирской, Кв 12, Объект 26, уч. А

Год обследования	Возраст, лет	Кол-во деревьев (шт./га)	D _{ср} , (см)	H _{ср} , (м)	Запас на 1 га (м ³ /га)	Сохранность, %
1975	69	200	32	23	230	9
1990	84	-	33	24	285	-
2021	115	170	40,2	27,1	311	7,7

Участок Б, 1911 г., площадь – 0,10 га. Культуры также занимают южный прогреваемый склон к реке Жерновке и небольшому ручью. Обработка почвы - перештыковка лопатой осенью 1910 г., посадка произведена в ямки под лопату в мае 1911г. 4–5-летние саженцы разного географического происхождения. Размещение посадочных мест 1,42x1,42 (4950 шт./га). 7 рядов представлены саженцами, выращенными из семян Архангельской губернии, 7 рядов – из семян Пермской губернии. При всех исследованиях отмечалось хорошее состояние культур, которые сохранились до настоящего времени (таб. 3).

Таб. 3. Таксационные показатели культур лиственницы сибирской, Кв 12, Объект 26, уч. Б

Год обследования	Возраст, лет	Кол-во деревьев (шт./га)	D _{ср} , (см)	H _{ср} , (м)	Запас на 1 га (м ³ /га)	Сохранность, %
1928	21	580	12	7,5	-	11,7
1949	42	500	20	18	-	10,1
1975	68	380	28	20	204	7,67
1990	83	-	29	26	259	-
2021	114	300	33,9	26,8	294,9	6,1

Участок С, 1913г., площадь – 0,30 га. Агротехника закладки культур аналогична первым двум участкам. Культуры занимают южный склон, положение повышенное, с хорошим дренажем. После сплошной перештыковки почвы посадка произведена 3-летними саженцами лиственницы. Размещение посадочных мест 71x71 см. Культуры также оказались удачными, сохранились до настоящего времени (таб. 4).

Таб. 4. Таксационные показатели культур лиственницы сибирской, Кв 12, Объект 26, уч. С

Год обследования	Возраст, лет	Кол-во деревьев (шт./га)	D _{ср} , (см)	H _{ср} , (м)	Запас на 1 га (м ³ /га)	Сохранность, %
1928	18	1300	5	3,3	-	6,56
1949	39	465	17	14,0	-	2,35
1975	65	430	23	19,5	248	2,17
1990	80	-	26,5	26	320	-
2021	111	340	33,1	27,6	350,5	1,7

Результаты сравнения вышеперечисленных участков дают нам следующую картину (таб. 5).

Таб. 5. Сравнение показателей продуктивности культур лиственницы.

№ участка	Возраст, лет	Кол-во деревьев (шт./га)	D_{cp} , (см)	H_{cp} , (м)	Запас на 1 га ($m^3/га$)	Сохранность, %
Объект 24	108	595	29,8	27,1	454,9	3
Объект 26, участок А	115	170	40,2	27,1	311	7,7
Объект 26, участок Б	114	300	33,9	26,8	294,9	6,1
Объект 26, участок С	111	340	33,1	27,6	350,5	1,7

Наибольший запас древесины накоплен на участке 24. В первую очередь, связано это с густой посадкой. Наибольший процент сохранности имеют участки с наименьшей изначальной густотой посадки. Лучшие показатели на участках А и Б, говорят о том, что на этих участках конкурентные взаимодействия древостоя ниже, чем на участках с высокой изначальной густотой посадки.

При сравнении показателей сохранности и запаса насаждений видно, что изначально смешанные культуры на выделе 24 превосходят изначально чистое насаждение на участке С объекта 26. Это связано с тем, что на раннем этапе развития насаждения, для лиственницы, которая опережала ель по росту, создались идеальные условия роста, когда ее крона хорошо освещена, а нижняя часть стволов затенялась вторым ярусом. Наибольшей продуктивностью обладает участок А, на котором культуры закладывались с самой редкой густотой посадки, и по мере увеличения изначальной густоты посадки продуктивность насаждений снижается.

Выводы:

1. Культуры лиственницы, созданные с повышенной густотой, достигли наибольшей высоты и запаса древесины.
2. Наибольшие значения среднего диаметра наблюдаются в первоначально редких культурах.
3. Показатели сохранности культур лиственницы зависят от первоначальной густоты. Со снижением густоты – сохранность увеличивается.

Библиографический список

1. Редько Г.И. Лесные культуры в Охтинском учебно-опытном лесхозе Текст / Г.И. Редько, М.Л.Брановицкий, С.П.Гусев. Л.: ЛТА, 1991. 78

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ (*Picea abies* L.) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОЛНОТЫ МАТЕРИНСКОГО ДРЕВОСТОЯ

Елисеева М.А., Ситникова Д.Н.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

ANALYSIS OF THE FEATURES OF NATURAL RENEWAL OF EUROPEAN SPRUCE (*Piceaabies* L.) DEPENDING ON THE RELATIVE COMPLETENESS OF THE MOTHER STAND

Eliseeva M.A., Sitnikova D.N.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье проанализировано воздействие относительной полноты на естественное возобновление ели европейской, выявлены определенные закономерности и особенности этого процесса. Установлено, что в Гатчинском лесничестве Ленинградской области успешное естественное возобновление леса отмечается при относительной полноте материнского древостоя от 0,5 до 0,8.

Abstract. The article analyzes the impact of relative fullness on the natural renewal of European spruce, identified certain patterns and features of this process. It has been established that in the Gatchinsky forestry of the Leningrad region, successful natural regeneration of the forest is observed with a relative density of the parent stand from 0.5 to 0.8.

Изучение естественного возобновления хозяйственно ценных пород является неотъемлемой частью современной лесной науки, а также необходимым условием для осуществления успешной лесохозяйственной деятельности. Благодаря процессу лесовозобновления возможно сохранение видового разнообразия растительных сообществ, поддержание их устойчивости к вредителям и болезням.

Цель исследования предполагала выявить характерные закономерности и особенности влияния относительной полноты материнского древостоя на молодое поколение ели европейской (*Picea abies* L.) под его пологом. Учитывались такие характеристики подроста, как численность, значения среднего прироста в высоту, средней высоты, а также возрастная структура естественного возобновления.

В пяти участковых лесничествах Гатчинского лесничества Ленинградской области (Дивенское, Орлинское, Карташевское, Онцевское, Дружносельское) было заложено 306 временных пробных площадей, которые были приняты за объекты исследования. На них производился учет подроста (по 30 учетных площадок на каждой временной пробной площади) в период с 2020 по 2022 гг.

В ходе исследования применялся выборочно-статистический метод, при котором подрост учитывался на круговых площадках по 10 м² [1, 2]. Осуществлялась оценка таких показателей естественного возобновления, как численность на 1 га, средняя высота, средний возраст и средний годичный прирост в высоту. Полученные данные обрабатывались с помощью методов математической статистики.

Исследование проводилось на участках в древостоях кисличного, черничного типов леса, с относительной полнотой от 0,3 до 1,0.

По данным литературных источников в условиях Ленинградской области наибольшая численность подроста ели отмечается при относительной полноте древостоев 0,6-0,8 независимо от типа леса. Успешное возобновление наблюдается при полноте 0,6-0,7 [3].

Полученные при исследовании численности подроста результаты отражены в таб. 1. В условиях кисличного типа леса численность подроста, достаточная для успешного формирования высокопродуктивного елового древостоя (2-3 тыс. экз./га) не зафиксирована. Максимальные значения численности отмечаются при полноте 0,5-0,8.

В еловых древостоях черничного типа леса отмечается более успешное естественное возобновление, в частности, численность подроста позволит сформироваться в дальнейшем продуктивному древостою. Наибольшее количество молодого поколения ели отмечается при относительной полноте от 0,5 до 0,8. Высокое значение численности подроста встретилось в ельнике черничном при полноте 1.

Таб.1. Зависимость численности подроста ели от полноты материнского древостоя.

Относительная полнота	Численность подроста, тыс. экз./га	
	Кисличный	Черничный
1	0,5±0	3,3±1,1
0,9	1,1±0,2	1,8±0,3
0,8	1,9±0,3	2,3±0,3
0,7	1,8±0,2	2,5±0,2
0,6	1,4±0,1	2,3±0,3
0,5	1,7±0,3	2,5±0,4
0,4	0,9±0,1	2,2±0,3
0,3	1,8±0,7	1,8±0,3

На рис.1 можно увидеть вышеупомянутые максимальные и минимальные значения численности подроста ели.



Рис. 1. Зависимость численности подроста ели от полноты материнского древостоя.

Таким образом, наибольшая численность подроста ели в Гатчинском лесничестве Ленинградской области отмечается при относительной полноте от 0,5 до 0,8, что соответствует данным предыдущих исследований и данным литературных материалов [1-3].

Далее были получены данные о значениях других характеристик подроста ели, которые представлены в таб. 2. Анализ значений среднего возраста подроста в

рассматриваемых типах леса свидетельствует о том, что влияние полноты древостоя мало сказывается на возрастной структуре елового возобновления под пологом материнских древостоев. Показатели среднего возраста в кисличном и черничном типах леса примерно одинаковы (Рис. 2).

Таб. 2. Влияние относительной полноты материнского древостоя на средние показатели подроста ели.

Относительная полнота	Кисличный			Черничный		
	средний возраст, лет	высота, м	средний прирост в высоту, см/год	средний возраст, лет	высота, м	средний прирост в высоту, см/год
1	15,0±0	2,0±0	13,3±0	16,3±4,6	1,9±0,7	11,7±2,7
0,9	18,2±3,9	2,6±1,1	14,3±2,5	21,0±2,7	2,6±0,5	12,4±1,6
0,8	22,2±2,6	2,8±0,5	12,6±1,6	18,7±1,6	2,1±0,2	11,2±0,9
0,7	23,3±1,1	2,8±0,3	12,0±0,7	21,4±1,4	2,6±0,2	12,1±0,8
0,6	22,8±1,6	2,9±0,4	12,7±1,0	19,3±1,3	2,4±0,3	12,4±0,8
0,5	21,2±1,5	2,2±0,3	10,4±0,9	24,2±1,9	3,0±0,4	12,4±1,2
0,4	22,9±1,9	2,8±0,3	12,2±1,1	22,1±1,9	2,5±0,3	11,3±1,1
0,3	24,2±3,3	3,0±0,9	12,4±2,1	22,5±2,8	3,5±0,9	15,5±1,9

Данные по средней высоте следующие: в ельнике кисличном максимальные значения средней высоты наблюдается при относительной полноте материнского древостоя 0,6 и 0,3. С увеличением полноты высота подроста становится меньше. В еловом насаждении черничного типа леса значения средней высоты варьируют, но преимущественно уменьшение высоты с увеличением полноты также можно проследить. Наибольший показатель отмечен при относительной полноте 0,3, а наименьший – при полноте 1 (Рис.3).

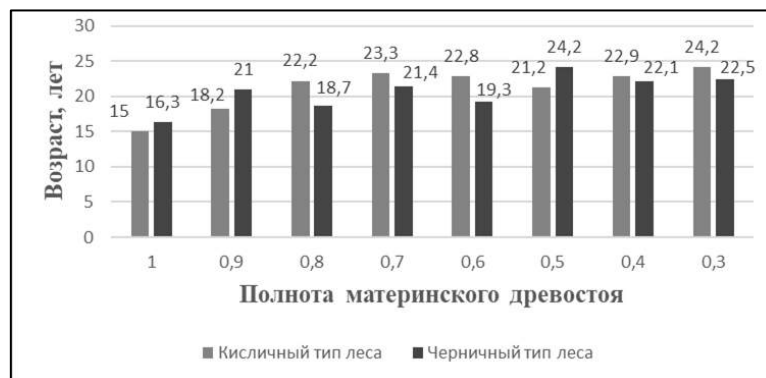


Рис. 2. Зависимость среднего возраста подроста ели от полноты материнского древостоя.

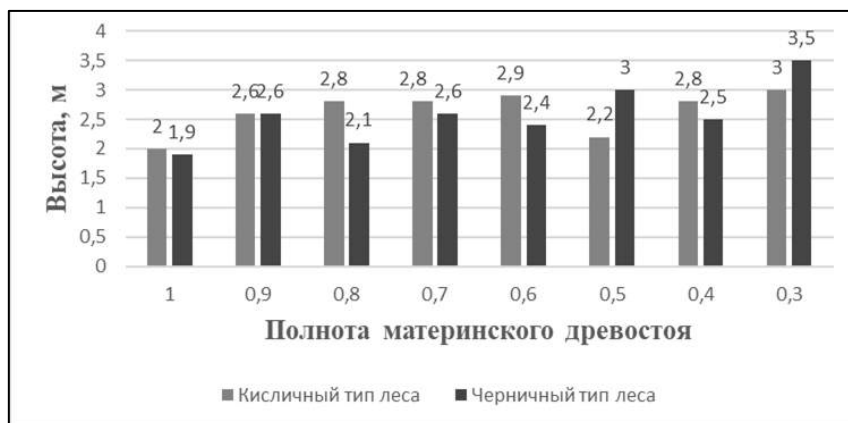


Рис. 3. Зависимость средней высоты подроста ели от полноты материнского древостоя.

Средний годичный прирост в высоту подроста ели так же находится в зависимости от относительной полноты материнского древостоя. В еловых насаждениях кисличного типа леса высокие значения прироста отмечены при полноте 0,9, 1 и 0,6. Такую закономерность можно объяснить тем, что недостаток освещенности компенсируется богатством почвенно-минеральных условий в данном типе леса. В ельнике черничном высокие значения прироста наблюдаются при относительной полноте древостоя 0,5 – 0,6. Также максимальный показатель отмечен при полноте 0,3. Это можно объяснить благоприятным сочетанием фактора достаточной освещенности и обеспеченности необходимыми элементами питания (Рис. 4).

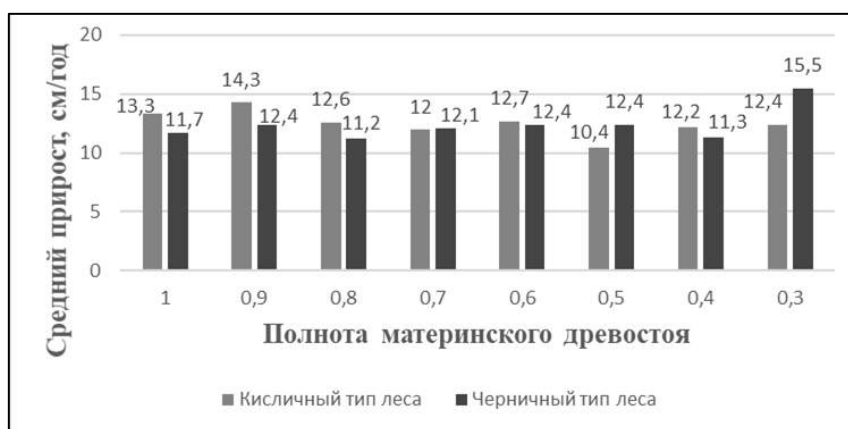


Рис. 4. Зависимость среднего прироста подроста ели от полноты материнского древостоя.

Таким образом, проведенное исследование позволило сделать следующие выводы:

1) В Гатчинском лесничестве Ленинградской области успешное естественное возобновление леса отмечается при относительной полноте материнского древостоя от 0,5 до 0,8. При этом, в кисличной серии типов леса численность подроста меньше необходимой для благоприятного лесовосстановления.

2) Относительная полнота древостоев может оказывать значительное влияние на основные характеристики подроста – среднюю высоту и среднее значение годичного прироста в высоту.

3) Зависимость среднего возраста подростка ели от относительной полноты древостоя невелика, фактором, оказывающим более сильное влияние на этот показатель, является периодичность урожайных лет у ели.

Библиографический список

1. Беляева Н.В. Точность учетных работ при оценке естественного лесовозобновления / Н.В. Беляева, А.В. Грязькин, П.М. Калинин // 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 / Н.В. Беляева / Журнал «Научное обозрение». – Москва; Саратов: Издательский дом «Наука образования», 2012. - №5. – С.97 – 106.
3. Беляева Н.В. Зависимость численности подростка ели от состава и относительной полноты в преобладающих типах леса в условиях Ленинградской области / Н.В. Беляева, Ю.М. Познякова // Материалы Международной научно-практической конференции «Вавиловские чтения – 2012». – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2012. – С. 398-403.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДОСТАВКИ CRISPR/CAS-КОМПОНЕНТОВ В КЛЕТКИ КАЛЛУСА ОСИНЫ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕРИЛЬНЫХ КЛООНОВ

Каржаев Д.С.^{1,2}, Сафонычева Е.Д.^{1,2}

¹Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства

²Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

DEVELOPMENT OF A TECHNIQUE FOR DELIVERING CRISPR/CAS-COMPONENTS INTO ASPEN CALLUS CELLS TO PRODUCE STERILE CLONES

Karzhaev D.S.^{1,2}, Safonicheva E.D.^{1,2}

¹Saint-Petersburg Forestry Research Institute

²Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье описана проблематика использования организмов созданных с помощью метода CRISPR/Cas. В статье описаны методические особенности внедрения генетических конструкций в каллусные культуры осины.

Abstract. The article describes the problems of using organisms created by the CRISPR/Cas method. The article describes the methodological features of introducing genetic constructs into aspen callus cultures.

Генное редактирование открывает широкие перспективы для селекции хозяйственно ценных признаков у деревьев, однако использование данного метода сталкивается со значительными ограничениями из-за возможного неконтролируемого переноса измененного генетического материала от отредактированных растений вестественные экосистемы. Для создания растений, не попадающих под ограничения ГМО, а также для апробации методов генного редактирования на древесных растениях были предприняты попытки создания стерильных клонов осины с помощью метода CRISPR/Cas. Ранее были созданы генетические конструкции, нацеленные на внесение

мутаций в гены, контролирующие цветение у осины, однако их доставка осуществлялась с использованием агробактерии, что автоматически переводит растение в разряд ГМО [1].

Основным методом геномного и геномного редактирования является метод CRISPR/Cas, позволяющий внести мутацию в редактируемый ген, не оставляя следов чужеродного генетического материала в экспериментальном растении. Этот метод успешно показал себя в редактировании некоторых видов древесных пород [2]. Однако часто для доставки CRISPR/Cas-компонентов в редактируемый объект используется агробактерия. Существенным недостатком такого метода доставки CRISPR/Cas, является то, что в объект вместе с редактирующей конструкцией внедряется ДНК бактерии. Таким образом, полученный организм становится генетически модифицированным. В настоящее время большое внимание уделяется поиску «чистых» (бесплазмидных) методов доставки CRISPR/Cas-компонентов, без участия бактерий.

Одним из таких «чистых» методов доставки без использования агробактерий, является биобалистическая доставка редактирующих конструкций в клетку с помощью металлических частиц и генной пушки [3]. В настоящей работе описывается разработанная нами методика биобалистической доставки CRISPR/Cas-компонентов в каллусные культуры осины с целью получения стерильных клонов.

В экспериментах использовали генную пушку PDS1000/He (Биорад). Двухнедельные каллусные культуры осины пересаживали на чашку Петри с высокоосмотической средой в окружности диаметром 3 см, после чего культивировали в темноте 4 ч. CRISPR/Cas-компоненты собирали в рибонуклеопротеиновый комплекс и наносили на вольфрамовые микроносители. Частицы вольфрама обрабатывали в соответствии со стандартными приложениями. Каллусные культуры подвергали биобалистическому «обстрелу» микроносителями, разогнанными в потоке гелия. В результате обстрела частицами с репортерной плазмидой GFP_{GUS} Plus были определены оптимальные показатели, необходимые для доставки вольфрамовых микроносителей в клетки каллусных культур осины, а именно: диаметр частиц в 1 мкм, разряжение в камере 13 psi, давление гелия 1800 psi, расстояние до обстреливаемого объекта - 9 см. Репортерная плазида успешно экспрессировалась в тканях каллуса по истечению двох суток (рис. 1)

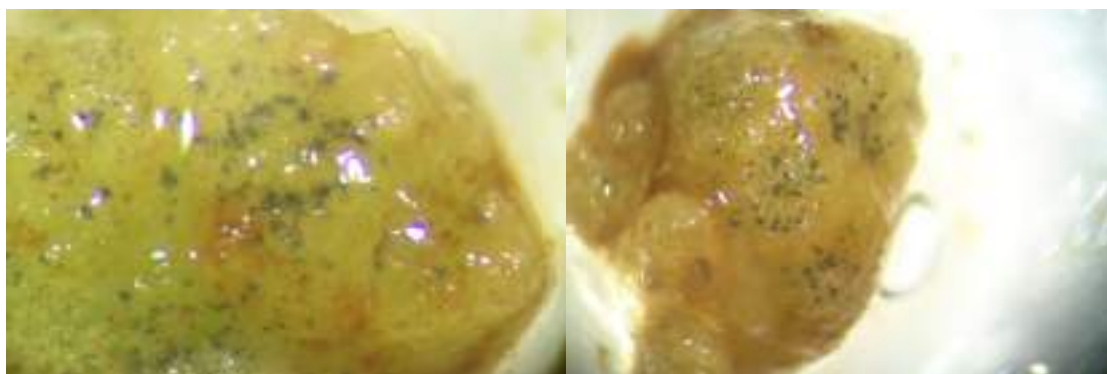


Рис. 1. Каллусы, бомбардированные вольфрамовыми микрочастицами с плазмидой GFP_{GUS} plus при дистанции до объекта 9 см. Вольфрамовые частицы равномерно распределены между каллусами. Пораженные клетки после окрашивания по методу GUS окрасились в цвет индиго.

Обстрелянные каллусы культивировали в темноте на высокоосмотической среде в течение 24 ч, после чего пересаживали на восстановительную среду. Через 14 дней каллусы пересаживали на среду с фитогормоном 6-БАП, индуцирующим органогенез. Через 45 дней большая часть каллусов образовала побеги (рис. 2).



Рис. 2. Каллус осины, спустя 45 дней после обстрела вольфрамовыми микрочастицами, покрытыми РНП с использованием генной пушки.

В дальнейшем будет проведен ПЦР скрининг полученных растений-регенерантов с целью отбора растений, отредактированных в целевых генах, после чего с помощью секвенирования будут выявлены внесенные мутации. Создание стерильных, экологически безопасных клонов осины откроет широкие возможности для дальнейших селекционных работ этой лесной породы с использованием технологий генного редактирования.

Исследование выполнено за счет средств федерального бюджета в рамках государственного задания ФБУ «СПбНИИЛХ» (№ 053-00006-22-00).

Библиографический список

1. Klocko A L, Goddard A L, Jacobson J R, Magnuson A C, Strauss S H. RNAi Suppression of LEAFY Gives Stable Floral Sterility, and Reduced Growth Rate and Leaf Size, in Field-Grown Poplars. *Plants*. 2021; 10(8):1594. <https://doi.org/10.3390/plants1008159>
2. Pak S, Li C. Progress and challenges in applying CRISPR/Cas techniques to the genome editing of trees. *Forestry Research*, 2022, 2:6. <https://doi.org/10.48130/FR-2022-0006>
3. John C. Sanford. The biolistic process. *Trends in Biotechnology*, 1988, 6 (12), P. 299-302, [https://doi.org/10.1016/0167-7799\(88\)90023-6](https://doi.org/10.1016/0167-7799(88)90023-6).

**СРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ СКРУЧЕННОЙ
(*Pinus contorta*) В СОКОЛЬСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ
И ОРЛИНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Коберницкий М.В.

Санкт-Петербургский государственный университет

**COMPARISON OF THE STATE OF FOREST CROPS OF (*Pinus contorta*) IN
SOKOLSKY FORESTRY OF VOLOGDA REGION AND ORKINSKY FORESTRY OF
LENINGRAD REGION**

Kobernitsky M.V.

Saint-Petersburg State University

Аннотация. В статье было исследовано состояние лесных культур сосны скрученной (*Pinus contorta*). Данная статья может быть полезна для дальнейшего изучения роста культур сосны скрученной (*Pinus contorta*). Результаты исследований помогут в дальнейшем для изучения процессов роста и развития интродуцентов и могут быть использованы для сравнения морфометрических показателей лесных культур в разных регионах не только России, но и мира.

Abstract. The article investigated the state of forest plantations of (*Pinus contorta*). This article may be useful for further study of (*Pinus contorta*) crop growth. The results of the research will help in the future to study the processes of growth and development of introduced species and can be used to compare the morphometric parameters of forest crops in different regions not only in Russia, but also in the world.

В условия современных реалий вопрос отечественного производства целлюлозно-бумажной продукции стоит довольно остро. Выбор сосны скрученной (*Pinus contorta*) в качестве объекта интродукции был обусловлен, прежде всего, положительным шведским опытом ее разведения и стремлением применить его при создании постоянной лесосырьевой базы целлюлознобумажной промышленности в СССР.

Сосну скрученную используют во многих странах, в зоне ее естественного ареала она является основой для создания плантации, за пределами естественного ареала в основном используется для получения целлюлозы. Сосна скрученная независимо от условий произрастания может увеличить продуктивность насаждения на 36% по сравнению с аборигенной сосной.

Следовательно, мы можем заменить ель на сосну скрученную для целлюлозно-бумажной промышленности, тем самым не будет надобности в рубке еловых древостоев, что в будущем приведет к улучшению генофондов еловых лесов и обеспечит более быстрое получение целлюлозы для нужд человека.

Цель исследования – сравнить морфометрические показатели лесных культур сосны скрученной (*Pinus contorta*) на территории Ленинградской области (Орлинское участковое лесничество и Вологодской области (Сокольское участковое лесничество). Проанализировать полученные данные и сделать выводы.

Методика исследований. Исследование проводилось в период 2021-2022 годах. В лесных культурах были заложены пробные площади 25х25м, по краям площадок были установлены колышки для лучшей ориентации. Для измерения диаметра и высот использовались мерная вилка и высотомер соответственно. Вологодские культуры были заложены в 1999 году, посадочный материал предоставлен Вологодским

селекционным центром, обработка почвы плугом-ПШ-1. Орлинские культуры были заложены в 1990, посадочный материал-семена из Канады, обработка почвы плугом-ПШ-1.

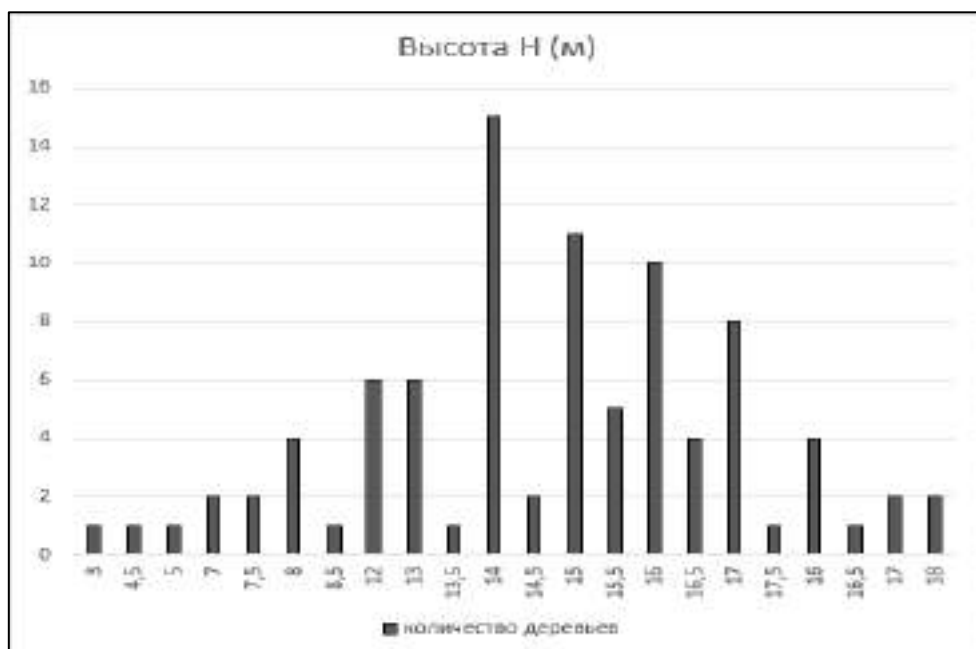


Рис. 1. Высоты деревьев Сокольское лесничество.

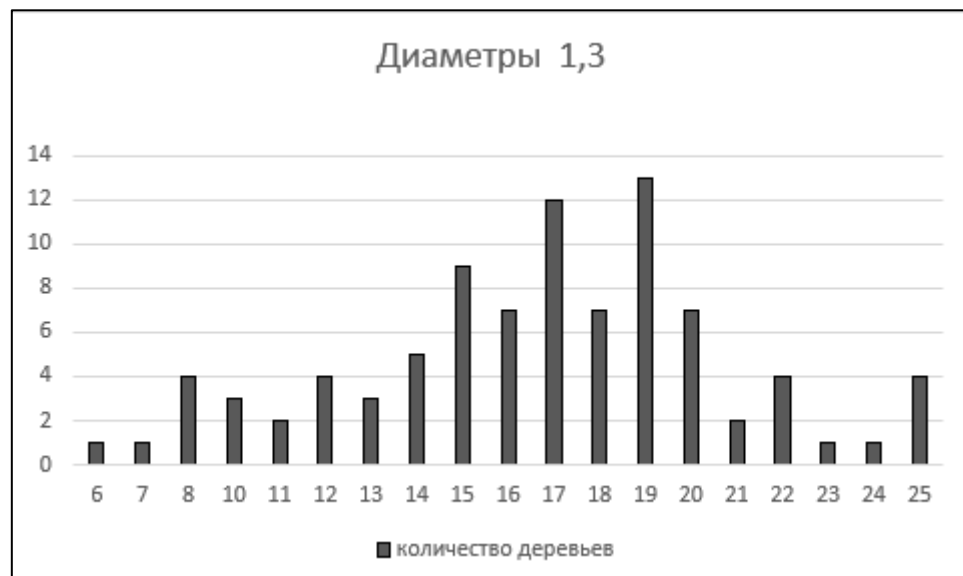


Рис. 2. Диаметры деревьев на 1,3 Сокольское лесничество.

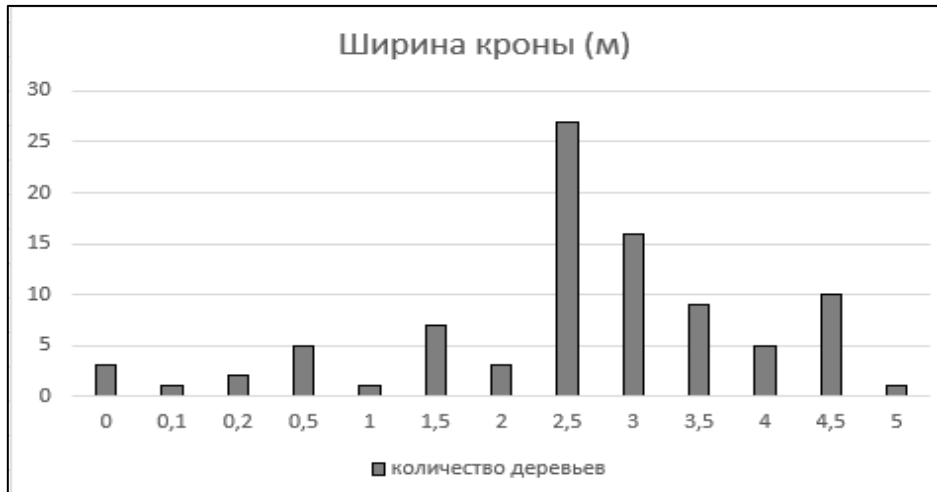


Рис. 3. Ширина кроны Сокольское лесничество.

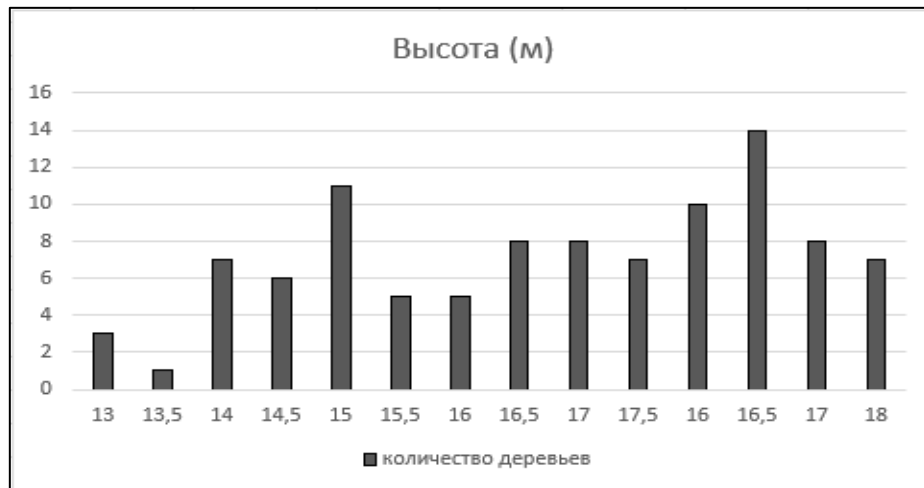


Рис. 4. Высота деревьев Орлинское лесничество.

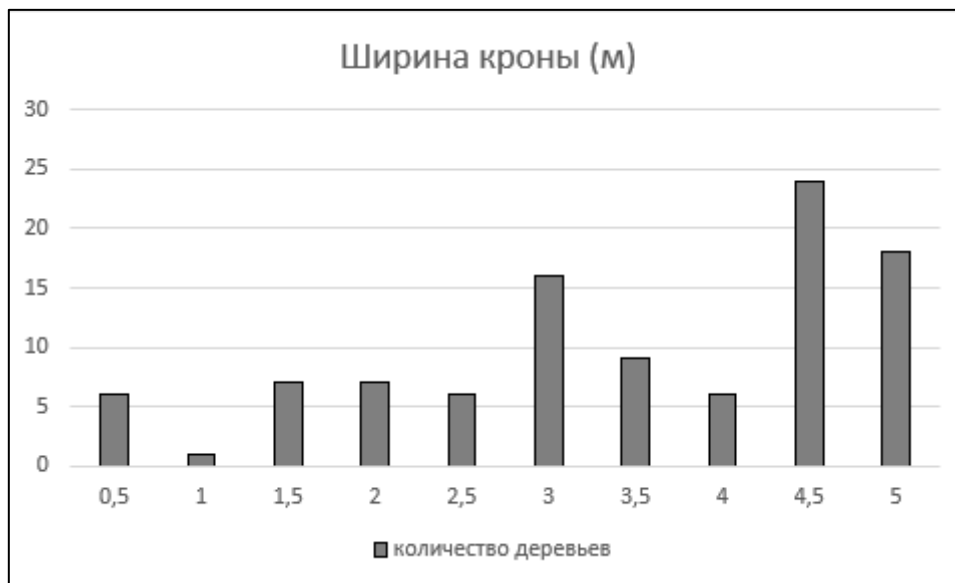


Рис. 5. Ширина кроны Орлинское лесничество.

Результаты. Проанализировав полученные данные мы можем резюмировать следующие факты.

Несмотря на то, что культуры в Сокольском лесничестве заложены позже, чем в Орлинском лесничестве их состояние намного хуже. Категория состояния Вологодских культур-3, Орлинских-1.

Такое состояние культур можно объяснить тем, что в нужное время не проводились мероприятия по уходу, судя по подросту между рядами культур последние мероприятия проводились примерно 10 лет назад, хотя культурам нету 30 лет.

Состояние крон говорит о низкой продуцирующей способности Вологодских культур, несмотря на их более молодой возраст. Следствием этого может быть фактор недостаточного ухода за культурами сосны скрученной.

Библиографический список

1. Гиргидов Д.Я. Интродукция древесных пород на Северо-Западе СССР. – М.: Гослесбумиздат, 1955. – 47 с.
2. Дроздов И.И. Хвойные интродуценты в лесных культурах. – М.: МГУЛ, 1988. – 135 с.
3. Дроздов И.И., Дроздов Ю.И. Лесная интродукция. – М.: МГУЛ, 2000. – 130 с.
4. Дроздов Ю.И. Сосна скрученная в культурах Европейской части России // Лесохозяйственная информация. – М.: ВНИИЛМ, 2002. – С. 21–23.
5. Интродукция древесных растений. – М.: Наука, 1980. – 168 с.
6. Лапин П.И., Калущкий К.К., Калущкая О.Н. Интродукция лесных пород. – М.: Лесная пром-сть, 1979. – 224 с.
7. Мелехов И.С. Интродукция хвойных в лесном хозяйстве. – Лесоведение, 1984. – № 6. – С. 72–78.

ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ МАЛОЦЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ ЛЕСОКУЛЬТУРНЫМИ МЕТОДАМИ

Костылева К.А.¹, Ермоченко А.И.², Жигунов А.В.¹

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

²Университет ИТМО

PECULIARITIES OF RECONSTRUCTION OF LOW-VALUE PLANTATIONS ON AGRICULTURAL LAND BY FOREST-CULTIVATION METHODS

Kostyleva K.A.¹, Ermochenko A.I.², Zhigunov A.V.¹

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

²ITMO University

Аннотация. Реконструкция малоценных ивовых насаждений на постагрогенных землях коридорным способом может проводиться посадкой сеянцев сосны и ели с закрытой корневой системой в коридоры шириной не менее 7,0 м с механическим удалением ивы и применением баковой смеси гербицидов, предотвращающих ее повторное отрастание.

Abstract. Reconstruction of low-value willow plantations on post-agrogenic lands by corridor method can be carried out by planting pine and spruce seedlings with closed root

systems in corridors 7.0 m wide with mechanical removal of willow and application of a tank mixture of herbicides preventing its re-growth.

В местах, где на сегодняшний день, по экономическим и иным объективным причинам, нельзя превратить заброшенные сельскохозяйственные земли в посевы и посадки традиционных пищевых, кормовых культур, в связи с зарастанием малоценными породами, предлагается практиковать реконструкцию малоценных лесных насаждений на постагрогенных землях. Данный метод проводится путем закладки особых плантаций, на которых в качестве технических культур следует выращивать определённые виды лесных древесных растений, т. е. так называемого качественного леса. Это один из путей возвращения заброшенных сельскохозяйственных земель в сферу их хозяйственного использования [4].

Создание ценных насаждений с высокой продуктивностью на постагрогенных землях, которые в настоящий момент заросли менее значимыми древесными породами, является наиболее трудоемкой задачей. На исследуемом участке, на бывших сельскохозяйственных землях произошло зарастание преимущественно ивой.

Разработка способов реконструкции малоценных насаждений проводилась на землях бывших в сельскохозяйственном пользовании в Ленинградской области в ЛНИИСХ «Белогорка». В 1997 году эти земли вывели из сельскохозяйственного оборота.

Около 5 га постагрогенных земель, на которых проводится исследование, заросли ивой. Данную территорию разбили на карты шириной 15 м и в дальнейшем произвели рубку коридоров разной ширины 7,0, 7,5 и 8,0 м. Прилегающие территории, которые не были подвержены зарастанию ивой, выступили в роли контрольных вариантов. Схема закладки опыта была описана ранее в научных исследованиях [2].

Летом 2015 года иву в коридорах убрали секором. Для предотвращения повторного зарастания порослью ивы в августе 2015 года была проведена обработка баковой смесью: глифосат (6 л/га) + арсенал (80 г/га). Для закладки культур использовались 5-летние сеянцы ели европейской с открытой корневой системой и 2-летние сеянцы сосны обыкновенной с закрытой корневой системой. Посадка проведена под лопату весной 2016 г.

Для оценки влияния ширины коридоров на рост культур сосны и ели проводились ежегодные учеты приживаемости, сохранности и биометрических параметров высаженных растений. Полученные данные обрабатывались статистическими методами [1].

Коридорный способ реконструкции малоценных насаждений ивы на постагрогенных землях был выбран для данного исследования по причине его экономической выгоды. Коридоры были прорублены механически с минимальной шириной, также была применена баковая смесь гербицидов, которая предотвращает повторное зарастание ивой.

Конкуренция высаженных растений и ивы минимальная, за счет проведения механического удаления ивы и последующей обработки территории баковой смесью, состоящей из таких гербицидов как Арсенал и Глифосат. Выбранные гербициды защищают коридоры от зарастания порослью ивы, на седьмой год после обработки отрастание ивы не наблюдается. В случае отказа от химической обработки территории стоит ожидать, что приживаемость и скорость роста высаженных растений будет падать.

Анализируя динамику прироста культур, ели можно отметить, что к седьмому году наблюдений биометрические параметры растений в контрольном варианте наиболее высокие, однако по сравнению с предыдущим годом прирост значительно упал. Параметры в коридорах шириной 7 м и 7,5 м различаются, но незначительно, результаты в секции А лучше. Параметры в секции В сравниваются с параметрами других секций на четвертый год после высадки лесных культур и к настоящему времени секция В показывает более высокие показатели. (таб. 1).

Таб. 1. Биометрические параметры культур ели европейской при различной ширине коридоров, заложенных 5-летними сеянцами с ОКС.

Ширина разрубаемого коридора, м (год закладки)	Приживаемость, %	Высота, см M±m	Диаметр, см M±m	Прирост по годам, см M±m						
				2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Контроль (2016)	93	177,3±11,0	3,31±0,19	26,8±0,8	7,5±0,5	11,6±1,0	22,5±1,6	31,7±1,9	47,8±2,5	36,9±3,2
Секция А 7,5 (2016)	91	165,2±6,79	2,53±0,11	29,0±0,8	8,5±0,5	14,3±0,8	22,0±1,3	22,4±1,3	35,5±1,9	33,2±2,2
Секция Б 7,0 (2016)	98	136,4±5,11	2,06±0,08	27,7±0,9	9,1±0,7	13,1±0,7	16,4±1,0	18,3±0,8	27,7±1,3	27,3±1,8
Секция В 8,1 (2018 год)	89	47,4±1,94	0,63±0,03	-	-	-	14,39±0,41	8,6±0,5	14,2±0,7	22,6±2,8

На диаграмме (рис. 1) представлено изменение показателей прироста за семилетний период с момента посадки культур в секциях А, Б и контрольной и за четырехлетний период в секции В.

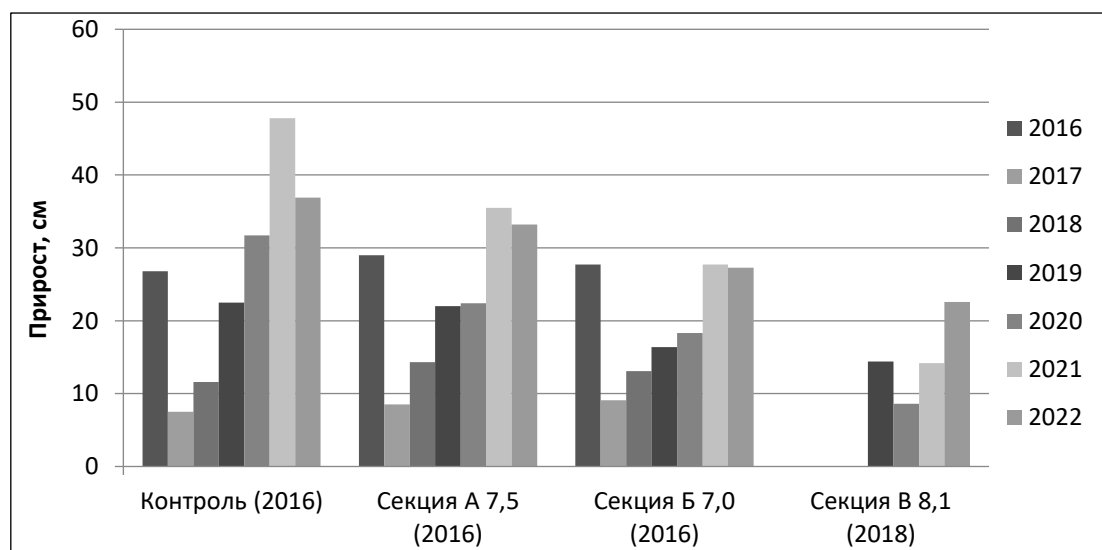


Рис. 1. Динамика прироста по годам культур ели европейской при различной ширине коридоров, заложенных пятилетними сеянцами с ОКС.

Анализ динамики прироста культур ели позволяет сделать вывод, что к седьмому году исследования биометрические параметры деревьев при различной ширине коридоров различаются незначительно, наилучший прирост в контрольном варианте и секции А, так же, как и по результатам исследований последних трех лет. Наилучшая сохранность в секции Б, а худшая в секции В (таб. 1).

На диаграмме (рис. 2) представлено изменение показателей прироста за семилетний период с момента посадки лесных культур в секции А, Б и контрольную, а

в секции В изменение показателей прироста за шестилетний период. Отмечается, что высота при различной ширине коридоров различается значительно, наилучшая динамика прироста в секции В и в контрольном варианте, несмотря на то что посадка в секции В производилась на один год позже, чем в других секциях. В секциях А и Б наблюдаются средние показатели. Высокая приживаемость в Контрольном варианте и в секции Б, также, как и последние два года, а в секциях А и В приживаемость сильно ухудшилась за последние четыре года (таб. 2).

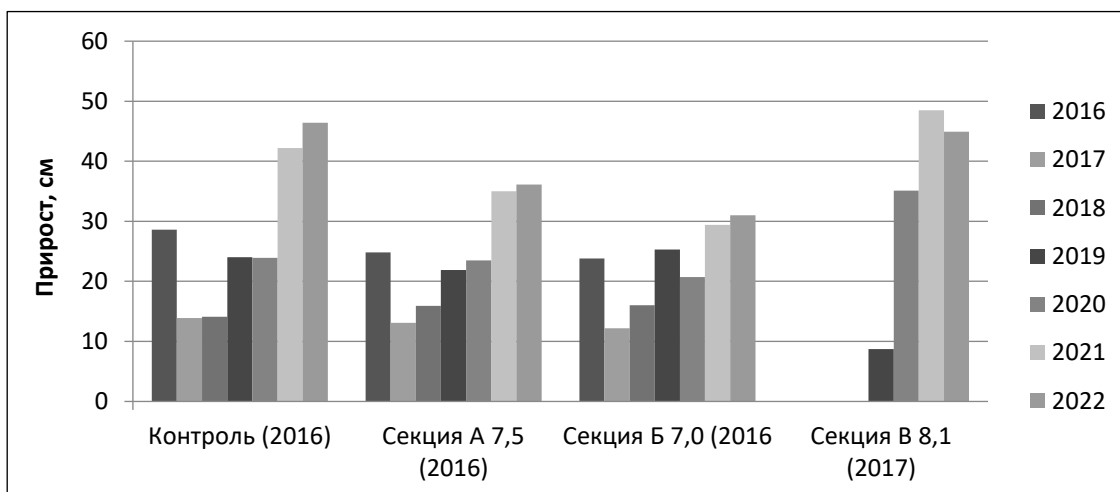


Рис. 2. Динамика прироста по годам культур сосны обыкновенной при различной ширине коридоров, заложенных двухлетними сеянцами с ЗКС.

Таб. 2. Биометрические параметры культур сосны обыкновенной при различной ширине коридоров, заложенных двухлетними сеянцами с ЗКС.

Ширина разрубаемого коридора, м	Приживаемость, %	Высота, см M±m	Диаметр, см M±m	Прирост по годам, см M±m						
				2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Контроль (2016)	94	193,4±9,87	3,6±0,25	28,6±1,1	13,9±0,9	14,1±0,9	24,0±1,5	23,9±1,97	42,2±2,83	46,4±3,25
Секция А 7,5 (2016)	72	169,6±9,02	2,34±0,18	24,8±0,9	13,1±0,8	15,9±1,2	21,9±1,4	23,5±1,4	35,0±2,28	36,1±2,45
Секция Б 7,0 (2016)	92	158,4±6,99	2,16±0,12	23,8±0,8	12,2±1,0	16,0±1,1	25,3±1,3	20,7±1,4	29,4±1,72	31±1,93
Секция В 8,1 (2017–2018)	77	207,7±8,87	3,3±0,17	-	-	±	8,7±4,8	35,1±1,63	48,5±2,23	44,9±2,44

Анализируя результаты исследования по ходу роста культур сосны и ели на опытных объектах, можно констатировать следующее:

К седьмому году выращивания культур ситуация практически не изменилась, по сравнению с результатами прошлого года. На данный момент ширина прорубаемых коридоров заметно влияет на приживаемость и биометрические параметры высаженных сеянцев сосны обыкновенной; это значит, что на данный момент зависимость скорости роста, высаженных растений сосны, от ширины коридоров уже значительна. Но по динамике роста ели европейской видно, что зависимость ее прироста от ширины коридоров в настоящее время не значительна.

По материалам семилетних наблюдений можно считать оптимальной шириной прорубаемых коридоров для сеянцев ели европейской и сосны обыкновенной величину в 7,0 м. Хотя скорость роста выше в коридоре 7,5 м и 8,1 м, но приживаемость

значительно хуже (на 7% для ели и на 20 и 15% для сосны), а также в целях экономии, рациональней прорубать коридоры шириной 7,0 м.

Дальнейшие затраты на реконструкцию оставшихся территорий, заросших малоценными породами, будут определяться в зависимости от выбранного способа реконструкции малоценных насаждений: дальнейшей разрубкой коридоров и посадкой лесных культур или лесоводственными уходами за возобновлением березы, осины и других ценных пород.

Исходя из полученных результатов предполагаются следующие рекомендации:

Наиболее выгодно проводить реконструкцию на постагrogenных землях, заросших ивой коридорным способом с прорубкой коридоров шириной 7,0 м механическим способом и применением баковой смеси гербицидов, предотвращающих повторное отрастание ивы. Таким образом может снизиться конкуренция между ценными культурами и ивой, благодаря правильной механической и химической обработке [3].

Библиографический список

1. Бондаренко А.С. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований: учеб. пособие / А. С. Бондаренко, А. В. Жигунов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 125 с.
2. Круковская К.А., Мартемьянов А.А., Ездаков Д.В., Жигунов А.В. Реконструкция малоценных насаждений на постагrogenных землях лесокультурными методами. Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: Материалы III междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, 06–08 ноября 2019 г. – СПб: Изд-во Полиграф экспресс, 2019. – С. 98–102.
3. Костылева К.А., Жигунов А.В. Влияние ширины коридоров и вида посадочного материала на рост культур при реконструкции малоценных насаждений. Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: материалы V междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, 11–12 ноября 2021 г. – СПб: Изд-во СИНЭЛ, 2021. – С. 43–47.
4. Шутов И.В. Проблемы получения древесного сырья на неиспользуемых сельскохозяйственных землях / И.В. Шутов, А.В. Жигунов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия «Лес.Экология. Природопользование», 2013 № 4(20) - С. 5–17.

ЗАВИСИМОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК КЛИМАТИПОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ОТ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КООРДИНАТ РАЙОНОВ ПРОИСХОЖДЕНИЯ СЕМЯН

Крестьянова М.А.¹, Гурьянов М.О.¹, Николаева М.А.¹

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М.Кирова

DEPENDENCE OF THE CHARACTERISTICS OF THE CLIMATYPES OF SCOTS PINE ON THE GEOGRAPHICAL COORDINATES OF THE SEED ORIGIN REGIONS

Krestyanova M.A.¹, Guryanov M.O.¹, Nikolaeva M.A.¹

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Проведен анализ зависимости таксационной характеристики и состояния климатипов сосны обыкновенной от географических координат районов

происхождения семян. Установлено, что наибольшее влияние на рассмотренные характеристики климатипов оказывает широтное положение.

Abstract. The analysis of the dependence of the tree-stand characteristics and the condition of Scots pine climatyps on the geographical coordinates of areas of seed origin was carried out. It was found that the greatest influence on the considered characteristics of climatyps has a latitudinal position.

Создание и сохранение высокопродуктивных насаждений является одной из основных задач лесного хозяйства, для решения которой проводятся многочисленные исследования, особое место среди которых занимает создание географических культур, позволяющее оценить перспективы использования семенного материала, полученного из разных районов. Одним из примеров подобного эксперимента являются географические культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), созданные в 1976 году на территории Любанского лесничества Ленинградской области.

Целью предлагаемого исследования являлась оценка зависимости таксационной характеристики и состояния десяти из представленных в них климатипов от географических координат районов происхождения семян, представленных Ленинградской, Псковской, Новгородской, Тверской, Костромской областями, а также Республикой Карелия (таб.1) [1].

Таб. 1. Сведения о происхождении семян сосны обыкновенной, использованных для создания в 1976 г. географических культур в Ленинградской области.

№ пункта по гос. реестру	Район заготовки семян, происхождение		Географические координаты	
	республика, область	лесхоз	с.ш.	в.д.
19	Ленинградская	Тосненский	59°30'	30°54'
14	Карелия	Медвежьегорский	62°54'	34°27'
15		Пряжинский	61°40'	33°40'
16		Сортавальский	61°50'	30°28'
17		Пудожский	61°40'	36°33'
21	Псковская	Великолукский	56°23'	30°30'
22		Струго-Красненский	57°48'	28°24'
23	Новгородская	Крестецкий	58°15'	32°28'
42	Тверская	Бежецкий	57°45'	36°40'
48	Костромская	Костромской	58°00'	41°00'

В ходе полевого этапа работ были собраны приведенные в таб. 2 данные о таксационной характеристике климатипов сосны обыкновенной, включающей в себя такие показатели, как средняя высота H_m и диаметр D_m , запас M и сумма площадей сечений $G_{на}$ 1 га. Помимо этого, были оценены сохранность семенных потомств, как доля от изначальной густоты посадки, и их состояние.

Проведенный анализ полученных данных позволил выявить наличие влияния на характеристики климатипов сосны обыкновенной районов происхождения семян. Для его уточнения была проведена статистическая обработка данных, направленная на установление степени и формы зависимости рассмотренных показателей от географических координат мест заготовки семян и их удаленности от опытного объекта.

Таб. 2. Характеристики семенных потомств сосны обыкновенной.

№ пункта по гос. реестру	Сохранность		Средний диаметр Dm , см	Средняя высота Hm , м	Сумма площадей сечений G , м ² /га	Запас M , м ³ /га	Средняя категория состояния I , балл
	тыс. шт./га	%					
19	1,12	21	21,3	21,9	40,2	415	1,99
14	1,76	33	16,9	20,5	39,1	394	2,40
15	1,33	25	18,9	22,1	36,7	407	2,25
16	1,60	30	18,0	20,9	40,0	407	2,30
17	1,54	29	17,8	20,9	37,2	380	2,38
21	0,80	15	21,6	21,4	28,7	290	2,28
22	1,01	19	20,4	21,3	32,6	310	2,21
23	1,12	21	19,8	21,0	34,0	326	2,12
42	1,22	23	18,5	20,9	32,5	350	2,29
48	1,06	20	18,8	22,1	29,0	316	2,42

Первый этап анализа заключался в вычислении коэффициентов парной корреляции r [2], позволивших установить, что в наибольшей степени на характеристики климатипов влияет разница в широтном положении районов происхождения семенного материала. Так, между данным показателем и сохранностью потомств существует достоверная сильная прямая корреляция (величина p -критерия не превышает пороговое значение в 0,05). Такая же корреляция наблюдается с запасом и суммой площадей сечений. Влияние широты на средние диаметр и высоту климатипов является обратным, что может быть объяснено наследственно обусловленным замедленным ростом северным климатипов. Корреляция со средней высотой при этом не является достоверной. Также отсутствует достоверная корреляция между широтой районов заготовок семян и средней категорией состояния семенных потомств (таб. 3).

Влияние долготы на каждый из рассмотренных показателей не является достоверным. Если рассчитать выраженное в километрах различие между крайними в широтном и долготном отношении районами происхождения семян, то получится, что самый северный медвежьегорский климатип смещен по широте от самого южного великолукского на 724 км, а самый восточный костромской от самого западного стругокрасненского – на 744 км. Таким образом, несмотря на несколько больший разброс в расстояниях между районами заготовки семян в долготном отношении, они оказывают существенно меньшее влияние на характеристики климатипов, чем широта.

Таб. 3. Результаты корреляционного анализа.

Фактор	Показатель	Сохранность, %	Средний диаметр Dm , см	Средняя высота Hm , м	Сумма площадей сечений G , м ² /га	Запас M , м ³ /га	Средняя категория состояния I , балл
Широта	r	0,9315	-0,7265	-0,2816	0,8320	0,8444	0,2643
	p -кр.	0,0001	0,0173	0,4306	0,0028	0,0021	0,4606
Долгота	r	0,1891	-0,5240	0,1330	-0,2644	-0,0289	0,6029
	p -кр.	0,6009	0,1201	0,7142	0,4604	0,9367	0,0650
Расстояние	r	0,1596	-0,5123	-0,0205	-0,4657	-0,3256	0,9352
	p -кр.	0,6596	0,1300	0,9553	0,1749	0,3587	0,0001

Помимо географических координат, в рамках исследования было рассмотрено влияние на рост и состояние семенных потомств расстояния $R_{от}$ районов их происхождения до расположенного в Любанском лесничестве Ленинградской области опытного объекта. Было установлено, что достоверно и сильно оно коррелирует лишь со средней категорией состояния. При этом положительный знак коэффициента корреляции свидетельствует о том, что чем больше удаление района заготовки семян, тем худшим состоянием характеризуется полученное из них насаждение.

Для конкретизации зависимостей характеристик климатипов сосны обыкновенной от широты, как показателя, оказывающего наибольшее влияние на них, на втором этапе был проведен регрессионный анализ, позволивший подобрать описывающие их математические модели. Было установлено, что с наибольшей точностью зависимость сохранности климатипов от широты описывается квадратичной функцией. С высокой точностью (коэффициент детерминации R^2 составил соответственно 70,46 и 73,42%) в зависимости от широты могут быть описаны сумма площадей сечений и запас.

Отсутствие достоверной корреляции между средними высотой и категорией состояния климатипов и широтой районов их происхождения обусловило невозможность подбора для описания их зависимостей линейных регрессионных моделей. Так, показавшие наибольшую из 27 реализованных в Statgraphics 18 моделей обратная и дважды квадратичная характеризовались коэффициентами детерминации R^2 , равными 8,70 и 7,71% (таб.4).

Таб. 4. Линейные модели, описывающие зависимость климатипов сосны обыкновенной от широты районов происхождения семян

Характеристика климатипа	Модель	R^2 , %
Сохранность	$Sohr = -45,22 + 0,019 \cdot Sh^2$	86,90
Средний диаметр	$Dm = \frac{1}{-0,029 + 0,0014 \cdot Sh}$	55,19
Средняя высота	$Hm = \frac{1}{0,037 + 0,0002 \cdot Sh}$	8,70
Сумма площадей сечений	$G = e^{6,33 - 165,81/Sh}$	70,46
Запас	$M = e^{8,88 - 178,84/Sh}$	73,42
Средняя категория состояния	$I = \sqrt{3,00 + 0,0006 \cdot Sh^2}$	7,71

По той же причине не удалось подобрать линейные модели, описывающие зависимость анализируемых характеристик от долготы района происхождения семенного материала и расстояния до опытного объекта.

Исключение составила лишь зависимость средней категории состояния от расстояния, с точностью 90,05% описываемая функцией вида:

$$I = e^{0,67 + 0,0087 \cdot \sqrt{R}}$$

Подытоживая, можно сказать, что наибольшее влияние на характеристики климатипов сосны обыкновенной из рассмотренных географических показателей районов происхождения семян оказывает широтное положение. Полученные закономерности в дальнейшем могут быть использованы для совершенствования подбора семенного материала с целью создания высокопродуктивных насаждений.

Библиографический список

1. Крестьянова М.А., Гурьянов М.О., Николаева М.А., Костинский В.В. Исследование размерной структуры в географических культурах сосны обыкновенной Любанского лесничества Ленинградской области // Актуальные вопросы лесного хозяйства: материалы V международной молодежной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2021 года / СПб.: СПбГЛТУ, 2021. – С. 22-25.
2. Алексеев А.С., Черниковский Д.М., Гурьянов М.О. Системный анализ и моделирование в лесном деле: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.01 «Лесное дело» / А.С. Алексеев, Д.М. Черниковский, М.О. Гурьянов / СПб.: СПбГЛТУ, 2017. -104 с.
- 3.

РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К ОСВОЕНИЮ ЗАРОСШИХ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬХОЗНАЗНАЧЕНИЯ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Кузин Д.Е.¹, Данилов Д.А.²

¹ Новосибирский Государственный Университет

² Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

DEVELOPMENT OF APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF OVERGROWN AGRICULTURAL LANDS IN THE NOVOSIBIRSK REGION

Kuzin D.E.¹, Danilov D.A.²

¹Novosibirsk State University

²Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье изложены результаты комплексного обследования невостробованного участка земель сельхозназначения, расположенного в лесостепной зоне Новосибирской области. Определены таксационные показатели лесных экосистем на зарастающей территории. Для подтверждения актуальности предлагаемых мер по сравнению мер с традиционным способом ввода заросших сельхозземель в эксплуатацию (уборка древесной растительности, выкорчевка пней), произведен первичный экономический анализ.

Abstract. The article describes the results of a comprehensive survey of the unclaimed plot of agricultural land located in the forest-steppe zone of Novosibirsk region. Taxation indicators of forest ecosystems in the overgrown area were determined. To confirm the relevance of the proposed measures compared to the traditional way of putting overgrown agricultural land into use (removal of woody vegetation, uprooting of stumps), the primary economic analysis was carried out.

Проблема невостробованных сельхозземель, зарастающих лесами в Российской Федерации, носит стратегический характер и за последние 15 лет привлекла внимание многих авторов [2-4]. Несмотря на интенсивное освещение проблемы, до 2020 года, возможность ведения лесоводственной деятельности на с/х участках была фактически запрещена.

Результатом усилий научного сообщества и Greenpeace, явилось постановление № 1509 [6], которое регулирует ведение деятельности по эксплуатации лесов на землях сельхозназначения. Такие изменения в законодательстве, а также возрастающий интерес

к лесоклиматическим проектам со стороны бизнеса, истощение легкодоступных лесов, проблема снабжения населения древесным топливом и другими лесоматериалами и т.п., требуют разработку и формирование новых подходов к освоению заброшенных территорий, что и является целью данного исследования.

В открытых источниках мы не нашли примера рассмотрения способов ввода конкретного участка в экономический оборот с учетом изменений в законодательстве и своей работой предлагаем восполнить этот пробел.

Методика. Поиск территории осуществлялся с помощью ГИС системы CoGIS [1], дающей возможность отображать контуры участков без обозначения границ. Данные о геологии, геоморфологии, почвах, районировании были взяты из открытых источников и отображены и проанализированы в ГИС системе QGIS. Там же проложены профили охватывающие все представленные комбинации, на которых, были проставлены точки описаний в количестве 22 штук. На точке 1 и 22 были заложены постоянные пробные площади, проведен сплошной пересчет для тренировки. На остальных точках замеры выполнялись полнотомером Биттерлиха, высотомером Nikon Forestry Pro, мерной вилкой и возрастным буравом фирмы Haglof.

Характеристика участка исследований. По данным Greenpeace [5], на территории региона более чем 300 000 Га невостробованных с/х земель покрыто древесной растительностью.

Для решения задач исследования был выбран участок с кадастровым номером 54:20:040301:113, представляющий из себя территорию площадью более 8600 Га, на которой с 1990 года оператором этого участка – подсобным хозяйством «Дружба» осуществлялось сокращение деятельности начиная с наиболее дальних участков. Окончательно производственная эксплуатация земель, по данным местных жителей, была прекращена в 2000 году. Большинство земель относилось к пашням различной плодородности. Следовательно, период забрасывания составляет 10 лет. В период с 2000 года только на 30 % территории местными жителями велось сельское хозяйство в виде пастбищного использования и сенокосения. Залесенность участка составляет 60 %.

Результаты, обсуждение. На всех исследованных насаждениях наблюдается полосность связанная со способом обработки земли перед заброской -вспашкой плугом. Эта технология формирует гребни шириной 1,5-2 м, к которым приурочено размещение более 80 % деревьев.

На 80 % территории возраст лесов составил от 20 до 30 лет. Так же выяснилось, что на 7 из 22 точек описаний относительная полнота зафиксирована в интервале от 1,1 до 1,6, в то время как на остальных точках этот показатель составил, в среднем 0,5. Такая разница в относительной полноте древостоя, по нашему мнению, обуславливается различным способом прекращения деятельности в прошлом, и требует дифференцированного подхода к проектированию вовлечения участков в экономический оборот.

Для этой цели в представленных насаждениях были выделены два класса ПВН и ПНН.

Приведем краткие характеристики классов и технологию освоения:

Класс ПВН – Постагрогенные высокополнотные насаждения. Усредненные характеристики класса: состав – 8С2Б; средний возраст – 25 лет; средний запас – 216 м³/га; кол-во деревьев – 3 600 шт/га; средняя полнота – 1,3; средний прирост – не менее 7 м³/га в год. Эти экосистемы развиваются по Ia бонитету (7).

Генезис связан с заселением территории древесными растениями на следующий год после прекращения деятельности. Важно отметить, что участки забрасывались после традиционной в те годы, «вспашки в зиму» плугами, которая способствовала созданию оптимальных условий для прорастания семян. А именно – на обнаженный субстрат после схода снега попадали семена и сразу же прорастали, не встречая конкуренции со стороны культурных и луговых растений. Этим обуславливается высокая плотность заселения, выраженная в количестве деревьев на гектар.

Предлагаемые виды деятельности на участках класса ПВН:

- Лесоводство – рубки ухода различной интенсивности в три приема с основной рубкой через 20 лет

- Животноводство – выпас скота с проектной продуктивностью 25 кг/га в год

ПНН – Постагрогенные низкополнотные насаждения. Усредненные характеристики класса: состав – **6С4Б**; средний возраст – **21**год; средний запас – **84**м³/га; кол-во деревьев – не более **2200**шт/га; средняя полнота – **0,5**; средний прирост – **4** м³/1 Га в год. Экосистемы развиваются по I бонитету (7).

Генезис связан с послепахенным использованием участков в сельскохозяйственной деятельности в виде пастбищ и сенокосов. То есть, после прекращения пашни, территория использовалась в течении 1-15 лет, затем, также, забрасывалась. Этим обуславливается меньшая плотность заселения деревьев чем в ПВН.

Предлагаемые виды деятельности на участках класса ПНН:

- Лесоводство – рубки ухода различной интенсивности в четыре приема с формированием агрополос

- Растениеводство – выращивание традиционных культур на полосах

Экономический анализ предлагаемых мер

На рис. 1 представлены результаты первичного экономического анализа деятельности на участках классов ПВН и ПНН, в сравнение с традиционным земледелием на данной территории. Результаты расчетов приведены к 1 гектару на период 20 лет.

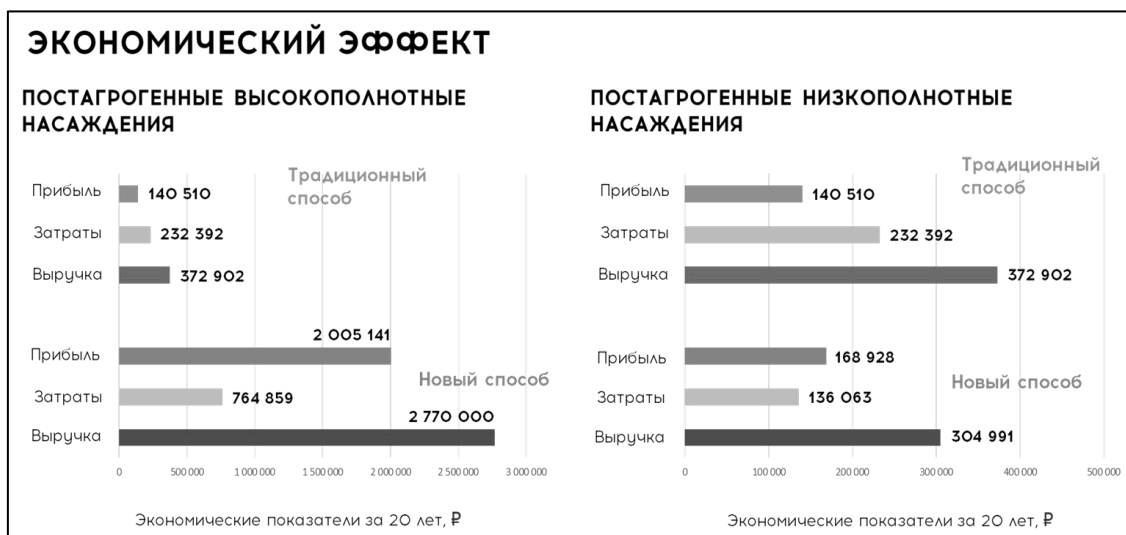


Рис. 1. Экономический анализ предлагаемых мер.

Вывод. Полученные результаты данной работы позволяют сделать вывод о перспективности используемого в расчетах подхода к освоению конкретного участка

невысвободившихся земель сельхозназначения в Новосибирской области. Учитывая предлагаемый срок проектирования – 20 лет, полученные в ходе реализации экономические показатели позволяют получить больший доход с 1 Гектара, сохранить экологические функции экосистем и наиболее эффективно использовать природный потенциал объектов, сформированный в течении 10-30 лет отсутствия хозяйственной деятельности.

Изложенные принципы и подходы, по нашему мнению, позволяют использовать их на тех территориях РФ, где выращивание лесов будет более эффективным, чем ведение сельского хозяйства традиционными методами.

Библиографический список

1. Геоинформационная система CoGIS: [Электронный ресурс]// URL: <https://cogis.dataeast.com/>
2. Данилов Д.А. Выращивание древесных насаждений на постагрогенных землях: учеб. пособие/. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016 – 104 с.
3. Маслов А. Оценка ситуации с зарастанием сельскохозяйственных земель лесной растительностью на примере Угличского района Ярославской области// А. Маслов, А. Гульбе, Я. Гульбе, М. Медведева, А. Сирин// Устойчивое лесопользование. – 2016. - № 4. – с. 6 – 14.
4. Карпин В.А. Восстановление лесных фитоценозов после различных видов сельскохозяйственного использования земель в условиях Среднетаежной подзоны// В.А. Карпин, Н. В. Петров, А. В. Туюнен// Сибирский лесной журнал. – 2017. - № 6. – с. 120 – 129.
5. Карта неиспользуемых сельхозземель в России: [Электронный ресурс]// Greenpeace Россия.URL: https://maps.greenpeace.org/maps/aal/?__hstc=155636964.8866aa0bf1a211cfb83037b9836cb7f7.1660724228489.1660730343575.1666585637671.3&__hssc=155636964.1.1666585637671&__hsfp=2848193954
6. Постановление Правительства РФ от 21.09.2020 N 1509 (ред. от 08.06.2022) "Об особенностях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения (вместе с "Положением об особенностях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения")»: [Электронный ресурс]// Консультант плюс. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_362805/
7. Швиденко А.З., Щепаченко Д.Г., Нильссон С., Булуй Ю.И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы)// А.З. Швиденко, Д.Г. Щепаченко, С. Нильссон, Ю.И. Булуй// Изд. второе, дополненное. – М., Рослесхоз, 2008.

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА РАНГОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПОЛУСИБСОВЫХ И СИБСОВЫХ СЕМЕЙ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ

Мозжерин Я.Е.¹, Жигунов А.В.¹, Бондаренко А.С.²

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

²Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства

AGE DYNAMICS OF RANK MOVEMENTS OF SEMI-SIBS AND SIBS FAMILIES OF NORWAY SPRUCE

Mozzherin I.E.¹, Zhigunov A.V.¹, Bondarenko A.S.²

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

²Saint-Petersburg Forestry Research Institute

Аннотация. Определена возрастная ранговая динамика полусибсовых и сибсовых 28-летних культур ели европейской в 4 квартале Орлинского участкового лесничества Гатчинского лесничества. Изучена динамика ранговых перемещений по диаметру и высоте у полусибсовых и по диаметру - у сибсовых семей. Отмечена стабильность рангового положения сибсов и полусибсов по диаметру относительно среднего начиная с 4-летнего возраста. Повысотеранговое положение полусибсов стабилизируется с 11-летнего возраста.

Abstract. Age rank dynamics of half sib and full sib picea abies families in 28-year-old progeny tests in Gatchina forestry are studied. Rank dynamics on diameter and height – for halfsibs and only diameter – for full sib families are completed. The stability of the rank position on diameter for halfsibs and full sib picea abies families starting from 4-year-old is noted. The stability of the rank position on height takes place starting from 11-year-old.

Для оценки генетических свойств плюсовых деревьев необходимо создание испытательных культур с использованием семенного потомства. Такая оценка, осуществляется в возрасте стабилизации рангового положения семей относительно друг друга. Начиная с этого момента можно сделать достоверный вывод о генетическом преимуществе в росте семей. В результате исследования испытательных культур семьи с высокой сохранностью, продемонстрировавшие превышение скорости роста над контролем, переводят в категорию элитных. Контроль создаётся семенами селекционной категории нормальные, или за его значение принимается средняя величина полусибсов. В соответствии с «Правилами создания и выделения объектов лесного семеноводства» окончательная оценка семенных потомств плюсовых деревьев в испытательных культурах производится в возрасте потомств не менее 1/2 возраста рубки главного пользования или возраста спелости, принятого для данного вида лесных растений в конкретной лесорастительной зоне [11].

Существует мнение, что оценка всех свойств и признаков древостоя с целью размножения лучших образцов возможна лишь в 60-100 лет [13]. Встречаются данные, в которых отмечается, что возраст стабилизации свойств и признаков древостоя наступает уже в 20-30 лет [6, 8] или несколько раньше в возрасте 10-15 лет [4, 5, 12]. Однако факт, что изменение ранговых положений семей плюсовых деревьев в испытательных культурах в 5-7-летнем возрасте [2, 3, 10], течение первых 10 лет жизни [7] происходит интенсивно не оспаривается.

После 10-летнего возраста ранговое положение семей плюсовых деревьев начинает стабилизироваться, что уже с определенной долей вероятности позволяет сделать вывод о генетической ценности плюсового дерева. На отдельных участках испытательных культур существенное изменение рангового положения отмечается только у небольшой части семей, в пределах 10...20 % [1, 9].

Целью исследования является определения возраста испытательных культур, в котором у ели европейской стабилизируется ранговое положение. И на основе этого выделять кандидатов в элиту в более раннем возрасте.

В 28-летних испытательных культурах ели европейской выполнен анализ хода роста семей плюсовых деревьев. Изучена динамика смены рангового положения по диаметру и высоте уполусибсовых и по диаметру у сибсовых семей. Культуры заложены на раскорчеванной вырубке 1989 г, посадка произведена по пластам плужных борозд. Условия местопроизрастания Г2, почвы модергумусные, слабоподзолистые, суглинистые свежие. Для создания селекционно улучшенных культур ели использован крупномерный четырёхлетний посадочный материал, представляющий потомство отдельных плюсовых деревьев. Карташевского семенного заказника (33 семьи полусибсов), а также сибсовое потомство клонов плюсовых деревьев с ЛСП (11 сибсовых потомств).

Полевые исследования на опытном участке испытательных культур были проведены в 2020 году. Измерены диаметры ствола деревьев мерной вилкой, точность 0,1 см. Характер взаимосвязи между диаметром и высотой установлен через их линейную зависимость по двухсантиметровым ступеням толщины. Высоты замерены у части деревьев в количестве от 2 до 13 для каждой семьи плюсовых деревьев.

Анализ результатов динамики ранговых перемещений полусибсов представлен на рис. 1. Ранжирование произведено в возрасте 4 года по данным сплошного перечёта диаметров деревьев. Первый ранг присвоен семье с наибольшим средним диаметром. Самое большое значение ранга имеет семья с наименьшим средним диаметром ствола. Таким же способом были ранжированы семьи и в 28 лет.

Полученные в результате анализа ранговых перемещений данные по полусибсовым (рис. 1) и сибсовым (рис. 2) семьям по диаметру в период с 4 до 28 лет указывают на существенные изменения ранговых положений некоторых семей относительно друг друга. Однако, прослеживается стабильность рангового положения относительно среднего диаметра насаждения. А именно, 15 полусибсовых семей из 17, превышающих значение среднего диаметра в четыре года, сохранили данное превышение к 28-летнему возрасту, что составляет 88%. Аналогичны показатели и у сибсовых семей плюсовых деревьев, 5 из 6 семей сохранили превышение к 28 годам, стабильность составила 83%.

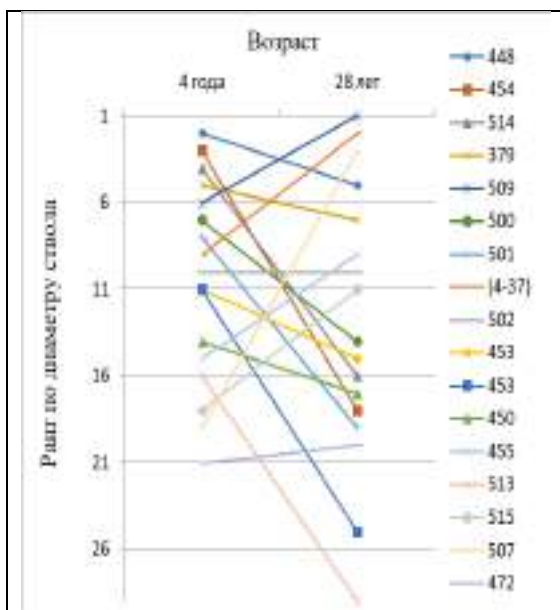


Рис. 1. Возрастная динамика ранговых перемещений полусибсовых семей плюсовых деревьев ели европейской

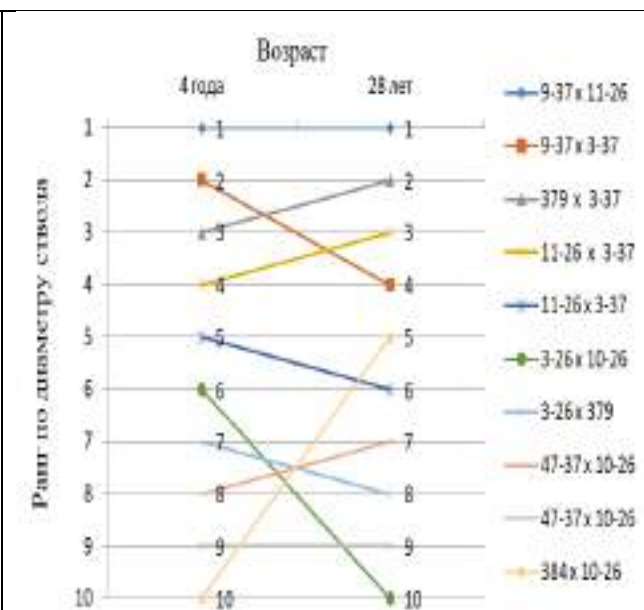


Рис. 2. Возрастная динамика ранговых перемещений сибсовых семей плюсовых деревьев ели европейской

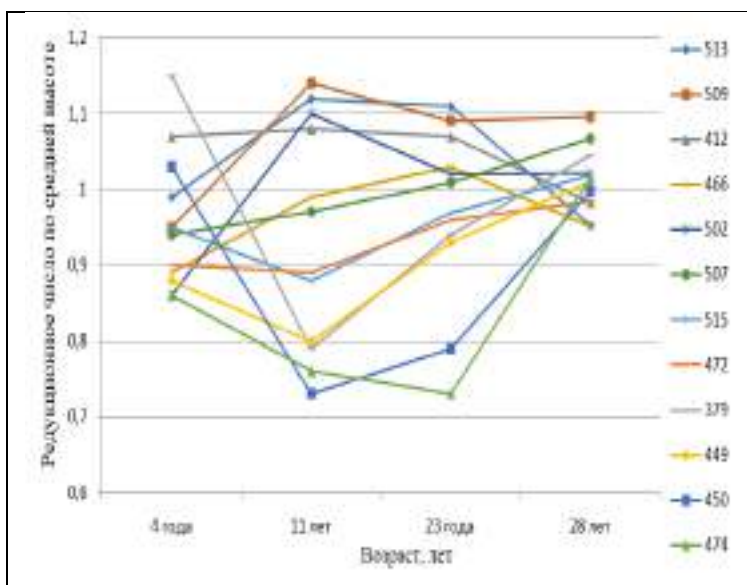


Рис. 3. Динамика редуционных чисел по высоте отдельных семей плюсовых деревьев ели европейской

Номер семьи	Интервал возраста			
	(4-28)	(11-28)	23-28	
509	15,3	-3,9	0,5	
507	13,6	10,1	5,7	
379	-9,1	32,3	11,2	
502	18,8	-7,2	0,1	
515	7,3	15,8	5,0	
474	18,0	33,6	39,0	
449	14,8	26,3	8,6	
450	-3,1	36,7	26,3	
472	9,5	10,7	2,6	
412	-8,1	-9,0	-8,1	
511	-3,8	-15,0	-14,2	
466	6,8	-4,0	-7,7	
Среднее	10,7	17	10,8	
коэф. вар. ср	Кол-во	7	8	8
	%	58	67	67
ср-ноэф. вар < 2* ср	Кол-во	5	3	2
	%	42	25	17
2* ср < коэф. вар	Кол-во	0	1	2
	%	0	8	17

Рис. 4. Сопоставление коэффициентов вариации по высоте со средним значением их разности на момент последнего измерения и сопоставляемого возраста

По данным средней высоты (рис. 3) ранговые положения семей плюсовых деревьев значительно изменились относительно друг друга. Однако, по расчётам редуционных чисел по высоте видно, что его изменение у семей на протяжении их онтогенеза незначительно. Коэффициенты вариации сопоставлялся со средним значением разности коэффициента вариации на момент последнего измерения и сопоставляемого возраста (рис. 4). К незначительным изменениям относятся значения, где, первое значение меньше второго. К небольшим, где первое превышает

второе, но не на величину его удвоения. К значительным причисляются те, у которых первое значение больше второго больше, чем в два раза. Так с 4-, 11-, 23-летнего возраста незначительным изменениям подверглось соответственно 58%, 67%, 67%, небольшим изменениям 42%, 25%, 17%, а значительным изменениям 0%, 8%, 12%. Можно сделать вывод, что по высоте достаточно точно выявляются кандидаты в элиту, ещё в раннем возрасте, с 4-х лет.

Тем не менее на протяжении онтогенеза эти ранговые перемещения значительны. Если вычесть такие резкие изменения (недостовверный прогноз, приведший к истинным значениям), то оказывается, что в 4-летнем возрасте достаточно точный прогноз можно дать только в 33% случаях, для 11 и 23 лет этот показатель соответственно равен 58 и 67%. Исходя из этих данных, можно сделать вывод, что ранговое положение начинает стабилизироваться в 11 летнем возрасте.

В период с 4- до 28-летнего возраста полусибсовые и сибсовые семьи плюсовых деревьев демонстрируют выраженную стабильность своего рангового положения по диаметру, а с 11-летнего полусибсовые и по высоте.

Значение проведения измерений в процессе роста испытательных культур заключается в определении стабильности проявления наследственных свойств плюсовых деревьев. Важны результаты и сокращение времени на их достижение. Исследование скорости роста потомств плюсовых деревьев в испытательных культурах на всех этапах их онтогенеза позволит выявить кандидатов в элиту уже к 11-летнему возрасту. Это даст возможность создать не только ЛСП-I,5 порядка, но и к возрасту проведения наблюдений в 23 года приступить к созданию ЛСП-II, поскольку вероятность выявления элитных деревьев составляет уже 67%.

Результаты исследований позволяют рекомендовать сокращение возраста окончательной оценки семенных потомств в испытательных культурах плюсовых деревьев в нормативных документах по лесному семеноводству [11]. Выявление кандидатов в элиту и элиты на существующих ЛСП позволит ускорить переход лесного хозяйства РФ на элитное семеноводство основных древесных пород.

Библиографический список

1. Бондаренко А.С., Жигунов А.В., Мозжерин Я.Е. Сравнение скорости роста семенного и автовегетативного потомства ели европейской. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 239. С. 36-54.
2. Ворончихин Л. И., Видякин А.И., Овечкин С.М. Пути повышения работ по селекции сосны и ели в Кировской области// Селекция ценных форм древесных пород и их использование для создания целевых насаждений. Сб. научн. тр. Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1989. С. 79-83.
3. Данусявичюс Ю., Лаукинейтене Ю., Часнавичюс К. Особенности роста потомства клонов // Пути ускорения научно-технического прогресса в лесном хозяйстве. Тез. Докл. Науч.-практ. Совещ. Прибалтийских республик и Белоруссии 26-27 июня 1986 г. Каунас: ЛитНИИЛХ, 1986. Т. 2. С. 47-50.
4. Долголиков В.И. О ранней диагностике быстрого роста в высоту у сосны и ели по прямому признаку // Состояние и перспективы развития лесной генетики, селекции, семеноводства и интродукции. Методы селекции древесных пород. Сб. тез. Докл. Совещ. Рига, 1974. С.45-48.
5. Долголиков В.И. Отбор быстрорастущих саженцев ели для плантационного лесовыращивания. Методич. Указания. Л.: ЛенНИИЛХ, 1987. 20 с.

6. Ефимов Ю.П. Проблемы повышения эффективности лесосеменных плантаций // Генетика и селекция в лесоводстве. Сб. науч. Тр. Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1991. С. 198-213.
7. Жигунов А.В., Бондаренко А.С. Возраст оценки генетических свойств деревьев ели европейской в испытательных культурах // Лесн. журн. 2018. № 5. С. 65–81.
8. Картель Н.А., Манцевич Е.Д. Генетика в лесоводстве. Минск: Наука и техника, 1970. 165 с.
9. Мозжерин. Я.Е., Жигунов А.В., Бондаренко А.С. Испытание полусибсового и сибсового потомства плюсовых деревьев ели европейской (*Piceaabies* (L.) Н.Karst.). Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: материалы Vмеждунар. научн.-практ. конф. молодых ученых, 11-12 ноября 2021 г.- СПб.: Изд-во СИНЭЛ, 2021, С. 47-52.
10. Орленко Е.Г. Ранняя диагностика при проверке генетических свойств плюсовых деревьев // Состояние и перспективы развития лесной генетики, селекции, семеноводства и интродукции. Сб. тез. докл. Совещ. Рига, 1974. С. 83-84
11. Правила создания и выделения объектов лесного семеноводства (лесосеменных плантаций, постоянных лесосеменных участков и подобных объектов). Утверждены приказом Минприроды России от 20 октября 2015 года N 438.
12. Ромедер Э., Шенбах Г. Генетика и селекция лесных пород: Пер. с нем. М.: Сельхозиздат, 1962. 268 с.
13. Роне В.М. Генетический анализ лесных популяций. М.: Наука, 1980. 160 с.

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*Pinussylvestris* L.) И ИХ
РОСТ В КУЛЬТУРАХ**

Романов Е.М., Галкина У.А., Еросланова А.В., Бычкова Д.Д.
Поволжский государственный технологический университет

**INFLUENCE OF GROWING TECHNOLOGIES ON BIOMETRIC PARAMETERS
OF SCOTCH PINE (*Pinussylvestris* L.) SEEDLINGS AND THEIR GROWTH IN
CULTURES**

Romanov E.M., Galkina U.A., Eroslanova A.V., Bychkova D.D.
Volga State Technological University

Аннотация. При разработке и применении современных промышленных технологий выращивания сеянцев и саженцев важно оценивать, как их морфобиометрические показатели, так и рост после пересадки на лесокультурную площадь. Анализ полученных экспериментальных данных посвящен данной работе.

Abstract. When developing and applying modern industrial technologies for growing seedlings and saplings, it is important to evaluate both their morphobiometric indicators and growth after transplantation to a forest area. This work is devoted to the analysis of the obtained experimental data.

При разработке и использовании новых технологий выращивания сеянцев древесных растений важно оценивать не только морфобиометрические показатели, но и приживаемость и рост на лесокультурной площади [1-2].

Опыт был заложен в мае 2020 года. Посадка производилась в дно плужных борозд, расстояние между которыми около 4 м, шаг посадки - 0,75 м. Тип лесорастительных условий (ТЛУ) - свежая суборь (В2), тип леса - сосняк майниково брусничный (Смбр), почва - дерново подзолистая супесчаная, рельеф - ровный, с понижением с юга на север. Сеянцы с ЗКС высажены с использованием специального ручного устройства для образования лунок - РУДОЛ [3], с ОКС одно-двухлетнего возраста – с использованием меча Колесова и трехлетних под лопату. В каждом варианте в 3-кратной повторности высаживали не менее 450 растений. Осенью года посадки была проведена инвентаризация лесных культур и дополнение растениями, выращенными по соответствующим технологиям, и одного и того же возраста.

Обработка экспериментального материала проведена методами вариационной статистики [5] с использованием программы Statistika.

Технология выращивания прежде всего влияют на морфобиометрические показатели сеянцев, а также биомассу органов и их соотношение. Особенно это актуально при получении посадочного материала с ОКС и его использовании для создания лесных культур. Трёхлетние сеянцы, выращенные в посевном отделении питомника с подрезкой на третьем году выращивания стержневого корня (вариант А) имеют наибольшие биометрические показатели, как по высоте стволика, так и по его диаметру у корневой шейки. Меньшие значения в порядке убывания имеет высота стволика однолетних сеянцев, выращенных на субстрате из верхового торфа в пленочной теплице (вариант Б) и двухлетние с открытого грунта питомника (вариант В). В тоже время диаметр корневой шейки, который по мнению некоторых авторов [4] в большей степени, чем высота, влияет на их приживаемость и рост в культурах, у тепличных сеянцев имеет наименьшее значение.

Запас пластических веществ как в целом у всего сеянца сосны обыкновенной так и у его в отдельных частях у трехлетних в 2,2 раза выше, чем у двухлетних и 6,6 раза, чем у однолетних, растений, выращенных в условиях закрытого грунта. Можно полагать, что данный показатель будет определять их приживаемость на лесокультурной площади, так как соотношение в целом надземной подземных частей, а так же мелких корней ($d < 1\text{мм}$) и надземной части у тепличных сеянцев лучше (1:4,9 и 1:16,9). У трехлетних оно составляет соответственно 1:5,6 и 1:21,4, а у двухлетних - 1:5,3 и 1:21,1. Следует также заметить, что трехлетние сеянцы соответствовали нормативно-технологическим требованиям в 100 % случае, двухлетние - 81 % однолетние тепличные - 91,5% [6].

Выращивание сеянцев в контейнере типа Plantek 81F в закрытом грунте (вариант Г) в течении всей вегетации, и 0,5 вегетационного периода в теплице плюс 0,5 периода на полигоне доращивания (вариант Д) позволяет добиться выхода стандартных сеянцев не ниже 96%. Вторая ротация (выращивание в теплице с июля по сентябрь - вариант Ж) в год проведения эксперимента не обеспечивала выход годных к посадке сеянцев. При выращивании сеянцев в контейнерах Niko V-120 с мая по сентябрь (вариант З) таких сеянцев было получено более половины (67%). Это связано с биометрическими показателями (высотой и диаметром стволика у корневой шейки). В вариантах Г и Д они на статистически достоверную величину ($t > 3$) превышают данные значения в вариантах Ж и З.

Первые две технологии (Г и Д) обеспечили практически одинаковое накопление пластических веществ в целом растении и его органах, а также близкое к оптимальному соотношение надземной и подземной частей (в пределах 1:1,2 – 1:1,8), что, если судить по данным показателям, должны бы обеспечить и одинаковую приживаемость и рост

на лесокультурной площади. В вариантах Ж и З биомасса сеянцев более чем в 2 раза меньше, чем в вариантах Г и Д, при одинаковом соотношении надземной части и корней в пределах 1:1,3-1:1,5.

Проведенный эксперимент показал, что и при разработке и применении новых промышленных технологий выращивания сеянцев также необходимо создание испытательных культур для изучения их роста в последующем в условиях лесокультурной площади (таб. 1).

Неблагоприятная погода в первой половине 2020 года повлияла прежде всего на приживаемость растений. При этом наиболее устойчивыми к условиям лесокультурной площади оказались однолетние сеянцы ЗКС, выращенные на полигоне доращивания (вариант З). Наименее устойчивыми сеянцы с ЗКС которые весь вегетационный период выращивались в пленочной теплице. Близкие значения по приживаемости (77,7 %) имеют сеянцы с ОКС, выращенные в пленочной теплице на субстрате их верхового торфа (вариант Б). Это еще раз свидетельствует о необходимости уделять больше внимания “закаливанию” сеянцев в поздне-летние и раннее-осенние периоды их нахождения в питомнике.

Дополнением лесных культур после их инвентаризации осенью удалось добиться приживаемости во всех вариантах опыта на уровне 92,2-96,8 % по итогам роста на лесокультурной площади в течении 2-х лет. Об успешной адаптации растений, выращенных в питомниках по разным технологиям, на лесокультурной площади свидетельствует также, так называемый, коэффициент депрессии, вычисляемый, как отношение текущего прироста последнего года (Δh) к высоте растений (h) выраженного в процентах. На первом году сложнее проходила адаптация к условиям лесокультурной площади у трехлетних растений с ОКС. Величина Δh в данном варианте опыта в 2,2-4,6 раза меньше, чем в других. Вместе с приживаемостью на уровне 80,8% это свидетельствует о необходимости совершенствования данной технологии и прежде всего путем формирования более мочковатой корневой системы за счет подрезки не только вертикального, но и боковых корней. На втором году величина Δh в большинстве вариантов, кроме варианта Ж, была практически одинаковой. Слабый текущий прирост в данном варианте связан появлением почти у половины однолетних саженцев в культурах (38,5 %) многомуччатости. Последнее объясняется повреждением верхушечной почки из-за недостаточной подготовки к зимнему хранению в питомнике.

Таб. 1. Влияние технологий и схем выращивания сеянцев сосны обыкновенной на приживаемость и рост лесных культур.

Технология и схема выращивания сеянцев	Приживаемость в лесных культурах, %		Высота стволика (h), см		Текущий прирост (Δh), см		$k = \frac{\Delta h}{h} * 100, \%$	
	1-летние	2-летие	1-летние	2-летие	1-летние	2-летие	1-летние	2-летие
3 года в открытом грунте питомника с подрезкой вертикальных корней на 3 году выращивания (вариант А)	80,8	92,6	33,1	43,9	3,4	14,0	10,3	31,8
2 года в открытом грунте питомника (вариант В)	82,7	95,2	21,1	38,4	9,8	15,6	46,3	40,5

Технология и схема выращивания сеянцев	Приживаемость в лесных культурах, %		Высота стволика (h), см		Текущий прирост (Δh), см		$k = \frac{\Delta h}{h} * 100, \%$	
	1-летние	2-летие	1-летние	2-летие	1-летние	2-летие	1-летние	2-летие
1 год в теплице ООО «Таволга» на субстрате из верхового торфа (вариант Б)	77,7	92,2	23,2	36,7	7,8	14,8	33,6	40,2
1 год в теплице ООО «Таволга» в ячейках контейнеров, заполненных верховым торфом (вариант Г)	65,7	93,8	25,5	34,5	8,6	11,8	33,6	33,9
0,5 года в теплице + 0,5 года на открытом полигоне (ОП) в контейнерах, заполненных верховым торфом (1 ротация) (вариант Д)	80,2	96,8	24,6	26,3	6,6	7,6	26,8	28,9
0,5 года в теплице (2 ротация) в контейнерах, заполненных верховым торфом (вариант Ж)	90,1	94,1	10,3	24,3	4,9	3,3	47,3	13,3
1 год (ОП) в ячейках контейнеров, заполненных верховым торфом (вариант З)	92,0	96,8	14,4	35,6	6,4	14,1	44,5	39,3
НСР* ₀₅	7,31	4,69	3,32	4,17	2,02	4,82	8,56	11,61
Доля влияния фактора, %	84,80	37,98	95,33	91,43	82,22	77,78	90,46	73,02
$F_{\text{расч.}} \cdot (F_{\text{табл}})$	13,02 (2,85)	1,43 (2,85)	47,64 (2,85)	24,88 (2,85)	10,79 (2,85)	8,17 (2,85)	22,12 (2,85)	6,32 (2,85)

Выводы:

1. При разработке и внедрении новых индустриальных технологий выращивания лесопосадочного материала обязательной должна быть оценка его адаптационных возможностей к условиям лесокультурной площади.

2. При выращивании сеянцев, как открытой, так и закрытой корневой системой в пленочных теплицах большое внимание должно обращать на подготовку тепличных растений к зиме и хранению до посадки в лесные культуры.

3. Наибольшую послеосадочную депрессию испытывают однолетние культуры, созданные сеянцами с большей высотой стволика в независимости от технологии выращивания, что свидетельствует о необходимости их совершенствования в направлении формирования гармоничного развитых растений с оптимальным соотношением биомассы их органов: корней, хвои и стволиков.

4. На третьем и последующих годах роста культур возрастает влияние на саженцы живого напочвенного покрова, кустарников и мягколиственных древесных растений, поэтому окончательный вывод о преимуществах и недостатках, выращенного по разным технологиям посадочного материала нужно судить при прохождении культивируемых растениями, как минимум, фазы приживания.

Библиографический список

1. Родин А.Р. Культуры ели на вырубках. — М.: Лесная промышленность, 1977.- 168 с.

2. Романов Е.М. Выращивание сеянцев древесных растений. Биоэкологические и агротехнические аспекты / Е.М.Романов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 500 с.
3. Романов Е.М., Самосудов А.Е., Ушурцев А.В., Гагарин Ю.Н. Ручное устройство для образования лунок под посадку контейнеризированных сеянцев Патент на изобретение RU 2202871 С1, 27.04.2003. Заявка № 2001131976/13 от 26.11.2001.
4. Смирнов Н.А. Выращивание посадочного материала хвойных пород для промышленных методов лесовосстановления в зоне хвойно-широколиственных лесов / Пушкино, 1984
5. Соколов П.А., Черных В.Л. Вариационная статистика: учеб. пособие для студентов специальности 31.12 заоч. формы обучения /1990. - 99 с.
6. Правила лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления от 29 декабря 2021 г. № 1024

**СРАВНЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА
ФОРМИРОВАНИЕ МОЛОДОГО ПОКОЛЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА
СТАРОПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ И ЗЕМЛЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА, ПРОЙДЕННЫХ
ПОЖАРАМИ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Сергеева А.С.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

COMPARISON OF THE INFLUENCE OF THE LIVING GROUND COVER ON
THE FORMATION OF A YOUNG GENERATION OF TREE SPECIES ON OLD-
ARROVED LAND AND FOREST LAND PASSED BY FIRES
IN THE LENINGRAD REGION

Sergeeva A.S.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Сравнение основных показателей естественного возобновления на старопахотных землях с землями лесного фонда способствует более скорой разработке необходимых лесохозяйственных мероприятий, необходимых проводить для успешного возобновления и формирования продуктивных насаждений.

Abstract. Comparison of the main indicators of natural regeneration on old arable lands with the lands of the forest fund contributes to the faster development of the necessary forest management activities necessary for successful renewal and the formation of productive plantations.

На сегодняшний день воспроизводство и формирование продуктивных лесных насаждений являются одними из важнейших задач стоящих перед лесной отраслью, при этом территории, исключенные из сельскохозяйственного производства, обладают высоким биологическим потенциалом, о чем свидетельствует образование на них высокопродуктивных молодых насаждений [1, 3]. Почвы, которые раньше использовались, а теперь нет, в сельскохозяйственных целях, имеют, в отличие от лесных почв, горизонтальный пахотный горизонт, где мозаичный характер гумусового

горизонта связан с рельефом и клеточной структурой растительности, а также с расположением групп деревьев. Кислотность этих почв также меньше, чем у лесных почв, что увеличивает доступность элементов минерального питания для древесных растений. Создание лесных насаждений в этих районах позволит выращивать высокопродуктивные насаждения [4].

Влияние пожаров на процесс формирования леса долгое время было предметом изучения.

Лесовосстановление в значительной степени зависит от почвенного покрова, который образуется в период после пожара. Динамика развития и характер почвенного после пожарного покрова определяются в основном интенсивностью, продолжительностью пожара и состоянием леса. В зависимости от интенсивности пожара на почвенном покрове создаются различные условия для появления самосева. Когда покров полностью выгорает, создаются идеальные условия [2].

Исследования проводились в Гатчинском районе Ленинградской области в 2017 и 2019 годах. Для исследования было взято три участка бывших сельскохозяйственных угодий, расположенных рядом с поймой реки Оредеж, а также 4 участка на территории Орлинского участкового лесничества. В итоге было заложено 7 пробных площадей площадью 0,25 гектара каждая.

Учет подроста проводился выборочно статистическим методом путем заложения круговых площадок радиусом 1,78 м. Учитывались следующие показатели: количество подроста на единицу площади, надежность подроста и его высота, равномерность распределения подроста по площади (таб. 1). Надежность хвойного и лиственного подроста определялась путем визуального осмотра с распределением на три категории: жизнеспособный, нежизнеспособный и сухой.

Данные таб. 1 четко показывают, что на всех пробных площадях отмечается появление подроста древесных пород. Стена смешанного хвойного зрелого леса на каждом участке располагается достаточно близко – на расстоянии 40-60 метров, что в значительной степени позволило древесным породам успешно возобновиться.

Анализируя густоту подроста наиболее ценных пород – сосны и ели - можно заметить, что возобновление хвойных пород наблюдается везде, однако их численность очень сильно различается. Максимальная суммарная численность хвойного подроста наблюдается на пробных площадях № 2 и № 6 – участках, бывших в сельскохозяйственном пользовании.

Таб. 1. Характеристика хвойного подроста на пробных площадях.

Пробная площадь	Порода	Средние			Численность, экз./га 2011	Суммарная численность хвойного подроста, экз./га	Год пожара	Встречаемость, %
		возраст, лет	высота, см	прирост по высоте, см/год				
III1	Сосна	3.9	64	17.0	2011	1473	2011	87
	Ель	6.6	142	21.0	2007			

ПП2	Ель	4.98	75	15.0	2005	7450	2011	92
	Сосна	4.8	75	18.0	1996			
ПП3	Ель	10.04	142	14.0	2014	1856	2007	84
	Сосна	11.1	318	28.6	2000			
ПП4	Ель	14.9	515	34.6	862	1278	2005	42
	Сосна	17.3	892	51.6	416			
ПП5	Ель	22.2	370	16.7	1742	1742	1996	84
ПП6	Ель	10.0	60	6.0	340	2890	2014	86
	Сосна	8.0	185	23.1	2550			
ПП7	Ель	16.6	148	8.9	699	1655	2000	56
	Сосна	18.3	266	14.5	956			

Для изучения структуры и видового разнообразия живого напочвенного покрова использовался общепринятый метод заложения квадратных площадок площадью 1м². Сначала на каждой учетной площадке, а затем и на всей пробной площади определялась степень проективного покрытия по произрастающим видам. По итогу рассчитывалось среднее проективное покрытие для каждого вида растения и его численность, а также общее проективное покрытие живого напочвенного покрова на опытной площадке. На основании полученных данных удалось определить структуру живого напочвенного покрова на объектах исследования (таб.2).

Таб. 2. Структура живого напочвенного покрова на объектах исследования

Номер пробной площади	Травяно-кустарничковый ярус			мхи, %	итого, %
	кустарнички, %	травы, %	итого, %		
ПП 1	8.3	111.6	119.9	26.1	146
ПП 2	36.8	40.6	76.8	54.3	131.7
ПП 3	25.05	35.73	60.78	10.47	71.25
ПП 4	18.32	35.82	54.14	1.09	55.23
ПП 5	16.22	21.68	37.9	0.44	38.34
ПП 6	0	101	101	0	101
ПП 7	47.75	9.47	57.22	26.54	83.76

Доля трав в суммарном проективном покрытии выше на постагрогенных землях, чем на землях лесного фонда, это связано с более высоким плодородием почв на данных участках. Минимальное количество трав замечено на седьмой пробной площади, и, скорее всего, связано с давностью прохождения пожара.

Результаты. Характеристики подроста, произрастающего на залежных землях, схожи с характеристиками подроста, возобновившегося на землях лесничества. Существенным аспектом в разнице между данными участками является отсутствие нежизнеспособного подроста на землях бывшего сельскохозяйственного пользования.

Численность и густота подроста непосредственно связаны с развитием и количественными показателями живого напочвенного покрова. При высокой густоте подроста повышается конкуренция за основные ресурсы, вследствие чего заметно снижается разнообразие и количество напочвенного покрова. Общую высокую численность подроста можно объяснить прошедшими низовыми пожарами, благодаря которым молодые всходы древесной растительности развивались в условиях отсутствия сильной конкуренции со стороны травянистой растительности.

Все компоненты напочвенного покрова присутствуют на изучаемых участках, исключением является только шестая пробная площадь.

На пробных площадях, бывших ранее в сельскохозяйственном пользовании, суммарное проективное покрытие превышает 100%, что связано с наличием многоярусности живого напочвенного покрова, а также обильного разнотравья.

Доля трав в структуре ЖНП преобладает на всех объектах, что говорит о достаточном количестве элементов питания и об отсутствии переувлажнения.

Большинство растений по требовательности к почвенным условиям принадлежит к мезофитам и мезотрофам.

Наши исследования также показали, что живой напочвенный покров отрицательно влияет на появление молодого поколения древесных растений в первые 10 лет после пожара. Доказательством этого, на наш взгляд является то, что подрост на тех участках, где давность пожара не превышает 10 лет и имеется плотный травяной покров либо редкий, либо средней густоты и более малого размера, по сравнению с другими участками.

Библиографический список

1. Беляева Н.В. Закономерности изменения структуры и состояния молодого поколения ели в условиях интенсивного хозяйственного воздействия: дис. д-ра с.-х. наук / Н.В. Беляева. – СПб.: СПбГЛТУ, 2013. – 431 с.
2. Грязькин А. В. Возобновительный потенциал таежных лесов (на примере ельников Северо-Запада России). / А. В. Грязькин. – СПб.: СПбГЛТА, 2001. – 188 с.
3. Данилов Д.А. Выращивание древесных насаждений на постагрозенных землях: учебное пособие / Д.А. Данилов, А.В. Жигунов, А.Н. Красновидов, Б.Н. Рябин, В.Ю. Неверовский, Т.А. Шестакова, В.И. Шестаков, О.О. Эндерс // Санкт-Петербург.: Изд-во Политехнического университета, 2016. – 104 с.
4. Мелехов В.И. Лесоводственный потенциал неиспользуемых сельскохозяйственных угодий / В.И. Мелехов, А.М. Антонов, Д.В. Лохов // Вестник Поморского университета, серия «Естественные науки». Архангельск, 2011. – 62-66 с.

Секция энтомологии и защиты леса

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ОПЕНКОМ ОСЕННИМ

Антонь В.В.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

BIOLOGICAL METHODS OF STRUGGLE WITH ARMILLARIELLA MELLEA

Anton' V.V.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В данной статье приводится биологический метод борьбы с группой видов патогенных грибов *Armillariella mellea ssp. sl.* Приведены результаты исследования антагонизма между *Armillariellamelleaei* некоторыми грибами.

Abstract. This article provides a biological method of dealing with a group of species of pathogenic fungi *Armillariella mellea ssp. sl.* The results of the study of antagonism between *Armillariella mellea ssp. sl.* and some fungi are presented.

В настоящий момент наибольший вред в насаждениях представляет опенок - собирательная группа видов патогенных грибов, относящихся к агарикоидным (*Agaricomycetes* Doweld, 2001) базидиомицетам. Эта группа объединяет порядка пяти родов грибов из разных семейств [2]. Данный гриб - полифаг, способен поражать более 200 видов хвойных и лиственных древесных и кустарниковых пород, вызывая белую и желтую периферическую комлевую и корневую гниль корней. Наибольший вред опенок приносит таким породам, как бук, дуб, ясень, клен [1]. Одним из методов борьбы с ним является использование грибов-антагонистов.

В фитопатологии антагонизм - подавление одних грибных организмов другими при их совместном росте [6].

Ещё в 1951 году в Канаде ученые Хаскинг и Торн обнаружили, что антибиотик, выделяемый головневым грибом *Ustilago maydis* задерживает рост гриба *Armillariella melleas sp. sl.* А в 1939 году Лич в Африке отметил, что гриб *Rhizoctonia lamelliflora*, развиваясь на корнях чайного куста, препятствует поселению в них опенка [5].

Многие антибиотики хорошо усваиваются растениями через корни и через листья, быстро распространяются в тканях растений и могут находиться там в активном состоянии весьма продолжительное время. Данные знания позволяют понимать, что использование грибов антагонистов весьма эффективно, а их дальнейшее изучение перспективно. Так, проведенные наблюдения в 1947-1955 гг. за заселением пней грибами показали, что грибы *Lenzites sepiaria* и *Peniophora gigantea* являются антагонистами опенка, и пни, занятые ими, грибом не заселяются. В связи с этими наблюдениями было выполнено специальное исследование по изучению явления антагонизма между некоторыми грибами разных классов и *Armillariella mellea ssp. sl.* [5].

Был изучен совместный рост различных грибов с *A. mellea ssp. sl.* на искусственной питательной среде в чашках Петри в течение 35 суток и влияние на рост опенка нативных антибиотиков, продуцируемых грибами *Peniophora gigantea* и *Trichothecium roseum* [5]. В таб. 1. указаны грибы, оказывающее наибольшее антагоническое воздействие на опенок.

Таб. 1. Результаты исследования антагонизма между *Armillariella mellea* sp. sl. и некоторыми грибами [5].

Название гриба-антагониста	Состояние грибницы опенка через 35 суток совместного роста
<i>Trichothecium roseum</i>	Грибница опенка обросла и подавлена грибницей трихотециума.
<i>Trichoderma lignorum</i>	Грибница опенка полностью разрушена и отмирает
<i>Discula</i> sp.	Грибница опенка потемнела, шнуры в толще питательной среды разрушены. Гриб <i>Disculasp.</i> полностью покрыл грибницу опенка и образовал обильное плодоношение
<i>Aspergillus niger</i>	Грибница опенка подавлена, полностью покрыта грибницей аспергилла и не образовала шнуров
<i>Lenzites sepiaria</i>	Грибница опенка подавлена, шнуры в толще питательной среды разрушены
<i>Peniophora gigantea</i>	Грибница опенка потемнела, подавлена и затянута грибницей пениофоры. Шнуры не образовались
<i>Penicillium</i> sp.	Поверхность грибницы опенка покрыта грибницей пеницилла, шнуры разрушены

Таким образом, данный эксперимент указывает на целесообразность использования грибов-антагонистов против распространения опенка.

Зарубежные исследователи так же подтверждают возможность использования грибов-антагонистов при борьбе с опенком. Оорт [3] сообщает об антагонизме опенка и *Peniophora gigantea*, Орлос [4] рекомендует в качестве биологического средства борьбы против опенка гриб *Fomes marginatus*, *Coniophora cerebella*, *Polyporus fibrillosus*, *Trametes odorata*.

Применение грибов-антагонистов может осуществляться различными путями: распылением суспензии спор при помощи опрыскивателей для инфицирования поверхности почвы под деревьями или свежих пней; посредством заражения пней кусочками пораженной грибами-антагонистами древесины или грибницей чистых культур [5].

Библиографический список

1. Антонь В.В. Варенцова Е.Ю. Опенок как недооцененная угроза для лесопарковых насаждений, 2022. №62. - С. 28-30. https://spbftu.ru/wp-content/uploads/2022/07/Sbornik_materialov_konferentsii_LR2022_compressed.pdf (дата обращения: 25.09.2022).
2. Варенцова Е.Ю., Шурыгин С.Г. Поражение древесных насаждений Елагина острова в Санкт-Петербурге грибными патогенами (*Agaricomycetes* Doweld) и влияние водного режима на их распространение // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. (дата обращения: 25.09.2022)
3. Oort A. J. P. Dennenmoorder en zwavelkorpe als concurrenten. Fungus, Wageningen, 20, I, pp. 2-4, 1950 (дата обращения: 26.09.2022)
4. Orlos H. Badania nad zwalczaniem opienki miodowej (*Armillaria mellea* Vahl.) metoda biologiczna. Roszniki Nauk Lesnych, m. XV, N 159, 1957 (дата обращения: 26.09.2022)
5. Соколов Д.В. Корневая гниль от опенка и борьба с ней / Д. В. Соколов. - Москва: Лесная пром-сть, 1964. - 183 с. (дата обращения: 22.09.2022)
6. Лесная фитопатология: Учебник /Под ред. проф. Б.П. Чуракова. 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Издательство — Лань, 2021. - 448 с.: (Учебники для вузов. Специальная литература). <https://e.lanbook.com/book/3177> (дата обращения: 25.09.2022)

ПРИЧИНЫ ПАДЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Зими́рева В.С.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

CAUSES OF FALLING TREES IN ST. PETERSBURG

Zimireva V.S.

St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье рассматриваются возможные причины и опасность падения деревьев. Данное исследование было проведено в период январь 2021 - октябрь 2022 гг. в городе Санкт-Петербург. Зафиксировано 642 случая падения деревьев в 2021 году и 549 случаев падения деревьев за первые 10 месяцев 2022 года. Установлено, что причинами падения являются обильное количество выпавших осадков и ветер, оказывающий разрушительное действие, а нарушение целостности корневой системы приводит к поражениям деревьев гнилью.

Abstract. The article discusses the possible causes and danger of falling trees. This study was conducted in the period January 2021-October 2022 in St. Petersburg. There were 642 cases of falling trees in 2021 and 549 cases of falling trees in the first 10 months of 2022. It has been established that the causes of their fall are the abundant amount of precipitation and wind, which has a destructive effect, and the violation of the integrity of the root system leads to damage to trees.

Зеленые насаждения играют существенную рекреационную роль для городских жителей, преобладающую массу которых составляют насаждения общего пользования (ЗНОП) Их основное предназначение — рекреационное. К ним относятся: парки, сады, скверы, насаждения улиц, бульваров и набережных [12].

Однако, существует ряд факторов, которые способствуют выпадению деревьев из древостоя или одиночных. Дерево при падении может нанести ощутимый вред

здоровью человека вплоть до летального исхода, нанести существенный ущерб постройкам, городскому наземному и индивидуальному транспортам, повредить критически значимые виды инфраструктуры [6, 10].

Актуальность данной проблемы подтверждают ученые многих стран мира, в том числе и Португалии. Они провели оценку ветрового риска в Лиссабоне и выявили, что с осени до весны ветер направления запада, юго-запада и юга является причиной 84% поваленных деревьев [1]. Большинство падений деревьев происходило, когда скорость ветра превышала 7 м/с за шесть часов до момента падения.

Также исследованиями причин падения деревьев в населенных пунктах занимались ученые из Республики Беларусь: Савельев В.В., Судник А.В. и Лукин В.В. [9]. По результатам проведенных экспертиз за период 2009-2020 гг. они зафиксировали более 200 случаев падения деревьев. Рассмотренные случаи показали, что в 79,8% случаев древесина корней и стволов упавших деревьев была повреждена гнилью. Несоблюдение правил проведения строительных работ среди зеленых насаждений привело к повреждению корневых систем деревьев и их падению в 11,7% случаях.

В России похожими исследованиями занимались Арико С.Е., Мохов С.Е. и Симанович В.А. из БГТУ [3]. Они провели оценку влияния внешних силовых факторов на процесс падения дерева. По их данным ветровая нагрузка оказывает существенное влияние на продолжительность процесса падения дерева.

В Санкт-Петербурге данной темой занимались ученые из СПбГЛТУ им. С.М. Кирова Варенцова Е.Ю., Леонтьев Л.Л. и Варенцова Д.И. [5]. Основной причиной падения деревьев, по их мнению, являлось неудовлетворительное состояние и наличие гнилей на фоне частых штормовых ветров с порывами, достигающими 20–22 м/с.

Целью данного исследования является определение причин падения и опасности деревьев в Санкт-Петербурге.

Данные о падении деревьев были взяты из открытых источников: комитета по благоустройству Санкт-Петербурга [7], федерального агентства лесного хозяйства [11].

Всего было зафиксировано 642 случая падения деревьев в 2021 году и 549 случаев падения деревьев за первые 10 месяцев 2022 года, которые представлены на рис. 1 и 2.

По вышерассмотренным данным видно, что 150 деревьев упали в Приморском районе города Санкт-Петербург за 2021 год, а в 2022 году более 100 деревьев упали в Курортном районе, что является максимальными значениями в данные периоды. Эти районы имеют наибольшую площадь территории. В центральной части города, в таких районах, как Адмиралтейский, Василеостровский, Невский и Центральный наблюдается наименьшее число упавших деревьев. Это можно объяснить тем, что в данных районах имеется меньше ЗНОП.

На рис. 3 представлены статистические данные о падениях деревьев в Санкт-Петербурге по месяцам за 2021 и 2022 гг.

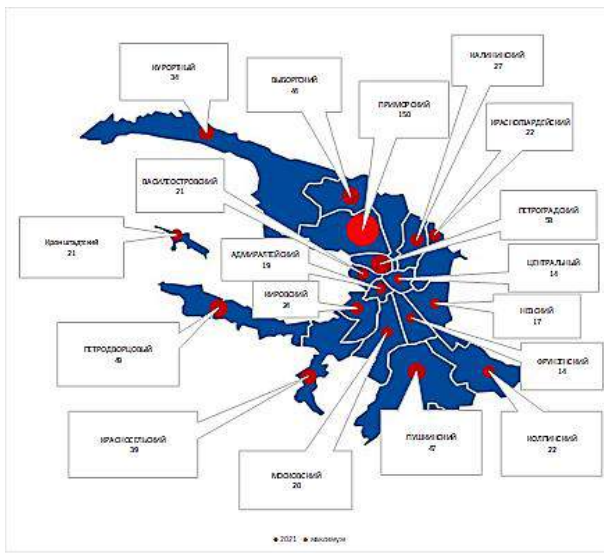


Рис. 1. Статистика падения деревьев по районам Санкт-Петербурга за 2021 г

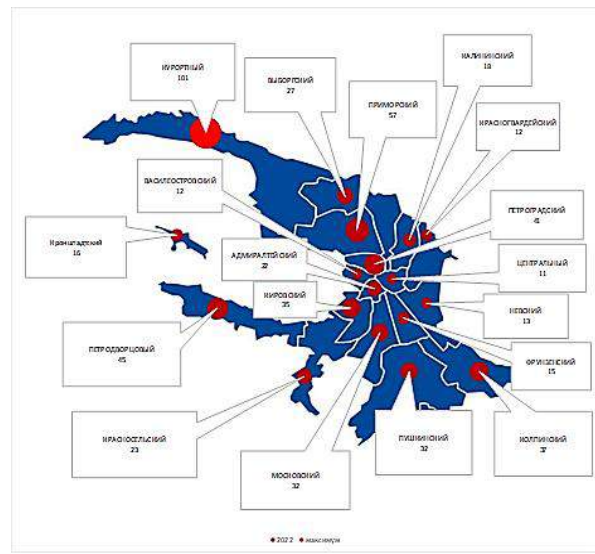


Рис. 2. Статистика падения деревьев по районам Санкт-Петербурга за 2022 г.

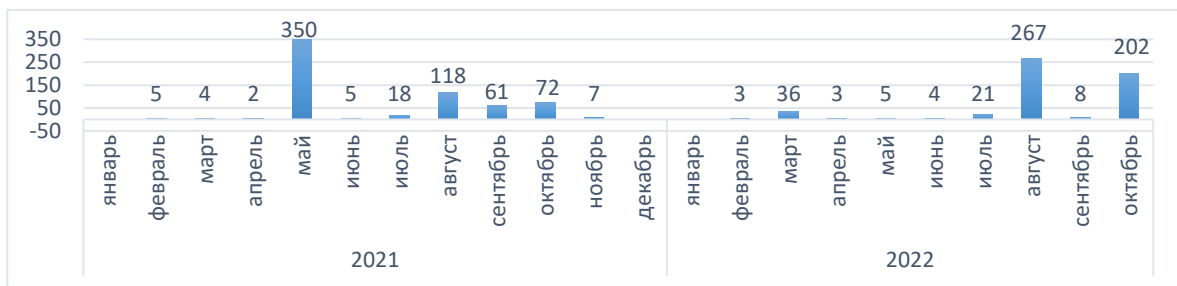


Рис. 3. Количество упавших деревьев в Санкт-Петербурге за 2021 и 2022 гг.

Исходя из полученных данных (рис. 3) остро выделяются данные мая 2021 года, когда было зафиксировано наибольшее число упавших деревьев - 350. За первые 10 месяцев в 2022 году максимальное количество упавших деревьев равняется 267. Данных по падению деревьев за январь и декабрь 2021, а также январь 2022 - не предоставлено.

Для более точного определения причин падения деревьев было произведено исследование зависимости падения деревьев от температуры воздуха, скорости ветра и количества выпавших осадков (рис. 4-6).



Рис. 4. Средняя температура воздуха в Санкт-Петербурге за 2021 и 2022 гг.



Рис. 5. Средняя скорость ветра в Санкт-Петербурге за 2021 и 2022 гг.

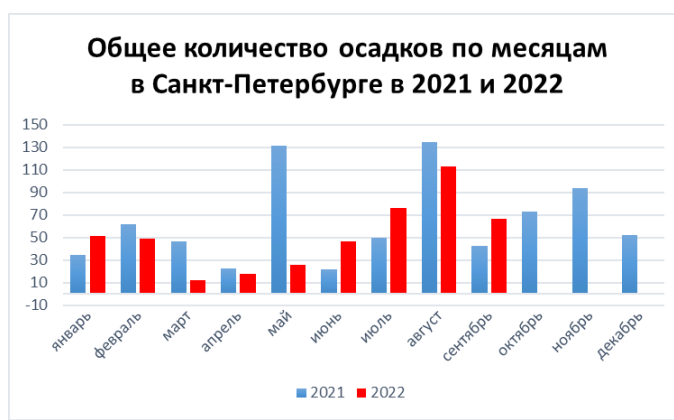


Рис. 6. Общее количество осадков в Санкт-Петербурге за 2021 и 2022 гг.

Из вышерассмотренных графиков и статистических данных падения деревьев по месяцам следует, что падение деревьев не зависит от температуры воздуха и от среднемесячной скорости ветра, но зависит от сильных порывов ветра, штормов (18-30 м/с) и ураганов (более 30 м/с). Массовое падение деревьев происходит в насаждениях Санкт-Петербурга регулярно в периоды резкого усиления ветра до 15-22 м/с [5].

Причиной падения деревьев в мае 2021 года является ураганный ветер. Чтобы обеспечить безопасность граждан, комитет по благоустройству дважды закрывал центральные сады и скверы [7].

Прослеживается зависимость от количества осадков и падения деревьев, так, в мае 2021 года упало 350 деревьев при 131,2 мм выпавших осадков. Май 2021 года в Санкт-Петербурге стал рекордным по количеству осадков за 140 лет инструментальных метеонаблюдений. Количество выпавших в этом месяце осадков достигло 345% от нормы. Последнее мы можем наблюдать и в августе того же года, когда в тот месяц выпало 135 мм и упало 116 деревьев.

В августе 2022 года упали 267 деревьев, 99 из которых упали в Курортном районе. Причиной их падения послужил циклон «Орнелла». По данным «ФОБОСа» при этом циклоне местами выпало около 80% месячной нормы осадков.

Также стоит отметить, что корневая система любого дерева является его опорой и удерживает его от падения, но бывает, что при прокладке дорог, строительных работах

или зимней прочистке происходит повреждение (обрубание) корневой системы. В результате появляются ворота инфекции, что в дальнейшем приводит к заселению насекомыми и появлению различных патологий, вследствие чего такие деревья становятся менее устойчивыми, ослабленными и при любом порыве ветра могут повалиться [6].

Одной из важнейших причин падения ослабленных деревьев является гниль в стволах, вызываемая дереворазрушающими видами грибов (в первую очередь трутовиками), реже – бактериями. Развивающаяся гниль делает древесину рыхлой и снижает ее механическую прочность. В итоге дерево становится аварийным и может упасть под влиянием внешних факторов [5]. Многие из упавших деревьев имели признаки некрозно-раковых заболеваний и аномалии в строении древесины, которые приводили к утрате прочности.

Одним из решений различных причин падения деревьев является своевременный мониторинг состояний насаждений. В зарубежных источниках детально рассмотрены различные аспекты инструментальной диагностики внутреннего состояния деревьев, включая методы резистографии и импульсной томографии [2].

В Санкт-Петербурге проводится непрерывное измерение показателей физиологического состояния деревьев с помощью устройства TreeTalker, которое осуществляется с июля 2019 года на территории Летнего сада и Ботанического сада СПбГЛТУ им. С.М. Кирова [8]. Также в СПбГЛТУ ведется разработка приложения для своевременного определения болезней древесных пород и кустарников [4].

Таким образом, причинами падения деревьев в Санкт-Петербурге являются обильное количество выпавших осадков и сильный, ураганный или штормовой ветер. Температура воздуха на падение деревьев не влияет. Немаловажным фактором также является нарушение целостности корневой системы вследствие дорожных работ, строительных работ и т.д., что ведет непосредственно к поражению ствола гнилью.

Библиографический список

1. Lopes A. et al. Wind risk assessment in urban environments: the case of falling trees during windstorm events in Lisbon // *Bioclimatology and natural hazards*. – Springer, Dordrecht, 2009. – С. 55-74.
2. Rinn F. Schalltomographie zeigt nicht den Holzzustand // *Baumzeitung*. 2019. No. 4. S. 51–55.
3. Арико, С.Е. Оценка влияния внешних силовых факторов на процесс падения дерева / С.Е. Арико, С.Е. Мохов, В.А. Симанович // *Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность*. – 2012. – № 2. – С. 28-31. – EDN VBFNNV.
4. Бажунов, И.Д. Разработка приложения для определения болезней древесных пород и кустарников / И.Д. Бажунов, А.К. Бойцов // *Актуальные вопросы лесного хозяйства : материалы V международной молодежной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2021 года / Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова*. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021. – С. 111-115. – EDNAXSBDO.
5. Варенцова, Е.Ю. Проблема фитопатологического состояния и падения деревьев в насаждениях Санкт-Петербурга / Е.Ю. Варенцова, Л.Л. Леонтьев, Д.И. Варенцова // *IX Чтения памяти О.А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: Материалы международной конференции, Санкт-Петербург, 23–25 ноября 2016 года / Под редакцией Д.Л. Мусолина, А.В. Селиховкина*.

- Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2016. – С. 12. – EDN ХВРФУВ.
6. Ковалева, С.Д. Оценка опасности падения деревьев при сильных ураганах методом динамико-геофизических испытаний / С. Д. Ковалева // Технологии гражданской безопасности. – 2021. – Т. 18. – № 5. – С. 208-211. – DOI 10.54234/CST.19968493.2021.18.5.29.208. – EDN XGHSАV.
7. Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга. [Электронный ресурс] // Сайт gov.spb.ru. URL: <https://www.gov.spb.ru/> (дата обращения 26.10.2022).
8. Применение современных технологических средств для оценки и мониторинга состояния зеленых насаждений города (на примере устройства treeTalker®) / Н.А. Цуварева, С.В. Сушко, И.А. Мельничук, А.М. Ярославцев // Чтения памяти Т.Б. Дубяго : Сборник трудов международной конференции, Санкт-Петербург, 02–04 октября 2019 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2019. – С. 116-119. – EDN UEYBUB.
9. Савельев В.В. Причины падения деревьев в населенных пунктах Беларуси / В.В. Савельев, А.В. Судник, В.В. Лукин // Сохранение и рациональное использование биологических ресурсов в системе устойчивого лесопользования: Материалы международной научно-практической конференции (Гомель, 27-29 сентября 2022 г.) / Институт леса НАН Беларуси; редколлегия: А.И. Ковалевич [и др.]. – Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2022. – С. 66-70.
10. Факторы, влияющие на падение дерева. [Электронный ресурс] // Сайт екоех.ru. URL: <https://ekoex.ru/factoryi-vliayushhie-na-padenie-dereva/> (дата обращения 27.10.2022).
11. Федеральное агентство лесного хозяйства. [Электронный ресурс] // Сайт rosleshoz.gov.ru. URL: <https://rosleshoz.gov.ru/> (дата обращения 27.10.2022).
12. Федорова Н.Б. Зеленые насаждения Санкт-Петербурга и мониторинг их состояния / Н.Б. Федорова // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2009. – № 5. – С. 202-206. – EDN KXXXGT.

ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БОБРА РЕЧНОГО (*Castor fiber*L.) НА СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ ГАТЧИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ковыршина В.А.¹, Москаленко И.И.², Николаева М.А.¹

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

²ЛОГКУ «Управление лесами Ленинградской области» («Леноблес»)

INFLUENCE OF THE ACTIVITY OF THE RIVER BEAVER (*CASTOR FIBER* L.) ON THE STATE OF FOREST CROPS IN THE TERRITORY OF THE GATCHINA FORESTRY OF THE LENINGRAD REGION

Kovyrshina V.A.¹, Moskalenko I.I.², Nikolaeva M.A.

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

²LOGKU "Forest Management of the Leningrad Region" ("Lenobles")

Аннотация. Изучено влияние деятельности бобра (*Castor fiber*L.) на состояние лесных культур на территории Гатчинского лесничества Ленинградской области. В ходе работы была произведена оценка ущерба, причиненного плантационным культурам, ели в Орлинском участковом лесничестве и культурам сосны в Новинском

участковом лесничестве. Рассмотрены последствия кормодобывающей и строительной деятельности грызунов на лесной биоценоз в целом. Обнаружена полная потеря производительности хвойного древостоя ввиду затопления, произведенного бобрами. Данное исследование позволило еще раз убедиться в том, что несерьезное отношение к резкому повышению численности бобра влечет за собой огромные экономические потери в лесном хозяйстве. В качестве превентивного метода защиты лесных культур предлагается распространение заготовительных контор по приемке сырья и повышение цен на бобровую продукцию.

Abstract. The influence of the activity of the *Castor fiber* L. on the state of forest cultures on the territory of the Gatchina forestry of the Leningrad region was studied. In the course of the work, an assessment was made of the damage caused to plantation crops, spruce in the Orlinskoye district forestry and pine crops in the Novinsky district forestry. In addition, the consequences of the foraging and construction activities of rodents on the forest biocenosis as a whole were considered. A complete loss of productivity of the coniferous stand was found due to flooding caused by beavers. This study made it possible to make sure once again that a frivolous attitude to a sharp increase in the number of individuals entails huge economic losses in forestry. As a preventive method of protecting forest crops, it is proposed to spread procurement offices for the acceptance of raw materials and increase prices for beaver products.

Популяция речного бобра (*Castor fiber*L.) на Северо-Западе Европейской части России была истреблена в конце 19 века. Реаклиматизация данного вида в регионе началась в 1950-х годов прошлого века. Результаты распространения бобра речного были заметны уже в 1980-х гг. Численность особей составляла около 40 тыс. голов, в том числе 23 тыс. в Ленинградской области [1]. В настоящее время спрос на бобровую продукцию резко упал, соответственно наблюдается резкий скачок численности особей данного вида. Если не поддерживать плотность грызунов в оптимальном состоянии, следует ожидать многочисленные повреждения древесно-кустарниковой растительности. Активный образ жизни бобров приводит к изменениям в структуре древостоев. При строительстве плотин бобры наносят большой урон биоценозам, затапливая земли и изменяя породный состав, тем самым уменьшая экономическую выгоду от сбыта древесины. Однако не стоит забывать о положительных аспектах их деятельности: очищение водоемов, истребление малоценных пород, создание «бесплатных противопожарных полос» [2]. Для того чтобы сохранить баланс между положительным и отрицательным влиянием грызунов следует своевременно регулировать их численность и проводить биотехнические мероприятия.

Объект исследования – бобр речной (*Castor fiber*L.), обитающий на территории Гатчинского лесничества Ленинградской области. Были исследованы два участка лесных культур в Гатчинском лесничестве.

Первый участок, представляющий собой плантационные культуры ели, расположен на территории Орлинского участкового лесничества, кв. 93. Общая площадь участка - 11 га. Рельеф местности - ровный, интенсивно осушенный (бывший закустаренный сенокос низкого качества). Лесорастительные условия - от разнотравных до травяно-таволжных. Канавы заросли ивой козьей и ольхой серой. Культуры ели были посажены в мае 1976 года. Густота культур 1000, 2000 и 4000 тыс./га3-летние сеянцы ели европейской (*Picea abies* [L.] Karst.). Среднее расстояние между рядами – 3,5 м, в ряду -3,2; 1,6; 0,8 м, соответственно [3].

Второй участок находится в 95 квартале (выделы 7, 8, 3, 21, 5, 6) Новинского участкового лесничества. Участки, расположенные в выделах 7, 8 и 3 - бывшие лесные культуры сосны (*Pinus sylvestris* [L]), созданные в 70-х гг. прошлого века.

Методика исследования. Первый участок был исследован глазомерным методом, была произведена оценка общего состояния культур.

На момент исследования средний диаметр древостоя в местах подтопления бобром составил около 20 см, средние высоты до 20 м, площадь затопления не менее 2 га. Была замечена плотина, сконструированная из сучков древесно-кустарниковой растительности, длина которой составляет не менее 3 м. Плотина активно зарастает кустарниковыми формами ив. Подтопление, вызванное строительной деятельностью бобров, способствовало поднятию уровня воды, что повлекло за собой, частичное усыхание плантационных культур ели (рис.1, слева). В ходе исследования было обнаружено несколько экземпляров елей с вывалом корневой системы. Также присутствовали участки с полностью усохшим древостоем, покрытым водой (рис.1, справа). Данные условия послужили толчком частичной замены наземной растительности на водную. В части объекта, где не прослеживается активная деятельность грызунов, сохранность культур составляет около 80% и состояние насаждения оценивается как здоровое.



Рис. 1. Полное (справа) и частичное(слева) усыхание плантационных культур ели.

На втором участке, в Новинском участковом лесничестве, бывшие лесные культуры сосны, созданные в 70-х гг. прошлого века, на данный момент времени полностью исчезли с поля зрения и в результате сукцессии превратились в настоящий «бобровый ландшафт», в некоторых местах мозаично присутствуют единичные усохшие экземпляры сосны. На данном участке было обнаружено 4 бобровых поселения. Одно из них крупное, остальные три поменьше. В крупном поселении были найдены 3 хатки, одна из которых основная и 3 дополнительных. Протяженность между поселениями составляет от 550 до 750 м. На участке между 7 и 8 выделами было обращено внимание на множество бобровых нор, разоренных в недавнем времени медведями (рис.2, слева).



Рис. 2. Бывшая нора бобра, разоренная медведем (слева); Затопление древостоя (справа).

Остальные выдела (21, 5, 6) имеют по одному бобровому поселению. В данных местах обитания присутствует прекрасная кормовая база, состоящая из лиственных древесно-кустарниковых насаждений, которая активно используется грызунами для собственных нужд (рис.2, справа).

В процессе работы было осмотрено с помощью внешнего анализа 353 экземпляра древесно-кустарниковой растительности (таб. 1). Доля неповрежденных экземпляров составила 19,3% от общего количества растений, а усохших около 25,5%. Также обнаружен большой процент деревьев и кустарников с сильными повреждениями – 29,7% и со слабыми повреждениями- 25,5% соответственно. Исходя из данных таб. 1 можно сделать выводы о том, что бобр наносит серьезный ущерб лиственным породам, во главе которых находится ива, ольха, осина и береза. Меньше всего из этой четверки имеет серьезные повреждения береза. Грызуны, в соответствии с данными таблицы, практически не используют в своей деятельности ель. У сосен выявлены повреждения коры –5,7%. Учитывая вышесказанное можно сделать вывод о том, что хвойные породы на данном объекте исследования меньше всего задействованы в кормовой деятельности бобров.

Таб. 1. Оценка состояния древесно-кустарниковых пород.

Древесно-кустарниковые породы	Число деревьев и кустарников, шт. / %					
	неповрежденные	повреждение побегов		повреждение коры		усохшие
		слабое	сильное	слабое	сильное	
сосна	5/1,4	12/3,4	-	8/2,3	12/3,4	28/7,9
ель	12/3,4	-	-	3/0,8	-	1/0,3
береза	16/4,5	8/2,3	6/1,7	3/0,8	8/2,3	12/3,4
осина	14/4	12/3,4	16/4,5	8/2,4	14/4	9/2,5
ольха	21/5,9	7/2	11/3,1	12/3,4	9/2,5	22/6,3
ива	-	14/4	18/5	3/0,8	11/3,1	18/5,1
Итого	68/19,3	53/15	51/14,4	37/10,5	54/15,3	90/25,5
∑, шт.	353					

Так как численность популяции бобров определяется по видимым погрызам и кормовым запасам, можем смело утверждать, что численность грызунов в Новинском участковом лесничестве выше среднего (>3,8 ос. /га).

Выводы. Подытожив вышеперечисленное, можно сказать, что бобр, в связи с низкой товарной стоимостью на продукцию, сейчас переживает период покоя, так как в нем не заинтересованы охотники и браконьеры. Это позволяет ему успешно

размножаться и вести свою деятельность. Чаще всего бобры в качестве кормов используют листовые насаждения с подлеском, состоящим преимущественно из ивы. Данный аспект их деятельности способствует исчезновению малоценных пород и дает возможность распространению хвойных насаждений. Однако, больше всего грызуны вредят в ходе своей строительной деятельности, затапливая огромные площади насаждений. Хвойный лес не выдерживает застойного переувлажнения и постепенно усыхает, теряя полностью свою экономическую ценность. Поэтому следует обратить внимание на регулирование численности бобра в целях устранения вреда. Данную проблему рекомендуется решать на государственном уровне, а именно, распространить заготовительные конторы по приемке сырья и повысить цены на бобровую продукцию.

Библиографический список

1. Бородулин В.А., Подшиваев Е.Е. Современное состояние и перспективы управления популяцией бобра речного (*Castor fiber L.*) в Ленинградской области // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2015. № 43. С. 59-64.
2. Завьялов Н.А. Средообразующая деятельность обыкновенного бобра (*Castor fiber L.*) в лесной зоне европейской части России. Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. Холм, 2014. 42 с.
3. Лесосырьевые плантации сосны и ели / Сост.: И.А. Маркова, Т.А. Шестакова, О.Ю. Бутенко, Н.В. Большакова, О.П. Степанова. СПб.: СПбНИИЛХ, 2008. Вып. 1(17). Серия «Стационарные опытные объекты». 158 с.

ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДУБОВ ГАТЧИНСКОГО ДВОРЦОВОГО ПАРКА И СТАРЕЙШИХ НАСАЖДЕНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Ступак А.Н., Мерзук С.А.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова,

PHYTOPATHOLOGICAL CONDITION OF OAKS IN GATCHINA PALACE PARK AND THE OLDEST PLANTINGS OF ST. PETERSBURG

Stupak A.N., Merzuk S.A.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,

Аннотация. В статье приведена фитопатологическая оценка состояния дубов Гатчинского дворцового парка. Описаны основные пороки и заболевания деревьев. Приведена сравнительная оценка санитарных мероприятий, проводимых в старейших насаждениях города Санкт-Петербурга.

Abstract. The article presents a phytopathological assessment of the condition of oaks in Gatchina Palace Park. The main defects and diseases of trees are described. A comparative assessment of sanitary measures carried out in the oldest plantings of St. Petersburg is given.

Введение. Санкт-Петербург является одним из лидеров в России по числу зелёных зон исторического значения, помимо этого Петербург оказался первым и по доступности зелёных зон. Бесспорно, зелёные насаждения являются неотъемлемой частью селитебных территорий, а декоративность зелёных насаждений во многом зависит от их фитосанитарного состояния. В среде города и пригородов вследствие

ухудшения условий и увеличения рекреационной нагрузки снижается устойчивость, эстетическая привлекательность насаждений, наряду с тем повышается аварийность ввиду высокого процента деревьев-угроз в старовозрастных насаждениях, каковыми является основная часть исторических насаждений Санкт-Петербурга и пригородов. Из этого вытекает конструктивная необходимость особого мониторинга и сохранения древесных фитоценозов имеющих важное историческое и культурное значение.

Основными непатогенными факторами ослабления древесных насаждений являются: загрязнение воздушной, почвенной и водной среды; периодически повторяющиеся неблагоприятные погодные условия (заморозки, оттепели, ураганные ветры); нарушение гидрологического режима; перестойный возраст насаждений; высокая рекреационная нагрузка; механические повреждения деревьев; уплотнение почв, нарушение структуры подстилки. Данные факторы создают подходящие условия для размножения и развития грибных организмов и насекомых, которые приводят к детритизации и дальнейшей деградации парковых насаждений [1].

На территории искусственных лесных насаждений Санкт-Петербурга и Ленинградской области дуб черешчатый является одним из наиболее популярных пород, используемых в озеленении. Как и другие растения дуб не защищен от появления болезней патологий. Различают два вида болезней: гнилевые, и негнилевые. Первые вызываются грибными патогенами, которые проникают в ткани дерева через повреждения на древесине. К негнилевым относятся некрозы, заболони и сосудистые заболевания, которые могут развиваться очень быстро и приводить к усыханию деревьев [2].

Целью исследования является оценка фитопатологического состояния дубов Гатчинского Дворцового парка, сравнение санитарных мероприятий, проводимых в старейших насаждениях Санкт-Петербурга.

Объекты исследования. Исследования фитосанитарного состояния насаждений проводилось на территории Гатчинского дворцового парка, площадь которого составляет 143 га; оценка санитарных мероприятий, а также фитопатологическое обследование дубов было проведено в двух городских насаждениях Санкт-Петербурга: Летнем и Михайловском садах.

Результаты. По результатам фитопатологического обследования 1,5 тыс. деревьев на территории Гатчинского Дворцового парка выявлено, что основными пороками является усыхание ветвей, которое наблюдаются у 23% дубов насаждения, наравне с этим наличие морозобойных трещин составляет 19 %, дупел – 6%. Сухобокости и наличие плодовых тел Ганодермы лакированной (*Ganoderma lucidum*) и Трутовика кленового (*Oxyporus populinus*) составляют 3%, стволовые гнили – 4%. По 2% распространения имеют раздвоения ствола, капы, стволовые поросли и механические повреждения. Такие показатели, как мучнистая роса, суховершинность и облом вершины, ризоморфы опёнка встречаются у 1% дубов. Менее 1 % встречалось оголение корней, некроз, свилеватость, лётные отверстия энтомовредителей. Помимо этого, на листовых пластинах были найдены ходы Минирующей мушки (сем. *Agromyzidae*). Результаты представлены в столбчатой диаграмме (Рис.1).

Для дубов на территории Гатчинского дворцового парка характерно усыхание ветвей кроны с признаками некроза коры, а также наличие морозобойных трещин, первопричиной этих патологий служат низкие зимние температуры и заморозки в период вегетации. Развитию усыхания способствуют дефолиация комплексом листогрызуших энтомовредителей и мучнистая роса. Поражение дерева ризоморфами опенка настоящего (*Armillaria mellea*), которые вызывают белую гниль корней,

приводят к ухудшению состояния всей корневой системы и снижению устойчивости дерева к ветровалу.

Также единично встречались плодовые тела Ганодермы лакированной (*Ganoderma lucidum*) и Трутовика кленового (*Oxyporus populinus*), отслойка коры, и галлы, образуемые личинкой Орехотворки дуболистной (*Cynips quercusfolii*), у дуба, произрастающего в приозёрной зоне, наблюдаются повреждения вызванные Бобром обыкновенным (*Castor fiber*).

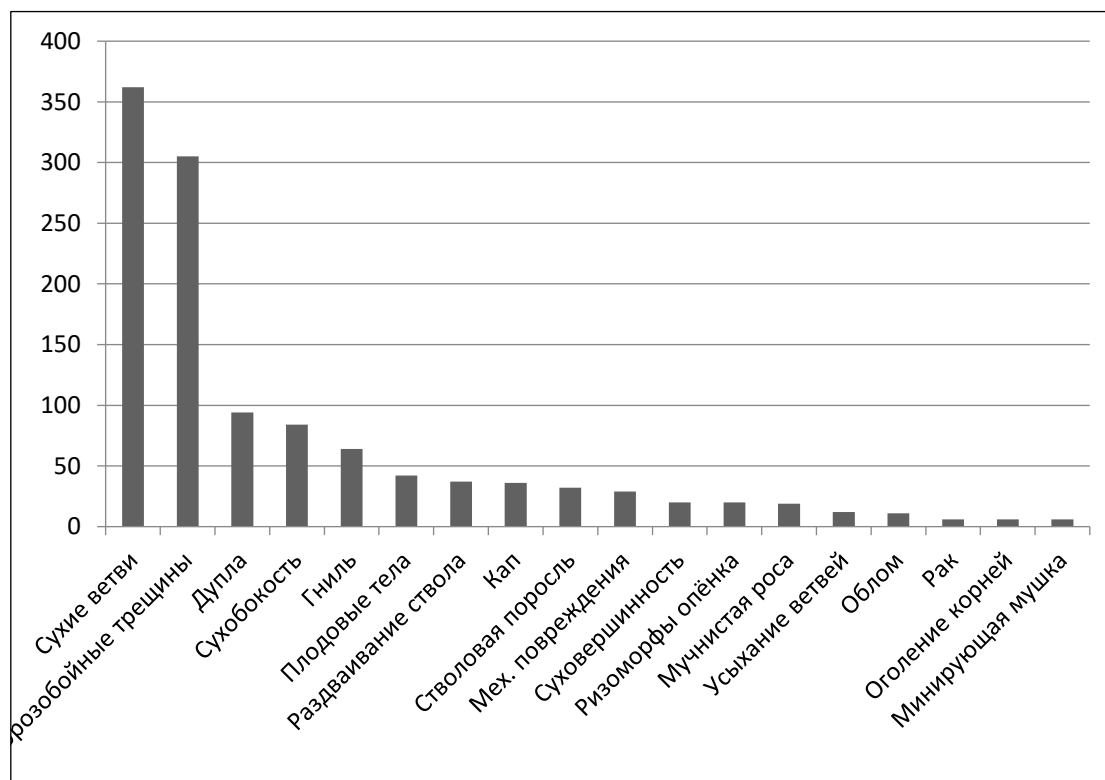


Рис. 1. Распространённость основных патологий среди дубов Гатчинского парка.

Можно проследить прямую корреляцию возраста дерева и частоты встречаемости вышеуказанных пороков: их встречаемость увеличивается с возрастом и интенсивнее становится при достижении деревом VII – VIII классов возраста.

Максимальная потеря декоративности у дубов начинается со 160-и летнего возраста вследствие ухудшения состояния крон, появления открытых морозных трещин, сухобочин и дупел [2].

Часто встречается асимметрия кроны, наклон и кривизна стволов. Они обычно появляются из-за воздействия внешних факторов, таких как: ветры, одностороннее давление снега, деформация саженцев и неравномерность ландшафта.

В разных частях парка, количество деревьев с вертикально стоящими стволами было различно. Так, у деревьев, растущих рядом с водоёмами, значительная часть стволов имела наклон в сторону воды.

В основном средний возраст насаждений составляет свыше 95 лет, в связи с этим происходит процесс естественного ослабления и старения древостоя.

В результате фитопатологического обследования на территории в двух городских насаждениях Санкт-Петербурга: Летнем и Михайловском садах выявлено, что, в отличие от предыдущего объекта исследований, основными патологиями дуба являются поражения плодовыми телами трутовика серно-жёлтого

(*Laetiporus sulphureus*) (рис. 2), которые вызывают красно-бурую комлево-стволовую гниль деструктивного типа, это приводит к снижению ветроустойчивости пораженных деревьев [6]; поперечный рак (вызываемый бактерией *Pseudomonas quercina*) (рис. 3), который проявляется в образовании опухолей, расположенных поперек стволов и ветвей, заражение деревьев происходит через различные поражения коры и камбия, и способствует бурелому, а также развитию стволовых гнилей, возбудители которых проникают в дерево через трещины опухолей [7]. Достаточно часто встречается бурая пятнистость (возбудитель: гриб *Discula umbrinella*) (рис. 4) и мучнистая роса листьев дуба (возбудитель: гриб *Microsphaera alphitoides*) (рис. 5). Оба заболевания вызываются грибными патогенами и проявляются наличием характерных пятен на листьях дерева, поражение кроны приводит к нарушению процессов фотосинтеза и, как следствие, к замедлению роста и развития растения.



Рис. 2. Трутовик серно-жёлтый (*Laetiporus sulphureus*). Рис. 3. Поперечный рак (вызывается бактерией (*Pseudomonas quercina*)). Рис. 4. Бурая пятнистость (возбудитель: гриб *Discula umbrinella*). Рис. 5. Мучнистая роса (возбудитель: гриб *Microsphaera alphitoides*).

На рис. 2 также можно заметить конструкцию стяжек, предназначенную для повышения механической прочности дерева. Необходимость ее установки обуславливается несколькими факторами, основными из них являются возраст дерева и его состояние [8]. На данном фото представлен дуб черешчатый из Летнего сада, являющийся памятником живой природы. По оценкам экспертов возраст дерева более 360 лет. Также на фото видно плодовое тело трутовика серно-жёлтого (*Laetiporus sulphureus*), который вызывает бурую гниль, в процессе гниения в структуре древесины происходят различные изменения, это приводит к снижению механической прочности дерева.

В последние годы в исторических парках отмечается заметное ухудшение фитосанитарной ситуации, связанное с увеличением распространенности и вредоносности опасных заболеваний древесных пород.

Вывод. Подбирая методы борьбы с заболеваниями, вызываемыми грибными патогенами, нужно обращать особое внимание на природу насаждений. Потому как парки являются местами массового посещения людей, и наряду с тем имеют особое историческое значение. И меры, проводимые в них могут сильно отличаться от

мероприятий организуемых в естественных лесных насаждениях. Таким образом, использование химических методов борьбы в условиях парка должно быть ограничено: возможно, лишь применение мало токсичных фунгицидов. В большинстве своём, фитосанитарные методы сводятся, с одной стороны, к повышению естественной устойчивости деревьев, с другой стороны - к устранению источников инфекции.

На повышение устойчивости растений направлено использование здорового посадочного материала, соблюдение правил приобретения и выращивания, систематический уход за посадками. Среди наиболее действенных методов, ограничивающих распространение инфекции при таких типах болезней как некроз, усыхание.

Для ограничения распространения таких патологий, как некроз и усыхание следует проводить своевременную обрезку усыхающих ветвей. При этом необходимо учитывать особенности перезимовки и распространения ряда видов патогенов. Так обрезку больных ветвей, пораженных тиростромозом, нужно производить в начале апреля до начала снеготаяния, так как активное развитие паразита происходит до распускания почек при температуре -2°C [4]. Уход за кронами деревьев и антисептирование стволов страдающих наличием морозобойных трещин рекомендуется осуществлять весной до начала споруляции патогенов.

Также при посадке саженцев рекомендуется использовать посадочный материал с применением микоризных инокулянтов, для увеличения приживаемости посадочного материала с закрытой корневой системой, всасывающей способности, увеличения прироста и улучшения последующей жизнеспособности деревьев [5].

Наиболее старовозрастные деревья, обладающие особой историко-культурной ценностью, следует ограничить изгородью по периметру проекции кроны, во избежание излишней рекреационной нагрузки на прикорневую зону.

Необходимой мерой является своевременное осуществление санитарных рубок сухостойных деревьев и отдельных сильно пораженных деревьев-угроз, имеющих большое количество плодовых тел или признаки усыхания. Такие деревья могут успешно служить очагами распространения организмов, вызывающих инфекции. Для предотвращения распространения развития корневых гнилей также необходимо проводить корчевку пней. Уничтожение плодовых тел дереворазрушающих грибов, необходимо в ходе предотвращения развития стволовой гнили. Наряду с этим следует проводить лечение образовавшихся в древесине дупел посредством очищения их от образовавшейся гнили и предоставления открытой аэрации в том числе и для обеспечения условий для жизни птиц-дуплогнездников или их заделки специальными материалами.

В качестве мер борьбы с мучнистой росой и ржавчиной стоит прибегнуть к таким агротехническим мероприятиям, как удаление и уничтожение опавшей листвы, удаление пораженной стволовой и корневой порослей.

Одним из важнейших аспектов поддержания нормального фитосанитарного состояния парковых насаждений является своевременная диагностика и выявление очагов распространения патогенных микроорганизмов и грибных инфекций. Этого можно достичь посредством проведения регулярных мониторингов фитопатологического состояния с последующим прогнозом и назначением соответствующих санитарных мероприятий.

Библиографический список

1. Федорова С.М. Болезни древесных и кустарниковых растений в парковых насаждениях музеев-заповедников Павловска и Гатчины и эффективность биопрепаратов в защите от голландской болезни вязов
2. Ванин С.И. Лесная фитопатология. М. - Л. - 1955. 416 с.
3. Минкевич И.И. Фитопатология. Болезни древесных и кустарниковых пород. [Электронный ресурс] / И.И. Минкевич, Т.Б. Дорофеева, В.Ф. Ковязин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 160 с.
4. Колемасова Н.Н. Экологическое и видовое разнообразие микобиоты в насаждениях Санкт-Петербурга и его окрестностей, 2003
5. Бурцев Д.С. Зарубежный опыт искусственной микоризации семян лесных древесных пород с закрытой корневой системой/ Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства № 1, 2014
6. Дунаев А.В., Калугина С.В. Серно-жёлтый трутовик *Laetiporus sulphureus* в порослевых дубовых древостоях, 2012
7. Лесная энциклопедия: В 2-х т., т.2/Гл.ред. Воробьев Г. И.; Ред. кол.: Анучин Н.А., Атрохин В.Г., Виноградов В.Н. и др. -М.: Сов. Энциклопедия, 1986.-631 с., ил.
8. Воробьев А.Б. Краткий обзор возможных конструкций стяжек, устанавливаемых на деревьях, 2019.

**ЗЕЛЕННЫЕ НАСАЖДЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МБОУ СОШ №3 В ГОРОДЕ
КЛИНЦЫ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ
РЕКОНСТРУКЦИИ**

Царапкина Д.С., Мироненко Е.В.

Брянский государственный инженерно-технологический университет

THE GREEN SPACES ON THE TERRITORY MBOU SECONDARY SCHOOL NO. 3 IN
THE CITY OF KLINTSY, BRYANSK REGION AND RECOMMENDATIONS FOR
THEIR RECONSTRUCTION

Tsarapkina D.S., Mironenko E.V.

BRYAN State University of Engineering and Technology

Аннотация. В статье приведена характеристика насаждений на территории МБОУ СОШ №3 в городе Клинцы Брянской области и предложены рекомендации по их реконструкции с целью улучшения их эстетического состояния и экологической обстановки на территории учебного заведения.

Abstract. The article describes the characteristics of plantings on the territory of MBOU secondary school No. 3 in the city of Klintsy, Bryansk region, and offers recommendations for their reconstruction in order to improve their aesthetic condition and environmental situation on the territory of the educational institution.

Насаждения на территории общеобразовательных учреждений играют очень важную роль в процессе воспитания, социализации и развития личности ребенка. Здесь дети проводят большую часть своего времени. В процессе озеленения учебных заведений необходимо создать на их территории благоприятные микроклиматические условия, обеспечить защиту от шума, ветра, пыли, солнечных лучей, болезнетворных бактерий. Насаждения должны выполнять эстетическую и познавательную функции, обеспечивать учащимся условия для игр, отдыха, занятий физкультурой. Озелененная

территория должна составлять не менее 50% площади территории, свободной от застройки [2].

К планировке и озеленению территорий школ предъявляются следующие требования.

Школьный участок делят на функциональные зоны в соответствии с их назначением: спортивную, учебно-опытную, зону отдыха, хозяйственную.

Размещение насаждений зависит от общего планировочного решения участка, размещения отдельных зон, площадок, дорожек. В спортивной зоне насаждения представлены рядовыми посадками небольших разделительных полосах и на участках между площадками. Растения не должны затенять игровых полей площадок. Не рекомендуются деревья и кустарники со светлой листвой и цветущие. Из ассортимента исключаются растения, засоряющие площадки семенами, иголками, лепестками цветков, подверженные ветролому, повреждаемые заморозками, ранопадающие.

Насаждения в учебно-опытной зоне имеют чисто функциональное значение и служат для изоляции участка. Они представлены разделительными рядовыми полосами со стороны спортивной зоны и живыми изгородями между площадками и опытными делянками [1].

В зоне отдыха насаждения размещаются в виде групп деревьев и кустарников на небольших участках вокруг площадок.

Ассортимент растений для озеленения территории должен быть разнообразным и подобран таким образом, чтобы круглогодично обеспечить визуальную привлекательность. На школьном участке недопустимо высаживать растения с колючками (барбарисы, боярышники), ядовитыми плодами и листьями (сумах, волчье лыко) [2].

Цветочное оформление рекомендуется устраивать из неприхотливых многолетних и однолетних цветов (виола, бархатцы, петунии, хосты, георгины, бегонии, календулы, бальзамины, астры, нарциссы, тюльпаны, флоксы). Можно создать на пришкольном участке миксбордер.

МБОУ СОШ №3 им. С. Оржоникидзе в городе Клинцы Брянской области находится на территории района Стодол, является границей между частным сектором и пятиэтажной застройкой. Год постройки 1965. Из-за удобного расположения является одним из самых посещаемых мест в городе. В выходные дни территория служит для прогулок с маленькими детьми.

На территории школы выделены мемориальная зона, спортивная, зона отдыха и хозяйственная. Нет учебно-опытной зоны. Мемориальная зона представлена Аллеей Славы, посвященной Победе в Великой Отечественной войне.

В результате инвентаризации было выявлено, что на территории школы произрастает 166 штук деревьев, из которых ель колючая ф. голубая составляет 13%, липа мелколистная - 20%, липа крупнолистная - 2%, вишня обыкновенная - 2%, береза повислая - 4%, береза пушистая - 2%, рябина обыкновенная - 4%, ясень обыкновенный - 13%.

Большинство деревьев находятся в хорошем санитарном и эстетическом состоянии.

Кустарники представлены сиренью обыкновенной (100%) 9 шт. В цветниках высажены однолетники: петуния гибридная, тагетес отклоненный, иберис вечнозеленый, цинерария приморская, цинния изящная.

Площадки и главные дороги вымощены плиткой и находятся в хорошем состоянии.

В озеленении территории МБОУ СОШ №3 в городе Клинцы Брянской области отмечаются следующие недостатки: отсутствие учебно-опытной зоны, однообразные приемы озеленения, ограниченный ассортимент деревьев и кустарников, особенно хвойных, недостаточное использование красивоцветущих и декоративно-лиственных кустарников.

В процессе реконструкции территории необходимо выделить учебно-опытную зону, разнообразить приемы озеленения, сформировать интересные ландшафтные группы, расширить ассортимент вечнозелёных и красивоцветущих растений, особенно кустарников, увеличить количество хвойных растений.

Насаждения будут способствовать формированию единого пространства школьной территории, обеспечат защиту от шума, пыли и создадут благоприятные условия для занятий и отдыха учеников.

Библиографический список

1. Сокольская О.Б. Специализированные объекты ландшафтной архитектуры: проектирование, строительство, содержание: учеб. пособие / О.Б. Сокольская, В.С. Теодоронский.-СПб.: Издательство «Лань», 2015.- 720 с.
2. Теодоронский В.С. Объекты ландшафтной архитектуры: учеб. пособие. 2-е изд. / В.С. Теодоронский, И.О. Боговая.- М: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. 210 с.

Секция ботаники и дендрологии

РЕДКИЕ И ОХРАНЯЕМЫЕ РАСТЕНИЯ БОТАНИЧЕСКОГО САДА «ДОНГ НАЙ», ВЬЕТНАМ

Данг Вьет Хунг^{1,2}, Потокин А.Ф.²

¹Вьетнамский государственный лесохозяйственный университет, Донгнай

²Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова,

ENDANGERED SPECIES OF PLANTS IN DONG NAI BOTANIC GARDEN (VNUF2), VIETNAM

Dang Viet Hung^{1,2}, Potokin A.F.²

¹Vietnam National University of Forestry, Dong Nai, Viet Nam

² Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Приводятся сведения о международном и национальном уровне и категориях охраны 15 видов сосудистых растений ботаническом саду «Донг Най».

Abstract. Information is provided on the international and national level and categories of protection of 15 species of vascular plants Dong Nai Botanic Garden, Vietnam.

Ботанические сады занимаются экологическим восстановлением разнообразных видов, а также целевыми проектами по восстановлению исчезающих видов, сочетая садоводческий опыт с научным мониторингом. Ботанические сады мира содержат не менее 30 % всех известных видов растений, в том числе 41 % всех тех, которые классифицируются как «находящиеся под угрозой исчезновения», согласно наиболее полному на сегодняшний день анализу разнообразия в коллекциях «ex-situ»: растения, сохраняемые за пределами естественного места обитания. Исследование, опубликованное сегодня в журнале Nature Plants, показало, что глобальная сеть ботанических садов сохраняет живые растения, представляющие почти две трети «родов» растений (приведенная выше классификация видов) и более 90% семейств растений. Следовательно, в ботанических садах было представлено около 60% видов растений умеренного пояса и только 25% тропических видов несмотря на то, что большинство видов растений тропические [1, 2].

Дендрариум «Донг Най», также известное как ботанический сад «Донг Най», считается зелеными легкими провинции Донг Най, что дает вам спокойный и мирный отдых от шума и суеты городской жизни. Ботанический сад (VNUF2) существует уже более 40 лет. Он расположен в округе Транг Бом, провинция Донг Най, на площади 24 га. В ботаническом саду насчитывается более 130 видов. Доминантные виды в составе лесных угодий представлены такими деревянистыми растениями, как *Dipterocarpus alatus* Roxb., *Dipterocarpus dyeri* Pierre., *Hopea odorata* Roxb., *Anisoptera costata* Korth., *Shorea roxburghii* G. Don, *Azelia xylocarpa* (Kurz) Craib., *Dalbergia oliveri* Gamble ex Prain, *Sindora siamensis* Teysm. ex Miq. var. *Siamensis*, *Diospyros rubra* Lecomte, *Chukrasia tabularis* A. Juss, *Polyalthia harmandii* Fin. et Gagn, *Kibatalia microphylla* Woods., *Calophyllum calaba* L., *Mesua ferrea* L., *Fagraea cochinchinensis* A.Chev., *Dillenia ovata* Wall. ex Hook. f. & Th., *Diospyros buxifolia* (BL.) Hierre, *Elaeocarpus stipularis* Blume., *Millettia ichthyochtona* Drake, *Castanopsis piriformis* Hickel & A. Camus, *Irvingia malayana* Oliv. ex. Benn., *Litsea pierrei* L., *Careya arborea* Roxb., *Lagerstroemia calyculata*

Kurz., *Aphanamixis grandifolia* Blume, *Sandoricum koetjape* Merr., *Adenanthera pavonina* L., *Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub., *Knemaconferta* (King) Warb., *Melaleuca cajuputi* Powell, [3, 4].

Распределение редких и охраняемых видов ботанического сада по уровню охраны (национальный и международный) и категориям охраны приведено в таб. 1.

Таб. 1. Распределение редких и охраняемых растений по уровню и категориям охраны в ботаническом саду «Донг Най».

№	Латинские названия	Красная книга Вьетнама 2007 г.	«Красный список» МСОП
1	<i>Afzelia xylocarpa</i> (Kurz) Craib.	EN	EN
2	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br..		LC
3	<i>Anisoptera costata</i> Korth.	EN	
4	<i>Canthium dicoccum</i> Gaertn. var. <i>rostratum</i> Thw. ex Pit..	VU	
5	<i>Dalbergia cochinchinensis</i> Pierre	EN	CR
6	<i>Dalbergia oliveri</i> Gamble ex Prain	EN	EN
7	<i>Diospyros mun</i> H. Lec.	EN	CR
8	<i>Dipterocarpus costatus</i> C.F. Gaertn.	EN	VU
9	<i>Dipterocarpus dyeri</i> Pierre.	VU	EN
10	<i>Elaeocarpus hygrophylus</i> Kurz	VU	
11	<i>Erythrophleum fordii</i> Oliv.		EN
12	<i>Melanorrhoea laccifera</i> Pierre	VU	
13	<i>Pterocarpus macrocarpus</i> Kurz	EN	EN
14	<i>Sindora siamensis</i> Teysm. ex Miq. var. <i>siamensis</i>	EN	LC
15	<i>Xylopi pierrei</i> Hance.	VU	VU

Примечание: CR – Critically endangered (находятся под угрозой исчезновения), EN – Endangered (в опасности); VU – Vulnerable (в уязвимом положении); LC – Least Concern (находятся под наименьшей угрозой) [5].

В результате анализа флоры в ботаническом саду «Донг Най» выявлено 13 видов растений, занесенных в Красную книгу 2007 года, а 11 из них также внесены в «Красный список» Международного союза охраны природы (МСОП, 2022). Остальные 15 видов, имеющие категории охраны CR, EN, VU, требуют принятия соответствующих своему статусу мер охраны.

Подводя итог необходимо отметить, что в ботаническом саду 13,0% флоры относится к охраняемой. Для поддержания и сохранения разнообразия этих видов и экосистем сада, необходимо продолжить проводить мероприятия, препятствующие их сокращению. Это будет способствовать сохранению и даже увеличению биоразнообразия лесных экосистем ботанического сада «Донг Най», в частности, и сохранению окружающей среды в юго-восточном регионе Вьетнама, в целом.

Библиографический список

1. RBG Kew (2016). The State of the World's Plants Report. Royal Botanic Gardens, Kew

2. Blackmore, S. (2017). The future role of botanical gardens. In Proceedings of an international symposium held by The Royal Danish Academy of Sciences and Letters in Copenhagen, 19th–21st of May, 2015, Scientia Danica. Series B, Biologica, vol. 6, pp. 287-299.
3. Plants of the world online (2022). <https://powo.science.kew.org/>
4. The world flora online (2022). <http://www.worldfloraonline.org/>
5. The IUCN red list online (2022). <https://www.iucnredlist.org/>

РАУ САНГ (*Melientha suavis* Pierre) – ЦЕННОЕ ЛЕКАРСТВЕННОЕ РАСТЕНИЕ СЕВЕРНОГО ВЬЕТНАМА

ДоанТхи Нга¹, Нгуен Хыу Кыонг², Нешатаев В.Ю¹

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова,

²Национальный университет лесного хозяйства Вьетнама

RAU SANG (*Melientha suavis* Pierre) – A VALUABLE MEDICINAL PLANT IN NORTHERN VIETNAM

Doan Thi Nga¹, Nguyen Huu Cuong², Neshataev V.Yu.¹

¹ Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

²Vietnam national university of forestry, Hanoi, Vietnam

Аннотация. В статье представлены сведения о Раусанг (*Melientha suavis* Pierre) - ценном лекарственном растении северного Вьетнама: морфология, экология и распространение, химический состав, лекарственное и пищевое использование, способы посадки и сбора урожая.

Abstract. The article provides information about Rau sang (*Melientha suavis* Pierre)- a valuable medicinal plant in northern Vietnam: morphology, ecology and distribution, chemical composition, medicinal and food uses, planting and harvesting techniques.

С древних времен лекарственные растения играли важную роль в лечении и поддержании здоровья людей. Вьетнамская медицина имеет древние истоки: еще во время французского колониального периода для Индокитая приводилось 1350 лекарственных растений, относящихся к 160 семействам [1]. В 1997 г. Во Ван Чи уточнил состав лекарственной флоры Вьетнама и уже приводит её состав из 3165 видов (включая грибы) [2]. К 2005 г. Институт медицинских материалов выявил, что во Вьетнаме насчитывается более 3984 лекарственных видов, относящихся к 307 семействам из 9 отделов высших растений, низших растений и грибов. Среди них абсолютное большинство – около 90% аборигенных лекарственных растений, произрастающих в основном в лесах, и только 10% – культивируемых [3]. На 2012 г. в книге Во Ван Чи «Словарь вьетнамских лекарственных растений» [2] приводятся последние данные – 4 700 видов. Однако ученые предполагают, что лекарственных растений во Вьетнаме больше, и по предварительным оценкам их количество может достигнуть до 6000 видов. Среди них Раусанг (*Melientha suavis* Pierre) – ценное лекарственное растение, обладающее полезными лекарственными свойствами.

Раусанг (*Melientha suavis* Pierre) (рис.1) – принадлежит к семейству Орлиaceae. Другие названия: Раунготнуй, нготрынг, факван, каумичинь, раунготке, лайкам, тассанг, пасван. Морфологические особенности: Небольшое дерево до 10 м высотой и

диаметром ствола 20-30 см. Листья ступенчатые, копьевидные, с притупленной головкой и хвостиком, толстые, 7-12 см длиной, 3-6 см шириной, 4-5 пар вторичных жилок, тонкие, сверху темно-зеленые, снизу светло-зеленые, черешок длиной 4-5 мм. Цветки однополые, соцветия метельчатые или махровые, длиной 13 см, густо растущие на старых стеблях и ветвях. Плод овальный, длиной 25 мм, шириной 17 мм, желтый, при созревании содержит одно семя. Семена белые, съедобные, с жирным, сладким вкусом.



Рис. 1. Раусанг (*Melientha suavis* Pierre).

Ареал Раусанг (*Melientha suavis* Pierre) располагается в вечнозеленых или полулиственных сомкнутых лесах во влажных местах, вдоль ручьев, вдоль скалистых гор во многих местах, таких как КуангНинь, Ланг Сон, КаоБанг, Лао Кай, Винь Фу, Ха Ной и НиньБинь, Сон Ла, Лай Чау, Тхань Хоа, Нге Ан, распространены на высоте около 100-200 метров и более над уровнем моря [2].

Химический состав *Melientha suavis* Pierre: Листья и молодые побеги *Melientha suavis* Pierre имеют более высокое содержание аминокислот и белка, чем другие овощи. В 100 г *Melientha suavis* Pierre содержится около 6,5–8,2 г протеина, 0,23 г лизина, 0,19 г метионина, 0,08 г триптофана, 0,25 г фенилаланина, 0,45 г треонина, 0,22 г валина, 0,26 г лейцина и 0,26 г валина, 0,23 г изолейцина, 11,5 мг витамина С, 0,6 мг каротина и др. [2]. *Melientha suavis* Pierre использует в пищу и в медицине. Согласно народной медицине, оно оказывает мочегонное действие, выводит токсины, устраняет жар тела, лечит жар во рту, помогает при запорах, снижает вес и полезен для женщин в послеродовом периоде [4].

Melientha suavis Pierre – полезный овощ, который полезен для здоровья [5]. Тем не менее, при употреблении *Melientha suavis* Pierre следует помнить о нескольких вещах: Женщинам, находящимся в периоде беременности, нельзя есть Раусанг, чтобы обеспечить безопасность для здоровья матери и развития плода. Люди с низким

кровяным давлением также не должны есть, потому что это может привести к еще большему снижению кровяного давления. Людям с плохим кишечником, слабым желудком, склонным к диарее также необходимо ограничить употребление *Melienthasuavis*Pierre.

Посадка и сбор *Melientha suavis* Pierre. Он часто растёт на известняковых горах, под кронами больших деревьев [3]. Деревья размножают семенами, сажают разбросанно, совмещают с восстанавливающимися лесами или с фруктовыми деревьями.

Выращивание. Через 3-4 лет *Melientha suavis* Pierre растения уже можно собирать урожай, но потребуются несколько лет, чтобы растения достигли наивысшей урожайности [6]. Когда верхушки срезаны, дерево быстро пустит новые побеги. Сезон сбора урожая приходится примерно на февраль, дерево начинает выпускать первые молодые листья, а в марте-апреле пик сезона сбора верхушек, листьев и цветочных соцветий.

Библиографический список

1. Aubreville A. et. al. Flore du Cambodge, du Laos et du Vietnam. Vol. 1-31. 1960/2003.
2. Chi V.V. Dictionary of Vietnamese Medicinal Plants, Vol. I–II; Medical Publishing House, Hanoi, (2012). 1697 p. (Вьетн.)
3. Hoang T.H.N., Study on the status of distribution and population characteristics of the species (*Melienthasuavis*Pierre) in ThuaThien Hue and Quang Nam provinces. Master's Thesis in Forestry (2020). 107 p. (Вьетн.)
4. List of medicinal plants in Vietnam. VienDuocLieu – Институт медицины. Publishing scientific and technical, Ha Noi, Viet Nam. 2005. 1191 p. (Вьетн.)
5. Nguyen D.N.V.and Nguyen T. (Comps). *An overview of the use of plants and animals in traditional medicine systems in Viet Nam*. TRAFFIC Southeast Asia, Greater Mekong Programme, Ha Noi, Viet Nam, (2008). 96 p. (Вьетн.)
6. Vietnam Red Data Book. Part II. Plants, (2007). 299–300 p. (Вьетн.)

ЭКОЛОГО-РЕСУРСНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЛЕСНОГО ФОНДА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Доан Тхи Нга, Ле ЛханьВу, Нешатаев В.Ю.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

ECOLOGICAL AND RESOURCE SUBDIVISION OF THE LTNINGRAD REGIUON FOREST FUND

Doan Thi Nga, Le Khanh Vu, Neshatayev V. Yu.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Приведено распространение основных типов лесорастительных условий по ландшафтным округам, дана оценка оценка увлажнения и богатства почв в баллах шкал Раменского для ландшафтов и приведены основные лекарственные растения для каждого ландшафта.

Abstract. The occurrence of forest site types in different landscapes of the Leningrad region is given Using Romansky's scales wetness and soil fertility of landscapes was assessed and main medical plants were established.

Региональная дифференциация экологических факторов ландшафтов Ленинградской области оценена нами через пропорции, занятые различными типами лесорастительных условий (ЛРУ) с использованием материалов лесоустройства. Данные о распространении типов ЛРУ по ландшафтам (рис. 1), выделенным Д.М. Киреевым [1] для Ленинградской области взяты из опубликованных материалов справочника таксатора [2]. Они приведены в таб. 1.

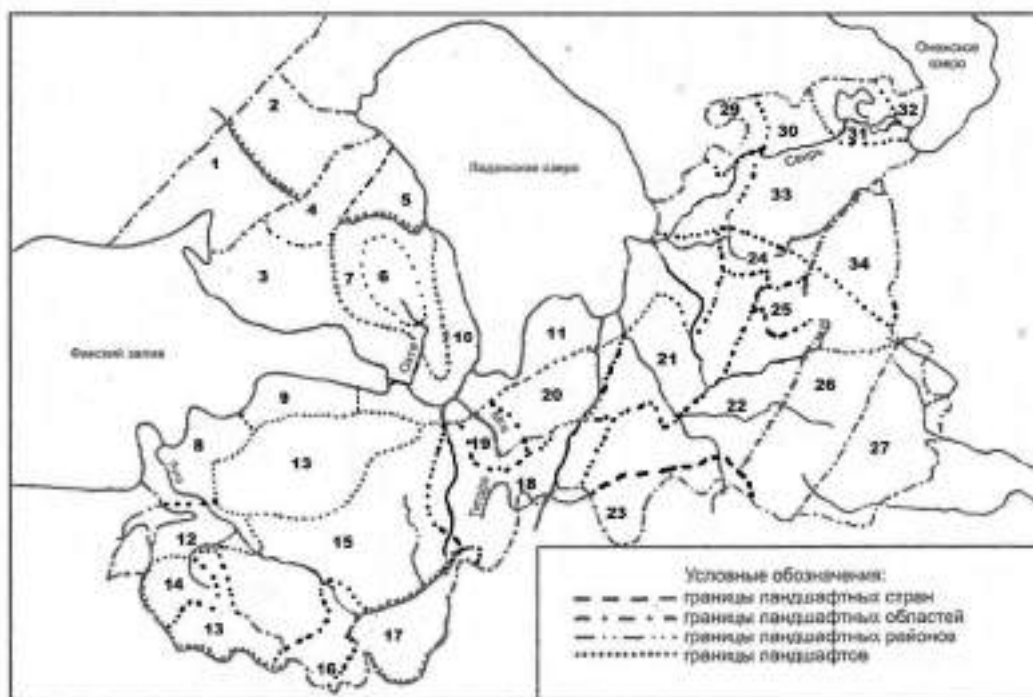


Рис. 1. Ландшафтное районирование Ленинградской области, цифрами обозначены номера ландшафтов.

Проведенное детальное районирование на ландшафтно-типологической основе позволяет, зная приуроченность лекарственных растений к типам лесорастительных условий [3], дать ресурсную оценку выделенным группам ландшафтов. Ниже приведены списки экологических групп лекарственных растений. Для каждого растения в скобках указан номер группы ландшафтов, в которой данное растение имеет широкое распространение и может быть организован его сбор.

Таб. 1. Растительность и экологические показатели ландшафтов.

Эколого-ресурсная группа ландшафтов, её номер и преобладающие типы леса	№ ландшафта	Площадь по группам типов леса, балл						Экологические показатели ландшафта	
		Ельник кисличный	Ельник черничный	Заболоченные ельники	Заболоченные сосняки	Сосняки лишайниковые и брусничные	Болога		
Средняя степень увлажнения (У)		72	72	80	83	66	90	У	БЗ
Средняя степень богатства (БЗ)		6,5	5,2	6	3	3,5	3,5		
1. Ельники черничные	31	1	4	1	1	1	1	75,4	4,8
	32	1	3	1	1	1	1	75,9	4,8
	33	1	3	1	1	1	1	75,9	4,8
	4	1	3	1	1	1	1	75,9	4,8
	29	1	3	1	1	1	1	75,9	4,8
	5	1	3	1	1	1	1	75,9	4,8
	25	1	2	1	1	1	1	76,4	4,7
	8	1	2	1	1	1	1	76,4	4,7
2. Ельники черничные в сочетании с заболоченными	7	1	3	2	1	1	1	76,3	4,9
	18	1	2	2	1	1	1	76,9	4,9
3. Ельники черничные в сочетании с ельниками и сосняками сфагновыми	30	1	2	2	2	1	1	77,6	4,7
4. Ельники черничные в сочетании с сосняками сфагновыми	27	1	2	1	2	1	1	77,3	4,5
5. Ельники черничные в сочетании с сосняками лишайниковыми и брусничными	1	1	3	1	1	2	1	74,8	4,6
	3	1	3	1	1	2	1	74,8	4,6
	2	1	3	1	1	2	1	74,8	4,6

Эколого-ресурсная группа ландшафтов, её номер и преобладающие типы леса	№ ландшафта	Площадь по группам типов леса, балл						Экологические показатели ландшафта	
		Ельник кисличный	Ельник черничный	Заболоченные ельники	Заболоченные сосняки	Сосняки лишайниковые и брусничные	Болота		
Средняя степень увлажнения (У)		72	72	80	83	66	90	У	БЗ
Средняя степень богатства (БЗ)		6,5	5,2	6	3	3,5	3,5		
6. Ельники черничные в сочетании с ельниками сфагновыми и сосняками лишайниковыми и брусничными	22	1	2	2	1	1	2	78,3	4,7
	10	1	2	2	1	1	2	78,3	4,7
7. Ельники черничные в сочетании с болотами	28	1	3	1	1	1	2	77,4	4,6
	24	1	3	1	1	1	2	77,4	4,6
	26	1	3	1	1	1	2	77,4	4,6
	20	1	2	1	1	1	3	79,4	4,4
	21	1	2	1	1	1	2	78,1	4,6
8. Ельники черничные в сочетании с болотами и сосняками лишайниковыми и брусничными	23	1	2	1	1	1	1	76,4	4,7
9. Ельники кисличные	6	4	1	1	1	1	1	75,4	5,2
	12	4	1	1	1	1	1	75,4	5,2

Эколого-ресурсная группа ландшафтов, её номер и преобладающие типы леса	№ ландшафта	Площадь по группам типов леса, балл						Экологические показатели ландшафта	
		Ельник кисличный	Ельник черничный	Заболоченные ельники	Заболоченные сосняки	Сосняки лишайниковые и брусничные	Болота		
Средняя степень увлажнения (У)		72	72	80	83	66	90	У	БЗ
Средняя степень богатства (БЗ)		6,5	5,2	6	3	3,5	3,5		
10. Ельники кисличные в сочетании с ельниками сфагновыми	9*	3	1	2	1	1	1	76,3	5,2
	14	3	1	2	1	1	1	76,3	5,2
	17	2	1	2	1	1	1	76,9	5
	16	2	1	2	1	1	1	76,9	5
	19	2	1	3	1	1	1	77,2	5,1
11. Ельники кисличные в сочетании с еловыми и сосновыми сфагновыми лесами	11	2	1	2	2	1	1	77,6	4,8
12. Ельники кисличные в сочетании с еловыми сфагновыми лесами и болотами	13	2	1	2	1	1	2	78,3	4,9
13. Ельники кисличные в сочетании с сосняками лишайниковыми и брусничными	15	2	2	1	1	2	1	74,8	4,8

Примечание: 1 балл соответствует 15-20%, * - в данном ландшафте преобладают леса дубравнотравного типа лесорастительных условий

Artostaphylos uva-ursi, *Caluna vulgaris*, *Cetraria islandica*, *Cladina arbuscular*, *Cladina rangiferina* приурочены к ландшафтам с участием сосняков лишайниковых (5, 6, 8, 13).

Vaccinium vitis-idaea имеет широкое распространение, встречаясь как в сосняках брусничных, в сосняках долгомошных и на вырубках лесов долгомошного типа лесорастительных условий. Таким образом сбор листьев и плодов брусники может быть эффективным почти во всех ландшафтах кроме группы 9.

Vaccinium myrtillus – черника встречается во всех ландшафтах, но наибольшего обилия достигает в среднетаёжных ландшафтах групп с 1 по 8. *Convallaria majalis*, *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium* обильны в лесах кисличного и черничного типов лесорастительных условий, достигая наибольшего обилия в 1 и 9 группах.

Chamaenerion angustifolium – встречается во всех ландшафтах на вырубках и гарях.

Rubus idaeus, *Aegopodium podagraria*, *Pulmonaria obscura* чаще всего встречаются в группах ландшафтов с преобладанием ельников кисличных.

Athyrium filix-femina, *Urtica dioica*, *Filipendula ulmaria* обильны в южнотаёжных ландшафтах с заболоченными ельниками и обильными лесами кисличного типа лесорастительных условий.

Ledum palustre, *Eriophorum vaginatum*, *Comarum palustre* – приурочены к ландшафтам с обильными болотами и/или заболоченными сосняками.

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Ландшафты Ленинградской области можно разделить на три группы: среднетаёжные с преобладанием ельников черничных, южнотаёжные – с преобладанием ельников кисличных и а зональный ландшафт № 9 с обильными ельниками дубравнотравными;
2. Ландшафты области характеризуются повышенным увлажнением и средним почвенным богатством, которое выше в южнотаёжных ландшафтах;
3. Выявленные закономерности распределения лекарственных растений позволяют рационально планировать их заготовку.

Библиографический список

1. Киреев Д.М. Лесное ландшафтоведение. Учебное пособие. - СПб: СПбГЛТА, 2007. 540 с.
2. Тетюхин С.В., Минаев В.Н., Богомолова Л.П. Лесная таксация и лесоустройство. Нормативно-справочные материалы по Северо-Западу Российской Федерации. СПб.: Севзаплеспроект, 2004 – 360 с.
3. Doan Thi Nga, Neshataev V. Yu., & Neshataeva V. Yu. Dynamics of medical plants in the course of regeneration successions after clear cutting // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 876 (2021) 012023 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/876/1/012023.

ШИРОТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЕЛИ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ ПО ДАННЫМ О ВАРЬИРОВАНИИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ШИШЕК

Налетов П.А.¹, Орлова Л.В.², Егоров А.А.^{1,3}

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова,

²Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН,

³Санкт-Петербургский государственный университет

LATITUDINAL VARIABILITY OF SPRUCE IN THE NORTH-WEST OF EUROPEAN RUSSIA ACCORDING TO THE DATA ON THE VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF CONES

Naletov P.A.¹, Orlova L.V.², Egorov A.A.^{1,3}

¹ Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,

²Komarov Botanical Institute RAS,

³St. Petersburg State University

Аннотация. Широтная изменчивость ели на северо-западе Европейской России выявлена по морфологическим признакам шишек. На юге этой территории еловые шишки, а также их семенные и кроющие чешуи в среднем более вытянутые и более крупные, чем на севере.

Abstract. Latitudinal variability of spruce in the north-west of European Russia has been revealed by morphological characters of cones. In the south of this territory spruce cones as well as their seed and bract scales tend to be more elongated and bigger than in the north.

Цель работы: выявить особенности широтной изменчивости аборигенной ели на северо-западе Европейской России (территории Мурманской области, Карелии и Ленинградской области). Считается, что эта территория или её значительная часть находится в зоне интрогрессивной гибридизации ели европейской (*Picea abies* (L.) H.Karst.) и сибирской (*P. obovate* Ledeb.) [1, 3, 6].

Материалами работы послужили данные экспедиционных исследований 2010 г., проведённых под руководством А.А. Егорова на северо-западе Европейской России. В ходе этих исследований были заложены 22 пробные площади, на каждой из которых были отобраны в среднем 4 дерева ели одинакового возраста и высоты. С каждого дерева было собрано 5 (4 – 6) шишек и один побег с хвоинками. Всего было обследовано 88 деревьев и 415 шишек [7]. В ходе проведения морфометрических и статистических анализов для каждой шишки было измерено или рассчитано 13 абсолютных и относительных количественных показателей, а также проанализировано 6 качественных признаков. В результате статистической обработки этих данных были выявлены наиболее важные для *Picea abies* и родственных таксонов (*P. obovata* и *P. fennica* (Regel) Kom.) признаки шишек и их чешуй (семенной и кроющей), а также уточнено распространение этих таксонов на территории Северо-Запада. Некоторые из этих признаков (морфология и размер кроющих чешуй и соотношение размера семенных и кроющих чешуй и т. д.), были впервые предложены и проанализированы в той работе и оказались консервативными и ценными для систематики и диагностики таксонов.

Перейдём к изложению методики нашего нынешнего исследования. Вся совокупность исследуемых особей ели была произвольно разделена по географическому принципу на три группы: «северную» ($65^{\circ}20'$ – $68^{\circ}11'$ с. ш.; $31^{\circ}57'$ – $33^{\circ}19'$ в. д.); «среднюю» (62° – $65^{\circ}15'$ с. ш.; $33^{\circ}45'$ – $34^{\circ}26'$ в. д.) и «южную» (59° – 62° с. ш.; $30^{\circ}06'$ – $33^{\circ}44'$ в. д.). Объём каждой из этих трёх выборок составляет 29 деревьев. Использовано 11 морфометрических признаков: ширина шишки, отношение длины шишки к её ширине, число рядов семенных чешуй (парастих), угол отклонения семенной чешуи от оси шишки (в раскрытом состоянии), длина и ширина семенной чешуи, отношение длины семенной чешуи к её ширине, длина и ширина кроющей чешуи, отношение длины кроющей чешуи к длине семенной чешуи и высота видимой части семенной чешуи. Значения признаков для каждой особи были усреднены. На основе полученных средних значений вычислены средние значения для каждой группы. При сравнении групп для выяснения достоверности различий между ними использован t-критерий Стьюдента для независимых выборок.

Выявленные географические различия в большинстве случаев достоверны. Вместе с тем по каждому признаку все три вариационных ряда пересекаются, т. е. максимальное значение каждого признака в каждой группе больше, чем минимальные в двух других группах. По нашим и литературным данным [3, 4], при движении из Мурманской области на юг через Карелию в Ленинградскую область наблюдается следующая тенденция: шишки, а также их семенные и кроющие чешуи становятся более вытянутыми и более крупными. Наиболее сильно различаются крайние группы: «северная» и «южная». «Средняя» группа является промежуточной в морфологическом отношении. «Северная» группа сильно отличается от двух других мелкими семенными чешуями и большим углом их отклонения от оси раскрывшейся шишки.

Полученные данные дополняют имеющиеся литературные сведения об изменчивости ели на изучаемой территории. Для елей северо-запада Европейской России в литературе имеется информация о наличии не только морфологической, но и генетической широтной изменчивости [5]. Впрочем, на молекулярно-генетическом уровне у видов древесных растений, в частности ели (*P. abies*, *P. abies* × *P. obovata*), географическая изменчивость, как правило, невелика, по сравнению с локальной изменчивостью (между совместно произрастающими особями) [2, 8]. Специалисты дают различные таксономические интерпретации изменчивости ели на территории Северо-Запада [3, 4, 7].

Итак, выявлены статистически достоверные факты широтной изменчивости определённых морфологических признаков шишек ели на северо-западе Европейской России. Эти результаты дополняют имеющуюся информацию об изменчивости ели на данной территории.

Библиографический список

1. Бобров Е.Г. Лесообразующие хвойные СССР. – Л.: Наука, 1978. – 189 с.
2. Захарова К.В., Сейц К.С. Роль экологических факторов в формировании генетической структуры популяций *P. abies* (L.) Karst // Экологическая генетика. – 2017. – Т. 15. – №. 2. – С. 11 – 20.
3. Попов П.П. Ель европейская и сибирская: структура, интерградация и дифференциация популяционных систем / П.П. Попов. – Новосибирск: Наука, 2005. – 231 с.
4. Попов П.П. Формовая структура и географическая дифференциация популяций ели на северо-западе России // Экология. – 2010. – №. 5. – С. 336 – 343.

5. Потокина Е.К., Орлова Л.В., Вишневская М.С., Алексеева Е.А., Потокин А.Ф., Егоров А.А. Генетическая дифференциация популяций ели на северо-западе России по результатам маркирования микросателлитных локусов // Экологическая генетика. Т. X, № 2. 2012. С. 40–49.
6. Правдин Л.Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. – Наука, 1975.
7. Orlova L., Gussarova G., Glazkova E., Egorov A., Potokin A., Ivanov S. Systematics and distribution of spruce species in the North-West of Russia //Dendrobiology. – 2020. – Vol. 84. – P. 12-29.
8. Tollefsrud M.M. et al. Combined analysis of nuclear and mitochondrial markers provide new insight into the genetic structure of North European *Piceaabies* //Heredity. – 2009. – Т. 102. – №. 6. – С. 549-562.

**ГЕОБОТАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ
МЫСА ИМПИНЬЕМИ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «ЛАДОЖСКИЕ ШХЕРЫ»)**

Теплоухова Е.А.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

**GEOBOTANICAL CHARACTERISTICS OF TEST AREAS TO ASSESS THE
IMPACT OF RECREATIONAL LOAD ON THE TERRITORY OF CAPE IMPINIEMI
(LADOGA SKERRIES NATIONAL PARK)**

Teploukhova E.A.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В связи с развитием отечественного туризма в последние годы повысилась рекреационная нагрузка на территории НП «Ладожские шхеры», что может стать причиной нарушения растительного покрова. В настоящей работе приведено описание растительности на данной территории для дальнейшей оценки влияния рекреационной нагрузки на растительные сообщества мыса Импиньеми.

Abstract. Due to development of national tourism in recent years the recreational load on the territory of Ladoga Skerries National Park has increased, which may cause disturbance of vegetation. This paper describes the vegetation in this area for further evaluation of the impact of recreational load on the plant communities of Cape Impiniemi.

Введение. Ладожские шхеры – уникальный природный объект, находящийся на севере – северо-западе Ладожского озера, представляющий собой фьордообразные заливы и острова. В 2017 году для сохранения природных ландшафтов, практически не имеющих аналогов на территории России, был создан национальный парк «Ладожские шхеры», охватывающий территории Лахденпохского, Сортавальского, Питкярантского муниципальных районов Республики Карелия [6]. Мыс Импиньеми, находящийся в национальном парке «Ладожские шхеры», расположен на самом севере Ладоги недалеко от посёлка Импилахти. Рельеф и геология данного мыса типичны для севера Ладоги [4]. На м. Импиньеми находятся месторождения гранитов, гранито-гнейсов, в связи с чем в 1890—1930-е гг. на мысе была развита добыча строительного камня [2]; в настоящее время остались открытые выработки – каменоломни. Растительность данной территории представлена сосняками чернично-бруснично-зеленомошными и сосняками

скальными. Мыс Импиниеми— известная достопримечательность, которую стремятся посетить многие туристы.

В связи с развитием отечественного туризма в последние годы повысилась рекреационная нагрузка. Увеличение потока отдыхающих может стать причиной нарушения растительного покрова на территории национального парка «Ладожские шхеры». Таким образом, целью работы стало описание растительности на данной территории для дальнейшей оценки влияния рекреационной нагрузки на растительные сообщества мыса Импиниеми.

Материалы и методы. Для проведения исследований, связанных с оценкой влияния рекреационной нагрузки проведено геоботаническое описание типичных растительных сообществ на территории мыса Импиниеми. Было заложено 3 пробных площади (ПП) по 0,02 га (размер и форма ПП зависели от особенностей рельефа). ПП-1 находится на скалистом берегу в южной части мыса. ПП-2 расположена на юго-восточном склоне возвышенности. ПП-3 находится на восточном берегу лесного озера Импилампи в глубине мыса. На каждой пробной площади было проведено описание древостоя, подроста и подлеска; подсчитывали количество деревьев в каждом ярусе, измеряли средние диаметр и высоту. Покрытие травяно-кустарничкового яруса и мохово-лишайникового яруса на пробных площадях оценивали на учётных площадках (1 м²); на каждой ПП было заложено по 4 площадки. Также определяли состояние каждого участка в целом: оценивали площадь сети тропинок, захламлённость участков, признаки антропогенного воздействия, состояние древостоя.

Результаты и обсуждение. Общее количество видов, произрастающих на описанных нами пробных площадях, составляет 37 видов. Структура и состав описанных нами растительных сообществ соответствуют таковым, описанным в более ранних исследованиях других авторов на данной территории [1, 5].

ПП-1 была заложена на сельгах в сосняке голубичном лишайниково-зеленомошном. Сомкнутость древостоя составила 35%, средняя высота древостоя – 6-8 метров. В подросте доминирует сосна обыкновенная (*Pinussylvestris*), единично представлены берёза повислая (*Betulapendula*) и берёза пушистая (*Betulapubescens*). В травяно-кустарничковом ярусе доминирует голубика (*Vacciniumuliginosum*) и черника (*Vacciniummyrtillus*) с общим проективным покрытием 41,5%; в мохово-лишайниковом ярусе в понижениях преобладает *Pleuroziumschreberi* с проективным покрытием 40%, а на возвышениях лишайники из рода *Cladonia* с проективным покрытием 21%.

ПП-2 заложена в сосняке бруснично-зеленомошном. Средняя высота древостоя 10 метров, его сомкнутость не превышает 30%. В подросте произрастают сосна обыкновенная, берёза повислая и осина (*Populustremula*), а в подлеске ива козья (*Salixcaprea*). В травяно-кустарничковом ярусе с проективным покрытием 82,5% доминирует брусника (*Vacciniumvitis-idaea*), а в мохово-лишайниковом (ОПП 73%) - *Polytrichumstrictum*. Присутствие видов, характерных для процесса послепожарной сукцессии связано с тем, что 13 лет назад на склоне, где заложена ПП-2, был низовой пожар, о чём свидетельствуют опалённые при основании стволы сосен и имеются фотографии прошлых лет.

ПП-3 заложена в ельнике-сосняке чернично-зеленомошном. В составе древостоя преобладают ель финская (*Picea x fennica*) и сосна обыкновенная с общей сомкнутостью до 70% и средней высотой 11 метров; также в древостое присутствуют единичные экземпляры осины высотой около 10 метров. Подрост выражен слабо, состоит из единичных экземпляров сосны обыкновенной и ели финской. В подлеске произрастают рябина обыкновенная (*Sorbu saucuparia*) и

можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*). В травяно-кустарничковом ярусе доминирует черника с проективным покрытием 60%, в мохово-лишайниковом ярусе преобладает *Pleurozium schreberi* с проективным покрытием 68,75%.

В связи с развитием отечественного туризма увеличивается количество отдыхающих в НП «Ладожские шхеры». В 2019 году Карелию посетило 830 тысяч туристов, а в 2021 году – уже 957 тысяч [3], из которых в Сортавальский район (горный парк «Рускеала») направились более 400 тысяч человек [7]. Мыс Импиенеми является популярной достопримечательностью, которую часто посещают экскурсионные и туристические группы. В связи с усилением рекреационной нагрузки серьёзные опасения вызывает нарушение живого напочвенного покрова, увеличение вытопанных участков за счет сгущения сети тропинок. На сельгах наиболее уязвимым является мохово-лишайниковый ярус, так как темп роста мхов и лишайников недостаточен для полного восстановления на фоне постоянно увеличивающегося количества туристов. Ограничить доступ людей на данную территорию невозможно [4], так как происходит развитие дорожно-транспортной сети вблизи НП «Ладожские шхеры». При дальнейших исследованиях планируется мониторинг рекреационного воздействия на компоненты исследованных нами фитоценозов, а также отслеживание динамики увеличения площади сети тропинок. Для сохранения живого напочвенного покрова при устойчивом уровне посещаемости данного мыса можно воспользоваться опытом организации экологического туризма в горном парке «Рускеала», например, создать экотропы и экомаршруты, позволяющие осмотреть основные достопримечательности без негативного антропогенного влияния на растительность ладожских шхер.

Выводы. В ходе исследования нами были заложены три постоянные пробные площади для ведения дальнейших исследований. На пробных площадях описаны характерные для мыса Импиенеми растительные сообщества: сосняк голубичный лишайниково-зеленомошный, сосняк бруснично-зеленомошный, елово-сосновое чернично-зеленомошное сообщество с описанием их структуры и флористического состава.

Библиографический список

1. Ашик Е.В., Чубарова Ю.М., Ярмишко В.Т. Послепожарная динамика древостоев и подроста *Pinussylvestris* (Pinaceae) в условиях Ладожских шхер // Раст. ресурсы, 2015. Вып. 3, с. 384-396.
2. Борисов И.В. Туристический потенциал геологических и горно-индустриальных комплексов Северного Приладожья // Материалы III всероссийской научно-практической конференции «Туризм и образование: исследования и проекты» (22—23.11.2018 г.). Петрозаводск: ПетрГУ, 2018. с. 20-25.
3. Велева Е. Поток туристов в Карелию вырос на треть // РБК, 17.07.2022
4. Кравченко А.В. Национальный парк «Ладожские шхеры» предложения по созданию. – Петрозаводск, 2001.
5. Кучеров И.Б. Зеленомошные (черничные) сосняки средней и северной тайги европейской России: обзор ценоотического разнообразия // Труды Карельского научного центра РАН, 2014. № 2. с. 14–26.
6. Положение о национальном парке «Ладожские шхеры» от 13.01.2020 №1
7. Сайтова В. Туристический поток в Карелии бьёт рекорды посещаемости // РБК, 03.01.2022.

СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ПАРКЕ ОСИНОВАЯ РОЩА НА ПРИМЕРЕ ЛЕСОПАРКОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

Черных Н.П.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Vegetation layer structure at OsinovayaRoscha park various forest phytocenoses
Chernykh N.P.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Изучен видовой состав растительного покрова, его проективное покрытие в фитоценозах пригородного парка Осиновая Роща г. Санкт-Петербурга, различных по степени антропогенного воздействия. Рассчитаны индекс Шеннона и индекс синантропизации. Определены стадии трансформации растительного покрова.

Abstract. The species composition of vegetation layer, its projective cover at various recreationally disturbed phytocenoses in OsinovayaRoscha park at Saint-Petersburg suburban zone have been studied. The Shannon index and the synanthropization index are calculated. The stages of the vegetation layer transformation are determined.

Городские и пригородные леса являются важным санитарно-гигиеническим, ветро- и почвозащитным рекреационным ресурсом. Находясь под значительным антропогенным воздействием, все ярусы фитоценоза неизбежно трансформируются. В связи с этим особо актуальной является задача изучения структуры растительного покрова как одного из наиболее уязвимых ярусов городских и пригородных лесов [1].

Для изучения растительного покрова в августе 2022 г. в пригородных фитоценозах перспективной особо охраняемой территории парка «Осиновая Роща», относящегося к Курортному лесопарку, были проведены геоботанические исследования по методике эколого-доминантной классификации [2]. Обследованные лесопарковые фитоценозы произрастают в одинаковых лесорастительных условиях в условиях различной степени антропогенного воздействия. Пробные площади (ПП) 1, 2, 3 заложены в пригородных территориях и расположены на расстоянии 10 км от Санкт-Петербурга в различных направлениях по сторонам света на территории парка. Классификация эколого-ценотических групп (ЭЦГ) видов проведена по Д. И. Назимовой и др. (2012) и Т.Н. Буториной (1963) [3]. Для сравнительной оценки флористических списков применен коэффициент Серенсена–Чекановского. Степень видового разнообразия оценена с помощью индекса Шеннона [4] степень трансформации растительного покрова – по доле участия синантропных видов в составе фитоценоза (индекс синантропизации) [5]. Названия видов даны по С.К. Черепанову [6].

ПП 1. Березняк злаково-разнотравный. Пробная площадь расположена на восточной окраине парка по направлению к деревне Дранишники, примыкает к автомобильной дороге. Участок подвержен сильному антропогенному влиянию (рекреация, сенокос). Установлена четвертая степень рекреационной дигрессии. Характер произрастания древостоя куртинный. Подлесок как ярус выражен многолетней порослью *Populus tremula* L. вдоль дороги, единично отмечены *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Rosa canina* Herrm., *Spiraea chamaedryfolia* L., являющиеся следствием проникновения культурной флоры насаждений в лесной

фитоценоз [7]. Общее проективное покрытие растительного покрова составляет 95 %. Доминантами и содоминантами являются *Aegopodium podagraria* L., *Epilobium angustifolium* L., *Poa trivialis* L., *Artemisia absinthium* L. Травяно-кустарничковый ярус разделен на 2 подъяруса: первый (высотой 70–90 см) представлен *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth и *C. arundinacea* (L.) Roth, *Saussurea controversa* DC.; второй подъярус (высотой 30–50 см) – *Phleum pratense* L. и *A. tanacetifolia* L.. Наблюдается инвазия *Heracleum sosnowskyi* Manden., с проективным покрытием 10% придорожного подлеска, где находится среда его значительного укоренения. Структура фитоценоза относительно однородная, микроассоциации не выделяются. Мохово-лишайниковый ярус представлен в виде отдельных пятен *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. с проективным покрытием не более 3 %.

ПП 2. Сосняк кустарничко-зеленомошный. Пробная площадь расположена на выровненной поверхности у озера Большое, почва подвержена избыточному увлажнению. Нанорельеф не выражен. Участок подвержен рекреационному воздействию, развита тропиочная сеть (вторая степень рекреационной дигрессии). Подлесок отсутствует. Общее проективное покрытие растительного покрова составляет 80 %. Задерненность почвы слабая, плотнoderнистые злаки отсутствуют. Травяно-кустарничковый ярус образован одним подъярусом, представленный *Vaccinium myrtillus* L., *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Vaccinium vitis-idaea* L. (высота 20-30 см). Горизонтальная структура фитоценоза не выражена. Мохово-лишайниковый покров представлен *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt, *Polytrichum commune* Hedw. с проективным покрытием 85 %.

ПП 3. Березняк разнотравно-злаковый. Микрорельеф бугристо-западинный на камовом ландшафте. На пробной площади отмечены следы рекреационного воздействия (третья стадия рекреационной дигрессии). Характер произрастания древостоя куртинный. Подлесок с проективным покрытием 10–20 % размещен неравномерно (куртинами) по пробной площади, разделен на 2 подъяруса. Первый подъярус высотой 2,5–3 м имеет видовой состав: *Salix caprea* L., *Padus avium* Mill., *Swida alba* (L.) Opiz, *Viburnum opulus* L. Второй подъярус высотой 0,8–1,0 м представлен одним видом: *Sorbaria sorbifolia* L. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса – 90 %. Степень задерненности почвы – 70 %. Структура фитоценоза неоднородная, выделяется 3 микроассоциации. 1. Высокотравная (доминанты: *Urtica dioica* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Eriophorum vaginatum* L.) высотой 110–150 см. Отмечена вдоль дорог и в западинах с избыточным увлажнением. Занимает 10 % площади. 2. Разнотравная (доминанты: *Geranium sylvaticum* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.) высотой 50–70 см. Занимает 40 % площади. 3. Злаково-осоковая (доминанты: *Elytrigi arepens* (L.) Gould, *Carex obtusata* Lilj. И *Poa trivialis* L.) высотой 50–90 см. Занимает 50 % площади. Мохово-лишайниковый ярус представлен в виде отдельных пятен *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. с проективным покрытием не более 3 %.

Индекс видового разнообразия (индекс Шеннона) варьирует в пределах 2,55–3,36 (таб. 1). Наименьшим видовым разнообразием характеризуется ПП 2 (индекс Шеннона составляет 2,55), наибольшим — ПП 3 (3,36).

Таб. 1. Индекс видового разнообразия и индекс синантропизации в исследуемых ценозах.

Пробные площади	ПП 1	ПП 2	ПП 3
Индекс Шеннона	2,9	2,55	3,36
Индекс синантропизации	11,9	0	32,7

В изучаемых ценозах было отмечено 12 видов кустарников, 35 видов травяно-кустарничкового яруса и 2 вида мхов. Значение коэффициента сходства Серенсена–Чекановского между флористическими списками на пробных площадях варьирует от 0,25 до 0,51 (таб. 2). Пробная площадь 1, наиболее подверженная разрастанию садовой и сорно-рудеральной растительности, имеет наименьший коэффициент сходства K_{sc} с остальными пробными площадями.

Анализ видового состава исследуемых ценозов показал, что основную массу видов, произрастающих на всех пробных площадях, составляют растения, относящиеся к светлохвойной лесной поясно-зональной группе (38,7–58,9 %). Синантропные виды вносят значительный вклад (6,9–32,7 %) в растительный покров всех пробных площадей, кроме ПП 2, где индекс синантропизации равен 0 (таб. 1). Согласно шкале антропогенной трансформации растительных сообществ [9], ПП 2 находятся на начальной фазе, ПП 1 – на заключительной фазе стадии слабой трансформации. ПП 3 проходит заключительную фазу стадии умеренной трансформации.

Таб. 2. Коэффициент сходства видового состава на пробных площадях в исследуемых фитоценозах

Пробные площади	ПП 2	ПП 3
ПП 1	0,25	0,51
ПП 2		0,36

Таким образом, в результате исследования можно сделать вывод о том, что фитоценозы в парке «Осиновая Роща» в различной степени подвержены антропогенному влиянию, сказывающегося на видовом разнообразии и наличии инвазий среди аборигенной флоры Северо-Запада, требующего углубления исследований структуры растительного покрова пригородных территорий Санкт-Петербурга для предоставления оценок его текущего состояния.

Библиографический список

1. Гончарова, И.А. Структура растительного покрова в пригородных березняках г. Красноярск / И.А. Гончарова, Л.Н. Скрипальщикова, А.П. Барченков // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2019. – № 18. – С. 242-245.
2. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. – М.: Из-во АН СССР, 1961. – 144 с.
3. Буторина Т.Н. Эколого-ценотический анализ кустарничково-травяного яруса лесных ассоциаций // Типы лесов Сибири. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1963. – С. 31–52.
4. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
5. Горчаковский П.Л. Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов. – Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 1999. – 156 с.
6. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – С.-Пб.: Мир и семья, 1995. – 990 с.

7. Бялт В.В., Фирсов Г.А., Бялт А.В., Орлова Л.В. Культурная флора г. Санкт-Петербурга (Россия) и ее анализ. // Вестник оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал, 2019. № 2(30). с. 11-103.
8. Белехов А.А. Инвазионные и потенциально инвазионные растения Санкт-Петербурга // Заметки ученого, 2021. Вып. 9-21. с. 47-61.
9. Прокопьев Е.П., Рыбина Т.А. Опыт мониторинга синантропизации и антропогенной трансформации растительного покрова особо охраняемых природных территорий г. Томска // Вестник Томского гос. ун-та. Биология,

Секция технологии лесозаготовок

**ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ДЕРЕVOOБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ**

Воронин Г.В., Захаренкова И.А.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

**PROBLEMS AND DIRECTIONS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF
WOODWORKING ENTERPRISES IN RUSSIA**

Voronin G.V., Zakharenkova I.A.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Статья посвящена вопросам важности инновационного развития деревообрабатывающих предприятий в современных условиях кризиса. Авторы исследуют проблему низкого уровня инновационной активности предприятий, обосновывают причины и следствия снижения эффективности инновационной деятельности. В статье изложены вопросы необходимости разработки инновационной стратегии развития деревообрабатывающих предприятий, представлены актуальные тренды инновационного роста для предприятий деревообрабатывающей промышленности.

Abstract. The article is devoted to the importance of innovative development of woodworking enterprises in the current crisis. The authors investigate the problem of the low level of innovative activity of enterprises, substantiate the causes and consequences of the decrease in the efficiency of innovative activity. The article outlines the issues of the need to develop an innovative strategy for the development of woodworking enterprises, presents current trends in innovative growth for woodworking enterprises.

Инновации влияют на эффективность деятельности предприятия, и при сохранении конкурентоспособности в долгосрочной перспективе могут быть как частью усовершенствований основных направлений деятельности, так и совершенно новым продуктом, процессом.

Обеспечение экономического роста деревообрабатывающих предприятий возможно преимущественно в условиях инновационного развития. Такое развитие требует постоянной разработки и внедрения различного рода инноваций, которые, с одной стороны, будут способствовать совершенствованию различных сфер их деятельности, а с другой, дадут возможность повысить конкурентные позиции на рынке и успешно функционировать в сложных экономических условиях. Низкий уровень инновационной активности предприятий отрасли объясняется рядом факторов, среди которых определяющими являются отсутствие четкой стратегии инновационного развития и недостаточный уровень профессиональных компетенций руководства в сфере стратегического управления, что в итоге негативно сказывается как на инновационной, так и хозяйственной деятельности в целом. Поэтому особую актуальность в современных условиях приобретает формирование деревообрабатывающими предприятиями области эффективной стратегии инновационного развития, которая предусматривала бы рост инновационного

потенциала, рациональное использование природных ресурсов и гарантировала конкурентные преимущества на длительную перспективу [3].

Главная цель настоящего исследования - оценка инновационной активности деревообрабатывающих предприятий России, определение проблем, замедляющих их инновационную активность, а также обоснование направлений стратегии инновационного развития отрасли.

Вопросы формирования стратегии инновационного развития промышленных предприятий постоянно находятся в кругу интересов ученых и практиков. Анализ последних исследований свидетельствует об отсутствии единого подхода к формированию стратегии инновационного развития предприятий. В то же время исследователи соглашаются, что такая стратегия должна учитывать все факторы внутренней и внешней среды предприятия и гарантировать ему конкурентные преимущества на длительную перспективу.

В исследованиях отечественных ученых вопросам формирования стратегии инновационного развития деревообрабатывающих предприятий уделено недостаточно внимания. Они остаются до конца нерешенными и требуют дальнейших исследований. В частности, особый интерес сегодня вызывают принципы и подходы формирования такой стратегии, которая не только обеспечивала бы конкурентные преимущества на длительную перспективу, но и способствовала рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов регионов.

Компании, работающие с древесиной, все больше осознают важность инноваций. Тем не менее в РФ удельный вес организаций, осуществлявших инновации, в общем числе деревообрабатывающих организаций в 2021 г. составил 8,1 % (рис. 1), что является низким показателем и требует формирования и реализации стратегии инновационного развития для большинства предприятий. При этом доля инновационной продукции не превысила в 2021 г. 3,2%, а доля затрат на технологические инновации составила менее 1%. Подавляющее большинство из них осуществляли инновации технологического характера и лишь 2% организаций занимались внедрением организационных и маркетинговых инноваций. Рост данного показателя в динамике свидетельствует о незначительном повышении инновационной активности деревообрабатывающих предприятий за анализируемый период[4].



Рис.1. Динамика инновационной активности деревообрабатывающих предприятий РФ.

Среди причин такого снижения – рост операционных расходов и отсутствие достаточных собственных средств на разработку новых видов продукции, низкий уровень привлечения государственных и негосударственных средств для разработки и внедрения инноваций, ориентация производителей преимущественно на первичную обработку древесины, которая дает возможность минимизировать расходы и быстрее реализовать продукцию, неудовлетворительное состояние научно-исследовательской базы предприятий отрасли.

Еще одной причиной медленного перехода деревообрабатывающих предприятий на инновационный путь развития является отсутствие у них четко сформированной стратегии, которая, с одной стороны, была бы направлена на поиск перспективных направлений развития, выпуск новых видов продукции, использование передовых технологий и эффективное использование ресурсов, а с другой, способствовала бы достижению установленных целей и задач, отвечала меняющейся внешней среде и обеспечивала конкурентные преимущества на длительную перспективу[1].

В природно-ресурсном потенциале России одно из центральных мест занимают лесные ресурсы. Именно наличие мощной сырьевой базы стало основным фактором развития деревообрабатывающей промышленности во многих российских регионах. Сегодня эта отрасль приобрела стратегическое значение, и ей принадлежит ведущая роль в развитии экономики как по регионам, так и России в целом. В ее основе - предприятия разных размеров и организационно-правовых форм, специализирующиеся на производстве древесностружечных и древесноволокнистых плит, клееной фанеры, столярных изделий, пиломатериалов и другой продукции из древесины.

Стратегия инновационного развития является составной частью общей стратегии предприятия и определяет приоритеты его перспективного развития, в результате чего обеспечивается качественно новый уровень производства и управления. Особую роль приобретают программы разработки и продвижения инновационных стратегий предприятий деревообработки в различных регионах Российской Федерации (рис. 2).

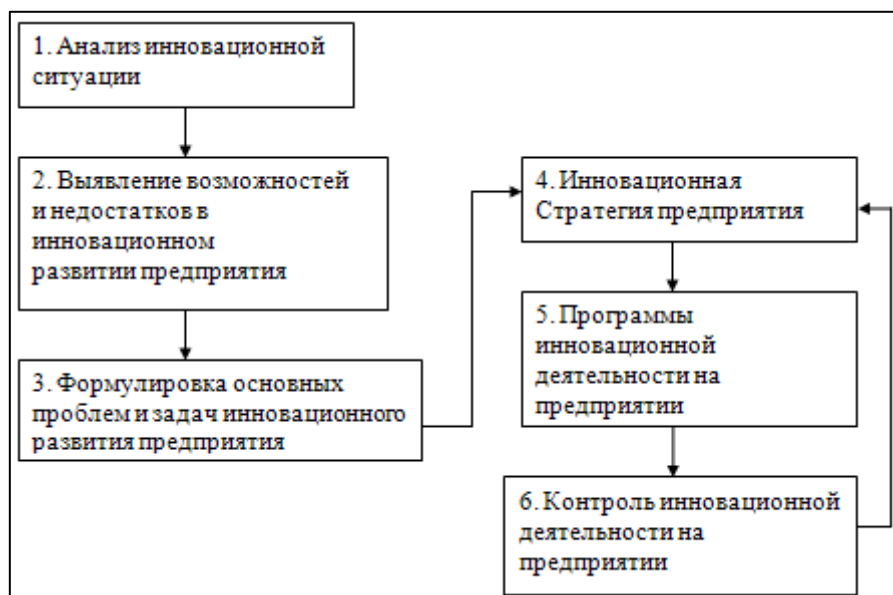


Рис. 2. Разработка стратегии инновационного развития предприятия.

Из рис. 2 видно, что инновационная активность предприятий, их инновационный потенциал – это серьезная программа разработки и продвижения стратегии инновационного развития от определения общих целей и задач до оценки и реализации

программы. Однако в большинстве случаев выбор той или иной стратегии зависит от позиции предприятия на рынке, динамики развития, поведения конкурентов, состояния экономики, инновационной активности и многих других факторов.

Инновационный потенциал деревообрабатывающих предприятий зависит от специфики и масштабов их деятельности, а степень использования потенциала определяет инновационные возможности и способность предприятий к нововведениям. Результаты исследований свидетельствуют, что стратегия, которая принесла успех одному предприятию, может оказаться неэффективной для другой. Каждое предприятие-уникальное, и поэтому подход к определению его инновационного развития должен быть индивидуальным [2].

Стратегия инновационного развития является основным фактором структурной перестройки и повышения на этой основе конкурентоспособности предприятия. Она должна стать неотъемлемой частью общей стратегии развития деревообрабатывающих предприятий, а вопрос выбора и оценки инновационной стратегии должен занять ключевое место в процессе решения проблем стратегического развития предприятий деревообрабатывающей отрасли.

Основные направления развития инновационной активности предприятий деревообрабатывающей промышленности в современных кризисных условиях, следующие:

- ограничение и полное исключение импорта отраслевой продукции;
- внедрение сквозных технологий и повышение эффективности деятельности отраслевых предприятий с использованием современных цифровых инструментов;
- повышение уровня автоматизации производственных и управленческих процессов за счет обеспечения удаленного мониторинга работ, автоматического управления древесными запасами и цепочками поставок, планированием и процессами сбыта продукции;
- активное внедрение «продуктовых» инновационных решений, основанных на выпуске новых видов продукции на базе концепции экологичности;
- внедрение концепций устойчивого развития и полного цикла переработки древесины;
- сокращение затрат за счет использования новых технологических и цифровых подходов, повышение конкурентоспособности продукции деревообработки.

Таким образом, главным трендом развития инновационного потенциала деревообрабатывающих предприятий России на современном этапе является разработка стратегии инновационного развития на базе актуальных направлений роста эффективности за счет использования сквозных технологий, современных достижений в области технологии деревообработки и деревопереработки, экологических направлений деятельности, сокращения финансовых и ресурсных потерь.

Библиографический список

1. Захаренкова И.А., Иготти И.Н., Гордиенко Н.В. «Использование инструментов стратегического анализа для разработки стратегий развития предприятия»//«ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ»- Санкт-Петербург.: СПбГЛТУ им. С.М. Кирова ,2019. № 8, с. 57-61
2. Кудашов В.И., Рябоконт А.И. Инновационная активность как фактор повышения конкурентоспособности предприятий деревообрабатывающей промышленности Республики Беларусь. Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. 2017. №1 (175–179).

3. Никаноров Р.О., Меренков М.Г., Рутелевская Ю.Д. Анализ уровня технологического развития деревообрабатывающих предприятий Красноярского края // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2017. №13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-urovnya-tehnologicheskogo-razvitiya-derevoobrabatyvayuschih-predpriyatij-krasnoyarskogo-kрая> (дата обращения: 06.10.2022).
4. Ростовская, Ю.Н. Инновационный потенциал деревообрабатывающих предприятий РФ как фактор экономической безопасности / Ю.Н. Ростовская, Ю.А. Капустина // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды XV Международного евразийского симпозиума 6–8 октября 2020 г. / [под научной редакцией В.Г. Новоселова] ; Министерство науки и высшего образования РФ, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург, 2020. – С. 14–19

КЛАССИФИКАЦИЯ СТАНКОВ ДЛЯ ПРОДОЛЬНОЙ РАСПИЛОВКИ ДРЕВЕСИНЫ В АСПЕКТЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Елкин А.А.

Петрозаводский государственный университет

CLASSIFICATION OF MACHINES FOR LONGITUDINAL WOOD SAWING IN THE ASPECT OF OPTIMAL EQUIPMENT CHOICE FOR SMALL ENTERPRISES

Elkin A.A.

Petrozavodsk State University

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос классификации оборудования для продольной распиловки древесины при производстве пиломатериалов. Анализируются представленные в специальной литературе варианты группировки станков в типы и виды на основании различных критериев. Предложена комбинированная классификация с учетом оборудования, которое не упоминается в изученных источниках. Каждая группа станков охарактеризована с точки зрения целесообразности применения на производстве пиломатериалов в условиях малых предприятий в настоящее время.

Abstract. The article considers the issue of classification of equipment for longitudinal wood sawing in the production of lumber. The variants of grouping machines into types and kinds presented in the special literature are analyzed on the basis of various criteria. A combined classification is proposed, taking into account equipment that is not mentioned in the studied sources. Each group of machines is characterized from the point of view of the expediency of application in the production of lumber in the conditions of small enterprises at the present time.

Составление единой строгой классификации оборудования для продольной распиловки древесины осложнено наличием большого количества лесопильного оборудования, которое можно разделить на группы на основании разных критериев: по типу пильного агрегата, по способу закрепления и подачи материала и др. На основе классификаций, предложенных Р.Е. Калитеевским [3] и А.Н. Чубинским и его коллегами [12], можно выделить три типа лесопильного оборудования: 1) оборудование проходного типа групповой распиловки (коэффициент использования машинного

времени составляет порядка 0,9 и выше), которое устанавливается обычно на средних и крупных лесопильных предприятиях; 2) оборудование позиционно-проходного типа индивидуальной распиловки с возвратно-поступательным движением бревен и брусьев при их раскрое (коэффициент около 0,2...0,3); 3) оборудование позиционного типа индивидуальной распиловки с возвратно-поступательным движением пильных механизмов (сырье закрепляется на неподвижной станине станка, коэффициент около 0,3...0,4). Рассмотрим более подробно разновидности оборудования каждого типа.

1. На станках проходного типа материал подается к пильному агрегату при помощи дополнительных подающих устройств или вручную, выделяются четыре вида.

1.1. Лесопильная рама – станок проходного типа, на котором бревна распиливаются за один проход и могут подаваться торец в торец [5]. Пильный агрегат (рамка с установленными в ней пилами) совершает возвратно-поступательные движения. Достоинства: относительно низкая цена и эксплуатационные расходы, доступность запчастей. Недостатки: низкое качество пиломатериалов, быстрый износ, необходимость сортировки, низкий выход продукции, сложный монтаж. Пример такого оборудования – Р63-4Б (Россия).

1.2. Фрезерно-брусующие и фрезерно-пильные станки (профилирующие агрегаты) предназначены для получения двух- или четырехкантного бруса и технологической щепы из горбыльной части бревен (для производства целлюлозы или древесно-стружечных плит). Достоинства: очень высокая производительность, низкие расходы, эффективность в составе лесопильных потоков. Недостатки: высокая цена, необходимость сортировки сырья, нерациональное использования боковой части бревна, особенно при большом сбеге, что приводит к снижению объемного выхода основной продукции [8]). Примеры: MeborBM-600 (Словения), NewSawR200 (Финляндия).

1.3. Круглопильные станки проходного типа (дисковые пилы обеспечивают высокую точность пропила), как правило, предназначены для распиливания двух- и четырехкантного бруса на доски, часто устанавливаются за брусующими станками и рекомендуются для цехов малой мощности [7]. Достоинства: высокая производительность, достаточно высокое качество продукции, простота конструкции, эксплуатации и монтажа, низкая цена и расходы. Недостатки: жесткие требования к качеству сырья, необходимость сортировки по диаметрам (не более 320 мм в комле), необходимость доработки горбыля. Пример: KaraTwinMaster (Финляндия).

1.4. Ленточнопильные станки проходного типа. Преимущества: очень тонкий пропил, простота настройки и обслуживания, многопильные агрегаты обеспечивают достаточно высокую производительность. Пример: HighPointHP-66R (Тайвань).

2. В станках позиционно-проходного типа для индивидуальной распиловки на подающем столе, тележке-манипуляторе или каретке закрепляются бревна, причем предварительная сортировка пиловочника по диаметрам и другим признакам необязательна. По пильному агрегату выделяют два вида.

2.1. Круглопильные станки. Достоинства: высокое качество продукции, достаточно высокая производительность, простота конструкции и монтажа, невысокая цена, низкие эксплуатационные расходы, индивидуальный раскрой бревен, не требуется сортировка сырья. Недостатки: сравнительно большая толщина пропила (7-10 мм), необходимость высококвалифицированного персонала, вероятность зажима пилы в пропиле. Пример: KaraMaster (Финляндия).

2.2. Вертикальные ленточнопильные станки (шкивы 1000-1300мм, ленточная пила шириной 125-175 мм). Достоинства: достаточно высокая производительность, высокое

качество продукции, тонкий пропи́л (2-2,5 мм), индивидуальный раскрой бревен, не требуется сортировка сырья, низкие эксплуатационные расходы. Недостатки: высокая цена, необходимость высококвалифицированного персонала. Пример: MeborVTZ-1400 Plus (Словения).

3. В станках позиционного типа пильный агрегат расположен на подвижной каретке, которая перемещается вдоль неподвижно закрепленного бревна. Можно выделить четыре вида в зависимости от пильного агрегата:

3.1. Круглопильные станки. Достоинства: высокое качество продукции, достаточно высокая производительность, простота конструкции и монтажа, невысокая цена, низкие эксплуатационные расходы, индивидуальный раскрой бревен, не требуется сортировка сырья. Недостатки: большая толщина пропи́ла (7-10 мм), много опилок, вероятность зажима пилы в пропи́ле. Пример: Алтай ДПА (Россия), углопильный БАРС 5 (Россия).

3.2. Ленточнопильные станки (шкивы 450-800 мм, ленточная пила шириной 32-50 мм). Достоинства: очень низкая цена и потребляемая мощность, высокое качество продукции, простота монтажа и подготовки режущего инструмента, мобильность, тонкий пропи́л (2-2,5 мм), индивидуальный раскрой бревен, не требуется сортировка сырья. Недостатки: низкая производительность, высокие эксплуатационные расходы. Такие станки подходят для частного использования (фермерами, небольшими строительными бригадами), для этого они и созданы [5]. Пример: ЛПУ-900 (Россия).

3.3. Лазерные установки для обработки дерева. Достоинства: высокое качество поверхностей кромок, минимальные потери материала при получении чистовых деталей различной конфигурации, отсутствие отходов (опилок, пыли), шума. Недостатки: большая энергоёмкость, очень высокая цена оборудования [1], вероятность потери внешнего вида древесины и трудности при сушке [6]. В связи с этим лазерные установки используют для пиления древесины ценных пород и для резки по дереву, но крайне редко для производства пиломатериалов.

3.4. Цепные пилорамы. В специальной литературе мы не нашли описания данного вида оборудования, но знакомы с применением его на практике. Шведская компания Logosol выпускает пилорамы F2 и др. на базе бензопилы StihlMS 661 или электропилы LogosolES5 (цепная пила закрепляется удерживающим устройством и движется по направляющим вдоль закрепленного на столе бревна). Достоинства: низкая цена, простой монтаж, индивидуальный раскрой бревен, мобильность, не требуется сортировка сырья. Недостатки: очень низкая производительность, небольшой ресурс пильного агрегата. Рекомендуются для частного использования, применения в фермерских хозяйствах, небольших строительных фирмах.

Таким образом, используемая в данной работе комбинированная классификация составлена по двум критериям: типы выделяются по способу подачи сырья, а виды – по пильному агрегату. Необходимо особо отметить, что в лесопильных цехах, даже в условиях малых предприятий, станки для пиления, как правило, входят в состав технологических поточных линий [9].

Проблема выбора головного лесопильного оборудования для производства пиломатериалов является дискуссионной. Тем не менее, на основе анализа специальной литературы [2, 10, 11] можно выделить следующие основные критерии: размерно-качественные характеристики доступного сырья; размеры и необходимое качество пиломатериалов; производительность производства; экономическая эффективность применения оборудования; доступность технического обслуживания.

Охарактеризуем различные типы и виды оборудования для продольной распиловки древесины с точки зрения эффективности применения на малых предприятиях. Лесопильные рамы, несмотря на достаточно большое распространение, считаются в настоящее время оборудованием устаревшим [4], не обеспечивают высокого качества продукции, поэтому не должны рассматриваться в качестве основного варианта. Фрезерно-брусующие и фрезерно-пильные станки с их высокой производительностью эффективны в составе больших лесопильных потоков на крупных предприятиях. Лазерные установки из-за очень высокой цены и большого энергопотребления в настоящее время не рекомендуются для производства пиломатериалов. Цепные пилорамы на базе бензопилы из-за низкой производительности не эффективны при производстве пиломатериалов, даже в условиях малых предприятий. Круглопильные станки отличаются простотой и низкой стоимостью эксплуатации, точностью формы получаемых пиломатериалов [10], для малых предприятий рекомендуются позиционные и позиционно-проходные круглопильные станки, проходные эффективны при работе с тонкомерным, а также мерзлым сырьем. Перспективными следует считать в первую очередь многопильные круглопильные агрегаты. Ленточнопильные станки также можно назвать приоритетными для малых предприятий: они обеспечивают тонкий пропил, индивидуальный раскрой бревен, отличаются низким энергопотреблением. Среди них наиболее востребованы позиционные и позиционно-проходные модели, которые особенно эффективны при переработке крупномерного сырья, а также ценных пород древесины. Следует, однако, учитывать высокие эксплуатационные затраты и необходимость высококвалифицированного обслуживания [12].

Данная работа является частью исследования актуальных проблем малых лесопильных производств. Представленная оценка эффективности использования станков опирается не только на специальную литературу, но и подробно обсуждалась с руководителями, мастерами и работниками малых лесопильных предприятий Республики Карелия. Эта информация будет полезна начинающим предпринимателям, сотрудникам существующих производств, студентам и выпускникам соответствующих направлений вузов и техникумов.

Библиографический список

1. Амалицкий В.В. Деревообрабатывающие станки и инструменты: учебник для сред. проф. образования / В.В. Амалицкий, В.В. Амалицкий. — Москва: Издательский центр «Академия», 2002. — 400 с.
2. Веселков В. Российское лесопиление: между прошлым и будущим / В. Веселков // ЛесПромИнформ. — 2009. — №2 (60). — С. 86-91.
3. Калитеевский Р.Е. Лесопиление в XXI веке. Технология. Оборудование. Менеджмент / Р.Е. Калитеевский. — Санкт-Петербург: Профикс, 2008. — 499 с.
4. Падерин В. Правила выбора лесопильного оборудования / В. Падерин // ЛесПромИнформ. — 2015. — №6 (112). — С. 80-83.
5. Папулова И.Е. Технология лесопильных производств: учеб. пособие / И. Е. Папулова — Киров, 2009. — 76 с.
6. Скуратова Е. Дело тонкое / Е. Скуратова // Лесной комплекс. — 2019. — №5 (45). — URL: <https://forestcomplex.ru/sawmill/delo-tonkoe/>
7. Справочник по лесопилению / сост. Шимкевич Ю.Б. — Санкт-Петербург, 2006. — 200 с.

8. Тюкина Ю.П. Технология лесопильно-деревообрабатывающего производства: учебник для СПТУ. / Ю.П. Тюкина, Н.С. Макарова — Москва: Высш. шк., 1988. — 271с.
9. Шелгунов Ю.В. Лесоэксплуатация и транспорт леса: учебник для студентов вузов / Ю. В. Шелгунов, А.К. Горюнов, И.В. Ярцев. — Москва: Лесная промышленность, 1989. — 520 с.
10. Чубинский А. Круглопильные станки: оптимальный выбор / А. Чубинский, А. Федяев, А. Тамби // ЛесПромИнформ. — 2009. — №3 (61). — С. 94-97.
11. Чубинский А. Принципы выбора оборудования для лесопиления / А. Чубинский, А. Федяев, А. Тамби // ЛесПромИнформ. — 2008. — №8 (57). — С. 80-81.
12. Чубинский А. Чудо пиления / А. Чубинский, А. Федяев, А. Тамби // ЛесПромИнформ. — 2009. — №1 (59). — С. 46-47.
- 13.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ИЗ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ГРАНУЛЯТА

Зубова О.В., Силецкий В.В.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

WAYS TO INCREASE THE STRENGTH OF ASPHALT CONCRETE GRANULATE PAVEMENT

Zubova O.V, Siletskiy V.V.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Рассмотрен вопрос применения асфальтового гранулята в лесном дорожном строительстве. Проведено исследование по выявлению оптимальных фракционных составов асфальтового гранулята в смеси с минеральным вяжущим, таким как нефелиновый шлам, а также рассмотрен метод заклинки при использовании асфальтового гранулята.

Abstract. The question of the use of asphalt granulate in forest road construction is considered. A study was conducted to identify the optimal fractional compositions of asphalt granulate in a mixture with a mineral binder, such as nepheline sludge, and the method of casting when using asphalt granulate was also considered.

Развитие лесопромышленного комплекса, совершенствование лесозаготовительной техники повышает требования к транспорту лесопродукции. Возрастает интенсивность движения, нагрузка на ось транспортного средства, а, соответственно, и нагрузка на дорожные конструкции. При этом неуклонно растет среднее расстояние вывозки в связи с освоением новых арендных баз. Возрастающая финансовая нагрузка по строительству лесных дорог традиционно лежит на организациях-заготовителях.

Использование традиционных материалов для строительства лесовозной дороги таких, как щебень, гравий, песок уже не всегда экономически оправдано. В современных условиях их стараются заменить. Одним из доступных и дешевых вариантов замены является асфальтовая крошка.

Лесовозные дороги, являясь основой лесозаготовительного производства, окупаются при достаточно большом грузообороте. Предприятия стараются брать в

аренду массивы с большей плотностью лесонасаждений. Однако при этом и требования к прочности и долговечности дорог повышаются.

Вопросами разработки альтернативных материалов с повышенной прочностью занимаются на кафедре Промышленного транспорта СПбГЛТУ [1, 5]. Одним из направлений исследований является использование асфальтового гранулята в лесном дорожном строительстве. Возможности применения рассматриваемого материала подтверждаются исследованиями таких ученых как Лупанов А. П., Суханов, А. С., Маконков А. В., Кузьмина А. Л., Салихов М. Г., Криворотов А. А. и др. [6-8].

В рамках разработки данного вопроса было запланировано поисковое исследование по изучению взаимодействия асфальтового гранулята с нефелиновым шламом, также был рассмотрен метод укладки гранулята различных фракций с заклинкой.

Цель: исследовать взаимодействие асфальтового гранулята с минеральным вяжущим.

Задачи:

1. Подбор фракционного состава крошки.
2. Определение оптимальных дозировок исследуемого дорожно-строительного материала.
3. Определение основных физико-механических показателей исследуемого материала.

Асфальтовый гранулят является вторичным материалом, получаемым после срезания и дробления старого асфальтового покрытия. Состав гранулята представлен в таб. 1.

Таб. 1. Состав асфальтового гранулята.

Компонент	Содержание
Щебень	30-45%
Песок	от 50%
Битум	От 5-9%
Добавки	менее 1%

В процессе планирования исследования было рассмотрено два теоретически перспективных варианта решения поставленной задачи по увеличению плотности и прочности материала на основе асфальтового гранулята.

В первой части исследования внимание было акцентировано на методе заклинки. Для данного метода были подобраны 3 оптимальные фракции асфальтовой крошки (<5 мм; 5-10 мм; 10-20 мм). Данный метод аналогичен с заклинкой щебня и выполнялся по ГОСТ 25607-2009 [4].

Вторая часть исследования посвящена взаимодействию асфальтовой крошки с медленно твердеющим минеральным вяжущим, таким как нефелиновый шлам. Предположительно минеральные вяжущие оказывают воздействие на тонкодисперсные частицы материала, тем самым увеличивая физико-механические характеристики.

Результаты проведенного исследования представлены в Таб. 2.

Таб. 2. Физико-механические характеристики материала.

№ Смеси	Состав смеси, %				Водопоглощение, W%	Модуль упругости, Еупр МПа	Предел прочности при сжатии, Rсж МПа
	Асфальтовый гранулят, фракции			НФШ			
	<5 мм	5-10 мм	10-20 мм				
1	-	50	-	50	10,03	345,8	2,7
2	50	-	-	50	11,16	290,7	4,2
3	25	25	25	25	6,44	480,0	5,1
4	50	25	25	-	9,33	450,5	6,7

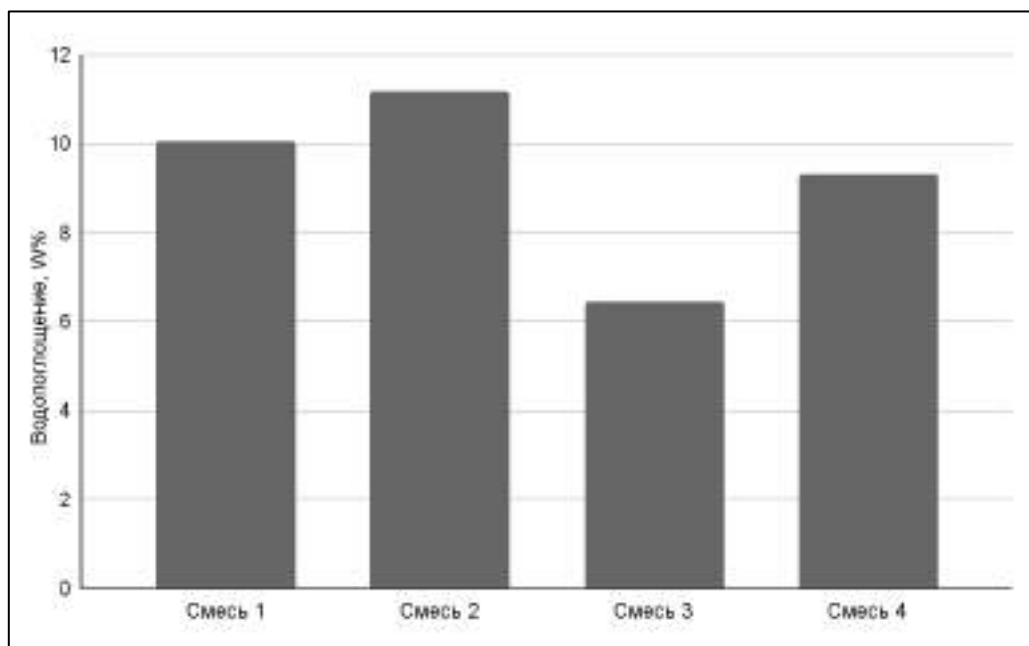


Рис. 1. Диаграмма зависимости водопоглощения от состава смеси образцов.

Водопоглощение всех смесей находится в пределах допустимой нормы от 6,44 до 11,16% в соответствии с ГОСТ 23558-94 [3]. Наиболее высоким водопоглощением обладает смесь №2. Данный факт обуславливается ячеистой структурой материала. Смесь №3 обладает низким показателем водопоглощения, что свидетельствует о равномерном заполнении поровых пространств.

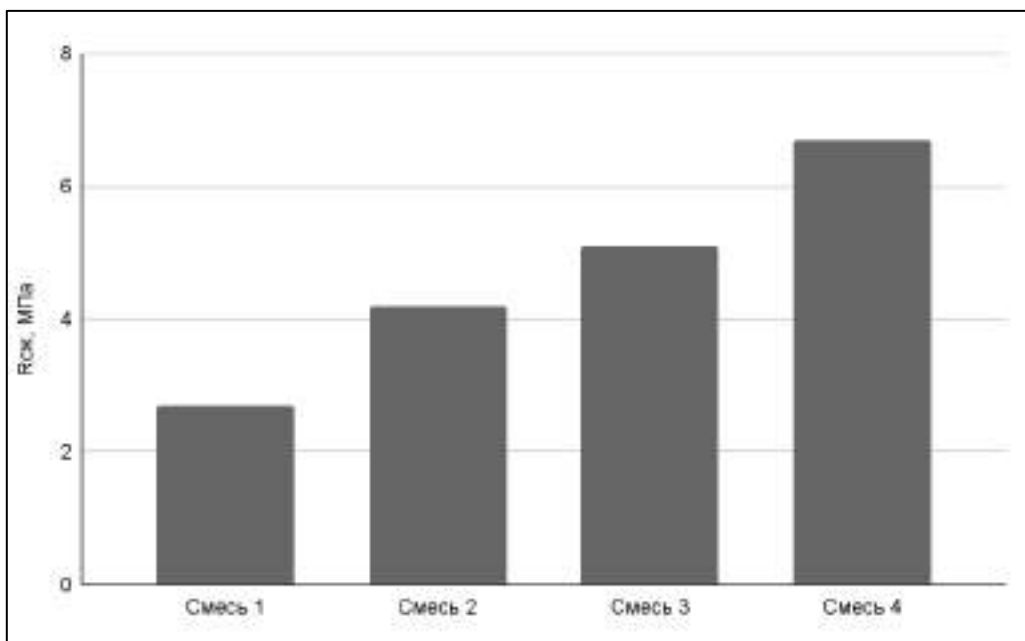


Рис. 2. Диаграмма зависимости предела прочности при сжатии от состава смеси образцов.

Прочностные характеристики исследуемого материала находятся в интервале от 2,7 до 6,7 МПа и соответствуют маркам прочности М20-М60 по ГОСТ 12248-2010 [2]. Смесь №4 обладает наиболее высокими прочностными показателями. Следует отметить, что образцы испытывались после 28 сут. структурообразования, так как нефелиновый шлам является медленно твердеющим вяжущим, можно предполагать, что пик прочности не был достигнут на момент испытания.

Заключение. Асфальтовая крошка имеет ряд плюсов и минусов. Одним из плюсов является такая характеристика как прочность. Опытным путем было доказано, что уплотненная крошка по характеристикам близка к первичному уложенному асфальтобетону. К минусам можно отнести быстрое разрушение при частых динамических нагрузках, особенно при возникновении гидроудара. Рассмотрена возможность укрепления крошки минеральными вяжущими. Результаты проведенных поисковых исследований с использованием асфальтобетонного гранулята, дают возможность предполагать о пригодности использования данного материала в верхних конструктивных слоях лесной дороги.

Библиографический список

1. Бессараб Г.А., Суворова Н.А., Просеков С.А., Краснов Р.В., Елисеев А.А. Улучшение свойств дорожно-строительного материала из смеси гранитного отсева и нефелинового шлама, с изменением его дробления // Актуальные проблемы развития лесного комплекса : матер. Междунар. науч. конф. Вологда: ВГТУ, 2014 № 1 С. 20–23.
2. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
3. ГОСТ 23558-94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия.
4. ГОСТ 25607-2009. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.

5. Зубова О.В., Силецкий В.В. Исследование процесса структурообразования материала из смеси нефелинового шлама и щебня с добавлением цемента // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021 Вып. 235 С. 179–186. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.179-186.
6. Лупанов А.П., Суханов, А.С., Силкин, В.В., Козиков, И.О., Ильина, О.Н. Исследование влияния асфальтового гранулята на свойства полимерасфальтобетона // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2020. – №. 2 (52). – С. 34-40.
7. Маконков А.В., Кузьмина А.Л., Белозор М.Ю. Исследование перспектив использования асфальтогранулобетонной смеси, полученной методом горячей регенерации // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2014. – №. 2 (55). – С. 13-15.
8. Салихов М.Г., Криворотов А.А. Исследование влияния добавок асфальтового гранулята на свойства холодного асфальтобетона для покрытий лесовозных дорог // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2010. – №. 3. – С. 68-72.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ БИОМАССЫ ДЕРЕВА

Зырянов М.А., Медведев С.О.

Лесосибирский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY FOR WOOD BIOMASS PROCESSING

Zyryanov M.A., Medvedev S.O.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

Аннотация. В работе представлены результаты исследований, посвященных технологиям заготовки и переработки древесной биомассы. Научно обоснована целесообразность переработки древесной биомассы в щепу, древесноволокнистый полуфабрикат, древесную и хвойно-витаминную муку. Разработаны конструкции мобильных машин и механизмов для переработки ветвей, веток и сучьев в условиях лесозаготовительных работ.

Abstract. The paper presents the results of research on the technologies for harvesting and processing woody biomass. The expediency of processing wood biomass into wood chips, wood fiber semi-finished product, wood and coniferous-vitamin flour has been scientifically substantiated. The designs of mobile machines and mechanisms for the processing of branches, branches and twigs in the conditions of logging operations have been developed.

Согласно Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года утвержденной распоряжением Премьер-министра России №312р от 11.02.2021г., вклад лесной отрасли в экономику страны должен увеличиться вдвое, в том числе и за счет развития глубокой переработки древесины. С этой целью, активное развитие получают предприятия по глубокой переработке древесного сырья для изготовления целлюлозы и древесных плит. В условиях развития таких производств будет, несомненно, возникать дефицит древесного сырья, что приведет к острой потребности в расширении сырьевой базы предприятий глубокой переработки древесины. Несмотря

на это, в настоящее время реализуется не более 40 % древесины заготовленной биомассы дерева. Значительная часть потенциального сырья для деревоперерабатывающих предприятий остается на лесосеке. Сегодня пристальное внимание всего лесопромышленного комплекса сконцентрировано только на переработке отходов лесопиления, тогда как отходы лесозаготовок можно и нужно использовать в качестве дополнительного сырья для предприятий глубокой переработки древесины. Широко используемые на сегодняшний день при разработке технологий и деревоперерабатывающего оборудования научные основы переработки древесины не учитывают в полной мере как особенности строения отдельных частей биомассы дерева, так и требования к конструкции оборудования, которое должно работать в условиях лесозаготовительных работ.

Для повышения эффективности лесозаготовительных работ был разработан технологическая схема переработки отдельных частей биомассы дерева, представленная на рис. 1. Как видно из схемы, после основных операций по валке деревьев, обрезке сучьев и раскряжевке хлыстов с помощью лесозаготовительной машины, происходит укладка круглых лесоматериалов в штабеля погрузочной машины, затем осуществляется сбор, разделение, сортировка и транспортировка порубочных остатков на промежуточный или нижний склад.

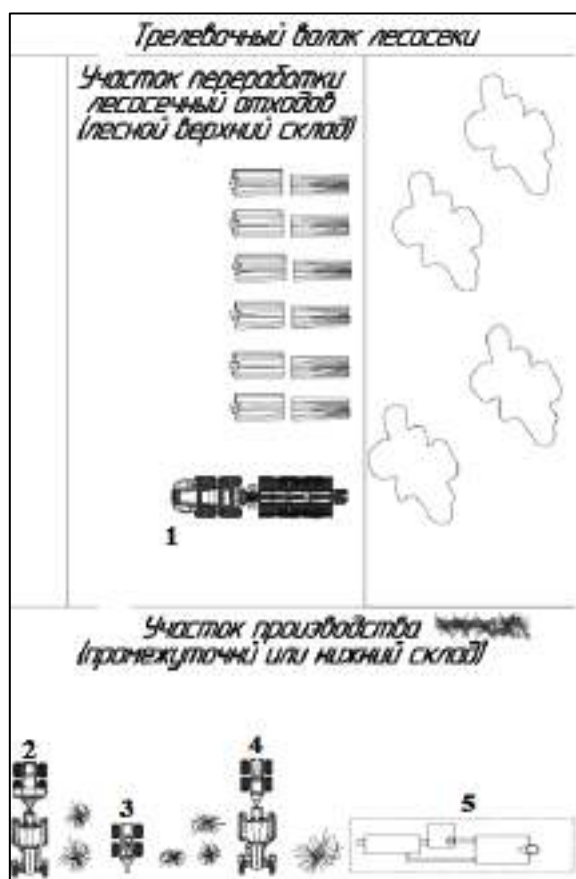


Рис. 1. Технологическая схема переработки отдельных частей биомассы дерева

Для сбора, сортировки и транспортировки порубочных остатков предлагается использовать транспортно-сортировочную машину, построенную на базе форвардера (1) с модернизированным прицепом. С целью расширения возможности работы

лесозаготовительных машин в климатических условиях Крайнего Севера была разработана конструкция системы обогрева навесного оборудования, которая во время лесозаготовки в период отрицательных температур устраняет обледенение за счет отработанных газов двигателя внутреннего сгорания. Уменьшение длины древесного сырья достигается применением разработанной конструкции механизма с гильотинным ножом, отличительной чертой которого является легкий монтаж на любой манипулятор форвардера [1-5].

Древесная зелень хвойных пород поступает на мобильную ножевую установку для производства хвойно-витаминной муки (2). Древесина после отделения хвои переработанные в щепу сортированные ветки, ветви и сучья поступают в спроектированную мобильную ножевую установку (4) для производства древесной муки.

В свою очередь щепы, полученная из сортированных порубочных остатков, направляется на мобильную линию по производству древесноволокнистого полуфабриката по средствам размола в аэродинамической среде при помощи роторно-ножевой установки последующим отжимом и упаковыванием (5).

Оценка надежности предлагаемых машин и механизмов, основанная на результатах анализа расчетных параметров и имитационном моделировании в среде программы SolidWorks, показала эффективность их работы в климатических условиях Крайнего Севера.

Таким образом, в ходе реализации научных исследований была дана оценка запаса древесины лесных насаждений районов Крайнего Севера и обоснована целесообразность реализации лесозаготовительных и деревоперерабатывающих работ. Для достижения поставленной цели была разработана эффективная технология переработки биомассы дерева при осуществлении лесозаготовительных работ в климатических условиях Крайнего Севера. Разработаны и научно обоснованы конструкции мобильных машин и механизмов для переработки отходов лесозаготовок в щепу, древесноволокнистый полуфабрикат, древесную и хвойно-витаминную муку.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Краевого фонда науки и ООО «Красресурс 24» в рамках научного проекта № 2022052708731

Библиографический список

1. Швецов В.Ю. Инновационная конструкция устройства для переработки порубочных остатков / В. Ю. Швецов, М. А. Зырянов, И. Г. Миляева // Наука и бизнес: пути развития. – М.: ТМБ принт.– 2021. – № 5(119). – С. 55-59.
2. Зырянов М.А. Исследование процесса производства древесной муки из порубочных остатков / М.А. Зырянов, В.Ю. Швецов, И.Г. Миляева // Наука и бизнес: пути развития. – М.: ТМБпринт. – 2021. – № 3(117). – С. 27-33.
3. Зырянов М.А. Исследование процесса переработки порубочных остатков в условиях лесозаготовительных работ / В.Ю. Швецов, М.А. Зырянов, И.Г. Миляева, Е.Н. Дождев // Наука и бизнес: пути развития. – М.: ТМБпринт.– 2021. – № 4(118). – С. 56-59.
4. Анализ процесса переработки порубочных остатков в условиях лесозаготовительных работ / М.А. Зырянов, С.О. Медведев, В.Ю. Швецов, И.Г. Миляева // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2021. – № 4-1(55). – С. 40-42.
5. Кузичева Е.А. Проблемы и перспективы развития ЛПК в России // Современные аспекты экономики. 2018. № 4 (249). С. 43-47.

**ОЦЕНКА РАЗНОТОЛЩИННОСТИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ,
ВЫРАБАТЫВАЕМЫХ НА ЛЕСОПИЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ**

Ильин С.Ю., Угрюмов С.С., Угрюмов С.А.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

**ASSESSMENT OF THE THICKNESS OF SAWN TIMBER PRODUCED ON
SAWMILLING EQUIPMENT**

Ilyin S. Yu., Ugryumov S. S., Ugryumov S. A.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В работе исследована точность раскроя пиломатериалов на лесопильных станках HewSaw путем статистической обработки массивов данных, полученных путем измерения фактических толщин вырабатываемой пилопродукции. Определены основные статистические показатели, произведена оценка наличия брака. Установлено, что лесопильные станки имеют достаточно точные настройки на заданный размер, а значит могут быть использованы в дальнейшем технологическом процессе с выпуском пиломатериалов, соответствующих по размерным характеристикам действующим техническим условиям.

Abstract. The paper investigates the accuracy of cutting lumber on HewSaw sawmills by statistical processing of data arrays obtained by measuring the actual thicknesses of the produced saw products. The main statistical indicators are determined, the presence of marriage is assessed. It has been established that sawmills have sufficiently precise settings for a given size, which means they can be used in the further technological process with the release of lumber corresponding to the dimensional characteristics of the current technical conditions.

Продукция лесопиления широко используется в различных сферах. В настоящее время перед лесопильными предприятиями стоит задача повышения объемов производства и улучшения качества пилопродукции для обеспечения прежде всего возрастающего отечественного спроса на пиломатериалы и брус для развития отечественного деревянного домостроения [1,2]. Это может быть достигнуто путем совершенствования конструкций применяемого оборудования и режимов эксплуатации, а также путем контроля точности настройки [3].

Эффективность лесопильного производства значительной степени зависит от точности пиления, так как она влияет на производительность станков, объемный выход пиломатериалов и удельные энергозатраты, а также степень удовлетворенности потребителей в размерно-качественных свойствах продукции [4].

Целью работы является исследование точности раскроя пиломатериалов на лесопильных станках HewSaw R-250 и HewSaw CRS-250, эксплуатируемых в производственных условиях ОАО «Лесплитинвест».

Лесопильный станок HewSaw R-250 брусует бревно с четырех сторон, распиливает брус и обрезает боковые доски. Станок обрабатывает бревно четырьмя брусующими головками. После пиления на агрегате HewSaw R-250 пакет пиломатериалов попадает на трёхэтажный разделительный конвейер, где распиленные боковые доски отделяются от центральных или бруса.

В многопильном станке NewSaw CRS-250 можно пилить центральные доски или брус, которые выходят из агрегата NewSaw R-250. Роликовое устройство вводит четырехкантный брус для распила центральных досок в циркульные пилы. Постав циркульных пил, собранный на двух горизонтальных валах, распиливает брус центральных досок в вертикальном положении. Если не требуется распиловка на многопильном станке NewSaw CRS-250, то центральные доски и брус, который идет со станка NewSaw R-250, беспрепятственно проходит станок NewSaw CRS-250.

Для выполнения необходимых замеров отбирались случайные пакеты пиломатериалов, распиленных на настроенном оборудовании в производственном цехе предприятия. Объем выборки составил 155 шт. сырых еловых пиломатериалов (влажностью 40-50 %), 155 шт. сухих еловых пиломатериалов, прошедших обработку в сушильных камерах до влажности 12-20%. Номинальная толщина сухих пиломатериалов – 47 мм, качество Js 14, допуск по толщине 0/+2 мм. Измерения проводились с применением штангенциркуля ШЦ-1-300 с ценой деления 0,05 мм.

Проверка выборки на наличие грубых ошибок и расчет статистических показателей были проведены с применением программы statsProg [5]. Данная программа предназначена для расчета базовых статистических параметров для массива данных из Excel в формате .xls (выборка из генеральной совокупности).

На рис.1 представлены гистограммы распределения толщин сырых и сухих пиломатериалов.

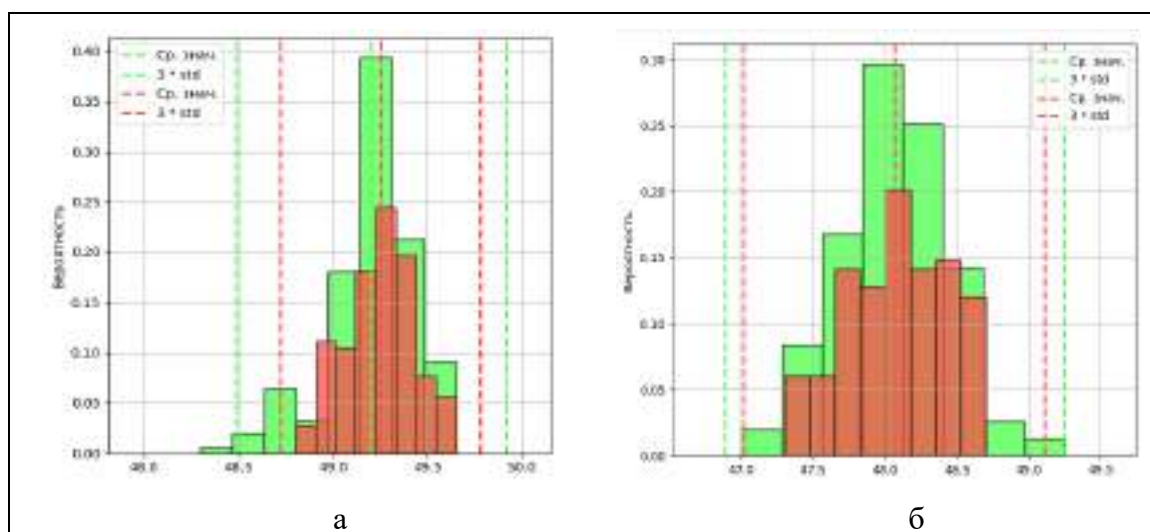


Рис. 1. Гистограммы распределения толщин:
а – сырых пиломатериалов, б – сухих пиломатериалов.

Рассчитанные статистические показатели представлены в таб. 1.

Таб. 1. Статистические показатели.

Статистические показатели	Сырые пиломатериалы		Сухие пиломатериалы	
	Исходный массив	Массив без учета грубых ошибок	Исходный массив	Массив без учета грубых ошибок
Объем выборки, мм	155	143	155	149
Математическое ожидание, мм	49,20	49,25	48,07	48,07

Статистические показатели	Сырые пиломатериалы		Сухие пиломатериалы	
	Исходный массив	Массив без учета грубых ошибок	Исходный массив	Массив без учета грубых ошибок
Стандартное отклонение, мм	0,239	0,175	0,393	0,348
Коэффициент вариации, %	0,5	0,4	0,8	0,7
Минимальное значение, мм	48,30	48,80	47,00	47,30
Максимальное значение, мм	49,65	49,65	49,25	48,70
Ошибка для математического ожидания	0,019	0,015	0,032	0,029
Ошибка для стандартного отклонения	0,014	0,01	0,02	0,02
Показатель точности	0,06	0,03	0,1	0,1
Математическое ожидание/Ошибка для математического ожидания	2567,9	3356,2	1523,6	1683,9
Стандартное отклонение/Ошибка для стандартного отклонения	17,607	16,912	17,607	17,263
Расчетное значение критерия Пирсона	29,464	10,246	2,288	18,512
Теоретическое значение критерия Пирсона	11,10	11,10	11,10	11,10
Индикатор, является ли распределение нормальным	Нет	Да	Да	Нет

На рис. 2 представлена гистограмма распределения толщин сухих пиломатериалов в границах поля допуска.

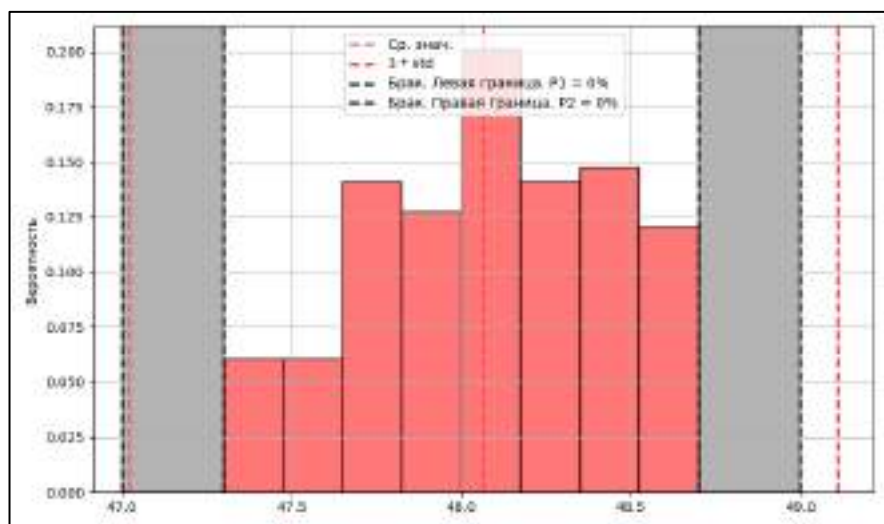


Рис. 2. Гистограмма распределения толщин сухих пиломатериалов в границах поля допуска.

В соответствии с действующими на предприятии ТУ 533111-009-32806167-2015 «Пиломатериалы хвойные экспортного назначения. Технические условия» минимально допустимая толщина пиломатериалов составляет 47 мм, максимально допустимая – 49 мм. Поскольку границы ранжированного ряда замеров толщин (от 47,30 мм до 48,70 мм) находятся в поле допуска, то брак в выборке отсутствует.

В результате проведенных исследований было установлено, что средние потери от усушки составили 1,2 мм по толщине. Лесопильные станки марки NewSaw имеют достаточно точные настройки на заданный размер, а значит могут быть использованы в дальнейшем технологическом процессе с выпуском пиломатериалов, соответствующих по размерным характеристикам действующим техническим условиям.

Библиографический список

1. Медведев В.С. Развитие рынка деревянного домостроения. пути выхода из кризиса / В.С. Медведев, М.Г. Медведева, Н.В. Куликова // Вопросы науки и образования, 2018. –№ 28 (40). –С. 4-7.
2. Свидерская М.Ю. Деревянное домостроение в России / М.Ю. Свидерская, А. Кучай // Образование и наука в России и за рубежом, 2020. –№ 10 (74). –С. 85-91.
3. Тарасова О.Г. Актуальные вопросы производства пиломатериалов / О.Г. Тарасова, Е.М. Цветкова, А.В. Кренев // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии, 2020. – № 4. –С. 97-108.
4. Газизов А.М. Повышение эффективности лесопильного производства / А.М. Газизов, А.И. Исламуратов // Символ науки: международный научный журнал. 2017, – Т. 2. –№ 3. –С. 47-49.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021666516 RU Программа статистической обработки размерно-качественных характеристик лесоматериалов statsProg / К.Д. Жук, С.А. Угрюмов; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова; заявл. 07.10.2021, опубл. 15.10.2021, Бюл. № 10. – 1 с.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОЛНОДРЕВЕСНОСТИ

Митченко А.П.

АО «Шмидт энд Олофсон»

FEATURES OF DETERMINATION AND APPLICATION OF COEFFICIENT OF STACKING DENSITY

Mitchenko A.P.

Schmidt&Olofson JSC

Аннотация. Рассмотрены особенности применения табличных коэффициентов полндревесности, а также методов определения их фактических значений, для вычисления плотного объема штабеля круглых лесоматериалов.

Abstract. The features of the use of tabular coefficient of stacking density, as well as methods for determining their actual values, for calculating the dense volume of a stack of round timber are considered.

Основным методом определения объема балансов (круглые лесоматериалы для переработки на целлюлозу, древесную массу или древесные плиты [1]) в РФ является групповой (геометрический) метод. Он основан на определении складочного объема штабеля бревен (включает в себя как объем древесины, коры, так и объем пустот между бревнами) путем перемножения высоты, ширины и длины штабеля, с последующим переводом его в плотный объем (без коры и пустот), умножением на коэффициент полндревесности ([1], далее КПД) штабеля. Групповой метод используется и для определения объема штабелей, состоящих из фанерных бревен и пиловочника, но в меньшей степени, что связано с их более высокой стоимостью и необходимостью сортировки по диапазонам толщин, для чего применяются поштучные методы измерения: ручные и с использованием автоматизированных линий сортировки.

По настоящий момент, для перевода складочного объема в плотный, используются коэффициенты, которые разрабатывались в 70-е годы 20-го столетия, и были утверждены отраслевым стандартом СССР ОСТ 13-43-79Е «Лесоматериалы круглые. Геометрический метод определения объема и оценка качества лесоматериалов, погруженных в вагоны и на автомобили». В таблице 1 ОСТ 13-43-79Е КПД (переводные коэффициенты) приведены отдельно для круглых лесоматериалов хвойных и лиственных пород длиной от 2,1 м до 8,5 м (с градацией по дине через 0,9, 1,0 и 1,6 м), для различных диапазонов толщин. Научно-практическая разработка коэффициентов полндревесности для штабелей круглых лесоматериалов, с целью их уточнения, дифференциации и приведения в соответствие с современными производственными условиями и требованиями (учитывая и преобладание харвестерной заготовки, повышающей КПД, которой ранее не было), в РФ продолжения не получила. Данное направление выразилось лишь в компилятивной верстке из нормативов СССР ГОСТ 32594-2013 «Лесоматериалы круглые. Методы измерений» (далее ГОСТ), с перепечаткой таблицы 1 ОСТ 13-43-79Е, содержащей КПД (табл. 4 ГОСТ). В ГОСТ добавлена таблица 3, содержащая КПД для штабелей, лежащих на земле. В ней приведены коэффициенты для длин 3, 4, 5, 6 и 7 м, по трем категориям хвойных пород и одной лиственной. В таблице 3 не указаны диапазоны толщин бревен, из которых складываются штабели. КПД таблицы 3 ГОСТ имеют необоснованно высокие (относительно КПД в таблице 4) значения, что не дает возможности их универсального использования.

Для сравнения плотности укладки лесоматериалов в железнодорожном (ж/д) транспорте и штабелях, уложенных на земле, экспертами АО «Шмидт энд Олофсон» на базе АО «Архангельский ЦБК» был проведен эксперимент. В ж/д партиях балансов групповым методом были определены плотные объемы, с использованием КПД по ОСТ 13-43-79Е. КПД корректировались в зависимости от укладки бревен в штабелях, смеси их диапазонов толщин, наличия необрубленных сучьев, кривизны, корневых лап, закомелистости и пр. Ж/д партии были выгружены отдельно по породам и номинальным длинам в общие штабели на земле. Было определено их складочный объем по ГОСТ 2292-88. Делением суммарных плотных объемов ж/д партий балансов на складочный объем штабелей, в которые они были уложены, определялись КПД для штабелей на земле (таб. 1).

Таб.1. Определение КПД для штабелей балансов на земле.

Дата измерения	Сортимент	ΣV ж/д партий (плотных), м ³	Ср. коэфф. полндревесности штабелей в ж/д партиях	Геометрические параметры штабелей на земле, м			Коэфф. штабеля на земле	Δ коэфф. (+/-)
				В ср.	L ср.	H ср.		
11.12.2019	Балансы осиновые	1105,94	0,588	6,01	58,41	5,48	0,574	-0,014
31.07.2019	Балансы хвойные	816,53	0,625	4,10	62,44	5,18	0,616	-0,009
26.02.2020	Балансы хвойные	2507,14	0,616	4,10	134,57	7,41	0,613	-0,003
29.02.2020	Балансы хвойные	2619,55	0,618	4,10	134,07	7,77	0,613	-0,005
23.03.2020	Балансы хвойные	1882,60	0,621	4,08	103,30	7,20	0,620	-0,001
17.03.2020	Балансы березовые	1415,53	0,555	4,03	102,32	6,26	0,548	-0,007
19.03.2020	Балансы березовые	1063,82	0,533	6,10	53,83	6,14	0,528	-0,005
20.03.2020	Балансы березовые	2161,60	0,544	6,03	94,54	6,99	0,542	-0,002

Примечание: 01) штабели не были ограничены стойками, по их краям формировался один «замок» у «земли»; 02) сходные результаты были получены на Кондопожском ЦБК по автомобильным партиям еловых балансов.

В среднем по породам и длинам относительные величины КПД штабелей на земле равны или ниже КПД штабелей в транспортных партиях. Основная причина: при малой ширине штабелей, ограниченных стойками, более плотная укладка бревен в транспорте (дополнительно обусловленная экономической составляющей). Следовательно, КПД ГОСТ для штабелей на земле могут применяться только для средних, имеющих узкие диапазоны толщин, и крупных лесоматериалов (с минимальными размерами пороков древесины) таблицы 1 ОСТ 13-43-79Е (табл. 4 ГОСТ). Отсутствие в таблице 3 ГОСТ разделения КПД по диапазонам толщин, позволяет для одной длины и породы выбирать только один КПД (береза и осина 4 м: 0,663). Штабель же может состоять из брёвен разных диапазонов толщин (8-24, 12-24, 6-40, 16 см и более) и КПД (0,52 – 0,63). В ГОСТ указано, как табличные коэффициенты можно корректировать, в зависимости от укладки и присутствия пороков древесины, изменяющих укладку штабеля. Оговаривается, что поправка к коэффициенту может быть в пределах $\pm 5\%$ (для КПД 0,663 это 0,033).

Сложности применения табличных КПД решают методы корректировки и определения их фактических значений. Для этого на производстве, в первую очередь, используют поштучные методы определения объема: ГОСТ 2708-75 и метод концевых сечений по ОСТ 13-303-92. Мы рассмотрим иные практики.

В ГОСТ 32594-2013, и иных нормативных и справочных материалах [2], предлагается использовать т. н. "метод диагоналей"(способ диагонали А.И. Кузнецова), заключающийся в закладке прямоугольных участков на торце штабеля, диагонали которых пересекают не менее 60 торцов бревен. КПД определяется делением суммы протяженности торцов, которые пересекают диагонали, на протяженность диагоналей. Нона больших, разнородных по укладке штабелях, использование данного метода вызывает практические затруднения. В действующем ГОСТ 9014.0-75 «Лесоматериалы круглые. Хранение. Общие требования» указано: «В один и тот же

штабель укладывают круглые лесоматериалы, отличающиеся по длине: для хвойных - не более чем на 1 м, для лиственных - 0,5 м. Лесоматериалы должны быть уложены комлями и вершинами в разные стороны и выровнены по одной из сторон штабеля. Концы лесоматериалов не должны выступать за выровненную поверхность более чем на 0,5 м». Но и при меньшей величине амплитуды смещения торцов бревен относительно плоскости торца штабеля (как выступающих, так и утопающих вглубь) сложно точно измерить протяженность торцов, попавших на диагонали. Влияет на точность наличие комлевых бревен, спиленных ниже корневой шейки, завышающих суммарную протяженность торцов. Совокупно это может дать погрешность в определении КПД и превысить относительную погрешность $\pm 5\%$, приписываемую групповым методам определения плотного объема партии бревен. Подобные площадки могут быть безопасно и точно измерены только в нижнем слое штабеля (в пределах высоты вытянутой руки человека). На штабелях, которые имеют большую высоту (до 12 м), измерить диагонали и торцы по всей плоскости штабеля, становится невозможно или опасно. Участки же штабеля могут состоять из разных диапазонов толщин различной плотностью укладки; нижние бревна штабелей, имеющих общую высоту более 5-6 м, теоретически, более плотно прилегают друг к другу под тяжестью бревен, лежащих выше. Сложности практического применения метода диагоналей на штабелях, могут быть решены «Фотографическим методом» [3], предлагающим использовать фотографии торцов штабелей для применения метода диагоналей или определения коэффициента полндревесности путем деления суммы площадей торцов поленьев (бревен) на всю площадь торца штабеля. Аналогичный метод может применяться в разработанном ООО «Системы компьютерного зрения», при сотрудничестве с АО «Шмидт энд Олофсон», отечественном мобильном приложении SmartTimber, определяющем на основе обработки фотографий боковых поверхностей и торцов штабелей (в т. ч. распознавания диаметров бревен), геометрические параметры штабелей круглых лесоматериалов и их КПД. При этом скорость обработки данных позволяет оперативно определять на двух противоположных торцах штабеля по множеству «диагоналей» отношение их общей длины к суммарной длине отрезков, попадающих на торцы бревен. Это соотносится с одной из основ математической статистики – законом больших чисел: чем больше число наблюдаемых случаев, тем больше вероятность, что результаты наблюдения приближаются к истинному значению искомой величины.

Подводя итоги, следует сделать акцент на том, что необходим пересмотр имеющихся базовых КПД под современные производственные условия и доработка новых, не имеющих унифицированных и (или) дифференцированных значений.

Библиографический список

1. ГОСТ 32714-2014 Лесоматериалы. Термины и определения;
2. Семенюта Ф. И., Лесная таксация, Гослесбуиздат, Москва, 1961, С. 99;
3. Моисеев В. С., Таксация леса, учебное пособие для лесотехнических ВУЗОВ, Ленинград, 1970 г., С. 66.

ОЦЕНКА ЛОГИЧЕСКОЙ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ДАННЫХ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И РЕЖИМОВ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Угрюмов С.С.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

EVALUATION OF THE LOGICAL REGULARITY IN THE DATA OF THE MAIN PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS AND MODES OF PRODUCTION OF CHIPBOARD

Ugryumov S.S.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Представлена оценка логической закономерности в данных основных физико-механических характеристик и режимов изготовления древесно-стружечных плит на основе модифицированных клеевых составов, с применением программы Deductor. В качестве объекта исследования были использованы экспериментальные данные предела прочности при изгибе, предела прочности при отрыве перпендикулярно к пласти, разбухания плит по толщине после 24 часов вымачивания в зависимости от восьми режимов изготовления. Результаты обработки показали, что наибольшую значимость имеет показатель предела прочности при изгибе, предел прочности при отрыве перпендикулярно к пласти имеет гораздо меньшую значимость, показатель разбухания по толщине не значим. Выявлены зависимости режимов изготовления плит от их прочностных характеристик.

Abstract. An assessment of the logical regularity in the data of the main physical and mechanical characteristics and modes of manufacturing chipboard based on modified adhesive compositions, using the program Deductor. As an object of research, experimental data of the bending strength, the breaking strength perpendicular to the formation, the swelling of plates in thickness after 24 hours of soaking, depending on eight manufacturing modes, were used. The processing results showed that the bending strength index is of the greatest importance, the tensile strength perpendicular to the formation is much less important, the thickness swelling index is not significant. The dependences of the modes of manufacture of plates and their strength characteristics are revealed.

Производство древесно-стружечных плит является динамично развивающимся сектором деревообрабатывающей отрасли, позволяющей выпускать плитный конструкционные материалы с целенаправленным комплексом эксплуатационных свойств при обеспечении комплексного расходования древесного сырья, переработки древесных отходов и низкосортной древесины [1]. Традиционно выпускаемые в соответствии с ГОСТ 10632-2014 отечественные древесно-стружечные плиты не всегда в полной мере отвечают запросам потребителей, в первую очередь, по показателям прочности, водостойкости и эмиссии токсичных веществ [3]. Совершенствование эксплуатационных характеристик плит возможно путем модифицирования клеевых составов, например, олигомерами фуранового ряда. В работе [4] на основе теоретических положений адгезии и на основе экспериментальных данных обоснованы рецептуры клеевых композиций на основе фенолоформальдегидных клеев СФЖ-3014, модифицированных фурфуролацетоновым мономером ФА, обеспечивающих

повышение физико-механических свойств древесно-стружечных плит. Представляет практический интерес поиск логической зависимости между физико-механическими характеристиками плит и технологическими режимами их производства.

Целью работы является определение логической закономерности в данных основных физико-механических характеристик древесно-стружечных плит, изготовленных на основе фенолоформальдегидных клеев СФЖ-3014, модифицированных фурфуролацетоновым мономером ФА, с применением программы Deductor.

В качестве объекта исследования были использованы экспериментальные данные по оценке основных показателей качества древесно-стружечных плит на основе модифицированных клеевых составов – предела прочности при изгибе (МПа), предела прочности при отрыве перпендикулярно к пласти (МПа), разбухания по толщине после 24 часов вымачивания (%) в зависимости от восьми режимов изготовления с варьированием доли модификатора в клеевом составе (масс.ч), расхода клеевого состава (%), температуры прессования (°С) [2].

Каждому из восьми режимов соответствовали шесть дублированных значений показателей физико-механических свойств.

Для выявления логических закономерностей была создана таблица в текстовом документе, импортируемая в Deductor (рис. 1, 2).

		Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при отрыве, МПа	Разбухание по толщине, %
2	Вид режима			
3	РЕЖИМ 1	9,2	34	11,9
4	РЕЖИМ 1	8,6	35,3	16,9
5	РЕЖИМ 1	8,9	36	17,3
6	РЕЖИМ 1	9,4	38,2	17,2
7	РЕЖИМ 1	9,6	40,5	17,5
8	РЕЖИМ 1	9,7	36,8	20,5
9	РЕЖИМ 2	7,9	35,3	18,4
10	РЕЖИМ 2	7,2	38,1	17,3
11	РЕЖИМ 2	7,6	40	17,3
12	РЕЖИМ 2	7,9	42	17,2
13	РЕЖИМ 2	8,3	43	17,3
14	РЕЖИМ 2	8,6	39,2	23,2
15	РЕЖИМ 3	10,8	36,8	14,0
16	РЕЖИМ 3	16	39,7	12,3
17	РЕЖИМ 3	16,2	40,9	13,3
18	РЕЖИМ 3	16,8	41,9	13,9
19	РЕЖИМ 3	17,2	43,4	13,3
20	РЕЖИМ 3	17,7	40,6	17,5
21	РЕЖИМ 4	13,9	40,9	16,3
22	РЕЖИМ 4	13,1	42,9	12,7
23	РЕЖИМ 4	13,4	44,3	16,4
24	РЕЖИМ 4	13,6	46,9	13,2
25	РЕЖИМ 4	14,1	48,7	15,5
26	РЕЖИМ 4	14,9	44,8	18,7
27	РЕЖИМ 5	12,3	42,2	10,3
28	РЕЖИМ 5	11,8	44,1	10,7
29	РЕЖИМ 5	12	45,7	13,3
30	РЕЖИМ 5	12,4	48	10,9
31	РЕЖИМ 5	12,6	49	12,4
32	РЕЖИМ 5	12,7	45,2	15,5
33	РЕЖИМ 6	12,8	59	13,6
34	РЕЖИМ 6	11,8	60,2	12,5

Рис. 1. Табличные данные зависимости физико-механических свойств древесно-стружечных плит от режима производства.

Вид режима	Дл. мессл	РодА	Т, °С	Предел прочности при изгибе, Мпа	Предел прочности при отрыве, Мпа	Разбухание по толщине %
РЕЖИМ 1	0	8	168	8,2	31	17,9
РЕЖИМ 1	0	8	168	8,8	35,3	18,9
РЕЖИМ 1	0	8	168	8,9	36	17,9
РЕЖИМ 1	0	8	168	8,4	30,2	17,2
РЕЖИМ 1	0	8	168	8,6	40,5	17,5
РЕЖИМ 1	0	8	168	8,7	36,8	20,6
РЕЖИМ 2	10	8	168	7,9	35,3	18,4
РЕЖИМ 2	10	8	168	7,2	38,1	17,1
РЕЖИМ 2	10	8	168	7,9	40	17,2
РЕЖИМ 2	10	8	168	8,3	43	17,2
РЕЖИМ 2	10	8	168	8,6	35,7	23,7

Рис. 2. Фрагмент отображения исходных данных в виде таблицы.

В программе Deductor с помощью мастера обработки создали «Дерево решений» с разбиением исходного набора данных на подмножества (рис. 3).

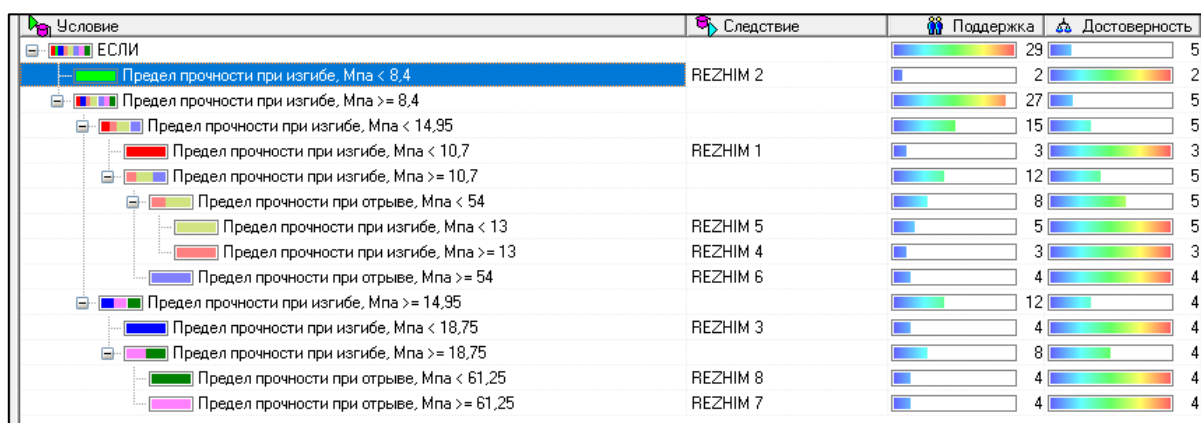


Рис. 3. Дерево решений.

Значимость физико-механических свойств плит на основе анализа массива экспериментальных данных показана на рис. 4. Результаты обработки показали, что наибольшую значимость имеет показатель предела прочности при изгибе (77,8%), предел прочности при отрыве перпендикулярно к пласти имеет значимость 22,2%, показатель разбухания по толщине не значим, поскольку он не стабилен, варьируется в больших пределах даже в пределах одного режима изготовления плит.

Целевой атрибут: Вид Режима			
№	Номер	Атрибут	Значимость, %
1	1	Предел прочности при изгибе, Мпа	77,823
2	2	Предел прочности при отрыве, Мпа	22,177
3	3	Разбухание по толщине %	0,000

Рис. 4. Значимость атрибутов (физико-механических свойств плит).

На рис. 5 представлена таблица сопряженности, которая отображает результаты сравнения категориальных значений исходных экспериментальных данных и категориальных значений расчетных данных.

В этой таблице зафиксировано 3 случая ложного обнаружения из 48 (что составляет 6%), то есть степень близости экспериментальных и расчетных данных и точность модели составляет 94%.

Фактически	Классифицировано								Итого
	РЕЖИМ 1	РЕЖИМ 2	РЕЖИМ 3	РЕЖИМ 4	РЕЖИМ 5	РЕЖИМ 6	РЕЖИМ 7	РЕЖИМ 8	
РЕЖИМ 1	6								6
РЕЖИМ 2	1	5							6
РЕЖИМ 3			6						6
РЕЖИМ 4				6					6
РЕЖИМ 5					6				6
РЕЖИМ 6						6			6
РЕЖИМ 7							5	1	6
РЕЖИМ 8							1	5	6
Итого	7	5	6	6	6	6	6	6	48

Рис. 5. Таблица сопряженности.

Визуализатор программы «Что-если» дает возможность анализировать модель по принципу «что будет, если» и позволяет исследовать ее поведение при подаче на вход тех или иных данных (рис. 6).

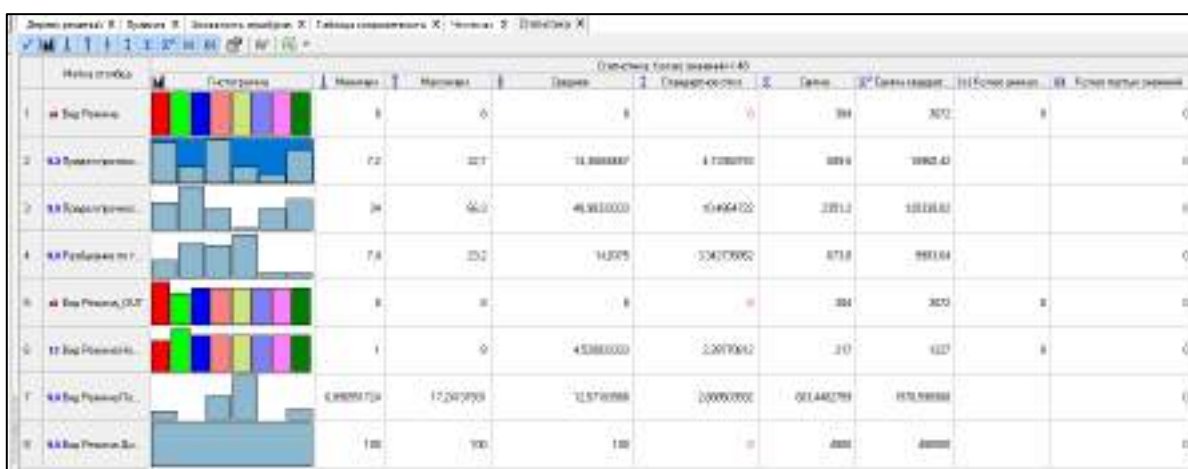


Рис.6. Визуализатор программы «Что-если».

Были выявлены следующие основные закономерности: если плита изготовлена при режиме №1, то ее прочность при изгибе будет менее 10,7 МПа; если плита изготовлена при режиме №2, то ее прочность при изгибе будет менее 8,4 МПа; если плита изготовлена при режиме №3, то ее прочность при изгибе будет менее 18,75 МПа; если плита изготовлена при режиме №4, то ее прочность при изгибе будет больше 13 МПа; если плита изготовлена при режиме №5, то ее прочность при изгибе будет менее 13 МПа; если плита изготовлена при режиме №6, то ее прочность при отрыве перпендикулярно к пласти будет больше 54 МПа; если плита изготовлена при режиме №7, то ее прочность при отрыве перпендикулярно к пласти больше или равна 61,25 МПа; если плита изготовлена при режиме №8, то ее прочность при отрыве перпендикулярно к пласти будет менее 61,25 МПа.

Таким образом, на основе имеющихся фактических прочностных характеристик древесно-стружечных плит можно определить технологический режим их изготовления и, наоборот, на основе технологических условий изготовления плит спрогнозировать их прочностные характеристики.

Библиографический список

1. Баяндин М.А. Производство древесных плит / М. А. Баяндин, А. И. Криворотова, В. Л. Соколов. – Красноярск: СибГАУ, 2016. – 78 с.

2. Осетров А.В. Формирование древесно-стружечных плит на основе модифицированной фенолоформальдегидной смолы: специальность 05.21.05 Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / А.В. Осетров; Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. – Санкт-Петербург, 2016. – 159 с.
3. Разиньков Е.М. Динамика изменения требований стандартов к прочности древесно-стружечных плит: причины и следствие / Е.М. Разиньков, Т.Л. Ищенко // Современные машины, оборудование и IT-решения лесопромышленного комплекса: теория и практика: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж: ВГЛТУ, 2021. С. 304-311.
4. Ugryumov S.A. Determination of the properties of modified phenol-formaldehyde oligomers and wood panels based on them / S.A. Ugryumov, A.V. Osetrov, A.V. Sviridov // Polymer Science Series D : МАИК Nauka / Interperiodica distributed exclusively by Springer Science+Business Media LLC, 2015. – V. 8. –№ 2. – P. 113-115.

Секция общей экологии и почвоведения

**ДРЕВОСТОИ СОСНЫ НА ПОЧВАХ НА ДВУЧЛЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ
ЛИСИНСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

Ануфриев М.В.¹, Данилов Д.А.^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М.Кирова,

²Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»
филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

**STANDS OF PINE ON SOILS ON TWO-MEMBER DEPOSITS OF THE LISINSKY
EDUCATIONAL AND EXPERIMENTAL FORESTRY**

Anufriev M.V.¹, Danilov D.A.^{1,2}

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,

²Leningrad Agricultural Research Institute «Belogorka» branch office Russian Potato
Research Centre

Аннотация. Состав древостоя, как один из таксационных показателей, является важным аспектом в изучении продуктивности лесных насаждений и определения правил ведения лесного хозяйства. В работе рассмотрена зависимость продуктивности лесных насаждений от состава древостоя, а также даны рекомендации по формированию смешанных хвойных древостоев с участием сосны.

Abstract. The composition of the stand, as one of the taxation indicators, is an important aspect in studying the productivity of forest plantations and determining the rules of forestry. The paper considers the dependence of the productivity of forest plantations on the composition of the stand, and also gives recommendations for the formation of mixed coniferous stands with pine.

Определение взаимосвязи состава древостоя с продуктивностью лесных насаждений является актуальной темой, так как затрагивает интересы государства и арендаторов. Особенно, в связи с тем, что в последние десятилетия в европейской части России ощущается резкая нехватка спелых древостоев, ведутся активные рубки, поэтому возникает необходимость в восполнении запасов леса и сокращении периода выращивания для получения товарной древесины. Так некоторые научные работы утверждают, что смешанные древостои в бореальных зонах демонстрируют сильное и значительное положительное влияние на продуктивность лесных насаждений [1]. Другие исследования в тропических и умеренных экосистемах показывают, что состав древостоя только увеличивает скорость роста в диаметре, но не в высоту [2]. Это говорит о том, что создание смешанных насаждений ведет к возможному положительному влиянию на продуктивность древостоев, и необходимости исследований в разных природных зонах. Древостой неотделимо связан с почвой, на которой он произрастает, и от её свойств зависят таксационные характеристики будущего насаждения, в качестве которого заинтересованы заготовители и лесной комплекс.

Исследуемые в данной статье участки земель лесного фонда с почвами на двучленных отложениях широко распространены в Ленинградской области. Они характеризуются присутствием двух толщ в пределах одного почвенного профиля,

которые различаются гранулометрическим составом и (или) другими литологическими особенностями не почвенного происхождения, в той или иной степени дифференцированных почвенными процессами. Одной из главных особенностей данных почв является резкое уменьшение плотности по глубине, которое влияет на весь комплекс физических условий в почве, на ее водный, воздушный и тепловой режимы, а следовательно, и на условия её биологической активности. Проведённое ранее исследование позволило сделать заключение о возможности формирования высокопродуктивных смешанных древостоев на почвах, сформировавшихся на двучленных наносах [3]. Поэтому исследования в данном направлении представляют практический и теоретический интерес для ведения лесного хозяйства.

Объектом исследования является территория более 1200 га учебно-опытного Лисинского лесничества. Само лесничество примечательно тем, что оно имеет типичные природно-климатические условия для Ленинградской области. Местность привлекает внимание тем, что имеется широкое распространение плоских, ступенчатых форм рельефа, как результат деятельности озерно-ледниковых вод и развития ленточных глин, озерно-ледниковых отложений и морен. Активное ведение лесного хозяйства в данном районе дает полную и объективную информацию о интересующих участках. Использовался массив таксационных данных по лесничеству, которые послужили основой данного исследования.

Также в исследовании использовалась почвенная карта Лисинского лесничества, которая была оцифрована при помощи программы QGIS. В данной программе были выделены все интересующие выделы и на них наложены данные с лесоустройства. В выборку вошли все группы возрастов с вариацией от 1 до 10 единиц сосны в составе насаждения. Отбирались только те древостои, в которых доля сосны превышала долю ели.

На основе полученных данных построена диаграмма показывающая, как в зависимости от доли участия сосны в составе древостоя меняется запас по классам возраста (рис.1).

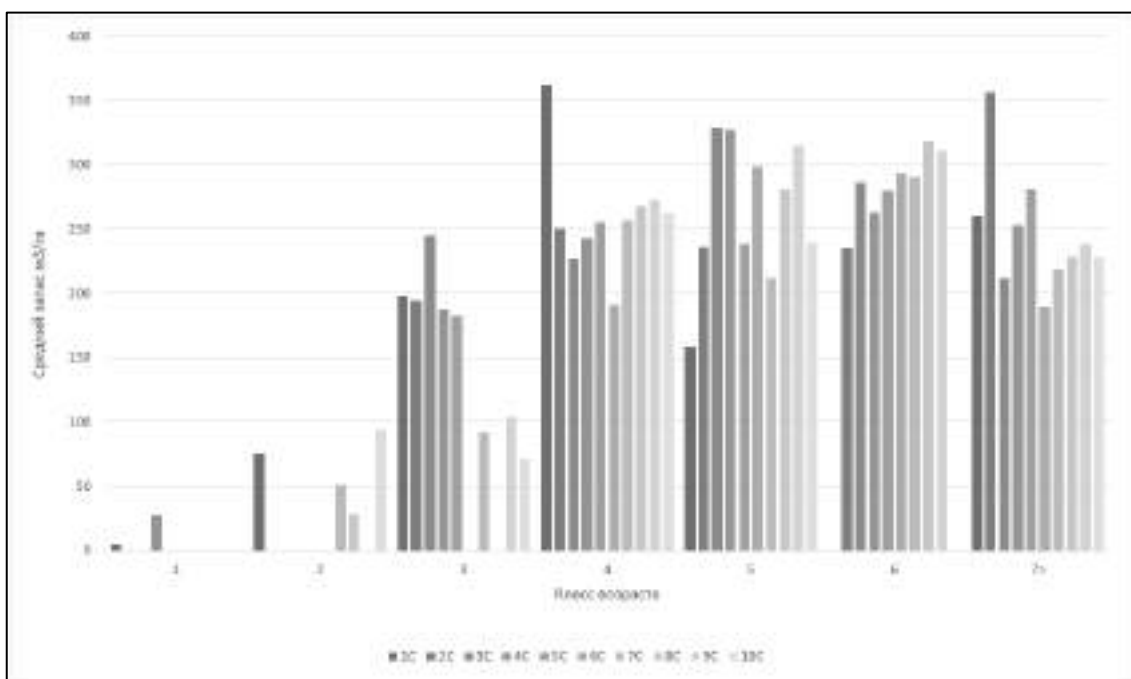


Рис. 1. Зависимость запаса древостоя от доли участия сосны по классам возраста.

На полученной диаграмме можно видеть, что наибольший средний запас в первом классе возраста при 1 и 4 единицах сосны в составе. Во втором классе возраста наибольший средний запас сформировался при 1 и 10 единицах сосны в составе, в третьем классе при 1 и 3 единицах, в четвертом классе при 1 и 9, в пятом классе при 3 и 4 единицах, в шестом классе при 8 и 9. В седьмом классе и более наибольший запас зафиксирован при 3 и 5 единицах сосны в древостое.

Анализируя график представленный на рис. 1, можно сделать вывод, что средний запас увеличивается к пятому классу возраста, после чего идет на спад, что согласуется с общим пониманием о ходе росте леса. В нашем исследовании максимальный средний запас в 5-м классе возраста составил более 300 м³ при 3-х единицах сосны в составе древостоя на почвах на двучленных отложениях, что говорит о целесообразности создания смешанных древостоев с участием сосны в данных условиях произрастания.

Поэтому необходимо обратить внимание на исследования по данному вопросу, и в перспективе оптимизировать ведение лесного хозяйства с учётом состава формируемых смешанных древостоев с участием сосны на различных почвах.

Библиографический список

1. Paquette A., Messier C. The effect of biodiversity on tree productivity: from temperate to boreal forests // *Global Ecology and Biogeography*. 2011. Vol. 20 (1). P.170–180.
2. Piotta D. A meta-analysis comparing tree growth in monocultures and mixed plantations // *Forest Ecology and Management*. 2008. Vol. 255 (3). P. 781–786.
3. Данилов Д.А. Особенности формирования смешанных древостоев, товарная структура и плотность древесины сосны и ели: специальность 06.03.02 "Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация": автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Данилов Дмитрий Александрович. – Санкт-Петербург, 2016. – 42 с. – EDN XBRVYF.

НАДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА ХВОЙНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

Ануфриев М.В.¹, Яковлев А.А.^{1,2}, Крылов И.А.¹, Данилов Д.А.^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М.Кирова,

²Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка» филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

ABOVEGROUND PHYTOMASS OF CONIFEROUS TREE SPECIES ON POSTAGROGENIC LANDS

Anufriev M. V.¹, Yakovlev A. A.^{1,2}, Krylov I. A.¹, Danilov D.A.^{1,2}

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,

²Leningrad Agricultural Research Institute «Belogorka» branch office Russian Potato Research Centre

Аннотация. Изучение надземной фитомассы древесной растительности является актуальным вопросом как для государства, так и для частных компаний, так как является одной из наиболее важных экологических характеристик растительных ассоциаций. В настоящей работе проводится исследование распределения надземной фитомассы сосны и ели по фракциям, произрастающих на старопахотном поле.

Производится оценка вклада каждой фракции всех древесных пород на формирование общей фитомассы всего древостоя.

Abstract. The study of aboveground phytomass of woody vegetation is an urgent issue for both the state and private companies, as it is one of the most important ecological characteristics of plant associations. In this paper, the study of the distribution of aboveground phytomass of pine and spruce by fractions growing in the old arable field is carried out. The contribution of each fraction of all tree species to the formation of the total phytomass of the entire stand is estimated.

Фитомасса или биологический запас – это накопленное к определенному моменту общее количество живого органического вещества с разделением его на дифференциальные группы. Такие как надземные многолетние части (стволы, ветви, хвоя и т.п.), однолетние надземные (листья, хвоя, цветки и т.п.) и подземные части (клубни, корни, луковицы и т.п.). Все эти компоненты дают представление о самой структуре фитомассы. Различное процентное соотношение этих составляющих является показательным для каждой растительной ассоциации своего региона [1]. Также процентное соотношение фитомассы указывает на наиболее продуктивные местообитания и древесные породы.

В основе таксации идет определения запаса только стволовой части дерева, однако как показывают некоторые исследования, для оценкивсей ценности древостоя необходимо учитывать не только экономический, но и экологический эффект, а именно, количественные и качественные показатели фитомассы [2, 3].

В связи с выходом больших территорий из сельскохозяйственного оборота, возникает интерес к возможному использованию данных земель как место для создания ликвидных лесных насаждений. Проведенное ранее исследование позволяет сделать вывод о возможном более быстром росте, на постагrogenных землях, за счет мощного бывшего пахотного гумусированого горизонта [4].

Объектом исследования было старопахотное поле в Гатчинском районе Ленинградской области, период залежи которого составляет 25 лет. Одна сторона которого примыкает к стене соседнего леса. Почвы изучаемого поля являются агроземами с пахотным горизонтом 35 см, который был образован на типичном двучленном наносе. В живом напочвенном покрове преобладают мезотрофные виды, среди которых встречаются как лесные, так и луговые представители.

Методом сбора надземной фитомассы был отбор шести модельных деревьев для каждой породы, а именно подбирались два дерева по каждой категории крупности. Для всех деревьев определялась масса ветвей и хвои, также отбирались по три модельные ветви для последующей сушки и пересчета фитомассы на абсолютно сухую массу. Из стволов через каждый метр выпиливались шайбы для последующего определения объема и базисной плотности древесины. Абсолютно сухая масса ствола определялась перемножением базисной плотности на объем образца [1].

На основе полученных данных в исследовании построена диаграмма, показывающая процентное распределение надземной фитомассы по фракциям и породам (рис. 1.)

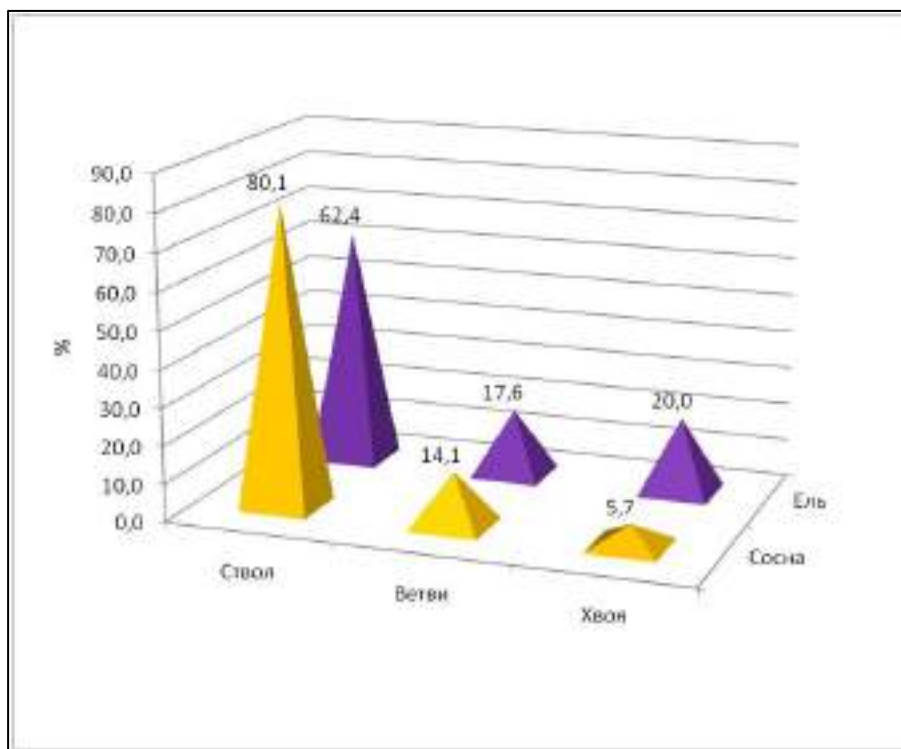


Рис. 1. Процентное распределение надземной фитомассы по фракциям и породам.

На полученной диаграмме можно видеть, что основная масса сосредоточена в стволах деревьев, а наименьшая в хвое и ветвях, что согласуется с общим пониманием о фитомассе. Также видно, что наибольший стволовой процент фитомассы у сосны, а процент фитомассы ветвей и хвои у ели, причем процент фитомассы хвои ели больше процента фитомассы ветвей. Данное различие сосны и ели говорит о большей продуктивности сосны в данных природных условиях, как источник ликвидной древесины.

Основываясь на процентном соотношении фитомассы сосны и ели можно заключить, о возможной заготовки сортиментов и топливной щепы.

Библиографический список

1. Родин Л.Е. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л.Е. Родин, Н.П. Ремезов, Н.Н. Базилевич. - Л.: Наука, 1968. - 145 с.
2. Бабошко О.И. Фитомасса древесных пород степи / О.И. Бабошко, Е.В. Агеева // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2014. – № 38. – С. 3-6. – EDN SHFHLB.
3. Танюкевич В.В. Надземная фитомасса лесных полос, их влияние на ветровой режим и влагонакопление / В.В. Танюкевич // Полиматический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. - №07(091). – IDA [article ID]: 09113708. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/38.pdf>, 1,563 у.п.л.
4. Грибов С.Е., Корчагов С.А., Хамитов Р.С., Евдокимов И.В. Производительность древостоев, сформировавшихся на землях сельскохозяйственного назначения // Лесной вестник. 2020. Т.24. №6. С.19-25. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-6-19-25.

ЗОЛЬНОСТЬ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВ НА ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

Крылов И.А.¹, Яковлев А.А.^{1,2}, Ануфриев М.В.¹

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М.Кирова,

²Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»
филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

ASH CONTENT OF CONIFEROUS TREES ON POST-AGROGENIC LANDS

Krylov I. A.¹, Yakovlev A.A.^{1,2}, Balkovsky R.A.¹, Anufriev M.V.¹

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,

²Leningrad Agricultural Research Institute «Belogorka» branch office Russian Potato
Research Centre

Аннотация. Процентное содержание зольных элементов в древесной растительности является одним из важнейших показателей для использования древесины в качестве топливного сырья. В настоящей работе приводятся зольность хвойных древесных пород, произрастающих на постагrogenных землях, и приводятся варианты использования их древесины.

Abstract. The percentage of ash elements in woody vegetation is one of the most important indicators for the use of wood as fuel. This paper gives ash content of coniferous tree species growing on post-agrogenic lands and provides options for the use of their wood.

Введение. Определение технических показателей древесины имеет серьёзное значение для различных направлений отечественной промышленности. Одним из важнейших показателей технической характеристики древесины является содержание в ней золы. Процентное содержание золы или зольность древесины – это содержание в топливе минеральных веществ, остающихся после полного сгорания всей горючей массы. Зольность древесины является нежелательной частью топлива, так как снижает содержание горючих элементов и затрудняет эксплуатацию топочных устройств. Зольность разных частей растения содержит важнейшую информацию, как о свойствах, так и о среде обитания этого растения. Данная информация необходима при создании теоретических основ оптимизации породного состава древесной растительности при выращивании насаждений. Оценка зольности различных видов древесных растений, валового потребления ими зольных элементов в пределах одного биотопа является актуальной и важной задачей [2].

Целью работы является оценка зольности древесины различных пород деревьев на постагrogenных землях.

Объектом исследования является старопахотное поле, расположенное в Гатчинском районе Ленинградской области. Срок залежи участка 25 лет. А также лесные культуры, выращенные на постагrogenных землях, высаженные в том же районе, рядом с тем же полем.

Материал и методика. Исходный материал, представлен 6 модельными деревьями двух пород (ель европейская и сосна обыкновенная), а также ветвями и хвоей по три штуки с каждой породы. Пробы древесины, для определения зольности, брались через один метр протяжённости ствола каждой породы.

Зольность древесины определялась следующим образом. Материал высушивался при температуре 100-105°C до абсолютного сухого состояния. Далее материал сжигался в муфельной печи при температуре 800°C, после этого образовавшаяся зола взвешивалась [3, 4].

Результаты и обсуждение. В современном мире использование ископаемого топлива становится нецелесообразным для эксплуатации. Связано это с исчерпаемостью ископаемых видов топлива и, следовательно, повышению цен на эти виды. Монополия во владения месторождениями ископаемого топлива приводит к тому, что собственники имеют возможность влиять на ценообразование, например, на политической арене и наоборот. Цены на стратегически важные ресурсы могут влиять как на внешнюю, так и на внутреннюю политику конкретных государств. Именно поэтому сейчас очень популярно использовать возобновляемые источники энергии. Таким источником энергии является, например, топливные брикеты, или же евродрова.

Топливные брикеты представляют собой альтернативный вид древесного топлива, способный заменить собой уже известные ископаемые и не ископаемые виды топлива, такие как: дрова, уголь, газ и др. Топливные брикеты изготавливаются из любых древесных материалов, но массовое их изготовление чаще всего производится из отходов деревообрабатывающей промышленности. Основным материалом в данном случае являются опилки и отходы производства

Топливные брикеты на сегодняшний день являются экологическим и прогрессивным альтернативным видом топлива. Евродрова обладают низкой зольностью, высокой теплотой сгорания, относительно низкой стоимостью, отсутствием специальных условий хранения, экологичностью, а самое важное, что брикеты являются природным и возобновляемым ресурсом, поскольку изготавливаются из растительной биомассы.

Брикеты из древесины имеют следующие показатели [1]:

- Процентное содержание золы или зольность (%) – до 5 %;
- Теплотворная способность или теплота сгорания (ккал/кг) – 4000-5000 ккал/кг

Эти данные позволяют понять, что брикеты экологически выгодно использовать в качестве альтернативного вида топлива.

Также прекрасным выбором в качестве альтернативного источника тепла могут служить топливные пеллеты. Важно понимать, что данный вид альтернативного топлива уже давно стал популярным на топливном рынке Европы. Ими отапливается около 50% частных домовладений, а также он используется для производства электроэнергии и теплоэнергии на крупных станциях.

Пеллеты из древесины имеют следующие показатели [1]:

- Процентное содержание золы или зольность (%) – до 1 %;
- Теплотворная способность или теплота сгорания (МДж/кг)–17,22 МДж/кг.

Проведённое исследование показало, что содержание золы различно для изучаемых хвойных пород (рис. 1).

Самое малое процентное содержание золы в стволе у сосны естественного происхождения (0,25%), но в тоже время в её ветвях находится второе по величине значение зольности (2,05%). Наибольший процент содержания золы получен для искусственного возобновления сосны (1,07%), но содержание золы в хвое (0,64%) меньше, чем у других пород. В естественных ельниках зольность стволовой части оказалась выше (0,58%), чем в искусственно созданных (0,33 %). Естественное возобновление также обгоняет искусственное по ветвям (2,63 %) и по хвое (1,68 %). У лесных культур ели содержание золы в ветвях (0,65 %) и хвое (0,86 %). Изучая эти

данные, можно сделать вывод, что лесные культуры сосны обыкновенной, как и естественное возобновление ели европейской, эффективнее используют почвенные ресурсы и затрачивает меньше важных минеральных веществ для образования древесины, по сравнению с другими породами. Больше всех затрачивает минеральных веществ Лесные культуры сосны обыкновенной. Также процентные показатели зольности являются высокими, что указывает на непосредственное влияние трофности места произрастания.

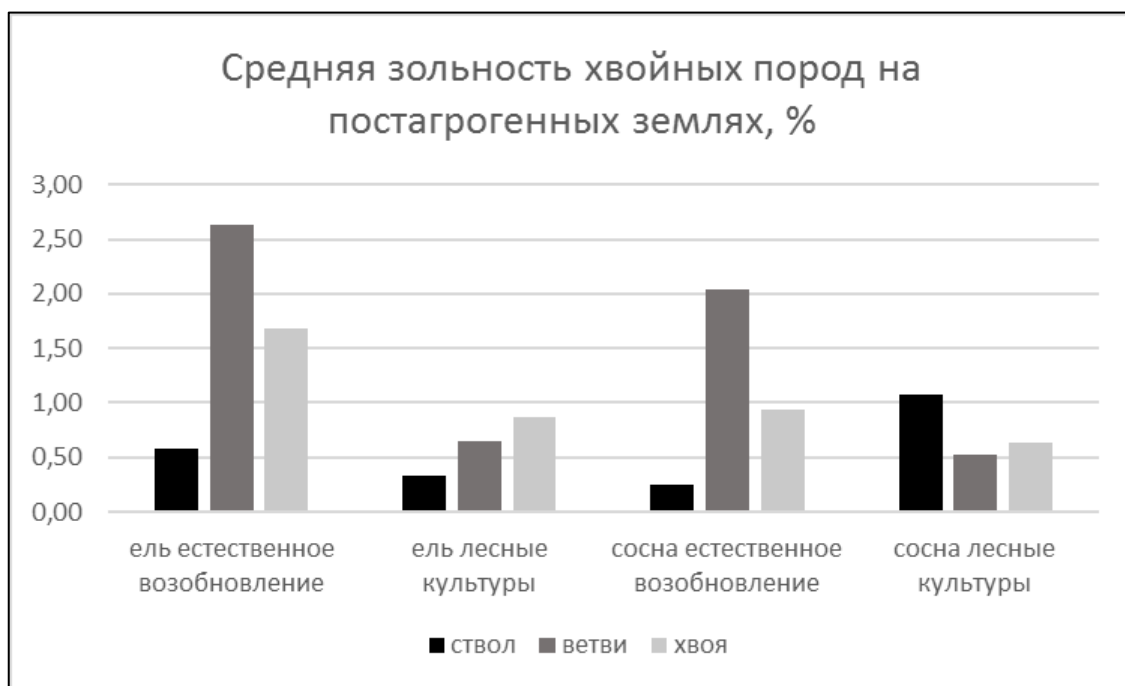


Рис. 1. Зольность хвойных древесных пород на постагрогенных землях.

Заключение. Основываясь на полученных данных, можно сделать вывод, что использование лесных насаждений на постагрогенных землях целесообразно, например, для производства альтернативных топливных ресурсов.

Библиографический список

1. Головков С.И., Коперин И.Ф., Найденов В.И. Энергетическое использование древесных отходов.— М.: Лесн. пром-сть, 1987.— 224 с.
2. Демаков Ю.П., Швецов С.М., Швецов А.М. Зольный состав древесины различных пород деревьев в пойменном биотопе // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2012. №31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zolnyy-sostav-drevesiny-razlichnyh-porod-dereviev-v-roymennom-biotope>
3. Леонтьев Л.Л. Древесиноведение и лесное товароведение: учебник / Л.Л. Леонтьев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-4167-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115662>
4. Оболенская А.В., Щеголев В.П., Аким Г.Л., Коссович Н.Л., Емельянова И.З. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. — Ленинград, 1964.— 412 с.

**ЭМИССИЯ CO₂ ПОЧВЕННЫМ ПОКРОВОМ БОТАНИЧЕСКОГО САДА
СПБГЛТУ ИМ. С. М. КИРОВА**

**Мерзук С.А.¹, Герасимова Т.А.¹, Шкуренок Е.Д.¹, Ануфриев М.В.¹,
Яковлев А.А.^{1,2}, Богданова Л.С.¹**

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М.Кирова,

²Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»
филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля
имени А.Г. Лорха»

**CO₂ EMISSION BY THE SOIL COVER OF THE BOTANICAL GARDEN OF SPBFTU
Merzuk S. A.¹, Gerasimova T.A.¹, Shkurenkov E.D.¹, Anufriev M. V.¹, Yakovlev A. A.^{1,2},
Bogdanova L. S.¹**

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,

²Leningrad Agricultural Research Institute «Belogorka» branch office Russian Potato
Research Centre

Аннотация. Изучение эмиссии CO₂ является актуальным вопросом, так как углекислый газ играет ключевую роль в сохранении тепла на Земле, и он необходим для существования животных и растений на планете. В данной статье приводятся описание исследования углеродного обмена почв Ботанического сада СПбГЛТУ им. С.М. Кирова и его результаты.

Abstract. The study of CO₂ emissions is an urgent issue, since carbon dioxide plays a key role in preserving heat on Earth, and it is necessary for the existence of animals and plants on the planet. This article describes the study of carbon exchange of soils of the Botanical Garden of St. Petersburg State Technical University named after S.M. Kirov and its results.

Введение. Учет CO₂ остаётся актуальной задачей и по сей день, так как он является парниковым газом и имеет большое влияние на теплообмен планеты, кроме того он необходим растениям, которые поглощая это соединение получают углерод и выбрасывают кислород. С увеличением углекислого газа в атмосфере увеличивается и парниковый эффект, который приводит к повышению температуры на планете, для теплых регионов это губительно, так как вызываются засухи и другие неблагоприятные явления, а в холодных регионах начинает таять вечная мерзлота, разрушая рельеф и выпуская патогены, хранящиеся в ней. Высвобождение потоков CO₂ с поверхности почвы является одним из самых мощных источников углекислого газа, и незначительные изменения в процессе круговорота углекислого газа в почве может послужить предпосылкой к появлению серьёзных нарушений газового баланса в атмосфере [1]. Большая часть углекислого газа выделяется при минерализации органических веществ.

Показатели дыхания почвы широко используются для оценки продуктивности экосистем, а также для анализа активности почвенных микробных сообществ. Выделение углекислого газа может служить объективным показателем интенсивности разложения органического вещества почвы и позволяет охарактеризовать один из важнейших аспектов биологического круговорота веществ, а именно круговорот углерода.

Показатель интенсивности трансформации углеродных соединений в почве имеет высокую значимость, влияющую на плодородие почвы и, как следствие, на состояние растений, произрастающих на ней. Почвенный покров выступает в роли депонента в ходе естественного процесса круговорота углерода (С), что сказывается на соотношении конечной микробиологической трансформации прижизненного отпада.

Исследования, по данному вопросу проведенные ранее, показывают, что на разных территориях эмиссия углекислого газа варьируется и для более полного понимания данного процесса необходимо изучение больших территорий [2].

Описание объекта. Настоящее исследование проводилось на территории верхнего дендросада Ботанического сада СПбГЛТУ им. С. М. Кирова под пологом тсуги. Сам Ботанический сад был основан в 1827 году и функционирует как учебно-научно-производственный комплекс университета. В нем проводится обучение студентов, и ведутся научно-исследовательские работы. Почвы на данном участке являются насыпными суглинистыми, то есть сформированными человеком, также они характеризуются низкой рекреационной нагрузкой, ввиду ограничения доступа граждан.

Методика и результаты. Опыт по определению скорости эмиссии CO_2 был проведен методом Штатнова [3]. Суть метода заключается в улавливании углерода на поверхности почвы путем его поглощения раствором щелочи с дальнейшим титрованием её кислотой.

В ходе эксперимента на поверхности почвы были размещены стеклянные бюксы с 10 мл 0,1 н NaOH. Затем бюксы были накрыты одинаковыми сосудами-изоляторами, у которых края были заглублены в почву на 1,5-2 см. Рядом была заложена контрольная проба – в тех же условиях, но установленная на стеклянный поддон. Щелочь в бюксах поглощает CO_2 ИЗ ПОЧВЫ, избыток щелочи учитывается титрованием.

Спустя 3 часа сосуды были сняты, в лабораторных условиях было проведено титрование при помощи 0,1 н HCl по фенолфталеину, до тех пор, пока розовый окрас полностью не исчез. Предварительно в раствор, для связывания CO_2 был добавлен 1 мл 20%-го раствора BaCl_2 .

Вывод. Таким образом, результаты оценки параметров дыхательной активности почв Ботанического сада СПбГЛТУ им. С. М. Кирова, характеризующейся низкой антропогенной нагрузкой, показывают, что выделение диоксида углерода в атмосферусоставляет 18,68 мг CO_2 на 1 м² в час. Для составления общей картины углеродного баланса и расчета общего объема депонированного углерода необходимы дальнейшие исследования в данной сфере.

Библиографический список

1. Кудеяров В.Н., Курганова И.Н. Дыхание почв России. Анализ базы данных многолетнего мониторинга. Общая оценка // Почвоведение. – 2005. – № 9. – С. 1112–1121.
2. Вершинин А.А., Петров А.М., Каримуллин Л.К. Дыхательная активность почв в окрестностях Нижнекамского промышленного комплекса // Российский журнал прикладной экологии. 2017. №2 (10)
3. Определение скорости эмиссии CO_2 из почвы методом Штатнова. — Текст: электронный // Studref: [сайт]. — URL: https://studref.com/370318/agropromyshlennost/opredelenie_skorosti_emissii_pochvy_metodom_shtatnova

СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СОРБЕНТА, ПОЛУЧАЕМОГО ИЗ ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С КЛАССИЧЕСКИМИ НЕФТЕСОРБЕНТАМИ

Мухаметзянова Л.А.¹, Дурова А.С.¹

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М.Кирова

COMPARISON OF THE CHARACTERISTICS OF THE PRODUCED FROM WASTE OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY WITH CLASSICAL OIL SORBENTS

Mukhametzyanova L.A.¹, Durova A.S.¹

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Нефть является частым загрязнителем окружающей среды. ПДК нефтепродуктов в воде 0,3 мг/дм³, а содержание бенз(а)пирена в почве 0,02 мг/кг. Один из наиболее экологичных и эффективных способов устранения нефтяного загрязнения на воде, технических площадках и почвах – применение различных нефтесорбентов. Применение нефтесорбента, производимого из отходов ЦБП, может позволить значительно снизить расходы на покупку сорбентов на предприятиях, а также сократить негативное влияние человека на окружающую среду за счет снижения объема отходов целлюлозно-бумажной промышленности.

Abstract. Oil is a frequent environmental pollutant. MPC for oil products in water 0,3 mg/dm³ (GOST 31953-2012) and the content of benz(a)pyrene in the soil is 0.02 mg/kg (HS 2/1/7/2041-06). One of the most environmentally friendly and effective ways to eliminate oil pollution on water, technical sites and soils is the use of various oil sorbents. The use of an oil sorbent produced from pulp and paper waste can significantly reduce the cost of purchasing sorbents at enterprises, as well as reduce the negative human impact on the environment by reducing the volume of waste from the pulp and paper industry.

Сорбенты – это вещества, твердые или жидкие, избирательно поглощающие (сорбирующие) из окружающей среды другие вещества путем адсорбции (поверхностного связывания молекул) и абсорбции (полного поглощения молекул).

Сорбенты используются в медицине (например, применение активированного угля при пищевых отравлениях, применение Полисорба при пищевой и хронической аллергии) [7], в быту (использование ионообменной смолы в бытовых фильтрах для воды) [5, 6], в промышленности (ликвидация утечек нефти при помощи нефтесорбентов) [4, 8].

Нефтесорбенты – это различные вещества, адсорбирующие или абсорбирующие нефтепродукты и органические химикаты.

На текущий момент при ликвидации аварийных разливов нефти используется более 200 видов современных сорбентов: сорбенты на основе модифицированного торфа, мха, целлюлозы, сыпучие органоминеральные сорбенты, сорбирующие синтетические полотна, сорбирующие фильтры, дренажные ловушки и др. Среди них выделяются 3 основные категории:

Неорганические сорбенты, полученные из горных и минеральных пород, почвенных фракций. Например, глина, диатомит, песок, туфы, цеолит, пемза и т.д.

Органическиеприродные и органоминеральные – сорбенты, изготовленные из материалов органического происхождения. Например, древесные опилки и щепа, шерсть, макулатура, модифицированный торф, сфагновый мох и т.д.

Синтетические– сорбенты, полученные из синтетических волокон различной толщины. Например, лавсан, полипропилен, полиуретан и др. виды пластиков [1].

Рассмотрим эти категории более подробно на примерах выпускаемых и применяемых в производственных условиях сорбентах (таб. 1).

Таб. 1. Сравнительная характеристика нефтесорбентов различных категорий.

	Категория нефтесорбента		
	Неорганический	Органо-минеральный	Синтетический
Название	Нефтесорбент ПРОФСОРБ УЛЬТРА (фильтрующий) https://waterhim.ru/	Минерально- целлюлозный сорбент AGSorb https://ag-sorb.ru/	Сорбирующее полотно для нефтепродуктов WR101-H https://waterhim.ru/
Страна производитель	Россия	Россия	Россия
Вид	Серебристо-желтые гранулы неправильной формы	Рассыпчатая смесь в виде гранул серого/белого/бежевого цвета без посторонних включений	Полотно белого цвета
Состав	Вспученный вермикулит	Модифицированная целлюлоза	Полипропиленовое волокно
Емкость поглощения* г/г	До 8 г нефтепродуктов /г сорбента на твердой поверхности, до 2 г на воде	9,2-10,2г нефтепродуктов/г сорбента	До 14 г нефтепродуктов/ г сорбента
Плавуемость	Не менее 24 часов, с нефтепродуктом – не ограничена	Не менее 24 часов	Не известна
Класс опасности	4	4	4
Утилизация	Захоронение или выжигание	При применении сорбента на почве или в водоемах утилизация сорбента не требуется. При обработке твердых искусственных поверхностей возможна утилизация путем сжигания или захоронения	Собранную жидкость можно повторно использовать, либо утилизировать путем сжигания или захоронения

	Категория нефтесорбента		
	Неорганический	Органо-минеральный	Синтетический
Способность к регенерации	Возможна регенерация (до 3-4 раз) в сжигающих установках	Нет	Материал изделий из нетканого полотна можно регенерировать путем отжима
Стоимость, руб/кг	290	От 80	765

*Емкость поглощения зависит от вязкости нефтепродуктов

Оценим достоинства и недостатки различных категорий нефтесорбентов:

- Неорганические нефтесорбенты имеют высокую способность к регенерации, но в то же время низкую сорбционную емкость. Поэтому сорбенты этой категории применяются нечасто.
- Органические нефтесорбенты не имеют способности к регенерации, но они обладают сравнительно высокой емкостью поглощения и низкой ценой, что делает данную категорию наиболее перспективной.
- Синтетические нефтесорбенты широко применяются в странах с хорошо развитой нефтехимической промышленностью, потому что обладают высокой нефтеемкостью и возможностью к регенерации.
- Представители всех 3х категорий относятся к неопасным объектам. Также они все имеют доступные и экологически безопасные способы утилизации.

Вывод. В данном обзоре наиболее интересным представляется минерально-целлюлозный сорбент AG Sorb, потому как он является производным вторичной переработки отходов ЦБП и наиболее дешевым относительно конкурентов. Эта разработка на основе модифицированной целлюлозы способствует решению двух экологических проблем сразу: уменьшение количества отходов ЦБП, вследствие чего снижение антропогенной нагрузки на экосистемы и ликвидация чрезвычайных ситуаций в результате разливов нефтепродуктов.

Таким образом, AG Sorb – перспективный объект научных и прикладных исследований, интересен для изучения (ранее в публикациях не исследовался) и является одним из перспективных продуктов Российского производства.

Библиографический список

1. Бобрышева С.Н., Журов М.М., Вертячих И.М., Кашлач Л.О. Применение минеральных отходов в составе адсорбентов для ликвидации аварийных разливов нефти // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. – 2015. – Т. 10. – № 1. – С. 120-128. – EDN UMMMSР.
2. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.
3. ГОСТ 31953-2012 Вода. Определение нефтепродуктов методом газовой хроматографии.
4. Козлова И.В., Квашева Е.А., Сысолятин А.С. Нефтесорбент для ликвидации аварийных разливов нефти на основе вторичного сырья // Сборник материалов Всероссийской молодежной научно-практической школы "ЭНЕРГОСТАРТ": Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Институт энергетики КузГТУ; Кузбасский филиал ООО «Сибирская генерирующая

компания», Кемерово, 11–25 июля 2016 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2016. – С. 14. – EDN WZCQVX.

5. Нойман С. Новые решения очистки питьевой воды: ионообменные смолы и смолы-адсорбенты компании lanxess // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2009. – № 5(17). – С. 57-61. – EDN КРҮҮТR.

6. Патент № 2663172 С2 Российская Федерация, МПК С02F 9/12, С02F 1/28, С02F 1/32. Система получения чистой и сверхчистой воды: № 2016152745: заявл. 29.12.2016 :опубл. 01.08.2018 / Н.В. Краснов, А.Ю. Горбунов, М.Н. Краснов, А.В. Шевелев ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Альфа" (ООО "Альфа"), Общество с ограниченной ответственностью "Грант Инструмент" (ООО "Грант Инструмент"). – EDN AQAХOU.

7. Пьянова Л.Г., Седанова А.В., Дроздецкая М.С. Изучение адсорбционных свойств полимермодифицированного углеродного сорбента для аппликационной медицины // Фундаментальные и прикладные аспекты новых высокоэффективных материалов: II Всероссийская научная Интернет - конференция с международным участием: материалы конференции, Казань, 28 октября 2014 года / ИП Синяев Д. Н. – Казань: Индивидуальный предприниматель Синяев Дмитрий Николаевич, 2014. – С. 72-75. – EDN TTUOZR.

8. Шарипов З.И., Абрамов С.В., Домрачева Д.Ю. [и др.] Адсорбционные свойства растительных нефтесорбентов // Химия и химическая технология в XXI веке : материалы XVII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва, посвященной 120-летию Томского политехнического университета, Томск, 17–20 мая 2016 года / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); Институт природных ресурсов (ИПР); Институт физики высоких технологий (ИФВТ); Физико-технический институт (ФТИ); Сибур-Холдинг. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2016. – С. 488-489. – EDN WWLKBX.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕЛОГО МОРЯ НА СОСНОВЫЕ ДРЕВОСТОИ

Павлов А.А., Шурыгина М.С.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

STUDY OF OF THE INFLUENCE OF THE WHITE SEA ON PINE STANDS

Pavlov A.A, Shurygina M.S.

Saint-Petersburg State Forest Technical University under name of S.M. Kirov

Аннотация. В данной работе заложены опытные участки в сосновых древостоях для определения влияния эффекта Белого моря на рост этих древостоев. Определены таксационные характеристики этих древостоев, уровень грунтовых вод на этих участках, отобраны керны для определения радиального прироста.

Abstract. In this work, experimental plots in pine stands were laid to determine the influence of the White Sea effect on the growth of these stands. The taxation characteristics of these forest stands, the level of groundwater in these areas were determined, cores were taken to determine the radial increment.

Исследования проводилось в Мурманской области в Кандалакшском районе, вблизи населенного пункта Белое море, Кандалакшское лесничество. В данной исследовательской работе мы изучали влияние Белого моря на сосновые древостои. Изучение роста сосновых древостоев проводилось многими авторами. Некоторые из них проводили исследования на заболоченных землях Северо-Запада России [1, 2, 4, 6] другие работали в других регионах, вблизи больших мегаполисов [5]. Но работ по изучению роста сосны около северных морей мало. Поэтому в качестве объектов наших исследований были выбраны два опытных участка с сосновыми древостоями. Первый из них был заложен в 5-20 метров от Белого моря, а второй на удалении 3 километров от него. Средняя температура за период вегетации в этом районе $+10,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество штормов в этом районе не превышает 10-20.



Рис. 1. Вид древостоя на 1 опытном участке (рядом с Белым морем) и отбор кернов для определения радиального прироста.

Общий вид древостоев, произрастающих на участках, приведен на рисунках 1 и 2. На первом участке состав древостоя: 10С+Е, подрост: сосна, ель; подлесок: можжевельник; ЖНП: брусника, сфагнум; тип леса: сосняк зеленомошник.

На втором участке состав древостоя: 10С, подрост: сосна; подлесок: можжевельник; ЖНП: сфагнум, брусника, багульник, черника, кладонии; тип леса: сосняк кустарничково-сфагновый.



Рис. 2. Вид древостоя на 2 опытном участке (на расстоянии 3000 м от Белого моря).

Таксационная характеристика древостоев произрастающих, на опытных участках приведена в таблице 1. Из нее видно, что на обоих участках произрастают древостои сосны III класса бонитета, III и IV класса возраста с запасами от 110 до 170 м³/га. Однако на первом участке уровни грунтовых вод (УГВ) находятся глубже 50 см, и освобождают от затоплений корневые системы деревьев. На втором участке, который расположен в 3 км от моря, наблюдаются следы заболачивания территории, так как уровень грунтовых вод находится на глубине около 20 см, что приводит к частичному подтоплению корневых систем деревьев и снижению прироста [3].

Таб. 1. Таксационная характеристика древостоев на опытных участках.

Участок (расстояние от моря)	Состав	Н, м	d, см	Полнота	Бонитет	Запас, м ³ /га	УГВ, см
1 (5-20м)	10С ₇₀ +Е	17,0	23,1	0,6	III	170	>50
2 (3000 м)	10С ₆₀	14,0	21,7	0,5	III	110	20

Проведенные исследования показали положительный эффект от моря. На первом участке, лес лучше растет, это может быть связано с множеством факторов - море во время приливов приносит много органических веществ в прибрежную зону, рядом с морем действует тепляющий эффект моря.

Вблизи моря сформировался относительно благоприятный водный режим почв, уровень грунтовых вод находится ниже корнеобитаемого слоя почвы, что также приводит к хорошему росту сосновых древостоев.

Данные выводы, следует рассматривать, как предварительные и исследование этого вопроса нами будет продолжено.

Библиографический список

1. Алексеев А.С., Бабилов Б.В., Соловьев В.А., Шурыгин С.Г. Влияние лесосушения на прирост древостоев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2007. № 179. С. 4-14.
2. Б.В. Бабилов, Шурыгин С.Г., Л.С. Богданова Рост сосновых древостоев на осушенных землях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2019. Вып. 227. С. 34-44. DOI: 10.21266/2079-4304.2019.227.34-44.
3. Владимиров Ю.А., Шурыгин С.Г. Водный режим осушенных лесных почв // В сборнике: Актуальные вопросы в лесном хозяйстве. Материалы III международной научно-практической конференции молодых ученых. 2019. С. 221-223.
4. Navalikhin S., Shurygin S., Danilov Y., Chikalyuk V., Fetisova A., Lugovoy P., Bacherikov I. The growth of geographical crops of scots pine on drained lands В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Forestry Forum "Forest Ecosystems as Global Resource of the Biosphere: Calls, Threats, Solutions" 2021. С. 012093.
5. 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.
6. Шурыгин С.Г., Владимиров Ю.А., Денисенко Г.Д. Влияние осушения на рост сосновых древостоев на торфяных почвах Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы V научно-технической конференции, С.-Петербург, 2020.– СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020.– С. 91-93.

ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ МИХАЙЛОВСКОГО И ЛЕТНЕГО САДОВ

Субота М.Б., Богданова Л.С., Кузьмина М.Р., Яковлев А.А.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF THE SOILS OF MIKHAILOVSKY AND SUMMER GARDENS

Subota M.B., Bogdanova L.S., Kuzmina M.R., Yakovlev A.A.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В целях уточнения состояния почв исторических садов Русского музея было проведено исследование почв на водно-физические свойства весовым и пикнометрическим методами. Были исследованы такие показатели, как влажность, плотность, плотность твердой фазы, пористость и пористость аэрации.

Abstract. In order to determine the state of the soils of the historical gardens of the Russian Museum, a study of soils for water-physical properties was carried out by weight and pycnometric methods. Moisture, density, solids density, porosity and aeration porosity were investigated.

Сады Русского музея – это одна из достопримечательностей Санкт-Петербурга, поэтому так важно поддерживать их исторический облик. Внешний вид садов зависит от состояния произрастающей в них растительности, на которую не в последнюю очередь оказывает влияние состояние почвы, на которой они произрастают.

Сады, ныне находящиеся в ведении Русского музея, имеют давнюю историю. Летний сад был основан в 1704 году по приказу Петра I, над проектом работали русские и иностранные архитекторы и садовники. Сад неоднократно переживал наводнения. В 2009-2011 годах сад прошел комплексную реставрацию [3].

Михайловский сад – уникальное сочетание двух разных стилей ландшафтного искусства на одной территории — регулярного или «французского» и пейзажного или «английского». За длительный период своего существования неоднократно менялась планировка сада в соответствии с веяниями моды и вкусами новых владельцев. Работы по реконструкции Михайловского сада были проведены в 2001-2007 гг. [4]

Данные исследования проводились в сентябре 2021 года на территории Михайловского и Летнего садов. Для исследования отбирались образцы почвы объемным буром Качинского в пяти точках в Михайловском саду и в шести в Летнем саду из слоя 0-30 см. Далее в лабораторных условиях на отобранных образцах весовым и пикнометрическим методом определялась влажность; пикнометрическим методом определялась плотность, плотность твердой фазы почвы, по которой затем рассчитывались общая пористость и пористость аэрации [1].

Результаты исследования представлены на графиках сравнения различных показателей для Михайловского и Летнего садов (рис. 1-5).

Как видно из графиков, влажность в Михайловском и Летнем саду в данный период отличается на 1%, что является приблизительно одинаковым показателем. Плотность в Михайловском саду на 0,042 г/см³ выше, чем в Летнем; объяснить это можно тем, что во время последней реконструкции в Летнем саду были сделаны боскеты, тогда как в Михайловском – нет, и посетители имеют возможность заходить на территорию газонов; однако по шкале Качинского плотность оптимальная – 1,098 г/см³ [2]. Плотность твердой фазы отличается в садах на 0,383 г/см³, из этого можно сделать вывод, что плотность слагающих почвы Летнего сада веществ больше, нежели в Михайловском саду. Общая пористость в Летнем саду по шкале Качинского отличная (58,7%), выше, чем в Михайловском, на 8,8%, где по шкале Качинского пористость неудовлетворительная (49,9%). Это также можно объяснить возможностью посетителей ходить по огороженным низкой оградой газонам. Пористость аэрации в Михайловском и Летнем саду отличается на 8,9%, однако в обоих садах она более 15%, следовательно, показатель пористости аэрации находится в пределах нормы.

Таким образом, подводя итоги, не мешало бы рекомендовать по возможности ограничить доступ посетителей на территорию газона в Михайловском саду, чтобы предотвратить уплотнение почвы и снижение ее общей аэрации для получения оптимальных показателей для роста растений.

Коллектив авторов хочет выразить благодарность за содействие в научных исследованиях руководству и сотрудникам садов Русского музея, и лично Жуковой Е.А.

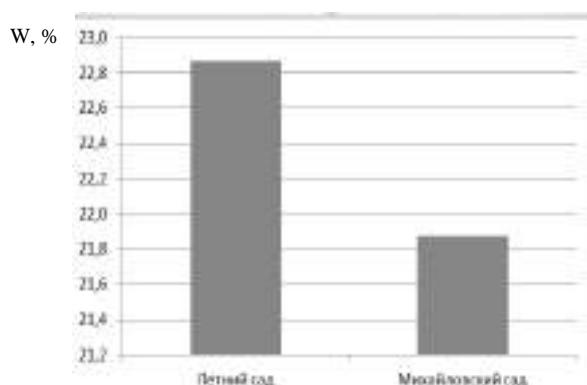


Рис. 1. Влажность почвы

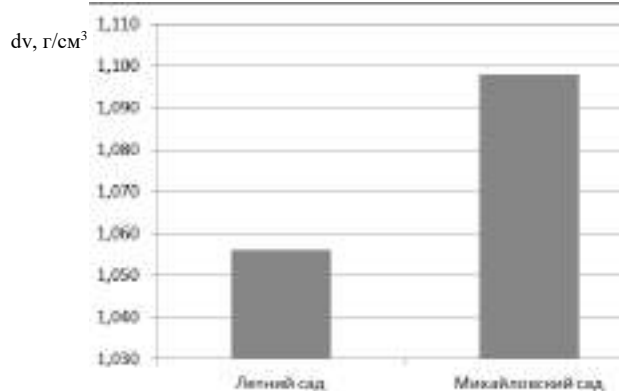


Рис. 2. Плотность почвы

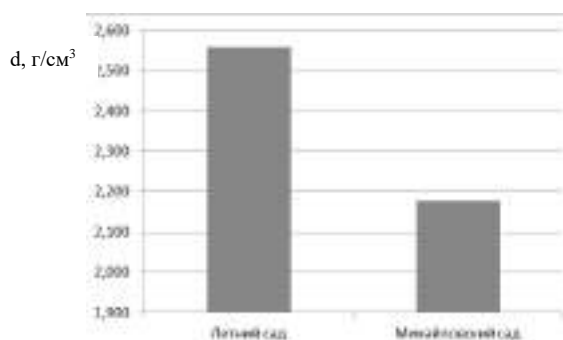


Рис. 3. Плотность твердой фазы почвы

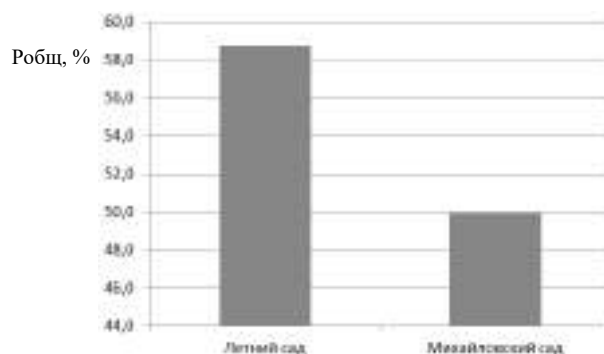


Рис. 4. Общая пористость почвы

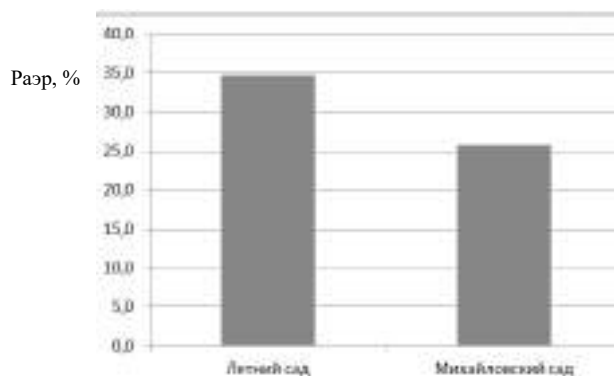


Рис. 5. Пористость аэрации почвы

Библиографический список

1. Агрохимия: учебное пособие. СПб:СПбГЛТУ. – 2018. – 48 с. Субота М.Б, Богданова Л.С., Паротна А.Н., Часовская В.В.
2. Почвоведение: лабораторный практикум.- Пермь. – 2021. – 140 с. И.А. Самофалова, Е.С. Лобанова
3. Русский музей/Летний сад // Режим доступа: История - Летний сад - Русский музей (rusemuseum.ru)(дата обращения – 20.10.2022)
4. Русский музей/Михайловский сад // Режим доступа: История - Михайловский сад - Русский музей (rusemuseum.ru) (дата обращения – 20.10.2022)

ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ ПОД ПОЛОГОМ ДРЕВОСТОЯ НА ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВОА И ЧИСЛЕННОСТЬ ПОДРОСТА

Яковлев А.А.^{1,2}, Виноградова Е.А.¹, Ануфриев М.В.¹, Крылов И.А.¹, Брагин В.Д.¹

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова,

²Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха, Ленинградский
научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»

INFLUENCE OF THE LIGHT UNDER THE CANOPY ON THE PROPAGATION COVER OF THE LIVING GROUND COVER AND THE NUMBER OF UNDERGROWTH

Yakovlev A.A.^{1,2}, Vinogradova E.A.¹, Anufriev M.V.¹, Krylov I.A.¹, Bragin V.D.¹

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,

²Federal Potato Research Center named after A.G. Lorch. A.G. Lorch, Leningrad Research
Institute of Agriculture "Belogorka

Аннотация. Освещенность является одним из важнейших факторов, влияющих на видовой состав и проективное покрытие живого напочвенного покрова. Также от освещенности зависит густота и породный состав подроста под пологом материнского древостоя. В статье рассматривается влияние освещенности под пологом на участках с различной полнотой древостоя на проективное покрытие живого напочвенного покрова и густоту подроста.

Abstract. Illumination is one of the most important factors influencing the species composition and projective coverage of the living ground cover. Also the density and species composition of the undergrowth under the canopy of the mother stand depend on the illumination. The article examines the effect of understory illumination on the projective coverage of the understory and the density of the undergrowth at sites with different stand completeness.

Одним из важнейших факторов влияющим на густоту проективного покрытия и видовой состав живого напочвенного покрова является освещенность под пологом материнского древостоя [2, 3]. Видовой состав живого напочвенного покрова и его проективное покрытие в свою очередь является идентификаторами типов леса [2-4]. Помимо живого напочвенного покрова на освещенность очень сильно реагирует подрост и его видовой состав. Изучение влияния освещенности под пологом древостоя на рост и формирование нижних ярусов фитоценозов позволит лучше понять биологию леса и разработать более совершенную систему содействия естественному возобновлению леса [4].

Настоящее исследование производилось на территории Лисинского учебно-опытного лесничества Ленинградской области. Для целей исследования было отобрано девятнадцать опытных участков в разных типах леса с различной полнотой древостоя и численностью подроста. На каждом опытном участке производилось описание живого напочвенного покрова с определением проективного покрова в процентах на десяти однометровых площадках [1]. Учет подроста производился на десяти круговых площадках постоянного радиуса (10 м²), а затем производился перерасчет численности на один гектар. Также на каждом участке при помощи цепного полнотомера измерялась абсолютная полнота древостоя с последующим расчетом относительной полноты по

принятым в лесной таксации методам. Освещенность под пологом измерялась при помощи люксметра в десяти точках на каждом опытном участке.

Наибольшее проективное покрытие живого напочвенного покрова практически на всех опытных участках совпадает с наибольшей освещенностью под пологом. В целом стоит отметить, схожесть графиков освещенности и проективного покрытия живого напочвенного покрова (рис. 1). Это связано с сильной конкуренцией в лесном фитоценозе за фотосинтетические ресурсы и как следствие с увеличением освещенности наблюдается увеличение проективного покрытия живого напочвенного покрова.

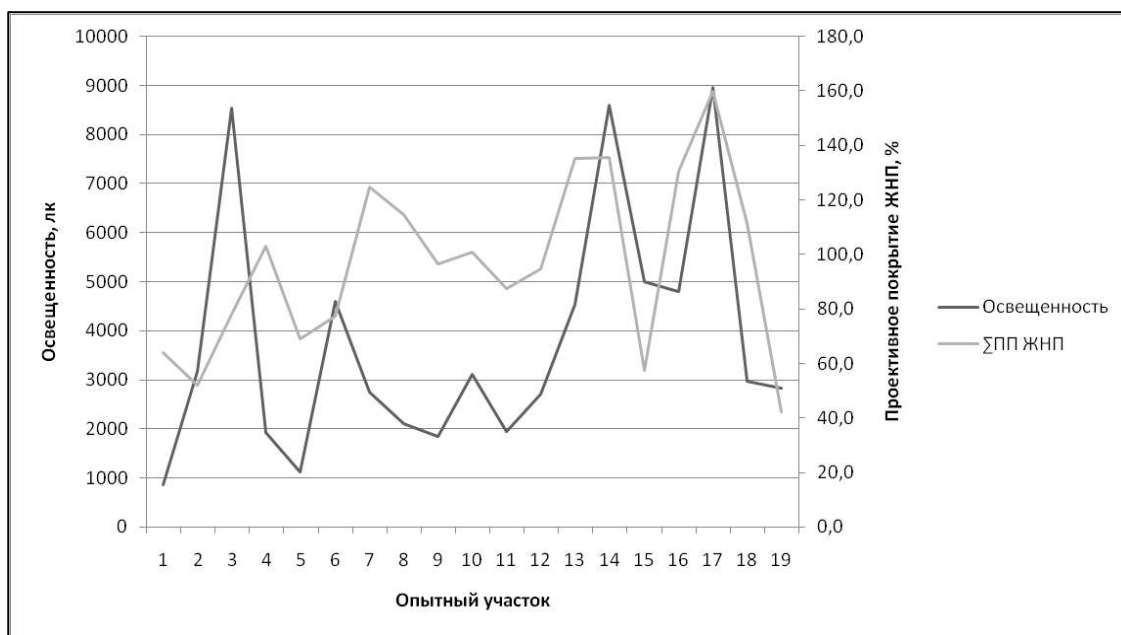


Рис. 1. Взаимосвязь проективного покрытия живого напочвенного покрова и освещенностью под пологом леса.

На опытных участках среди подроста преобладает еловый подрост. Как видно на рис. 2 графики численности суммарного подроста и елового подроста, в частности, практически точно повторяют очертания графика освещенности под пологом. Помимо елового подроста с увеличением освещенности наблюдается увеличение осинового и березового подроста. В целом стоит отметить сильную зависимость количества подроста с освещенностью под пологом леса, так с увеличением освещенности возрастает количество подроста на один гектар.

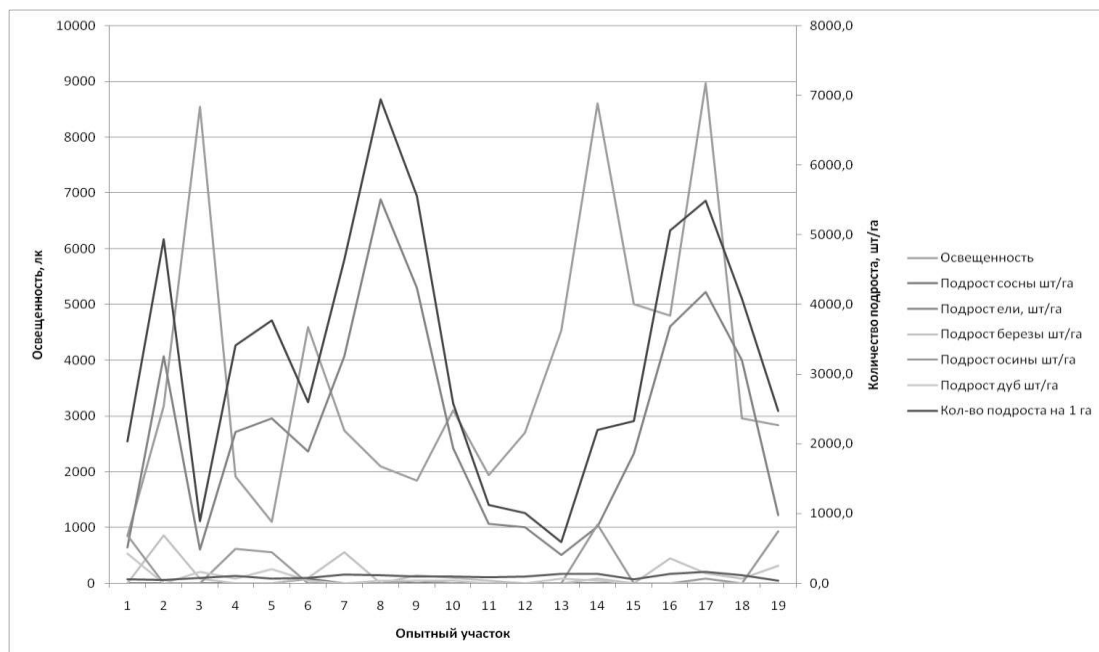


Рис. 2. Взаимосвязь освещенности под пологом леса и численностью подроста.

Выбранные опытные участки имеют различную относительную полноту. На рис. 3 видно, что относительная полнота древостоя не всегда влияет на освещенность под пологом. Представленные графики показывают, что нет четкой тенденции на уменьшение освещенности с возрастанием относительной полноты, а на ряде точек наблюдается увеличение освещенности с ростом относительной полноты.

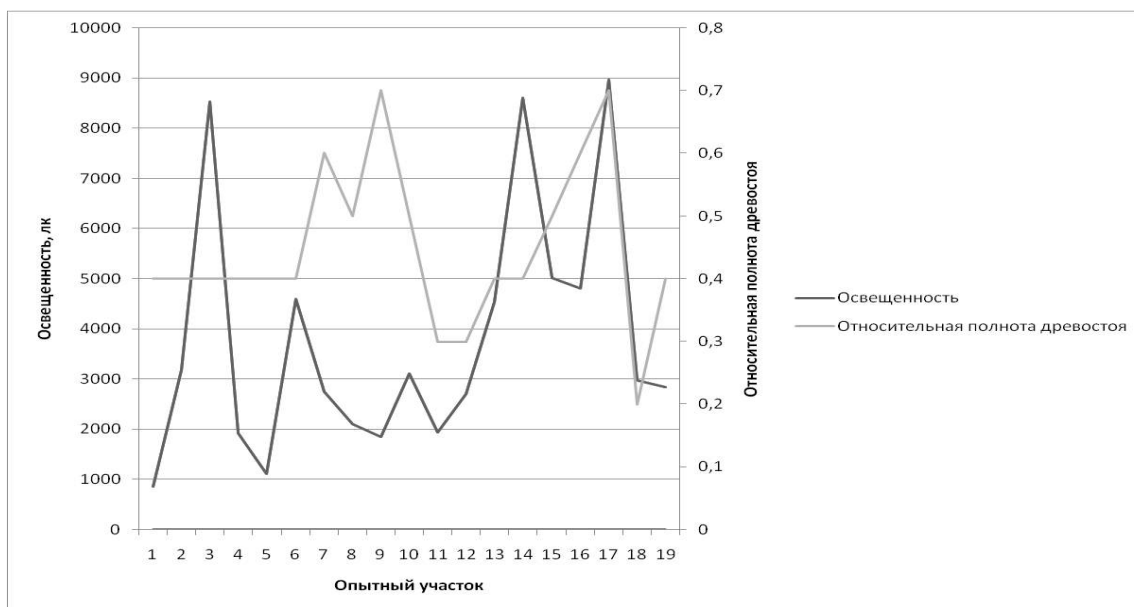


Рис. 3. Взаимосвязь освещенности под пологом и относительной полноты древостоя.

Освещенность под пологом древостоя является одним из важнейших экологическим фактором, влияющим на формирования нижних ярусов растительности лесных фитоценозов. С увеличением освещенности наблюдается увеличение проективного покрытия живого напочвенного покрова и формируются лучшие условия на появления и роста подроста, что выражается в возрастании его численности.

Библиографический список

1. Раменский Л.Г. Избранные работы: проблемы и методы изучения растительного покрова. - Ленинград : Наука, 1971. - стр. 336.
2. Сукачев В.Н. Руководство к исследованию типов леса. - Ленинград : ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО сельскохозяйственной и колхозно-кооперативной литературы, 1931. - 3-е издание, дополненное : стр. 328.
3. Сукачев В.Н., Зонн С.В. и Мотовилов Г.П. Методические указания к изучению типов леса. - М. : Академия наук СССР, 1957. - стр. 116.
4. Чертов О.Г. Экология лесных земель (почвенно-экологическое исследование лесных местообитаний). - Ленинград : Наука, 1981. - стр. 192.

Секция информационных технологий и дистанционных методов

**ЛАНДШАФТНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ НЕДРЕВЕСНЫХ
РЕСУРСОВ**

Акбашев Р.И.¹, Ларичева Ю.Г.¹, Нгуен Ч.Т.², Сергеева В.Л.¹

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

²Юго-Восточный Лесной Исследовательский и Экспериментальный Центр,
Вьетнам.

LANDSCAPE MAPPING OF NON-WOOD FOREST RESOURCES

Akbashev R.I.¹, Laricheva Yu.G.¹, Nguyen Ch. T.², Sergeeva V.L.¹,

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,

²Southeastern Forest Research and Experimental Center, Vietnam.

Аннотация. Ландшафтные карты служат основой для составления серии карт различных лесных недревесных ресурсов. Списки недревесных ресурсов из пищевых ягод, грибов, лекарственных растений составлены для каждого ландшафта. На полученной в процессе работы ландшафтной основе составлены карты угодий для сбора лесных недревесных ресурсов.

Abstract. Landscape maps serve as the basis for drawing up a series of maps of various forest non-wood resources. Lists of non-wood resources from food berries, mushrooms, medicinal plants are compiled for each landscape. On the landscape basis obtained in the course of work, maps of lands for the collection of non-wood forest resources have been compiled.

Работа выполнена на кафедре лесной таксации, лесоустройства и геоинформационных систем Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета и м. С.М. Кирова в рамках выполнения научно-исследовательских работ.

В последние десятилетия перед человечеством всё настойчивее встает проблема учёта и сохранения пищевых и лекарственных натуральных ресурсов. Кроме сельскохозяйственных культур, большую роль в этом играют лесные недревесные ресурсы.

В 1912-1920 годах Г.Ф. Морозов первый выявил ландшафтные единицы различной сложности, образующие иерархический ряд “от типа насаждения до ландшафтной зоны” [4]. В 70-80 годах прошлого века Л.К. Поздняков создал новый курс и читал лекции «Лесное ресурсоведение» в Сибирском технологическом институте (г. Красноярск), а затем организовал лабораторию лесного ресурсоведения в Институте леса и древесины СО АН СССР им. В.Н. Сукачёва (ныне Институт леса СО РАН) [5].

Научной основой нашей работы явилось учение о природном территориальном комплексе (ПТК), предложенное Н.А. Солнцевым [7], продолженное и разработанное для лесопокрываемых территорий России Д.М. Киреевым [2; 3]. Мы совместили теоретические разработки этих учёных с изучением и картографированием территорий, содержащих лесные пищевые и лекарственные ресурсы. При работе в полевых условиях мы изучали лесные ландшафтные фации и урочища в соответствии с ранее разработанными методическими указаниями [3]. Объектами изучения послужили два

участковых лесничества европейской части России - в Башкортостане и Ленинградской области.

Использован метод ландшафтного картографирования лесных земель. Для этого был собран картографический и дистанционный материал. Это: геологические карта четвертичных и дочетвертичных отложений; карты физическая, тектонического районирования, почвенная карта, растительности, природного районирования; лесов, ландшафтно-морфологическая карта России (с экологической оценкой земель), материалы лесоустройства; космические. Для экологической оценки земель использованы восемь показателей экологического режима земель: трофность, водность, рыхлость, подвижность, мерзлотность, затопляемость, дренаж и нарушенность [2].

Дистанционные материалы, по сравнению с картографическими, являются документально более объективными и актуальными. Ранг выявляемых ПТК определяется масштабом и реальным разрешением аэрокосмических снимков. По крупномасштабным аэроснимкам мы получили ряд важных для характеристики лесорастительных условий показателей лесных сообществ: состав, высота, густота, размеры крон, особенности роста древостоев различных древесных пород.

Таб. 1. Лесные недревесные ресурсы Уфимского лесничества (ежегодный допустимый объём заготовки).

№ п/п	Виды пищевых лесных ресурсов, лекарственных растений	Единица измерения	Ежегодный допустимый объемзаготовки
1	2	3	4
Пищевые ресурсы			
1.	Ягоды:		
1.1.	Малина	Т	7
1.2.	Земляника	Т	5
	Итого		12
2	Плоды:		
2.1	Черёмуха	Т	50
2.2	Рябина	Т	25
2.3	Шиповник	Т	6
2.4	Калина	Т	1
	Итого:	Т	82
3.	Грибы (в сыром виде):		
3.1.	Груздь	Т	15
3.2.	подосиновик, подберёзовик	Т	35
3.3.	волнушка, рыжик	Т	15
3.4.	Опёнок	Т	50
	Итого:	Т	115
Лекарственное сырье			
4.	Лекарственное растение и сырье:		
4.1.	листья крапивы	Т	30
4.2.	Таволга	Т	15
4.3.	Зверобой	Т	3

4.4.	Душица	Т	2
4.5.	Хмель	Кг	1000
4.6.	Чемерица	Т	2,5
4.7	берёзовые почки	Кг	1500
4.8	цветы липы	Кг	300
	Итого:	Т	55,3

*объём дан на всё Уфимское лесничество РБ

В соответствии с методикой ландшафтного картографирования лесных земель, собран и проинтерпретирован разнообразный материал, состоящий из различных источников ландшафтной информации: картографические, дистанционные, литературные, материалы фондовые и из Интернет-ресурсов. Это позволит продолжить составление ландшафтных карт локального и детального уровня.

В данной работе были использованы космические снимки разных диапазонов (цветные и черно-белые), взятые из Интернет-ресурсов.

Список лесных недревесных ресурсов Уфимского лесничества Республики Башкортостан приведён в таб. 1. Часть изучаемой территории (Юматовское участковое лесничество Уфимского лесничества Республики Башкирия) относится к Волжско-Уральской ландшафтной области [1]. Исследование проводилось на локальном и детальном уровнях, т.е. ранг рассматриваемых ПТК – это ландшафтные местности, урочища и фации.

Лесные земли Уфимского лесничества Башкортостана и всей прилегающей к нему территории достаточно разнообразны, относятся к защитным и эксплуатационным, неравномерно расположены. протекающие в них изменения под влиянием антропогенного воздействия вызывают обратимые и необратимые процессы. Лесные ресурсы изменяются не только количественно, но и качественно, т.е. по составу ресурсных растительных видов. Как результат исследований, создана ландшафтная карта с экологической оценкой лесных земель Юматовского участкового лесничества Уфимского лесничества [1].

В подлеске отмечаем ряд растений, дополнительно являющихся лесными недревесными ресурсами: акация жёлтая, лещина, черёмуха, ива кустарниковая, рябина, спирея, бересклет, сосна, ель, пихта, лиственница, кедр, дуб низкоствольный, ясень, клён, вяз, ильм, берёза, осина, ольха серая, ольха чёрная, липа, тополь белый, осокорь, черёмуха, ива кустарниковая.

Имеющиеся в свободном доступе ландшафтные карты на территорию Башкортостана имеют общий характер, являются обзорными. Их невозможно использовать в детальном и локальном ландшафтном картографировании и в решении конкретных задач лесхозов и лесничеств. Поэтому нами был выбран метод подготовки ландшафтных карт с экологической оценкой лесных земель [2, 6]

Вторая часть картографируемой нами территории расположена на востоке Ленинградской области. Используются все (аналогичные вышеуказанным) имеющиеся материалы на территорию Озерского участкового лесничества Тихвинского лесничества Ленинградской области. Это участковое лесничество занимает большую часть Паша-Оятьского ландшафта. Это низкая слабо возвышенная холмисто-моренная равнина с сураменями и раменями до 40%, раменями до 30%, озёрно-ледниковой равниной с борами и еловыми субориями –до 20% и болотами до 10% занимаемой площади.

На все вышеуказанные в работе территории составлены ландшафтные карты ранга урочищ, легенды к картам и составлены формулы экологической оценки этих земель. Ландшафтные карты служат основой для составления серии карт различных лесных недревесных ресурсов. Списки недревесных ресурсов из пищевых ягод, грибов, лекарственных растений составлены для каждого ландшафта.

Повышение точности определения ресурсопroduцирующих площадей происходит за счёт меньшего варьирования биоценозов и их таксационных показателей в пределах видов ландшафтных фаций и урочищ.

Ландшафтную карту с экологической оценкой земель можно многократно использовать для инвентаризации многообразных недревесных ресурсов леса: ягод, грибов, плодов, семян, лекарственных, пищевых и кормовых растений. На полученной в процессе работы на ландшафтной основе составлены карты угодий для сбора лесных (пищевых, кормовых и лекарственных) недревесных ресурсов.

Применённый ландшафтный метод позволяет резко сократить затраты и повысить точность исследования лесного фонда, помогает в решении задач картографирования территорий, содержащих пищевые, лекарственные и кормовые ресурсы леса.

Библиографический список

1. Акбашев Р.И., Киреев Д.М. Физико-географическая характеристика Юматовского участкового лесничества Уфимского лесничества Башкортостана. Материалы международной научно-практической студенческой конференции 29-30 ноября 2017. СПб: ИПО СПб ГЛТУ, 2017, с. 96 – 97.
2. Киреев Д.М. Лесное ландшафтоведение. СПб.: ИПО СПб ГЛТА. 2007. – 604 с.
3. Киреев Д.М., Лебедев П.А., Сергеева В.Л. Лесное ландшафтоведение. Полевые описания ландшафтных фаций. Методические указания для проведения полевых исследований. Издание второе. Для бакалавров, магистрантов направлений «Лесное дело», «Экология и природопользование», «Землеустройство и кадастры» и аспирантов СПб ГЛТУ. СПб: ИПО СПб ГЛТУ, 2015. – 72с.
4. Морозов Г.Ф. Учение о типах насаждений/ под ред. В.В. Гумана. М.; Л.: Сельхозгиз, 1930. 412 с.
5. Поздняков Л.К. Лесное ресурсоведение/ Отв. ред. акад. А.Б. Жуков; Ин-т леса и древесины им. В. Н. Сукачева. Новосибирск: Наука СО, 1973. - 120 с.
6. Сергеева В.Л. Использование ландшафтной основы при изучении лесных недревесных ресурсов по космическим снимкам// Аэрокосмические методы исследования лесов: тезисы докладов Всесоюзной конференции – Красноярск, 1984. – С. 96–97.
7. Солнцев Н.А. К теории природных комплексов. Вестник МГУ, 1968, № 3, с. 14–27.

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ КУЛЬТУР С
ПРИМЕНЕНИЕМ ДИАГРАММЫ РАЗМАХА**

Бабич А.И., Пригожаева А.С., Бойцов А.К.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

**COMPUTER VISUALIZATION AND STATISTICAL ANALYSIS OF BIOMETRIC
DATA OF EXPERIMENTAL CROPS WITH THE APPLICATION OF A BOX-AND-
WHISKERS DIAGRAM**

Babich A.I., Prigozhaeva A.S., Boitsov A.K.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Хранение и обработка больших объемов данных занимает колоссальное количество времени. Благодаря информационным технологиям становится возможным быстрая обработка больших данных, анализ и визуализация результатов в виде диаграмм. В статье представлены компьютерная визуализация в виде диаграммы размаха - «ящик с усами» и статистический анализ данных с применением языка программирования Python и его библиотек: pandas и matplotlib. В качестве примера для анализа и визуализации были взяты биометрические показатели экспериментальных культур тополя. Полученные в ходе работы диаграммы просты в понимании, за счет чего становится легко анализировать большой набор биометрических данных.

Abstract. Storing and processing large amounts of data takes a huge amount of time. Thanks to information technologies, it becomes possible to quickly process big data, analyze and visualize the results in the form of diagrams. The article presents computer visualization in the form of a scale diagram - a "box with a mustache" and statistical data analysis using the Python programming language and its libraries: pandas and matplotlib. Biometric indicators of experimental poplar crops were taken as an example for analysis and visualization. The diagrams obtained during the work are easy to understand, due to which it becomes easy to analyze a large set of biometric data.

Хранение и обработка больших объемов данных занимает колоссальное количество времени. Понятная визуализация, высокая точность расчетов и скорость анализа данных невозможны без использования информационных технологий.

В качестве эффективных инструментов обработки данных выступают Excel, а также языки программирования Python и R.

Excel – хороший инструмент для визуализации и обработки небольшого количества данных [14]. Для масштабных вычислений он не подходит. Более того, чтобы воспроизвести алгоритм обработки данных, в указанной программе понадобится большое количество времени и наличие специальных навыков. Большое количество встроенных формул лишь усложняет статистический анализ, а визуализация не позволяет охватить информацию в полной мере.

Использование таких языков программирования, как Python и R – более оптимальное решение вышеуказанных проблем [3, 5]. Оба языка подходят для сложных визуализаций [8]. Выбирая между указанными языками, следует учитывать, что R был создан для статистических задач и анализа данных, однако Python – более универсален,

и код на этом языке легче и надежнее поддерживать, чем аналогичные алгоритмы на R [16].

Целью данной работы является применение языка программирования Python для компьютерной визуализации и статистического анализа биометрических показателей на примере экспериментальных культур тополя. Для обработки и анализа данных использовалась библиотека `pandas`, а для визуализации полученной информации – библиотека `matplotlib`.

Для обработки биометрических данных экспериментальных культур тополей использовалась диаграмма размаха «ящик с усами». Данный вид диаграмм используется в описательной статистике и позволяет за короткий промежуток времени визуализировать и исследовать большие наборы данных [11].

На диаграмме размаха будет представлен ящик, отображающий промежуток, в который укладывается большая часть данных. «Усы», исходящие из ящика, используются для обозначения размаха данных, и показывают наименьшее и наибольшее значения. Линия, пересекающая ящик – это медиана, она делит график на две половины, содержащие в себе равное количество значений. Границы ящика показывают медианные значения этих половин. Квартили – значения, которые делят данные на 4 группы, содержащие приблизительно равное количество наблюдений. Общий объем делится на четыре равные части: 25%, 50%, 75%, 100% [2]. Выбросы отображаются в виде отдельных точек, находящихся на одной линии с «усами» [15].

Данный метод активно используется во всем мире в различных сферах деятельности. В Великобритании с помощью него изучали нуклеиновые кислоты [1]. В Индии – потребление электроэнергии [4]. В России, например, при изучении различных сортов растений, динамики древостоя и отборе семенного материала, а также в медицине [6, 7, 13]. Важно не путать диаграмму размаха «ящик с усами» с графиком «японских свечей», которые во всем мире используются для анализа движения цен на акции и валюты [10].

В данном исследовании использовались биометрические показатели клонов гибридного тополя за 2013 – 2021 годы [9, 12]. Для визуализации и последующего статистического анализа были обработаны данные 650 клонов.

На рис. 1 и 2 представлены диаграммы размаха диаметров и высот клонов тополей соответственно.

По выше представленной диаграмме легко определить разброс (размах) показателей диаметров, их предельные значения, а также медиану. Например, в 2021 году наименьшие и наибольшие значения диаметров составили около 3,5 см и 17 см соответственно, размах составил примерно 13 см, а значение медианы приблизительно 8 см. Согласно медианным значениям, диаметры клонов увеличились примерно в 6 раз.

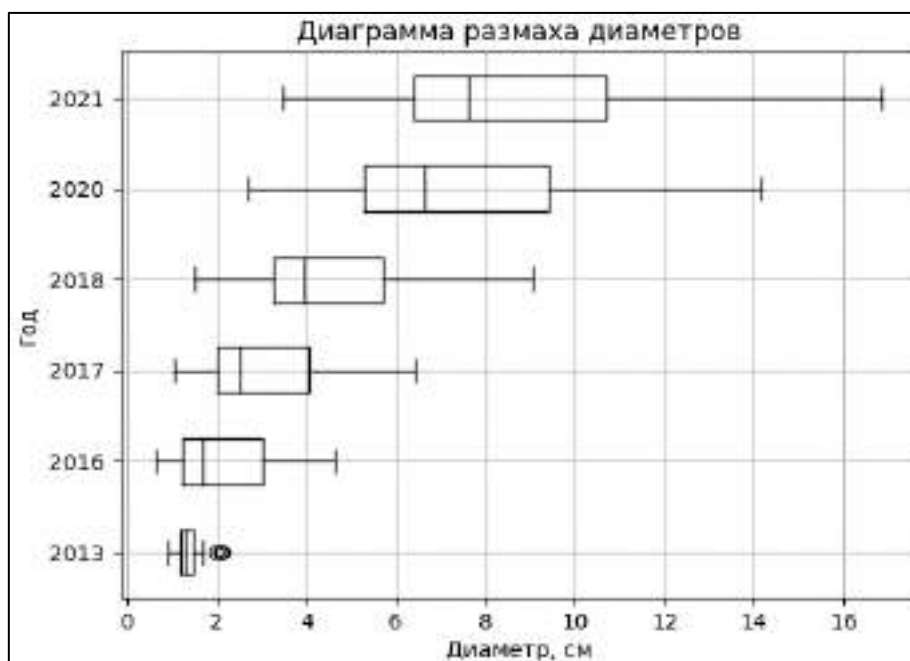


Рис. 1 Диаграмма размаха диаметров

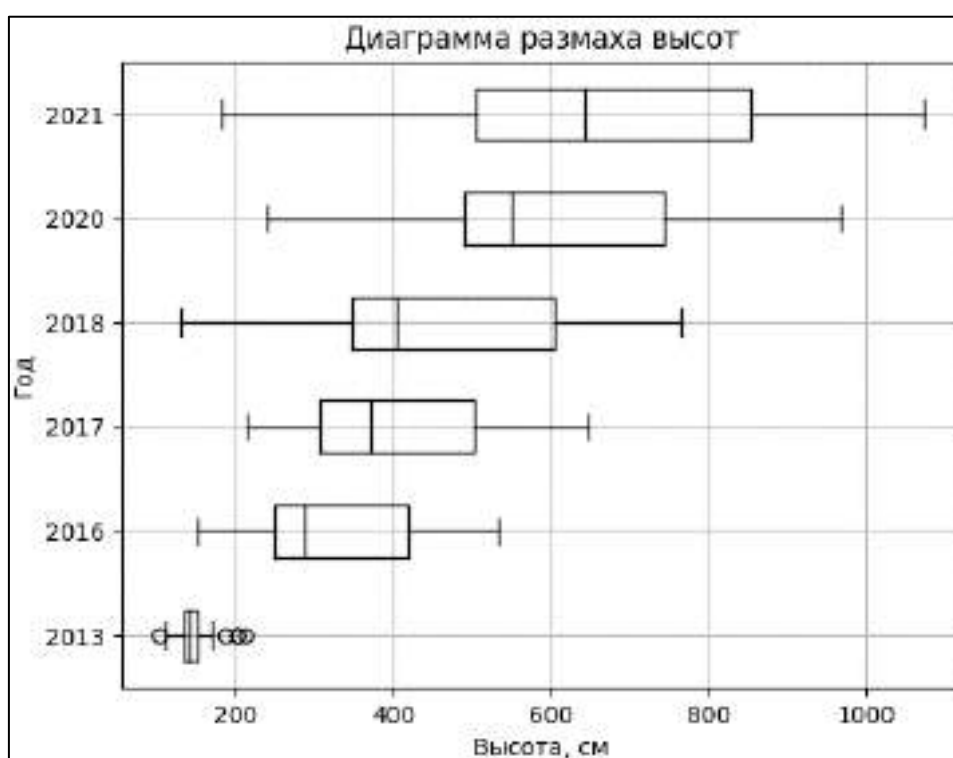


Рис. 2. Диаграмма размаха высот

Из диаграммы видно, что минимальные значения высот год от года варьируются за счёт естественной гибели некоторых клонов, а максимальные значения стабильно растут. Кроме того, согласно медианным значениям, за промежуток с 2013 по 2021 год высоты клонов тополей увеличились примерно в 5 раз.

На основе приведенных выше диаграмм можно сделать следующие выводы: данные несимметричны, смещены в меньшую сторону и сгруппированы неплотно.

В виде отдельных точек за пределами «усов» отображены результаты измерений, выделяющиеся из общей выборки, – выбросы. Причиной данных выбросов является необычная природа входных данных. Это может быть связано, например, с различием скорости роста каждого отдельного клона по естественным природным причинам (солнечный свет, увлажненность почвы, наличие вредителей, движение воздушных масс и т.д.).

Таким образом, с помощью Python были быстро обработаны и визуализированы биометрические данные экспериментальных культур тополя. В дальнейшем, программу можно модернизировать для работы с другими данными.

Диаграмма размаха «ящик с усами» эффективна для изучения большого набора биометрических данных в графическом виде. Она проста в построении и понимании. Легко определить медианы, квартили, дисперсию, асимметрию в данных и выявить выбросы.

Библиографический список

1. Li C. et al. GEPIA2021: integrating multiple deconvolution-based analysis into GEPIA //Nucleic Acids Research. – 2021. – Т. 49. – №. W1. – С. W242-W246.
2. Sahoo K. et al. Exploratory data analysis using Python //International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). – 2019. – Т. 8. – №. 12. – С. 2019.
3. The R Project for Statistical Computing. URL: <https://www.r-project.org/> (Дата обращения: 27.10.2022)
4. Thirumalai C., Kanimozhi R., Vaishnavi B. Data analysis using box plot on electricity consumption //2017 International conference of Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA). – IEEE, 2017. – Т. 2. – С. 598-600.
5. Агалаков, С. А. Использование jupyternotebook в качестве графической оболочки языка R / С. А. Агалаков // Омские научные чтения - 2019 : материалы Третьей Всероссийской научной конференции, Омск, 02–06 декабря 2019 года. – Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2019. – С. 917-920. – EDN HGWJVL.
6. Галанин, А. В. Динамика древостоя кедрово-лиственничного леса в верхнем лесном поясе Сохондинского биосферного заповедника / А. В. Галанин, Л. М. Долгалева // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. – 2009. – № 4. – С. 50-53. – EDN NXPBVT.
7. Грошева, А. С. Отбор семенного материала дуба черешчатого (*Quercus robur*) по морфометрическим параметрам / А. С. Грошева, Е. А. Суглобова // Студенческие научные исследования : сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 07 февраля 2022 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. – С. 13-17. – EDN NNABJQ.
8. Демьянов, Р. С. Использование языка Python как инструмента визуализации данных временных рядов / Р. С. Демьянов // Nauka-Rastudent.ru. – 2017. – № 3-1. – С. 6. – EDN XYBVCN.
9. Жигунов А.В., Маркова И.А., Григорьев А.А., фон Вюшлишь Георг, Раккестроу Джим. Испытание клонов гибридных тополей и осины на плантациях в условиях Северо-Запада России // Известия Лесотехнической академии. 2013. Вып. 205. С. 16-24
10. Колесниченко, А. А. Японские свечи как инструмент прогнозирования рыночных тенденций / А. А. Колесниченко // Современная математика и концепции

инновационного математического образования. – 2018. – Т. 5. – № 1. – С. 414-418. – EDN XTXVZR.

11. Кузьмин, А. М. Диаграмма размаха - один из инструментов статистической обработки данных / А. М. Кузьмин, Е. А. Высоковская // Методы менеджмента качества. – 2019. – № 11. – С. 39. – EDN KEEOOE.

12. Оценка перспективности использования клонов гибридных тополей и осины для плантационного лесовыращивание в условиях Северо-Запада России / А. К. Бойцов, А. В. Жигунов, А. А. Григорьев, А. С. Бондаренко // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : Материалы третьей международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 23–24 мая 2018 года / Под редакцией В.М. Гедьо. Том 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2018. – С. 40-43. – EDN XRQBLF.

13. Решетникова, М. А. Оценка параметров variability сердечного ритма в условиях переменной гравитации / М. А. Решетникова // Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии – ФРЭМЭ'2016 : Доклады XII Международной научной конференции с научной молодежной сессией, Владимир-Суздаль, 05–07 июля 2016 года. – Владимир-Суздаль: Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2016. – С. 266-269. – EDN XSQSRH.

14. Рихтер Т.В. Моделирование графиков поверхностей средствами табличного процессора MicrosoftExcel / Т.В. Рихтер, И.В. Патрушев, А.В. Белоус // Современные тенденции естественно-математического образования: школа - вуз : материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Соликамск, 09–10 апреля 2021 года / Соликамский государственный педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «ПГНИУ». – Соликамск: Соликамский государственный педагогический институт, 2021. – С. 23-27. – EDN HSKKKR.

15. Сальникова, К. В. Анализа массива данных с помощью инструмента визуализации "ящик с усами" / К. В. Сальникова // Universum: экономика и юриспруденция. – 2021. – № 6(81). – С. 11-17. – DOI 10.32743/UniLaw.2021.81.6.11778. – EDN APSOIG.

16. Чудинова, О. С. Сравнение языков программирования г и Python для анализа данных / О. С. Чудинова, А. К. Жаильбаева, Н. К. Жаильбаева // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" : Материалы Международных научных конференций, Санкт-Петербург, 26–30 апреля 2020 года. – Санкт-Петербург: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2020. – С. 171-174. – EDNXHCAYA.

РЕАЛИЗАЦИЯ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ПРИЛОЖЕНИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ БОЛЕЗНЕЙ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД И КУСТАРНИКОВ

Бажунов И.Д., Бойцов А.К.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

IMPLEMENTATION OF A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK IN AN APPLICATION FOR DETERMINING DISEASES OF TREE SPECIES AND SHRUBS

Bazhunov I.D., Boitsov A.K.

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Массовое распространение вредителей и заболеваний деревьев является одной из значимых проблем в городе и в лесах. Их влияние на лесной массив и лесопарковый зелёный пояс обуславливается снижением привлекательности и продуктивности насаждений, а также прочности самих древесных пород и кустарников, что влечет за собой угрозу для других деревьев и человека в целом. В данной статье рассматривается реализация сверточной нейронной сети в приложении по определению болезней древесных пород и кустарников. В работе представлена схема взаимодействия приложения с сервером, структура сверточной нейронной сети для классификации изображений, а также иллюстрация вывода изображений в приложении, показывающая название изучаемого объекта, процентное совпадение с тем или иным заболеванием и его местоположение. Разработка подобного приложения позволит не только упростить изучение заболеваний лесного хозяйства, но и поможет определить болезни тех или иных объектов для скорейшего устранения заболевания.

Abstract. The massive spread of pests and diseases of trees is one of the significant problems in the city and in the forests. Their influence on the forest area and the forest park green belt is caused by a decrease in the attractiveness and productivity of plantings, as well as the strength of the tree species and shrubs themselves, which entails a threat to other trees and humans as a whole. This article discusses the implementation of a convolutional neural network in an application for determining diseases of tree species and shrubs. The paper presents a diagram of the application's interaction with the server, the structure of a convolutional neural network for image classification, as well as an illustration of the output of images in the application, showing the name of the object being studied, the percentage match with a particular disease and its location. The development of such an application will not only simplify the study of forestry diseases, but also help to identify diseases.

Массовое распространение вредителей и болезней древесных пород, а также лесопаркового зелёного пояса приводит не только к снижению биологической устойчивости насаждений, их усыханию, но и уменьшению механической прочности древесины, что влечет за собой угрозу для других деревьев и человека в целом [8]. Данные проблемы требуют современных интеллектуальных решений.

На сегодняшний день интеллектуальные системы привели к автоматизации многих технологических процессов [3, 11], где нейронные сети являются ключевым средством автоматизации и предназначены для выполнения конкретных задач, например, по оценке перспективности использования древесины [7]. Вместе с тем, сегодня представлено множество проектов с применением сверточных нейронных сетей, ключевыми задачами которых является обнаружение, распознавание и

прослеживание объектов [9]. Например, в провинции Фуцзянь провели исследование по автоматическому определению кроны и высоты деревьев в молодой лесной плантации при помощи сверточных нейронных сетей [1], авСианьском университете науки и технологий разработали проект по распознаванию изображений лесных пожаров [2].

В России также развиваются проекты по применению сверточных нейронных сетей для обработки и распознавания изображений, например, в бортовых системах технического зрения или для обнаружения плодов роботами при сборе урожая [4, 10].

Решению проблем состояния, контроля и учета лесного хозяйства уделяется мало внимания, из-за чего разработка новой модели сверточной нейронной сети для определения болезней древесных пород и кустарников станет отличным функциональным решением.

Целью данной работы является представление реализации сверточной нейронной сети в приложении по определению болезней древесных пород и кустарников. Результаты разработки приложения частично опубликованы [5, 6].

Сверточные нейронные сети (СНС)- один из самых эффективных методов классификации изображений. Их алгоритм заключается в принятии исходного изображения, обнаружении и распознавании объектов путем свертки и вывода ответа.

Рассмотрим основную структуру сверточной нейронной сети для классификации изображений (рис. 1).

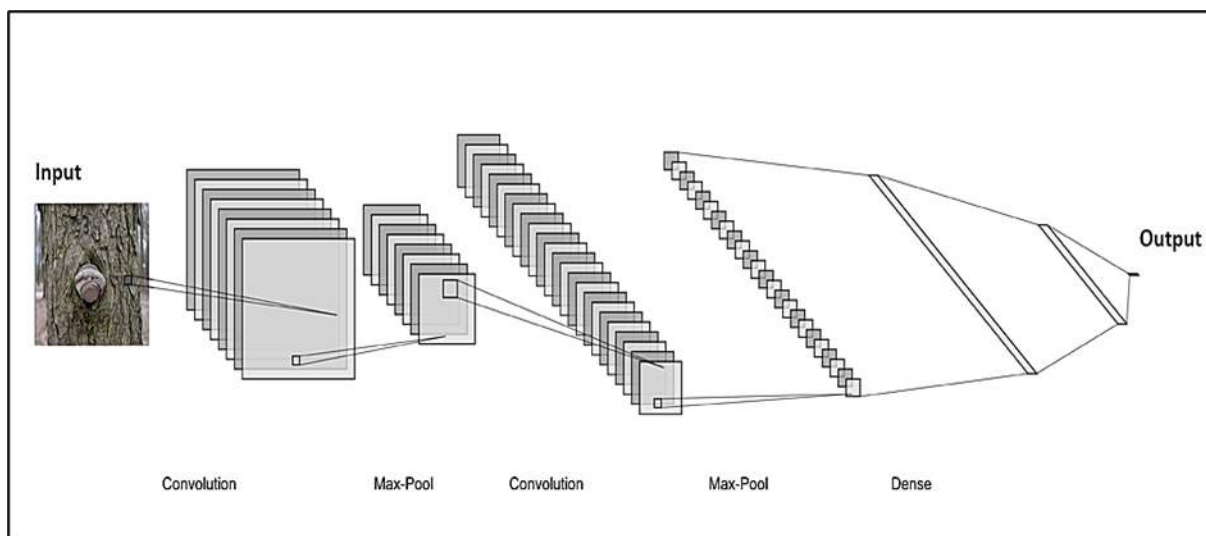


Рис. 1. Основная структура СНС.

На вход будет подаваться фотография заболевания произвольного размера, и на основании обученной сверточной нейронной сети производится поиск сходств с шаблонами объектов (templates), после чего выводится название объекта, процентное совпадение и местоположение. Пример вывода представлен на рис. 2.



Рис. 2. Вывод работы обученной СНС.

В процессе тестирования модели сверточной нейронной сети для определения болезней древесных пород и кустарников выявлена причинно-следственная связь некорректного распознавания заболеваний древостоя по фотографии из-за нехватки данных [5]. Поэтому было принято решение о проведении сбора фотографий и информации о заболеваниях, которые в дальнейшем будут внесены в базу данных и использоваться для обучения модели.

На данном этапе, модель СНС имеет ограниченную базу шаблонов и способна определить сходства только в определенном сценарии. Использование обученной модели является важной составляющей частью работы приложения по определению болезней древесных пород и кустарников. Ниже приведена схема взаимодействия приложения с сервером (рис.3).

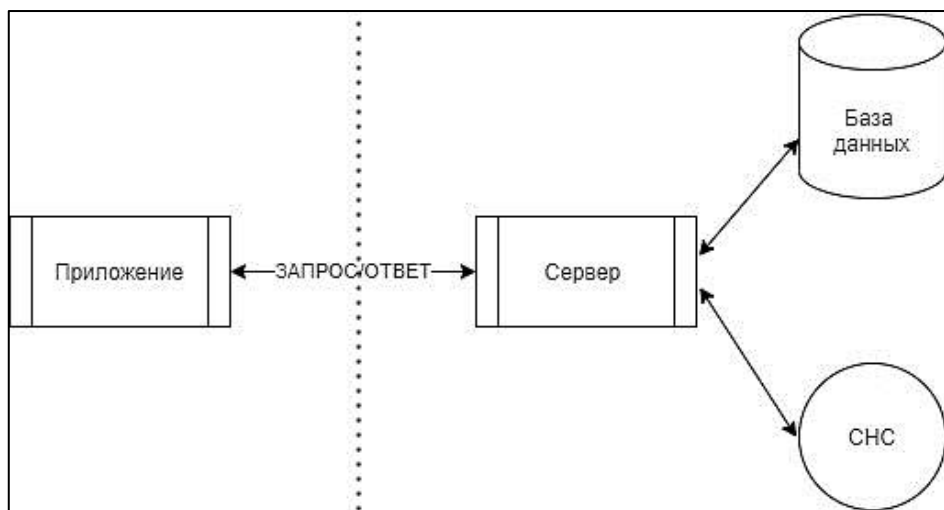


Рис. 3. Схема взаимодействия приложения с сервером

Приложение формирует запрос на сервер. Он в свою очередь, принимает у модели СНС индекс и вес заболевания и отправляет информацию в базу данных. Затем сервер получает ответ о том, какую информацию несёт данный индекс и сообщает все полученные сведения приложению. На основании конечных результатов, приложение выводит информацию о заболевании и процентное совпадение с ним или уведомление о том, что тот или иной объект не найден.

Таким образом, представленная сверточная нейронная сеть в приложении позволит своевременно распознавать болезни древесных пород и кустарников путем свертки, что впоследствии решает проблему контроля состояния древесных видов, предотвращая массовое распространение вредителей и болезней древесных пород.

Библиографический список

1. Hao Z. et al. Automated tree-crown and height detection in a young forest plantation using mask region-based convolutional neural network (Mask R-CNN) //ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2021. – Т. 178. – С. 112-123.
2. Wang Y., Dang L., Ren J. Forest fire image recognition based on convolutional neural network //Journal of Algorithms & Computational Technology. – 2019. – Т. 13. – С. 1748302619887689.
3. Александров И. А. Принципы автоматизация технологической подготовки производства путем нейросетевого моделирования //Инженерный вестник Дона. – 2019. – №. 5 (56). – С. 22.
4. Алпатов, Б. А. Технологии обработки и распознавания изображений в бортовых системах технического зрения / Б. А. Алпатов, П. В. Бабаян // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2017. – № 60. – С. 34-44. – DOI 10.21667/1995-4565-2017-60-2-34-44. – EDN YSRVDB.
5. Бажунов, И. Д. Применение сверточных нейронных сетей для определения болезней древесных пород и кустарников / И. Д. Бажунов, А. К. Бойцов // Арктические экосистемы: сохранение и устойчивое развитие : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Мурманск, 09 декабря 2022 года. – Мурманск: Мурманский арктический государственный университет, 2022. – С. 28-33. – EDN UDEFOK.
6. Бажунов, И. Д. Разработка приложения для определения болезней древесных пород и кустарников / И. Д. Бажунов, А. К. Бойцов // Актуальные вопросы лесного хозяйства : материалы V международной молодежной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2021 года / Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021. – С. 111-115. – EDN AXSBDO.
7. Бойцов, А.К. Использование искусственных нейронных сетей для определения перспективности использования клонов гибридных пород древесины для плантационного лесовыращивания / А. К. Бойцов, А. А. Логачев, Х. Г. Мусин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2021. – № 237. – С. 288-298. – DOI 10.21266/2079-4304.2021.237.288-298. – EDN DWZHUZ.
8. Варенцова, Е. Ю. Поражение древесных насаждений Елагина острова в Санкт-Петербурге грибными патогенами (*AgaricomycetesDoweld*) и влияние водного режима на их распространение / Е. Ю. Варенцова, С. Г. Шурыгин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2021. – № 236. – С. 152-162. – DOI 10.21266/2079-4304.2021.236.152-162. – EDN WABLRD.
9. Ерохин Д. Ю., Ершов М. Д. Современные сверточные нейронные сети для обнаружения и распознавания объектов //Цифровая обработка сигналов. – 2018. – №. 3. – С. 64-69.
10. Кузнецова, А. А. Применение сверточных нейронных сетей для обнаружения плодов роботами для сбора урожая / А. А. Кузнецова, Т. В. Малева, В. И. Соловьев //

Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 5(377). – С. 39-41. – DOI 10.24411/2587-6740-2020-15089. – EDN UIQGDK.

11. Муравьева Е. А., Казанцев Р. В., Подлесский Д. В. РАЗРАБОТКА НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЩЕЛОЧНОЙ ОТМЫВКИ ИЗОПЕНТАН-ИЗОПРЕН-ТОЛУОЛЬНОЙ ФРАКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИРТУАЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА //Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. – 2022. – №. 2. – С. 120-137.

АНАЛИЗ УСЫХАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В ГАТЧИНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ

Борисов Р.Б., Селиванов А.А., Вагизов М.Р., Булгакова А.Г., Елисеев Д.И.,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова,

ANALYSIS OF DECLINING WOODY VEGETATION BASED ON REMOTE SENSING DATA IN THE GATCHINA FORESTRY

Vagizov M.R., Selivanov A.A., Bulgakova A.G., Eliseev D.I., Borisov R.B.
St. Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov

Аннотация. Данные дистанционного зондирования Земли позволяют в современном мире проводить постоянный мониторинг обширных территорий. Благодаря этому можно в короткие сроки получить и проанализировать информацию, необходимую для ведения успешного лесного хозяйства. В данной статье рассматривается возможность использования программ и вегетационного индекса NDVI, по которому можно судить о состоянии естественных нарушений в лесных экосистемах.

Abstract. Remote sensing data allows for continuous monitoring of vast areas in today's world. Thanks to this it is possible to obtain and analyze in a short time the information necessary for successful forestry. This article discusses the possibility of using NDVI programs and vegetation index, which can be used to judge the state of natural disturbances in forest ecosystems.

Санитарное состояние хвойных лесов в мире и в первую очередь еловых насаждений вызывает обоснованные опасения специалистов.[1] Массовое усыхание ельников на рубеже XX-XXI веков, которое продолжается до настоящего времени, стало важнейшей проблемой лесного хозяйства. К патологическому состоянию насаждений ели приводят: болезни корней, стволов и ветвей, абиотические факторы (ураганы, подтопление, засухи и др.). Нередко ослабленный еловый древостой поражается стволовыми вредителями, что является одним из главных факторов деградации ельников [1, 4].

Одним из важнейших направлений в современном мире является постоянное проведение обширного комплексного мониторинга территорий путем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [2]. В данной работе проводится исследование по выявлению сухостойного древостоя ели на территории Гатчинского лесничества. В решении этой задачи возникает необходимость учитывать пространственные свойства

объектов исследований. Информацию об этих объектах может быть актуализирована в рамках геоинформационного подхода к анализу многомерных данных. Осуществление этого подхода требует использования геоинформационных систем (ГИС), позволяющих манипулировать и управлять пространственными данными, хранящимися в виде тематических слоев, географически определенных относительно цифровой карты основы.

Несмотря на большое количество опубликованных работ в области усыхания еловых древостоев, проблема до сих пор не решена. Существует мнение, что хвойные леса и в частности насаждения ели европейской, не выдерживают усиливающейся антропогенной нагрузки и изменения климата, в результате чего и наблюдается их периодическое массовое усыхание [3].

Вредоносность насекомых и других патогенов, вызывающих болезни леса, зависит от множества факторов, связанных с характеристиками конкретного региона, данного насаждения, самого патогена, а также от мер содействия лесного хозяйства по устранению проблем и компенсации последствий деградации лесов. Для анализа весомости негативных факторов в ослаблении лесных насаждений необходимо разделение вредителей и болезней на экологические и эколого-хозяйственные группы [3].

Цель настоящего исследования состояла в анализе особенностей применения методов дистанционного зондирования Земли и картографических методов в экологическом мониторинге состояния, устойчивости и динамики ельников в Гатчинском лесничестве.

Изучение закономерностей динамики ельников осуществлялось с помощью показателя NDVI. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – расшифровывается как нормализованный дифференцированный вегетационный индекс – простой показатель количества фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый просто вегетационным индексом). С помощью него можно узнать о состоянии здоровья растений посредством визуализации аномальных изменений на аэрокосмических снимках изучаемого участка.

Данные с карт по показателю NDVI можно использовать для собственных нужд или различных хозяйственных производств. Эта методика неплохо себя показывает на сложных рельефах и в присутствии инородных объектов (бетон, асфальт, водные ресурсы, снежный покров и т.п.).

У NDVI есть множество плюсов, один из них – это своевременное выявление заболеваний у растений ещё на ранней стадии. Это позволяет обойтись от больших потерь насаждения, вовремя приняв меры. А также с помощью этого способа можно произвести анализ больших площадей за короткий срок.

Наше исследование началось с предварительного ознакомления с территориями Ленинградской области, необходимого для детального анализа и выбора ключевого участка усыхающего древостоя, на основе визуального дешифрирования. Для этого использовался картографический web-сервис «Bingmaps». Критериями выбора были визуальные атрибуты участка: цвет, цветовая структура, наличие в кронах сухих ветвей. Было выбрано пространство между деревней Бугры Гатчинского района и деревней Корпикюля (Рис.1) 304 квартал Минского участкового лесничества.

Далее в геоинформационной системе «SAS.Планета» обозначили границы для полигона исследуемого участка (Рис. 2), произвели локализацию объекта исследования, который потом перенесли в «EOBrowser», где были произведены все анализы по NDVI показателю (Рис. 3). EOBrowser – это программа, позволяющая просматривать и

сравнивать изображения в полном разрешении из всех предоставляемых наборов данных. вся информация находится в облачном хранилище. Есть возможность выбирать необходимую область, изменять виды карт, начиная от простого изображения, и заканчивая более информативными видами, такими, как: увлажненность участка, индекс NDVI индекс, негативное изображение и т.п. Также есть возможность изменять облачное покрытие снимков и изменение временных диапазонов.

Данные исследуемого участка, программы «ЕОВrowser», были преобразованы в график (Рис. 4).

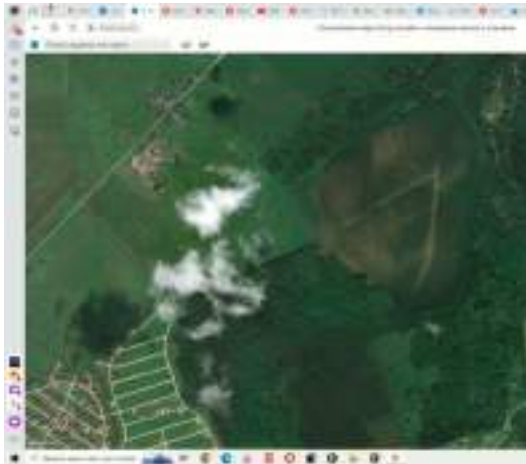


Рис. 1. Снимок картографического web-сервиса «Bingmaps»



Рис. 2. Границы исследуемого участка в навигационной программе «SAS.Планета»



Рис. 3. Снимок «ЕОВrowser» показателя NDVI.



Рис. 4. График динамики показателя NDVI за последние пять лет исследуемого участка.

Как видно на графике ближе к началу 2021 года показатель NDVI резко упал. Это может быть связано с аномальной погодой того периода: постоянная оттепель днем и заморозки ночью декабря 2020, также лето 2021 было историческими рекордами, по итогу, июль оказался вторым самым засушливым июлем за 140 лет наблюдений. Также, возможно, это связано с резко возросшей антропогенной деятельностью человека. Для более комплексного исследования о состоянии усыхания ельников в других частях Ленинградской области необходимы, нужны метеорологические данные, и данные по почвенному анализу.

Таким образом, в результате первичного проведенного анализа на основе данных дистанционного зондирования Земли установлено:

- временной ряд показателя NDVI позволяет количественно охарактеризовать отклик растительного покрова на внешние воздействия и оценку его динамики.
- по данным дистанционного зондирования Земли возможна локализация и поиск данных территорий подвергшихся усыханию, для их дальнейшего изучения
- в перспективе возможна разработка автоматизированной программы для автоматического определения усыхающей растительности.
- требуется комплексный анализ древесной растительности на основе технологий и методов дистанционного зондирования Земли всей лесопокрытой площади на территории Северо-Запада России за период 2019 по 2022 год

Библиографический список

1. Анализ вырубок по материалам дистанционного зондирования Земли в Забайкальском крае / А.Г. Булгакова, М.Р. Вагизов, Р.Б. Борисов, Д.И. Елисеев // 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. 76-80.
2. Штукин, С.С. Лесовосстановление вырубок усыхающих ельников / С. С. Штукин // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2018. – № 2(210). – С. 116-120.

3. Методы оценки состояния насаждений и негативной роли вредителей и болезней / Е. Г. Мозолевская, А. В. Голубев, Т. В. Шарапа, Н. Б. Денисова // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2013. – № 3. – С. 52-58.
4. Жигунов А. В., Семакова Т. А., Шабунин Д. А. Массовое усыхание лесов на северо-западе России/Лесобиологические исследования на Северо-Западе таежной зоны России: итоги и перспективы //Материалы научной конференции, посвященной 50-летию Института леса Карельского научного центра РАН (3-5 октября). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 42-52.

КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАРКА ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ

Булгакова А.Г., Вагизов М.Р., Елисеев Д.И., Борисов Р.Б., Крестьянова М.А.
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

CONCEPT OF A MONITORING SYSTEM FOR THE SPbFTU PARK
Bulgakova A.G., Vagizov M.R., Eliseev D.I., Borisov R.B., Krestyanova M.A.
St. Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov

Аннотация. Представлена концепция системы мониторинга парка СПбГЛТУ, в качестве основных устройств мониторинга предлагаются камеры видеонаблюдения модели Hikvision DS-2CS5802P-C, беспилотный летательный аппарат (БЛА) модели DJI Mavic Air 2. На сегодняшний день становится актуальным вопрос мониторинга парковой зоны с помощью современных информационных технологий. Необходимость разработки основана на анализе основных хозяйственных задач парка, рассматриваются необходимые организационные и технические этапы реализации системы мониторинга. В статье описаны возможные инструменты разработки системы, приведен интерфейс и функционал системы.

Abstract. Presented the concept of monitoring system of SPbGLTU park, as the main monitoring devices are proposed video surveillance camera model Hikvision DS-2CS5802P-C, unmanned aerial vehicle model DJI Mavic Air 2, control software model. To date, the issue of monitoring the forest park area with the help of information technology becomes relevant. Necessity of development is based on the analysis of the main economic tasks, the necessary organizational and technical stages of implementation of the monitoring system are considered. The article describes possible tools for the development of the system, the interface and functionality of the system are given.

В современной городской среде неотъемлемую нишу общества занимает парковая зона. Парки, заповедники несут культурную, природную и историческую ценности. В частности, парк Лесотехнического университета имеет статус «Объект культурного наследия народов РФ». Соответственно, за такими территориями должен проводиться надлежащий и регулярный уход, автоматизация работ, выполняемых на данной территории требует модернизации, отвечающей современному компоненту развития программно-аппаратных технологий, что позволит управлять данной территорией наиболее эффективно.

В первую очередь проблема состоит в несвоевременном мониторинге территории. С учётом большой площади парка и большого объема работ на территории парка,

включающей в себя: уборку территории, раскряжевку древеснины, вывоз сухостойных и больных деревьев, уборка газонов от листвы и мусора, ручное подметание набивных дорожек от листвы и мусора, очистка мелиоративных канав от ила и мусора, стрижка и омоложение живой изгороди, косьба обыкновенных, партерных и луговых газонов, уборка скошенной травы, уборка дорожек от снега, пескопосыпка дорожек, санитарная очистка участков парка (выпиливание и срезание поросли, вырезка суши, сбор и вывоз.), очистка береговой линии прудов, сбор веток и мусора на территории, посадка кустарников, корчевка пней, ремонт набивных дорожек, восстановление газонов, обход парка и осмотр состояния древесно-кустарниковых растений - работники вынуждены тратить колоссальное количество времени. Автоматизировать часть из вышеописанных задач возможно с использованием современных технологий, а в данном случае предлагаем разработать электронную систему мониторинга состояния парка. Где на основе визуального анализа территории текущая информация будет поступать в систему мониторинга парка.

Вторым компонентом требующего повышения привлекательности парка для населения является формирование концепции безопасности парка. В плане безопасности предлагается установить видеонаблюдение на территории Лесотехнического парка - видео контроль за периметром, фиксация правонарушений и провести освещение на всех проходимых участках парка. Камера видеонаблюдения модели Hikvision DS-2CS5802P-C (Рис.2) с углом обзора в 120° и возможностью инфракрасного наблюдения [1], подходит для организации уличного видеонаблюдения, как в светлое время суток, так и в ночное. С помощью данного устройства можно установить контроль за большей площадью территории парка. Камеры видеонаблюдения обеспечат видеомониторинга наиболее проходимой открытой территории парка, за исключением верхнего дендрологического парка (является закрытой территорией). Камеры необходимо установить равномерно по всей территории, предпочтительно на перекрестках, чтобы охватывать обзор сразу нескольких направлений движения посетителей. Записи с камер в части мониторинга насаждений и хозяйственного состояния будут обрабатываться сотрудниками ботанического сада СПбГЛТУ, в части обеспечения безопасности службой безопасности СПбГЛТУ, возможна интеграция с городской системой видеонаблюдения.



Рис. 1 Схема размещения системы видеонаблюдения в «Парке лесотехнической академии».

Для мониторинга состояния насаждений и прочих видов работ предлагается использование беспилотного летательного аппарата (БЛА) квадрокоптерного вида модели DJI Mavic Air 2 с периодичностью запуска равной одному разу в сутки. БЛА компании DJI зарекомендовал себя как надёжный инструмент в оперативном получении информации о состоянии лесов [2]. БЛА будет запускаться со взлетной площадки (закрытой части парка) и по полётному заданию возможно проведение периодического мониторинга парка. Продолжительность полёта данной модели составляет до 34 минут полёта, данного времени достаточно для детального мониторинга интересующих зон парка. Все полученные данные будут заноситься в контрольный пункт ботанического сада, для последующего анализа состояния насаждений специалистами ботанического сада по полученным снимкам. После обнаружения проведения требуемых мероприятий, в зависимости от состояния насаждений, на место будет направляться сотрудник для дальнейшей работы и принятия решений. Контрольный пункт, посадки БЛА представляет собой площадку размером 2х2 метра. Обработка данных возможна как в ручном режиме, когда обработка проводится сотрудниками ботанического сада СПбГЛТУ, так и при помощи анализа изображений основанных на распознавании повреждённой растительности и болезней древесных пород и кустарников. По принципу организации нейросетевого анализа данных предложенных в работе [3], что так же потребует организации современного вычислительного центра, для полуавтоматизированного контроля, за состоянием насаждений в парке СПбГЛТУ.



Рис. 2. Камера Hikvision DS-2CS5802P-C.

Предполагаемый интерфейс программы мониторинга будет состоять из поля окна с интерактивной картой, (рис. 3), на которой присутствует возможность выгрузки всех данных с камер и данных с БЛА. При нажатии на камеру будет открываться изображение в реальном времени, также можно просмотреть видео файл за прошедшие сутки. Также на любую точку карты можно добавить комментарий с текстом, фото и видео файлами для других сотрудников. Организация работоспособной информационной системы по благоустройству парков Санкт-Петербурга была предложена в научной работе [4]. Аналогичным образом возможно проектирование интерфейса локальной информационной системы по управлению территорией Парка Лесотехнической академии. Среди основных элементов для реализации концепции необходимы организационные и технологические этапы реализации. К организационным этапам можно отнести (приобретение необходимого оборудования, выбор и проектирование мест для установки видеонаблюдения). К технологическим этапам можно отнести, проектирование локальной сети, инфраструктуры

вычислительного центра, методику работы с БЛА, разработку, внедрение и тестирование соответствующего сопровождающего программного обеспечения.

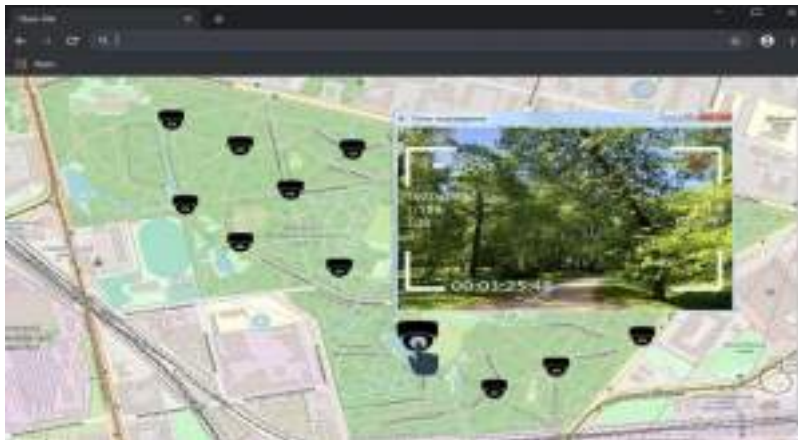


Рис. 3. Предполагаемый интерфейс программы Управление парком СПбГЛТУ.

Предлагаемая концепция системы мониторинга парка способна решать такие задачи как: своевременное обнаружение дефектов у насаждений, дорог, мелиоративных каналов, памятников культурного наследия и т.д., а также фиксация правонарушений на территории парка СПбГЛТУ. Развитие стратегии по цифровой модернизации инфраструктуры парка СПбГЛТУ, возможно, в рамках принятой стратегии в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Санкт-Петербурга принятой от 25.08.2021. Основа предлагаемых решений может стать общей частью внедряемых технологий «Умный парк» как часть концепции развития направления «Умный город» [5].

Библиографический список

1. Компактная fish-eye камера для транспорта Hikvision DS-2CS5802P-C <https://www.dssl.ru/products/ds-2cs5802p-c/>
2. Булгакова А.Г., Вагизов М.Р., Елисеев Д.И., Борисов Р.Б. Опыт применения беспилотного летательного аппарата DJI Air 2S для формирования данных геоинформационного моделирования// Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. – 2022. –№ 2(42). –С. 72-77.
3. Бажунов И.Д., Бойцов А.К. Применение сверточных нейронных сетей для определения болезней древесных пород икустарников // Арктические экосистемы: сохранение и устойчивое развитие: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Мурманск, 09.12. 2022 года. – Мурманск: Мурманский арктический государственный университет, 2022. –С. 28-33.
4. Вагизов М.Р., Красовский И.А. Информационная система благоустройства парков Г. Санкт-Петербурга net.park// Леса России: политика, промышленность, наука, образование :Материалы второй международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 24–26 мая 2017 года / Под редакцией В.М. Гедьо. Том 2. –Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университетим. С.М. Кирова, 2017. –С. 231-232.
5. Романченко Е.Ю. Умный парк как часть концепции развития направления «Умный город» // МНСК-2022 :Материалы 60-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 10–20 апреля 2022 года. – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2022. –С. 37.

ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ РАЙОНА ТРАНГ БОМ, ПРОВИНЦИИ ДОНГ НАЙ, ВЬЕТНАМ

Данг Тхи Лан Ань^{1,2}, Ковязин В.Ф.¹

¹Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

²Вьетнамский государственный лесохозяйственный университет, Донгнай, Вьетнам

PREDICTING LAND COVER CHANGE IN TRANG BOM DISTRICT, DONG NAI PROVINCE, VIETNAM

Dang Thi Lan Anh^{1,2}, Kovyazin Vasily Fedorovich¹

¹Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russian

²Vietnam National University of Forestry at Dong Nai, Dong Nai Province, Vietnam

Аннотация. Исследование проводилось в районе Транг Бом провинции Донг Най, в юго-восточной части Вьетнама. Работа направлена на анализ изменений и прогноза состояния покрова земельных угодий в районе. Для этих целей исследованы снимки Landsat-5 и Sentinel-2, полученные в 2004, 2011 и 2022 годах. Выделенные по снимкам угодия классифицированы по категориям методом максимального правдоподобия. Результаты исследования свидетельствуют, что в районе Транг Бом происходит трансформация растительности на угодиях. Площадь непроницаемых поверхностей в районе Транг Бом с 2004 по 2022 год увеличилась на 7,5%. Для прогноза состояния выделенных угодий в районе исследований использовался модель клеточного автомата на основе искусственной нейронной сети (CA-ANN). По результатам прогноза к 2040 году площадь непроницаемых поверхностей увеличится до 17,3%.

Abstract. The research was carried out in Trang Bom district, Dong Nai province. The work is aimed at analyzing changes and forecasting the state of land cover in the area. For these purposes, Landsat-5 and Sentinel-2 images obtained in 2004, 2011 and 2022 were studied. The lands identified from the images were classified into categories by the maximum likelihood method. The results of the study indicate that in the area of Trang Bom there is a transformation of vegetation on the land. The area of impervious surfaces in Trang Bom area increased by 7.5% from 2004 to 2022. To predict the state of selected lands in the study area, we used artificial-neural-network-based cellular automaton (ANN-CA) model. According to the results of the forecast, by 2040 the area of impervious surfaces will increase to 17.3%.

Транг Бом является одним из быстрорастущих районов Вьетнама и превратился в промышленный и технологический центр провинции Донг Най. Район Транг Бом претерпел метаморфозы в результате недавнего регионального социально-экономического и городского развития, что оказало глубокое влияние на пространственную структуру изменений земельных угодий. Район Транг Бом создан в соответствии с Решением правительства Вьетнама №97/2003/НД – СР от 21.8.2003 года [1].

При исследованиях земельных угодий заповедника использовались спутниковые снимки Landsat и Sentinel. Подробная их характеристика приведена в таб. 1. Все космоснимки получены в сухой сезон, при облачности менее 10%. Они бесплатно загружены с сайта департамента геологической службы Соединённых Штатов.

Таб. 1. Сведения о космоснимках.

Название снимка	Формат изображения	Пространственное разрешение	Дата съемки
LT05_L1TP_124052_20041118_20161128_01_T1	Landsat-5	30м	18.11.2004
LT05_L1TP_124052_20110207_20161010_01_T1	Landsat-5	30м	07.02.2011
L2A_T48PYT_A026127_20220308T031828	Sentinel-2A	20м	08.03.2020

Съемка проводилась в сухое время года, в безоблачную погоду и при отсутствии тумана. Мы использовали дополнительные сведения, такие как полевые наблюдения на различных категориях земельных угодий (03.2022), цифровые карты состояния землепользований в 2005 и 2010 годах района Транг Бом, исторические изображения высокого разрешения в GoogleEarthMaps в 2000, 2010 и 2020 годах. Используются вспомогательные данные, такие как факторные слои района Транг Бом: расстояния до государственных дорог, населенных пунктов и центров для оценки пригодности к использованию угодий на объекте исследования. Эти факторы оценены с помощью инструмента “EuclideanDistance” в ArcGIS 10.8 [2].

Для уменьшения искажений снимков мы преобразовали необработанные цифровые числа (DigitalNumbers) в значения отражательной способности (TopofAtmosphere) в соответствии со стандартными уравнениями Landsat [3].

Исходя из характеристик данных дистанционного зондирования Земли, простоты и оперативности описания состояния растительного покрова, земельные угодья района разделялись на три категорий: непроницаемые поверхности, водно-болотные угодья и естественные поверхности.

Классификация состояния земельных угодий проводилась методом максимального правдоподобия по 3 категориям. Соответственно, «максимальная вероятность» автоматически классифицирует пиксели по определенным категориям на основе принципа, что вероятность того, что пиксель находится в указанной категории, является наивысшей.

Оценка точности классификации. После классификации спутниковых снимков проверялось качество и достоверность результатов. Для проверки использовался индекс Каппа. Этот индекс может принимать значения от 0 до 1 [4]. Чем больше их значение, тем выше согласованность между данными «сравнения» и «эталонными». Для классификации изображений и их оценки точности нами использована программа ArcGIS 10.8.

Прогноз состояния земель в районе проводился с методом CA-ANN, интегрированным на плагин MOLUSCE в программе QGIS. Плагин MOLUSCE, разработанная AsiaAirSurvey, представляет собой расширение для геоинформационной системы QGIS, предназначенное для анализа динамики состояния территорий [5]. Плагин включает в себя ряд хорошо известных алгоритмов, таких как служебные модули, методы перекрестных таблиц и алгоритмические модули, например, искусственные нейронные сети, многокритериальную оценку, логистическую регрессию и модели клеточных автоматов [6]. Имитационная модель на основе CA-ANN является удобным и подходящим методом прогнозирования и анализа земного покрова. Эта предлагаемая модель включает в себя три основных процесса, таких как сеть искусственных нейронов, клеточные автоматы и проверка. Чтобы смоделировать возможности пространственно-временного перехода и будущие прогнозы земельных угодий на 2040 год, мы использовали метод CA-ANN с данными дистанционного зондирования с 2004 по 2022 год, а также с пространственными атрибутами: расстояние до государственных дорог, населенных пунктов и центров.

Для оценки точности модели прогноза рассчитан индекс Каппа. Чем меньше значение показателей несогласия (близко к нулю) и выше значение общей точности (близко к 1), то моделирование соответствует реальности.

Карта состояние земельных угодий в районе Транг Бом (2004, 2011 и 2022 годы) приведена на рис. 2-а, б, в. Индекс Каппа по результатам классификации земного покрова в районе в 2004, 2011 и 2022 годах соответственно составил 0,83, 0,84 и 0,92. Это показывает, что результаты классификация для данных Landsat и Sentinel были приемлемой и надежной.

Данные о земельных площадях по результатам классификации в районе в период с 2004 по 2022 годов приведена в таб. 2.

Таб.2. Динамика площадей земельных угодий по категориям в районе Транг Бом.

Категории растительного покрова угодий	2004 год		2011 год		2022 год	
	км ²	%	км ²	%	км ²	%
Непроницаемые поверхности	14,9	4,6	24,2	7,5	39,3	12,1
Водно-болотные угодья	8,6	2,7	7,1	2,2	7,5	2,3
Естественные поверхности	300,2	92,8	292,4	90,3	276,9	85,5
Итого	323,7	100	323,7	100	323,7	100

Как видно из таб. 2, естественные поверхности занимают очень большую площадь в районе, их доли составляют соответственно 92,8%, 90,3%, 85,5% для 2000, 2010 и 2020 годов. С 2004 по 2022 год площадь непроницаемых поверхностей района продолжила увеличиваться на 24,5 км² (7,6%). Изменения водных площадей незначительны.

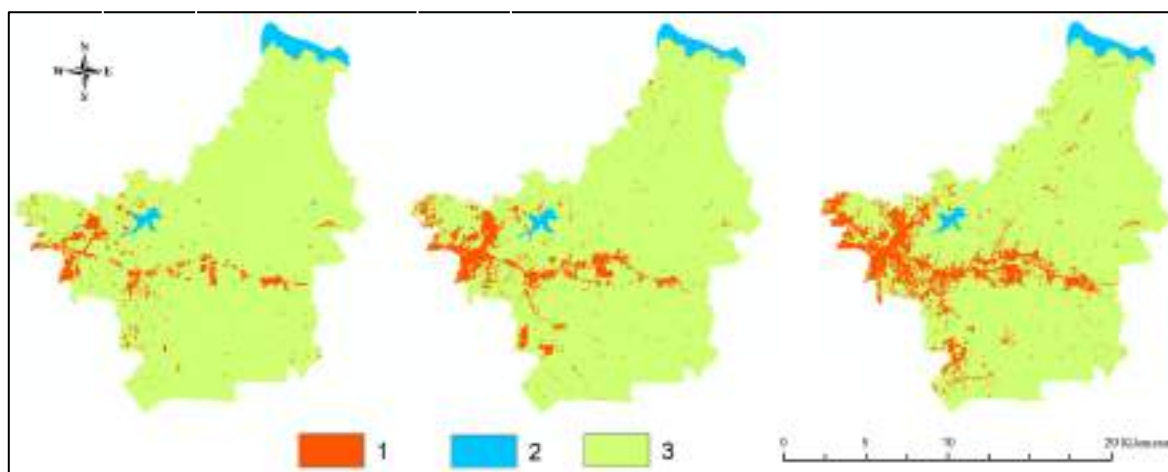


Рис. 1. Карта состояние земельных угодий района Транг Бом в 2004 году (а), в 2011 году (б), в 2022 году (в), 1- непроницаемые поверхности; 2 - водно-болотные угодья; 3 - естественные поверхности .

Результаты моделирования состояния земельных угодий района Транг Бом в 2022 году приведены на рис.2.

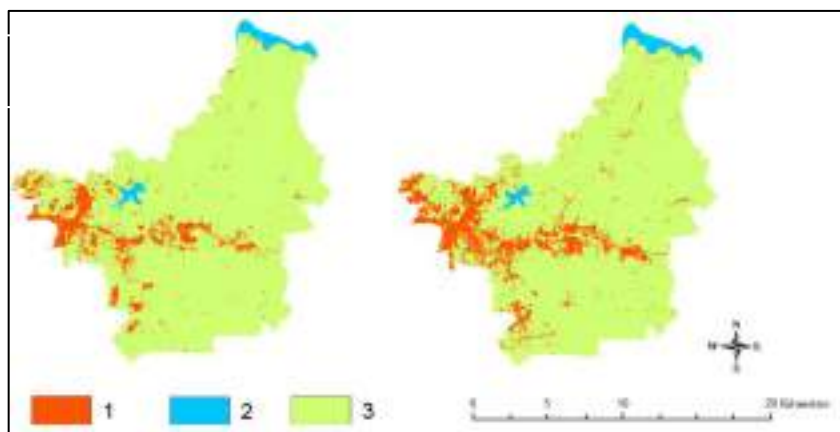


Рис. 2. Результаты моделирования состояния земельных угодийв районе Транг Бом в 2022 году: а) карта моделирования; б) карта реальности; 1- непроницаемые поверхности; 2 - водно-болотные угодья; 3 - естественные поверхности.

Индекс Каппа по результатам моделирования земного покрова в районе в 2022 году составил 0,83. Значение индекса Каппа превышает 0,80, поэтому модель прогнозирования состояний земельных угодий считается надежной и может использоваться для дальнейшего прогнозирования земель в 2040 году.

Результаты прогноза состояния и площадей земельных угодий по категориям в районе ТрангБомв 2040 году соответственно приведены на рис.3 и в таб. 3.

К концу периода прогнозирования структура угодий в района будет следующей: непроницаемые поверхности составят 56,0 км² (17,3%), водно-болотные угодья – 7,7 км² (2,4%) и естественные поверхности – 260,0 км² (80,3%). Из данных таб. 4 и 8 видно, что к 2040 году площадь непроницаемых поверхностей увеличится на 16,7 км² (5,2%).

Наши результаты показывают, что в период исследований физические и социально-экономические факторы оказывали существенное влияние на ландшафтные модели.

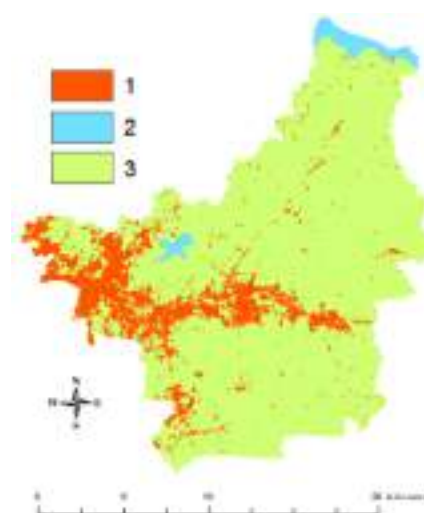


Рис. 3. Карта прогноза состояния растительного покрова земельных угодий по категориямв районе Транг Бом в 2040 году: 1- непроницаемые поверхности; 2 - водно-болотные угодья; 3 - естественные поверхности

Таб. 3. Прогноз площадей категорий земельных угодий районе ТрангБомв 2040 году.

Категории покроваземельных угодий	км ²	%
Непроницаемые поверхности	56,0	17,3
Водно-болотные угодья	7,7	2,4
Естественные поверхности	260,0	80,3
Итого	323,7	100

Многолетние исследования земельных угодий в районе Транг Бом показали, что в период с 2004 по 2022 годы на них преобладали естественные поверхности. Район Транг Бом претерпел значительные изменения за последние три десятилетия из-за быстрой урбанизации, особенно в результате быстрого преобразования зеленых насаждений и бесплодных земель в непроницаемую поверхность за последнее десятилетие. По результатам моделирования, к 2040 году площадь естественных поверхностей увеличится на 5,2% по сравнению с 2022 годом. Результаты моделирования пространственно-временного и перспективного земного покрова помогут политикам в анализе изменений плотности земного покрова и социально-экономических элементов, влияющих на него, а также в продвижении политики сохранения окружающей среды и устойчивого развития.

Библиографический список

1. Trang Bom district website (2022). <http://trangbom.dongnai.gov.vn>
2. Muhammad, R.; Zhang, W.; Abbas, Z.; Guo, F.; Gwiazdzinski, L. (2022) Spatiotemporal Change Analysis and Prediction of Future Land Use and Land Cover Changes Using QGIS MOLUSCE Plugin and Remote Sensing Big Data: A Case Study of Linyi, China. *Land* 2022, 11, 419. <https://doi.org/10.3390/land11030419>
3. Kovyazin V.F. (2020). Monitoring of Forest Land Use/Cover Change in Cat Tien National Park, Dong Nai Province, Vietnam Using Remote Sensing and GIS techniques//IOP Conf. Series: MaterialsScienceand Engineering.817, P. 1–9. DOI: 10.1088/1757-899X/817/1/012018
4. Rawat J.S. (2015). Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India, *The Egyptian // Journal of Remote Sensing and Space Science*. 18(1). P. 77–84. DOI: 10.1016/j.ejrs.2015.02.002.
5. Masud S, Ali Z, Haq M and Ghuri BM (2016). Monitoring and predicting landuse / landcover change using an integrated markov chain & multilayer perceptron models: a case study of sahiwal tehsil *Journal of Geospace Science* 1. P. 43–59
6. NextGIS. (2017). “MOLUSCE-quick and Convenient Analysis of LandCoverChanges.” <http://nextgis.com/blog/molusce/>

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛАССОВ ВОЗРАСТА БЕРЁЗЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Жалнин В.С., Вагизов М.Р.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

GEOINFORMATION MODELING OF CHANGES IN THE AGE CLASSES OF COMMON BIRCH

Zhalnin V.S., Vagizov M.R.

St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Использование трёхмерных моделей формирует представление информации на когнитивном уровне восприятия, для лучшего понимания процессов протекающих в лесных экосистемах. Исследование раскрывает методы трёхмерной визуализации по изменению классов возраста на примере Берёзы обыкновенной, технология поможет спрогнозировать изменения лесной экосистемы в динамике.

Abstract. The use of three-dimensional models forms the representation of information at the cognitive level of perception, for a better understanding of the processes occurring in forest ecosystems. The study reveals methods of three-dimensional visualization of changes in age classes on the example of Common birch, the technology will help to predict changes in the forest ecosystem in the dynamics.

В разработке процесса моделирования использовалась программа Blender с аддоном BlenderGiS [4]. Blender — профессиональное свободное и открытое программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики, включающее в себя средства моделирования, скульптинга, анимации, симуляции, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки моделей с помощью «узлов геометрии» [3], а также создания 2D-анимации.

3D-моделирование — это процесс разработки координато - обоснованной математической репрезентации любой поверхности любого объекта в трех измерениях путем изменения границ, точек, и полигонов в 3D-пространстве. Трёхмерные модели представляют физическую модель в среде визуализации, основанную на использовании групп точек в 3D-пространстве. Будучи набором определённых данных (точки или другая информация) 3D-модели могут быть созданы вручную, алгоритмически (процедурное моделирование) или сканированием объекта при помощи технологии Lidar.

В области интерактивных 3D-моделей уже ведутся разработки в СПбГЛТУ в виде создания приложения для обучения в лесной отрасли [2], но данная работа значительно отличается от самого 3D-моделирования.

Для работы с трёхмерными моделями и геоданными мы использовали модуль BlenderGiS — это бесплатный аддон, который позволяет импортировать высоты и текстуры для создания модели местности [1].

В данном исследовании была разработана интерактивная, динамически меняющаяся модель изменений классов возраста, при помощи системы узлов геометрии, на основе языка визуального скриптинга Blueprint. Основным преимуществом этого модификатора является не деструктивное изменение геометрии каждой модели, а интуитивный рабочий процесс плавного перехода древостоя из

одного класса возраста в другой, основанного на этапах изменений дерева в определённом жизненном цикле, с имитацией изменения времени.

Ход работы. Для работы с узлами геометрии на первом этапе необходимо зайти в рабочее пространство GeometryNodes.

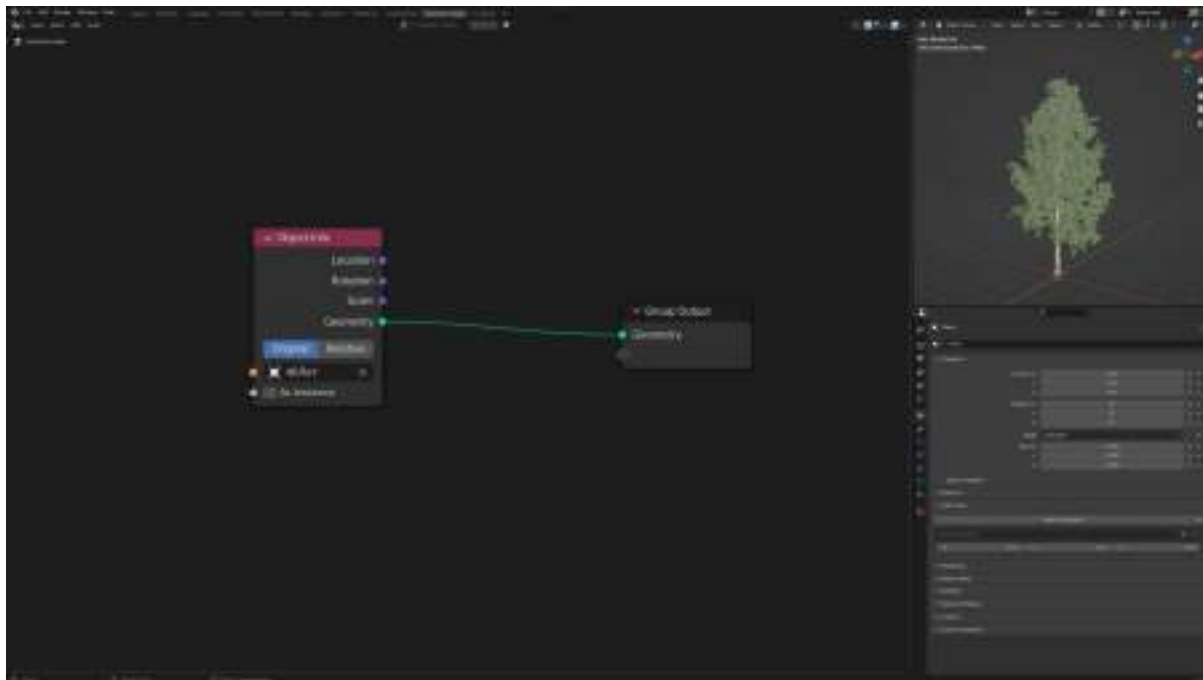


Рис. 1. Рабочее пространство GeometryNodes.

Внутри этого пространства мы можем создавать или изменять уже имеющую геометрию моделей. В данной работе использовалось 7 моделей берез разной возрастной категории из предыдущего исследования [5].

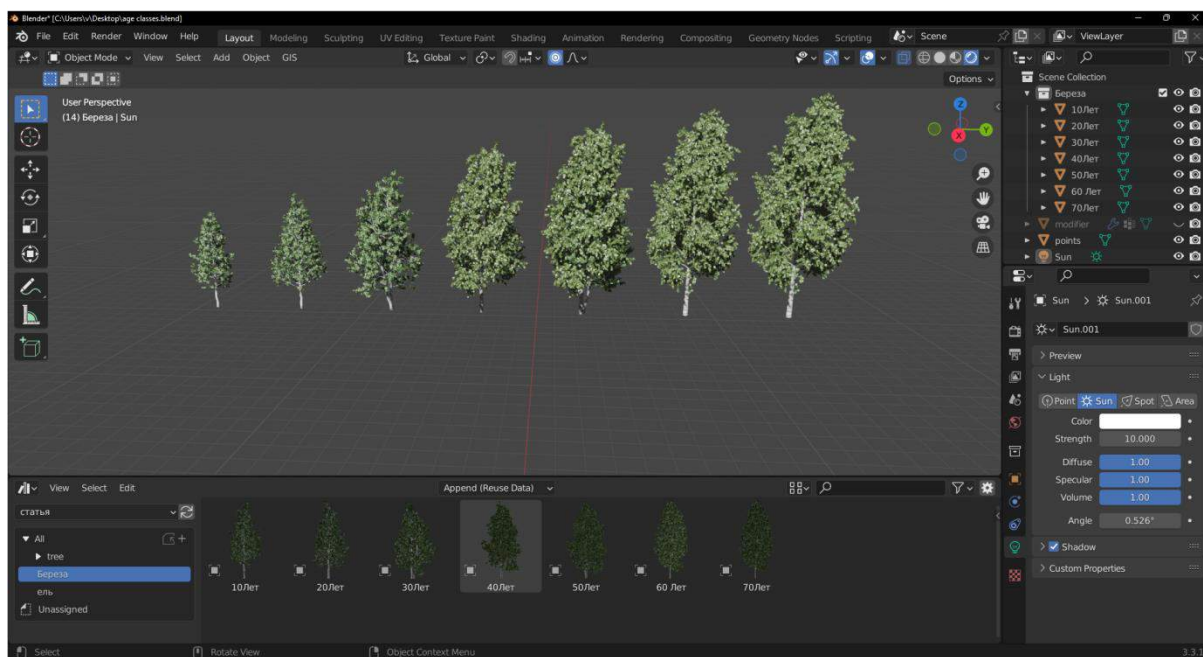


Рис. 2. Модели берез разной возрастной категории.

Главным узлом в этой системе является функция «*workInstanceonpoints*». С помощью его, мы можем ставить модели из коллекции на нужные нам точки. Цель создания экземпляров (3-d объектов) — позволить включить в результат гораздо больше элементов геометрии в модели, не дублируя фактические данные. Вставляя в «порт» экземпляров коллекцию моделей и указывая определенный индекс, мы можем вызывать модели разных классов возраста (рис.3). Индекс экземпляров (3-D объектов) берется из значения секунд умноженный на значение Speed, тем самым, мы регулируем, сколько раз в секунду меняется класс возраста в моделях.

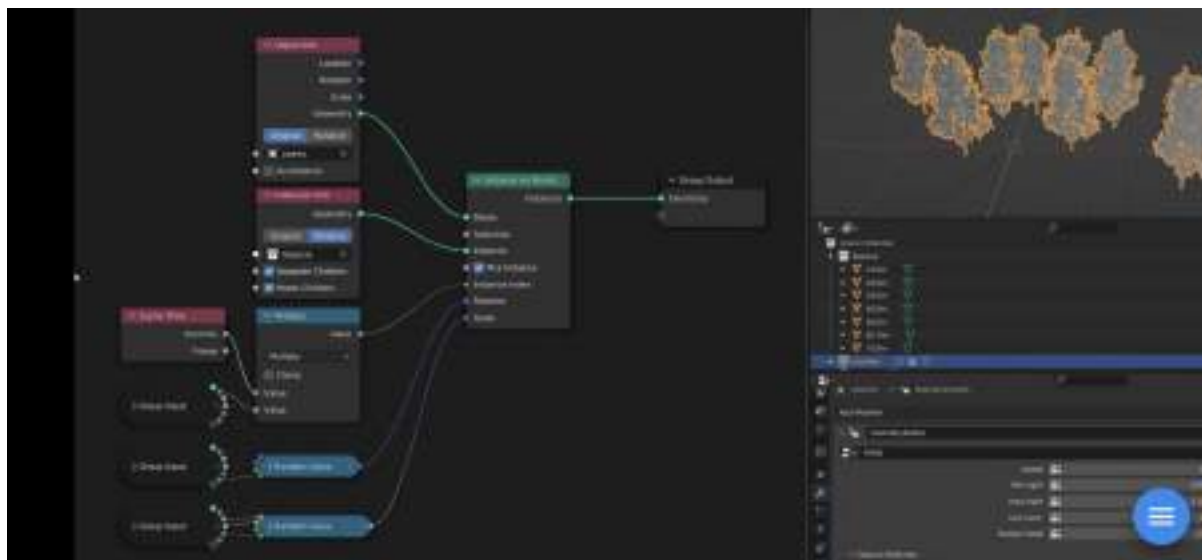


Рис. 3. Дерево узлов геометрии данной системы.

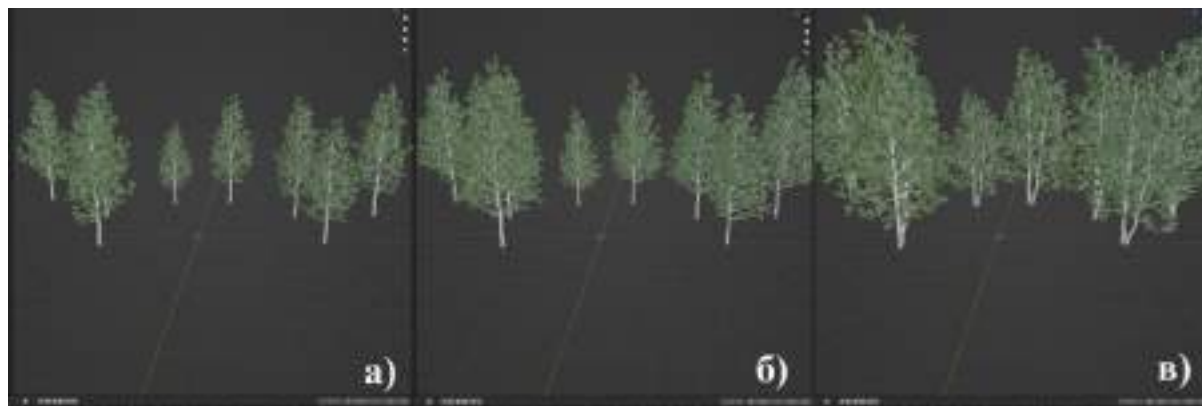


Рис. 4. Изменение моделей со временем.

Изменение роста модели Берёзы происходит средствами смены частоты кадров и изменением самой заготовленной базы 3-D моделей Берёзы. В качестве эксперимента, нами определен просмотр изменений классов возраста берёзы с I по VII класс, выбран параметр изменения 5 кадров в секунду. Так на Рис.4а 0 кадров I класс, на Рис.4б, запуск изменения, II класс, частота изменений 5 кадров в цикле, на Рис.4в III класс, таким образом, происходит динамическое изменение до VII класса, во времени. Скорость смены частоты кадров, можно настроить средствами Blender. Это функция задаётся вручную.

Функция «*Instanceonpoints*» также имеет порты модификации экземпляров, таких как Rotation и Scale значения которых указывается с помощью узла

RandomValue. Этот узел дает случайное значение в выбранном диапазоне, что придает модели более живой, естественный вид с деревьями разных размеров и возможностью угловповорота. Точки, на которые ставятся экземпляры– указываются в объекте Points в режиме редактирования. На базе проведенного эксперимента можно сделать вывод, что аналогичным образом будут происходить и изменения других разработанных моделей, например хвойных пород. С технической точки зрения, возможна более плавная визуализации изменений возраста дерева с течением времени, однако, она будет требовать использования более производительных вычислительных мощностей, особенно учитывая большую площадь покрытой лесом.

Вывод. Узлы геометрии основные на языке визуального скриптингаBlueprint в Blenderполезный инструмент визуализации, позволяющий спроектировать геоинформационную модель выбранного участка леса с одновременным динамическим изменением классов возраста выбранной породы трёхмерного моделирования.

Библиографический список

1. Blender GIS. Официальный сайт. GitHub Режимдоступа: <https://github.com/domlysz/BlenderGIS#wiki---faq---quick-start-guide---flowchart> свободный. Дата обращения: 02.11.2022
2. Петрова Н.А. WebGL при разработке web-приложения для обучения с использованием интерактивных 3-д моделей в лесной отрасли / Н. А. Петрова, Д. А. Ефимов, А. К. Бойцов // 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. 76-80. – EDN AZFQLU.
3. Петрова, Н.А. Приложение для обучения в лесной отрасли с применением 3d-моделирования / Н.А. Петрова, Д.А. Ефимов, А.К. Бойцов // Актуальные вопросы лесного хозяйства : материалы V международной молодежной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2021 года / Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021. – С. 165-169. – EDN JILJST.
4. Программное обеспечение Blender. Официальный сайт. Режим доступа: <http://www.blender.org>, свободный. Дата обращения: 01.11.2022
5. Разработка базы данных трёхмерных моделей лиственных лесообразующих пород Берёзы и Осины для геоинформационной модели лесной экосистемы / М.Р. Вагизов, М.М. Шишкин, Е.П. Истомин [и др.] // Геоинформатика. – 2022. – № 3. – С. 39-46. – DOI 10.47148/1609-364X-2022-3-39-46.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЕКТА «ГАЗОН КАК
ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ УСТОЙЧИВОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И
АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА»**

Игнатьева Т.И., Двадцатова Т.В.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

**INFORMATIONAL SUPPORT OF THE PROJECT "LAWN AS AN INDICATOR OF THE
STATE OF A SUSTAINABLE URBAN ENVIRONMENT AND ADAPTATION TO
CLIMATE CHANGE"**

Ignatyeva T.I., Dvadcatova T.V.

St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье представлен материал по информационной поддержке проекта «Газон как индикатор состояния устойчивой городской среды и адаптации к изменениям климата», реализуемой в виде web-сайта. Наряду с размещением материалов исследований, на разработанном сайте имеется возможность краудсорсинга и нетворкинга, обеспечивающих вовлечение любых заинтересованных лиц в качестве участников и экспертов поддержки проекта. Предложено использование технологии автономного web-приложения в ходе сбора, анализа данных и устойчивой передачи информации, даже в отсутствии интернет-соединения.

Annotation. The article presents material on information support for the project "Lawn as an indicator of the state of a sustainable urban environment and adaptation to climate change", implemented in the form of a web site. Along with the placement of research materials, the developed site has the possibility of crowdsourcing and networking, ensuring the involvement of any interested parties as participants and experts in supporting the project. It is proposed to use the technology of an autonomous web application in the course of data collection, analysis and stable transmission of information, even in the absence of an Internet connection.

В условиях изменения климата (температурные контрасты-засушливые лета и суровые зимы, отсутствие осадков или наоборот их обилие), газоны становятся наиболее наглядными индикаторами состояния городской среды.

Проект предполагает детальное исследование газонов, существующих нормативов их создания и содержания, а также внедрение экспериментальных посадок (альтернативных устойчивых газонов) в парках и зеленых насаждениях общего пользования городского и местного значения, что позволит также вовлечь широкий круг населения, общественные организации, городские и районные садово-парковые хозяйства.

Впервые в практике исследования российских городских экосистем, газон будет рассмотрен как сложный экологический и социальный феномен. Проект предусматривает использование междисциплинарного подхода и инновационных технологий, включая ГИС и дистанционное зондирование, и опросы на интернет-платформах.

Второй составляющей является реализация единой информационной системы мониторинга газонов для эффективного управления данными объектами и принятия управленческих решений. В состав работ, предлагаемых научным

коллективом авторов, является разработка высокотехнологичной методологии быстрого сбора информации их детальная обработка на базе сравнительного анализа при помощи программного обеспечения. Временные ряды фотофиксаций материалов, интегрированных в единую информационную систему, позволят проводить оперативный мониторинг изменений состояний газонов.

Для информационной поддержки полевых наблюдений и решения задач анализа данных и публикации текущих результатов исследований, отчёта по проекту (краудсорсинг и нетворкинг) будет использоваться разработанный сайт проекта «Газон.ЛандшафтныеАрхитекторы.РФ» <https://lawnla.ru/>.

Сайт проекта в соответствии с задачами исследований по проекту должен обеспечить: сбор снимков газона на основе получения от населения (краудсорсинга) открытых данных о типах, биоразнообразии и состоянии газонов в Санкт-Петербурге их обработку и составление социологического опроса; открытость ресурса, позволяющую любому заинтересованному гражданину отправить исходные данные о газоне экспертам; регистрацию в качестве эксперта для участия в проекте удалённо с возможностью проверки данных, при необходимости назначения дополнительной проверки и предоставления заключения о состоянии газона; составление экспертами однотипной формы описания газонов (состав, высота растений, состояние газонов, время скашивания, фотографии растений, а также данные о насекомых и птицах, посещающих газоны), а также составления опросника мнений (анкету) с предоставлением электронных таблиц с описанием снимков, составленную экспертами [1,2].

Создание сайта осуществлялось на конструкторе WordPress - свободно распространяемая система управления содержимым сайта с открытым исходным кодом на PHP и использованием сервера базы данных — MySQL [3]. Дизайн - проект сайта включает макет главной страницы экрана и небольшое лого проекта (рис.1).

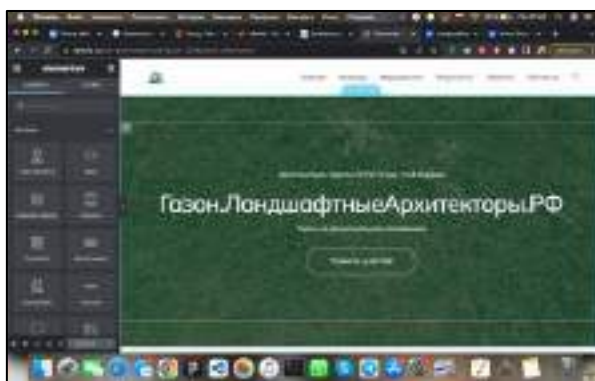


Рис. 1. Главная страница сайта.

На главной странице созданы гиперссылки на страницы: «Команда», «Мероприятия», «Результаты», «Объекты» и «Контакты» (см. рис. 2).

Особое внимание следует уделить странице «Объекты» (см. рис.3). На этой странице размещена таблица с объектами исследования.

Эти объекты – газоны, расположенные в разных районах Санкт-Петербурга. На каждом объекте в дальнейшем будет размещена таблица с краткой информацией и QR кодом. QR код – это ссылка на раздел сайта «Объекты», где каждый пользователь сможет просмотреть информацию о нужном объекте.



Рис. 2. Страницы по ссылкам «Команда», «Мероприятия», «Контакты».

Объекты таблицы и их описания будут интегрированы на карту NEXTGIS, что позволит наблюдать их расположение в садово-ландшафтной структуре города.



Рис. 3. Страницы по ссылке «Объекты».

На странице «Результаты» помещаются основные результаты по проведенным исследованиям. Например, отчеты, ссылки на научные статьи, доклады на конференциях.

Для участия в проекте в качестве эксперта и краудсорсинга на главной странице (см. рис. 4) есть ссылка, обращение к которой обеспечит переход на страницу регистрации.

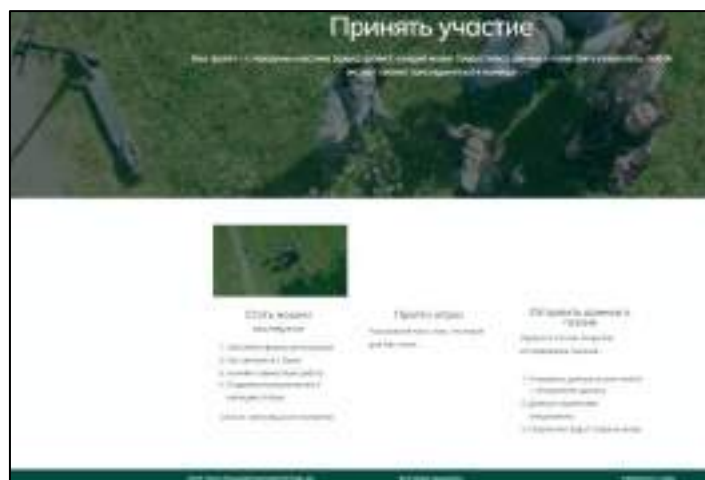


Рис. 4. Страницы по ссылке «Принять участие».

Дополнительная информация находится в «подвале» главной страницы (рис. 5). Здесь по ссылкам «Аннотация проекта» и «План исследования» можно перейти на соответствующие страницы, где находится расширенная информация по соответствующему разделу.



Рис.5. Дополнительная информация.

Разработанный сайт обладает необходимым функционалом отвечающий требованиям рассмотренным выше, его программная реализация обеспечивает масштабирование и введение новых функций при расширении и продолжении исследований в рамках проекта. Однако есть некоторые соображения по технологии его применения.

Любой участник проекта, находящийся в различных местах городской инфраструктуры, может осуществлять контентное наполнение соответствующих разделов сайта.Эту процедуру они обычно проводят с помощью мобильных устройств,при этом предполагается наличие устойчивого интернет-соединения при проведение «полевого» сбора данных о газонах, особенно при работе с данными дистанционного зондирования Земли, так как для этой технологии наиболее критичен разрыв интернет-связи.

Рассмотрим ситуацию, когда зарегистрированный краудсордер работает, как мобильный пользователь, с онлайнвым веб-сайтом «Газон. Ландшафтные Архитекторы. РФ» при этом он фиксирует атрибутивные, картографические и фотоданные газонов для заполнения соответствующих форм и таблиц. Пусть он успевает при взаимодействии с сайтом переслать только часть данных до того, как разорвется соединение его мобильного телефона с Интернетом. Одним из способов восстановления ситуации является применение офлайнвого режима для продолжения работы с накоплением данных о газоне без их потери, а затем передачу собранных данных на сайт позднее, как только восстановится соединение с Интернетом.

Разрешение рассмотренной коллизии можно осуществить с помощью автономного web-приложения HTML5. Автономное web приложение (АВП) реализует новый метод функционирования клиент-серверной системы, базирующийся на использовании возможностей стандарта HTML5 и содержащий в своей основе механизмы сохранения данных и манипулирования ими на клиентском устройстве средствами браузера [4].

Функционал HTML5 позволяет формировать долговременные локальные хранилища данных на стороне клиента при этом помещенные данные сохраняются до

тех пор, пока они необходимы для работы пользователям, чем исключается также повторная передача статической информации. Управление локальным сохранением полученных данных на стороне клиента осуществляется на основе манифеста КЭШа.

Автономные веб - приложения работают следующим образом: каждый веб документ, который должен быть доступен в автономном режиме, указывает на текстовый файл с расширением.manifest. В нем содержится перечень всех ресурсов (коды HTML, картографические объекты, фотоизображения, JavaScript и т. д.), необходимых документу на веб странице для того, чтобы она была доступна в автономном режиме. Браузеры с поддержкой автономных веб-приложений HTML5 считывают файл с расширением.manifest, загружают приведенные в нем веб документы (ресурсы) и кэшируют их локально в созданных хранилищах на тот случай, если соединение с Интернетом будет разорвано.

Важным свойством, которым обладает АВП, является его способность работать как при наличии соединения с Интернет, так и при его отсутствии – автономно с возможностью работы с ранее загруженными с Web сервера данными без подключения к нему.

Это свойство расширяет возможность доступа к данным Web сервера с разнородных мобильных терминальных устройств конечных пользователей, особенно в условиях неустойчивого соединения или долговременных потерь соединений с Webсервером.Для корректной работы АВП используются инструментальные средства браузера на мобильном устройстве.

Таким образом, АВП состоит из программных модулей, которые обеспечивают аварийное резервирование вводимых краудсордером данных и их отправку на сервер при восстановлении соединения, установку, автономную работу, обновление и удаление клиентской части АВП, а также управление его конфигурацией с сервера системы.

Благодаря функционалу АВП возможна автономная работы с любых терминальных устройств как с собранными данными краудсордерами, так и с данными, полученными с сервера, и автоматическая актуализация локально сохраненных данных. При разрыве интернет-связи осуществляется аварийное резервирование вводимых пользователем данных и автоматическая отправка сохраненных данных при возобновлении соединения с сервером. Применение автономного веб приложения позволяет уменьшить расходы трафика и время ожидания загрузки веб-документов.

Использование АВП осуществляется с помощью бесшовной интеграции составляющих его компонентов с любыми существующими веб-приложениями и сайтами для работы с данными любого формата, применяемыми в решении задач исследования газонов.

Статья подготовлена по материалам исследований в рамках проекта по гранту РНФ 22-26-20120 “Газон как индикатор состояния устойчивой городской среды и адаптации к изменениям климата”.

Библиографический список

1. Заяц А.М. Беспроводные сенсорные сети в лесном хозяйстве. Построение, применение и исследование: учебное пособие для вузов / А.М. Заяц, С.П. Хабаров. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 128 с.
2. Заяц А.М., Васильев Н.П. Введение в гибридные технологии разработки мобильных приложений: Учебное пособие. – Санкт-Петербург : Изд. «Лань», 2020. – 160 с.

3. WordPress — свободное программное обеспечение, которое поможет вам создать красивый сайт, блог или веб-приложение. <https://ru.wordpress.org/>
4. Гинзбург И.Б. Автономные отказоустойчивые веб-приложения для систем обеспечения доступа к данным дистанционного зондирования Земли. Труды МАИ. Выпуск № 84. http://mai.ru/upload/iblock/973/ginzburg_rus.pdf

ЗАЩИТА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ОТ ВРЕДНОСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

Карманова Н.А.¹, Карманов А.Г.², Чжао Лэй³

¹«Национальный исследовательский университет ИТМО»

²Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

³Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

PROTECTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FROM HARMFUL INFLUENCES

Karmanova N.A.¹, Karmanov A.G.², Chzhao Lei³

¹ITMO University

²St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

³Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

Аннотация. В представленной работе раскрыто понятие ИИ, проведено исследование проблем методов защиты ИИ от вредоносных воздействий и изучены известные подходы для их решения; систематизированы требования к функционированию ИИ с точки зрения их защищенности от внешнего воздействия, надежности и устойчивости; проведено исследование возможных видов вредоносных воздействий на ИИ и проведены способы защиты от них; рассмотрены способы, приёмы, подходы, модели и метода защиты и обеспечения надежности ИИ: состязательные методы, основанные на глубоком обучении, состязательная схема обучения для глубоких сетей реконструкции изображений и проведена оценка эффективности метода защиты искусственного интеллекта от состязательных атак.

Abstract. In the presented work, the concept of AI is disclosed, the problems of methods of protecting AI from harmful influences are studied and known approaches for their solution are studied; the requirements for the functioning of AI in terms of their protection from external influence, reliability and stability have been systematized; a study of possible types of harmful effects on AI was conducted and methods of protection against them were carried out; the methods, techniques, approaches, models and methods of protecting and ensuring the reliability of AI are considered: adversarial methods based on deep learning, an adversarial training scheme for deep image reconstruction networks and the effectiveness of the method of protecting artificial intelligence from adversarial attacks is evaluated.

Введение. В течение последних лет очевидный успех в развитии искусственного интеллекта (ИИ) позволил выйти на новый уровень как в моделировании развития человеческой цивилизации на основе новых технологий, так и в анализе собственно угроз международной информационной безопасности. Это происходит, потому что они обладают широким спектром возможностей и доказывают эффективность их использования. В лесной отрасли системы искусственного интеллекта осуществляют

управленческий учет природных ресурсов, их структуры и качественного состава; мониторинг вырубki леса, в том числе выявление незаконных рубок на основе данных космического мониторинга; мониторинг перемещения древесины «от заготовки до переработки».

Сложившаяся тенденция ежегодного увеличения количества комплексных систем с активным или ведущим участием искусственного интеллекта (ИИ) повышает риск злонамеренного воздействия и перехвата контроля над ними [1]. Поэтому они должны работать безопасно, надежно, а меры предосторожности должны быть предусмотрены для предотвращения любых непреднамеренных неблагоприятных воздействий [2].

Самой актуальной проблемой в глубоком обучении искусственного интеллекта является уязвимость систем к состязательным атакам. Они приводят к тому, что результаты работы системы оказываются ложными. Другими словами, состязательная атака — это способ обмануть нейросеть [3].

Чаще всего такие атаки фокусируются на системах распознавания изображений, но могут затрагивать и системы восстановления изображений, основанные на глубоком обучении [4]. Цель состоит в том, чтобы восстановить ненаблюдаемое естественное изображение x из измерения сжатия y .

Реконструкция изображения занимается восстановлением чистого изображения x из зашумленных и, возможно, неполных измерений $y = Ax + v$ [5].

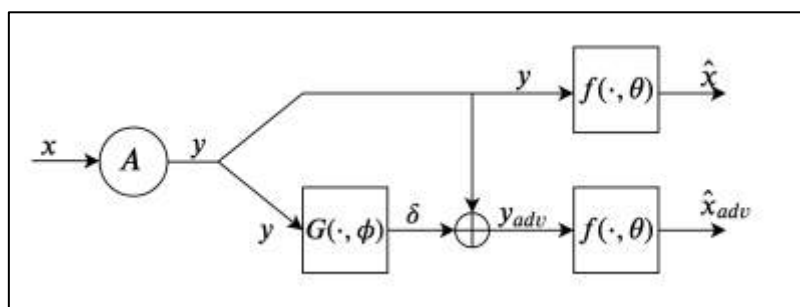


Рис. 1. Состязательная обучающая структура сети восстановления изображений f совместно с другой сетью G , генерирующей аддитивные возмущения.

Набор данных WoodA состоит из более чем 200 000 изображений лесных массивов. Мы используем выровненную и обрезанную версию, которая предварительно обрабатывает каждое изображение размером $64 \times 64 \times 3$ и масштабируется между $[-1, 1]$. Мы случайным образом выбираем 160 000 изображений для обучения. Для оценки используются изображения из 40 000 удерживаемых наборов. Сеть восстановления изображений состоит из 6 слоев свертки и 4 транспонированных слоев свертки. Для генератора G мы использовали 6 полностью подключенных слоев сети. Мы обнаружили, что $\lambda_1 = 3$ и $\lambda_2 = -1$ в (3) дают наилучшие показатели устойчивости для различных возмущений.

На рис.2 первая строка каждой подфигуры соответствует истинному изображению; вторая строка-реконструкции с использованием нормально обученной модели; третья строка-реконструкции с использованием сети Парсевала; четвертая строка-реконструкции с использованием противоборствующей обученной модели (предложенная схема).

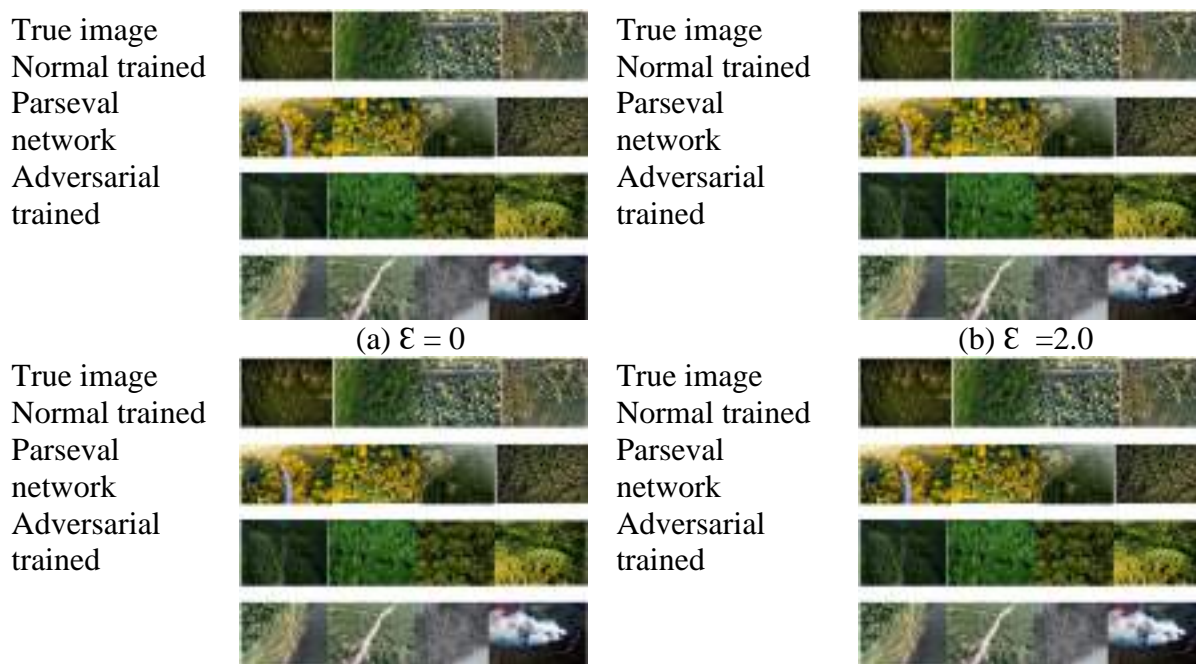


Рис. 2. Качественное сравнение набора данных WoodA для различных возмущений.

Заключение. В этой работе была предложена формулировка min-max для построения надежных моделей реконструкции изображений на основе глубокого обучения [6]. Чтобы сделать его более управляемым, переформулируем это, используя вспомогательную сеть, чтобы генерировать состязательные примеры, для которых сеть реконструкции изображений пытается минимизировать потери при реконструкции. Теоретически была проанализирована простая линейная сеть, и было обнаружено, что, используя формулировку min-max, она выводит регуляризованное решение с фильтром сингулярных значений, которое снижает эффект состязательных примеров для плохо обусловленных матриц. Эмпирическим путем мы обнаружили, что линейная сеть сходится к одному и тому же решению.

Кроме того, обширные эксперименты с нелинейными глубокими сетями для CompressiveSensing (CS) с использованием случайных гауссовских матриц на наборах данных MNIST и CelebA показывают, что предложенная схема превосходит другие методы для различных возмущений $\epsilon \geq 0$, однако поведение зависит от условий матрицы, как указано в теории для схемы линейной реконструкции.

Библиографический список

1. Европейская Комиссия. Независимая группа экспертов высокого уровня по искусственному интеллекту, созданная Европейской Комиссией Этические принципы надежного и безопасного искусственного интеллекта. / 8 апреля 2019. – 39 с.
2. Индера Сергековна "Заслуживающий доверия" Искусственный интеллект Глава в статье / 2019. - 145-149 с.
3. Чистякова А., Андреев А. Атаки на искусственный интеллект / 2019. – 7 с.
4. Пашенцев Е.Н Злонамеренное использование искусственного интеллекта: новые угрозы для международной информационно-психологической безопасности и пути их нейтрализации / Октябрь 2019. – 300 с.
5. Ankit Raj, Yoram Bresler, Bo Li Improving Robustness of Deep-Learning-Based Image Reconstruction / 2020. – 12 с.
6. Созыкин А.В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей / 2017. 28–59 с.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОСИГНАЛА В УСЛОВИЯХ РЖЕВСКОГО ЛЕСОПАРКА

Кургузов В.С., Куриленко А.С., Бойцов А.К.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург

RADIO SIGNAL SPREAD IN CONDITIONS RZHEV FOREST PARK

Kurguzov V.S., Kurilenko A.S., Boitsov A.K.

St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В работе рассмотрена проблема распространения беспроводного сетевого соединения с учетом препятствий в виде древостоя. Данная тема крайне актуальная, так как ей уделяется мало внимания, а в современном мире качественное интернет-соединение и передача данных являются неотъемлемой частью жизни каждого. Целью исследования является оценивание распространения беспроводного сетевого соединения в условиях Ржевского лесопарка в Санкт-Петербурге. Для достижения поставленной цели проводились измерения радиосигнала на различных расстояниях. Результаты данных измерений сигнала представлены на графиках.

Abstract. The paper considers the problem of the distribution of a wireless network connection, taking into account obstacles in the form of a stand. This topic is extremely relevant, since little attention is paid to it, and in the modern world, a high-quality Internet connection and data transmission are an integral part of everyone's life. The aim of the study is to evaluate the spread of a wireless network connection in the conditions of the Rzhevsky Forest Park in St. Petersburg. To achieve this goal, measurements of the radio signal were carried out at various distances. The results of these signal measurements are presented in graphs.

Ослабление радиоволн растительностью вносит ощутимый вклад при распространении волн в естественных условиях. Существуют некоторые природные ресурсы, которые поглощают сигнал, например вода, один из самых эффективных поглотителей беспроводного сетевого соединения. Также, разнообразие типов листового покрова лесных массивов затрудняют разработку универсального метода расчёта распределения радиосигнала в условиях лесов и лесопарков. В связи с этим, актуальным являются практические исследования влияния лесной растительности на радиосигнал [10].

Проблемам беспроводных технологий в лесном хозяйстве уделяется недостаточно внимания [3,4], а изучению поглощения сигнала древесными насаждениями ещё меньше [8].

В рамках данной темы, учёные из национального технологического института Индии при разработке системы обнаружения лесных пожаров определили, что передача данных на расстояние свыше 120 м на территории лесополосы оказывает негативный эффект на качество переданных данных, основной проблемой стала – потеря пакетов [1]. Авторы данной работы произвели несколько замеров, в результате которых была составлена первичная карта затухания сигнала. Согласно этой карте, сигнал, проходимый в пространстве без препятствий, мог передавать данные без потери пакетов на расстояние до 150 м. Однако, при появлении препятствий, на пути

прохождения сигнала, потеря пакетов наступала на расстоянии в 120 м. Таким образом, студенты технологического института подтвердили теорию о значительном поглощении радиосигнала, проходящего через лесные массивы.

Другие ученые из Уральского государственного лесотехнического университета в своей статье упомянули, что “лес поглощает и рассеивает электромагнитную энергию”. То есть, препятствия влияют на распространение радиосигнала. Все это зависит, как от вида и расположения деревьев, так и от времени года, погодных условий и состава деревьев. Ученые в своей статье упомянули, что “характерная особенность поверхности стволов деревьев - неоднородность, а их строение обладает физическими, химическими свойствами отражать энергию ультравысоких и сверхвысоких частот” [9].

Целью данного исследования является оценка распространения радиосигнала в условиях Ржевского лесопарка.

Исследования были проведены в 2022 году на территории Ржевского лесопарка (рис.1). Измерения проводились с использованием геодезической рулетки и смартфонов. С помощью геодезической рулетки измерялось расстояние от 0 до 55 м с шагом измерения –5 м. Смартфоны использовались в качестве источника и приемника сигнала. Контрольные измерения проводились на местности без препятствий.

Для анализа использовалось мобильное приложение «NetXPRO» [2] (рис. 2), предоставляющее точную характеристику качества сети. В процессе проделанной работы в Ржевском лесопарке было проведено 420 контрольных замеров, 2100 замеров с растительными препятствиями.



Рис. 1. «Выполнение замеров».

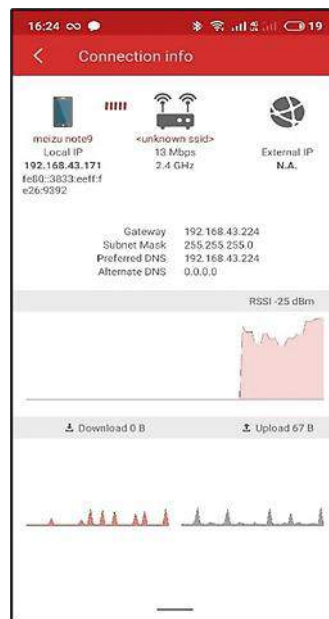


Рис. 2. «Интерфейс NetXPRO».

Для выявления наиболее точных показателей, каждый замер производился в количестве 6 раз на каждые 5 м. Результаты замеров выводились на дисплей приемника и в последствии обрабатывались.

На рис. 3 предоставлен график повышения сигнала в условиях разного древостоя, в качестве сравнения приведены контрольные замеры, они имеют наилучший сигнал по сравнению с остальными замерами.

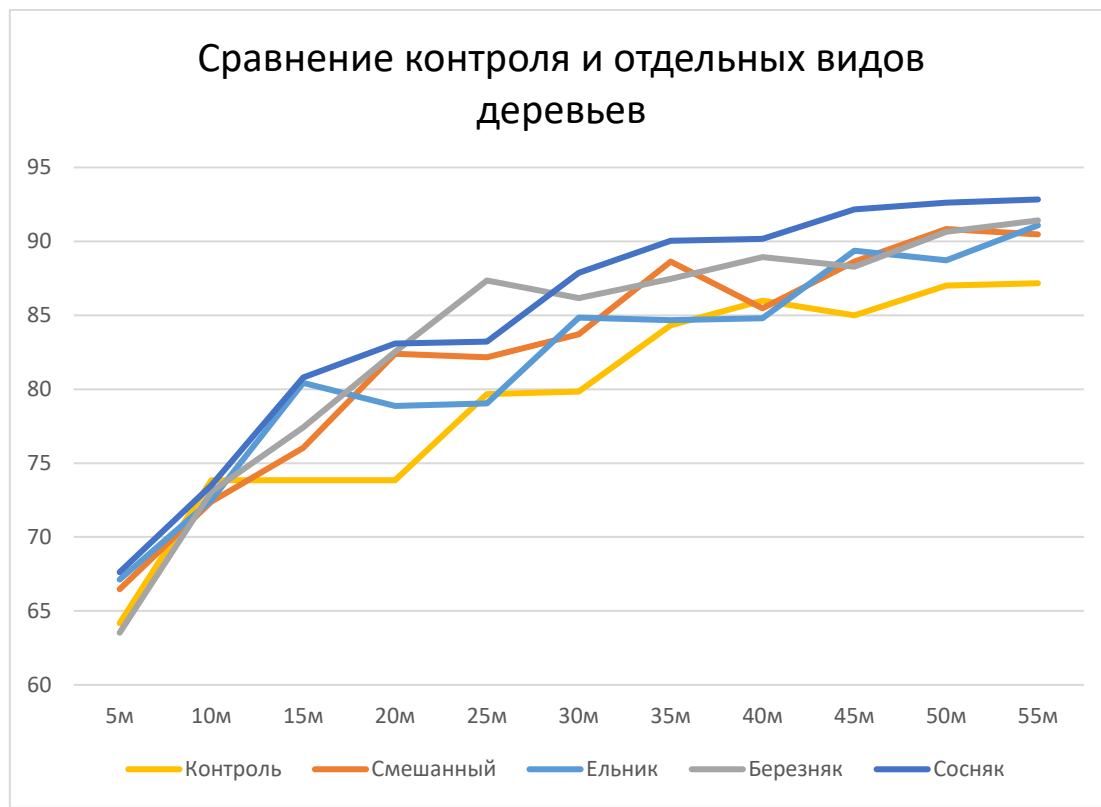


Рис. 3. Замеры по Ржевскому лесопарку.

Замеры производились начиная с 5 м от источника. Конечной точкой замеров стала отметка в 55 м, на этом расстоянии средний сигнал соответствовал значению в -92dBm, что делает использование сети практически невозможным. Основные повышения сигнала были замечены на промежутках от 5 до 10 м и от 25 до 30 м, средний уровень сигнала был -68dBm и -83dBm соответственно. Это объясняется тем, что когда радиоволна встречает препятствие в виде некоторого материала, то происходит поглощение части ее энергии таким материалом, часть отражается, и ещё часть, проходит сквозь материал.

В процессе распространения в пространстве радиоволна формирует эллипсоид вращения, в фокусах которого находятся передатчик и приемник, такой эллипсоид называется Зоной Френеля. Не менее 60% зоны Френеля должно оставаться чистой от каких-либо препятствий, так как иначе начинаются существенные потери сигнала в канале [6].

В случае наших исследований, касаемых радиосигнала, объяснением в ослаблении сигнала как раз является понятие зоны Френеля.

Радиус основной зоны Френеля может быть определен из выражения:

$$R = \sqrt{\lambda \frac{S * D}{d}}$$

где, λ – длина волны излучения; S – расстояние от передатчика до препятствия; D – расстояние от приемника до препятствия; d – расстояние от передатчика до приемника [7].

В процессе исследования был сделан вывод, что листья играют большую роль в потерях сигнала, так как в листе содержится вода в пределах – 50-97% [11]. Внутри

листа вода продвигается по стенкам клеток и по межклетникам к устьицам, где при её участии совершаются практически все физиологические процессы.

Весьма мало будет поглощение в случае неионизированного воздуха. В случае твердых диэлектриков, полупроводников и проводников уровень поглощения радиоволн значителен. Если на пути радиоволны будет размещен некоторый проводник, то большая доля ее энергии будет им поглощена. Это можно объяснить тем, что волной будут приводиться в движение электроны в проводнике и возникает ток, имеющий высокую частоту [5].

Таким образом, на основании полученных результатов, выдвинута гипотеза о наличии четкой зависимости уровня радиосигнала от разнообразных растительных объектов, так как большая часть растительных препятствий имеет плотную среду в виде листьев и хвои, которые имеют в своем составе большой процент воды, где вода один из самых эффективных поглотителей беспроводного сетевого соединения, так как является электрическим проводником и забирает на себя большое количество энергии сигнала.

Библиографический список

1. Kim G. H. et al. Development of Wi-Fi-Based Teleoperation System for Forest Harvester //Journal of Biosystems Engineering. – 2021. – Т. 46. – №. 3. – С. 206-216.
2. NetXPRO [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tools.netgel.netxpro&hl=ru&gl=US> (дата обращения: 28.10.2022).
3. Бойцов А.К. Проблемы и пути решения применения RFID технологий в лесном хозяйстве / А.К. Бойцов, А.П. Потапов, А.С. Булатов // Информационные системы и технологии: теория и практика : сборник научных трудов, Санкт-Петербург, 24 февраля 2021 года / Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021. – С. 17-22. – EDN VNICIS.
4. Бойцов А.К. Современные беспроводные технологии в лесном хозяйстве / А. К. Бойцов, С. П. Хабаров // Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: Материалы III международной научно-практической конференции молодых ученых, Санкт-Петербург, 06–08 ноября 2019 года. – Санкт-Петербург: Полиграф-Экспресс, 2019. – С. 138-141. – EDN AEKQCL.
5. Бондаренко А. В. ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОГЛОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ РАДИОВОЛН //Международный студенческий научный вестник. – 2017. – №. 4-10. – С. 1502-1505.
6. Описание «Зоны Френеля» [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zskom.ru/chto-takoe-zona-frenelya-prepyatstviya-dlya-radiovoln> – (дата обращения: 28.10.2022).
7. Переверзев И.С., Коновалова А.Г., Скоблецкая О.В. ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ РАДИОВОЛН ДИАПАЗОНА 2, 4 ГГц //ББК У9 (255)-55я54 Н 346 Редакционная коллегия. – 2017. – С. 304-307
8. Санников С.П., Серков П.А., Шипилов В.В. Влияние лесной среды на распространение радиоволн RFID-меток //Леса России и хозяйство в них. – 2014. – №. 2 (49). – С. 57-60.
9. Санников С.П., Серебренников М.Ю., Серков П.А. Влияние анизотропных характеристик леса на распространение радиочастотного сигнала RFID метки //Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №. 2. – С. 140-140.

10. Сенцов А.А., Поляков В.Б., Сахно Д.С. ВЛИЯНИЕ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН ПРИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ //Метрологическое обеспечение инновационных технологий. – 2020. – С. 284-285.

11. Содержание воды в растениях [электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.cawater-info.net/all_about_water/ (дата обращения: 29.10.2022).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ РЕКУРРЕНТНЫХ СЕТЕЙ ДЛ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАНИЙ СЕНСОРОВ

Кутузов М.Е., Колмогорова С.С.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М.Кирова,

USING A RECURRENT NETWORK MODEL TO PREDICT CHANGES IN SENSOR VALUES

Kutuzov M.E., Kolmogorova S.S. ¹

St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье представлена разработка программного кода тестового алгоритма для оценки и прогнозирования, включающий алгоритм оценки, основанный на глубоком обучении, для предсказания ситуационных составляющих, например, при лесных пожарах, полученных в процессе мониторинга и сбора данных посредством миниатюрных сенсорных элементов в составе измерительных узлов. Исследование состояния и предупреждение выполнены, по интервальным прогнозам, с помощью интеллектуальных моделей с реальных сенсоров. Представлен анализ использованного алгоритма долговременной кратковременной памяти – LSTM и его оценка RMSE, MAPE, MAE. Методы, предложенные в работе, основаны на области машинного обучения и направлены на эффективное прогнозирование показателей объекта наблюдений.

Abstract. This article presents the development of a software code test algorithm for estimation and prediction, including an estimation algorithm based on deep learning, for predicting situational components, such as forest fires, obtained during monitoring and data collection by means of miniature sensor elements in the composition of measuring nodes. State investigation and warnings are performed, by interval predictions, using intelligent models from real sensors. An analysis of the long-term short-term memory algorithm used, LSTM, and its evaluation of RMSE, MAPE, MAE is presented. The methods proposed in the paper are based on the field of machine learning and are aimed at effective prediction of the performance of the object of observation.

Введение. В последнее время большой рост датчиков, интернета и генерации огромных объемов данных предоставил новые возможности анализа, прогнозирования и создания приложений на основе IoT [1]. Доступны базы данных, генерируемых огромным количеством датчиков, в режиме реального времени и открыла новые возможности оценки и интеллектуального прогнозирования. Все собираемые данные могут быть доступны через открытые интерфейсы прикладных программ (API). Интеллектуальные системы в значительной степени зависят от возможностей IoT для

создания систем обслуживания с несколькими источниками, несколькими датчиками и несколькими моделями для прогнозирования.

Основные проблемы, возникающие во время работы конвейера интеграции данных, включают обработку разреженности, обнаружение и исправление аномальных отклонений, нормализацию, сопоставление карт и разрешение данных. Качество разрешения объединенных и интегрированных данных с датчиков играет важную роль, когда к ним применяются алгоритмы прогнозирования. Пространственно-временной характер данных с датчиков в лесу определяет два соответствующих аспекта их соотношения на картах. Пространственное разрешение определяет территориальную принадлежность области, для которого вычисляется прогноз, тогда как временное разрешение означает минимальный (максимальный для энергоэффективности) интервал времени, в течение которого делается прогноз.

Вместе с тем важен приоритет опроса датчиков и получения данных. Например, данные, которые просто собираются или отслеживаются [2], соответствуют низкому уровню приоритета, а низкое энергопотребление при передаче таких данных имеет значение, поскольку важно, чтобы данные могли передаваться в течение длительного периода времени.

Теория и постановка задачи. Реализация программной части возможна с использованием программного комплекса обработки показаний датчиков, однако в нем отсутствует прогнозирование изменения показателей. Поэтому в настоящей статье представлена разработка программы, которая предполагает применение алгоритмов искусственного интеллекта.

В данной статье нас интересует анализ и прогнозирование данных с датчиков [3]. Это означает, что мы анализируем прошлое движение временного ряда, чтобы сделать прогноз на будущее. Существует несколько моделей машинного обучения (ML), которые были предложены для прогнозирования. Однако, поскольку мы работаем с последовательными данными, мы сосредоточимся на особом типе искусственных нейронных сетей (ANNs), называемом рекуррентной нейронной сетью (RNN), и ее варианты - долгой кратковременной памяти (LSTM) и управляемой нейронной сети рекуррентная единица (GRU).

Рекуррентная нейронная сеть (RNN) — одна из перспективных искусственных нейронных сетей, которая показала точные результаты для прогнозирования временных рядов [4]. Он состоит из серии взаимосвязанных нейронных сетей с разными временными интервалами или временными шагами. Простые RNN обладают способностью запоминать большую часть прошлой информации, чтобы предсказывать текущую и будущую информацию, являясь результатом предыдущего шага, подаваемым в качестве ввода текущего шага. Пример RNN приведен на рис. 1.

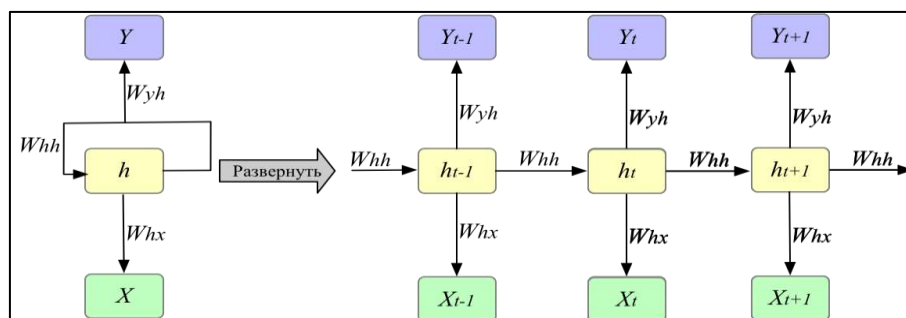


Рис.1. Обобщенная схема RNN в прогнозировании данных с датчиков.

В отличие от других нейронных сетей, RNN использует одни и те же параметры для входных записей, потому что выполняет одну и ту же задачу для всех входных данных для получения выходных данных. Это снижает сложность параметров.

Несмотря на свою полезность для данных, зависящих от времени, простые RNN подвержены проблеме исчезновения и взрыва градиента, которая возникает из-за многократного умножения градиентов, которые могут увеличиваться или уменьшаться в зависимости от количества слоев нейронной сети. Чтобы противодействовать этой проблеме, предложена модель, способная запоминать и забывать часть прошлой информации, чтобы предсказывать текущую и будущую информацию: долговременная кратковременная память (LSTM). LSTM построены из составных серий повторяющихся ячеек и состоят из трех строительных блоков: «входные ворота» (также называемые воротами обновления, принимают решения на основе соответствующей информации для обновления текущего состояния ячейки), «ворота забывания» (обращать внимание на то, какой сигнал нужно удалить из ячейки памяти для текущего шага) и «выходной вентиль» (определяет следующее значение скрытого состояния).

LSTM — одна из мощных RNN, которую можно использовать для прогнозирования временных рядов. Однако у него есть много параметров, которые необходимо установить на этапе обучения, что требует большой вычислительной мощности, и также замедляет обработку данных. Чтобы помочь решить эту проблему, рекуррентная нейронная сеть, называемая вентилируемой рекуррентной единицей (GRU). Архитектура GRU состоит из «ворот сброса» (отвечает за количество информации, которое должно быть забыто во время обработки данных) и «ворот обновления» (отвечает за количество передачи ввода и предыдущего вывода в следующую ячейку). У GRU также есть очень важная ячейка, называемая текущей памятью, роль которой заключается в обеспечении того, чтобы вся важная информация передавалась в следующую ячейку.

Разработка программы. Для реализации алгоритмов [5] выбирается язык программирования Python, принимается во внимание поддержка пакетов решения задач полуопределенного программирования. И дополнительно используются надстройки над другими решателями с максимальным количеством итераций и увеличенного количество итерационного уточнения после решения системы по запросу.

Импортируется база данных с показателями, после чего отбираем часть данных, которые нам нужны (Рис. 2 и 3). Данные значения с помощью функции MinMaxScaler преобразуются в значения от 0 до 1 (Рис. 4). Измененные данные делятся на тренировочные и тестовые данные в соответствии 70 на 30. После чего тренировочные данные подаются на нейронную сеть с функцией активации LSTM (рис. 5). Конфигурация гиперпараметров для LSTM:

```
input_shape = (3, 1)
```

```
hidden_nodes = 4
```

После тренировки нашей модели визуализируем полученные данные на рис. 6.

```

[42] In[42]: df.head()
Out[42]:
   GPS2  LEVRAC
0  164.4  171.435
1  164.5  171.457
2  164.6  171.500
3  164.6  171.531
4  164.6  171.570

[43] In[43]: df.tail()
Out[43]:
   GPS2  LEVRAC
4  164.6  171.570

```

Рис.2. Импорт данных.

```

[40] F = df.iloc[:, [11,15]]
[50] F.head()

```

	GPS2	LEVRAC
0	164.4	171.435
1	164.5	171.457
2	164.6	171.500
3	164.6	171.531
4	164.6	171.570

Рис. 3. Выборка данных.

```

[62] from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
      scaler = MinMaxScaler(feature_range=(0, 1))
      serie_out = scaler.fit_transform(f.reshape(-1, 1))

serie_out

```

```

array([[0.27265114],
       [0.27269886],
       [0.27274623],
       ...,
       [0.34664692],
       [0.34698602],
       [0.34715642]])

```

Рис.4. Преобразование данных в значения диапазона от 0 до 1.

```

[68] from keras.models import Sequential
      from keras.layers import Dense
      from keras.layers import LSTM
      from keras.layers import Dropout

[68] model = Sequential()
      model.add(LSTM(4, input_shape=(look_back,1),activation='sigmoid'))
      model.add(Dense(1))
      model.compile(loss='mean_squared_error', optimizer='adam')

[70] model.fit(trainX, trainY, epochs=10, batch_size=1, verbose=1)

```

Рис. 5. Пример кода LSTM модели.

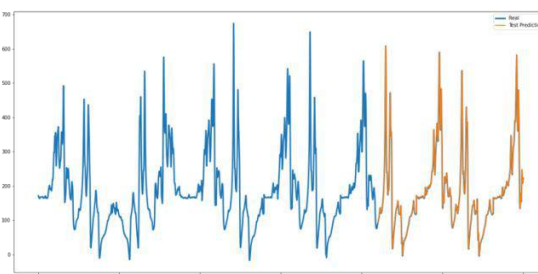


Рис.6. График прогнозируемых данных.

Показатели производительности. Известные и существующие метрики оценки производительности используются для оценки или измерения производительности модели и шаблона. Он также указывает лучшую модель для достижения производительности выходного результата. Для оценки решения мы использовали существующие показатели оценки производительности, такие как *RMSE* (среднеквадратичная ошибка), *MAPE* (средняя абсолютная ошибка в процентах) и *MAE* (средняя абсолютная ошибка).

RMSE также известен как *RMSD* (среднеквадратичное отклонение (1):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_i (Y_{dsi} - Y_{psi})^2}{n}} \quad (1)$$

Расчетное значение составляет $RMSE = 2.11$

MAPE (средняя абсолютная ошибка) устойчива к большим выбросам(2):

$$MAPE = Median \left(\left| \frac{Y_{dsi} - Y_{psi}}{Y_{dsi}} \right| \right) \quad (2)$$

Расчетное значение составляет $MAPE = 1.47$

В нашем сценарии *MAE* (*Mean-Absolute-Error*) используется для определения того, насколько наша прогнозируемая выходная скорость отличается от желаемой выходной скорости(3):

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_i |Y_{dsi} - Y_{psi}| \quad (3)$$

Расчетное значение составляет $MAE = 0.022$

Прогнозирование показаний с датчиков в реальном времени позволит на ранних этапах предотвращать непредвиденные происшествия на производстве или в других отраслях с использованием сенсорных датчиков и алгоритмов искусственного интеллекта.

Библиографический список

1. Автоматизированный программно-технический комплекс системы сбора и интеллектуальной обработки данных / С.С. Колмогорова, С.В. Бирюков, А.С. Колмогоров, Д.С. Баранов // Приборы. – 2022. – № 7(265). – С. 48-55.
2. Aitkenhead, M.; Cooper, R. Neural network time series prediction of environmental variables in a small upland headwater in NE Scotland. *Hydrol. Process. Int. J.* 2008, 22, 3091–3101
3. Использование рекуррентных сетей для прогнозирования потребления электроэнергии / С.Л. Подвальный, М.А. Лихотин, А.В. Михайлузов, А.К. Донских // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2022. – Т. 18. – № 3. – С. 45-50. – DOI 10.36622/VSTU.2022.18.3.005.
4. Cho, K.; Van Merriënboer, B.; Gulcehre, C.; Bahdanau, D.; Bougares, F.; Schwenk, H.; Bengio, Y. Learning phrase representations using RNN encoder-decoder for statistical machine translations. *arXiv* 2014, arXiv:1406.1078.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022666360 Российская Федерация. Обработка измерительных данных алгоритмами искусственного интеллекта : № 2022665739 : заявл. 24.08.2022 :опубл. 31.08.2022 / С.С. Колмогорова, М.Е. Кутузов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова».
6. Кутузов, М. Е. Использование рекуррентной нейронной сети и прогнозирование в обработке данных с температурных сенсоров для лесной отрасли / М. Е. Кутузов, С. С. Колмогорова // Информационные технологии и автоматизация управления : Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, работников образования и промышленности, Омск, 27–28 мая 2022 года / Отв. редактор А.В. Никонов. – Омск: Омский государственный технический университет, 2022. – С. 154-164.

МЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА САЙТОВ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

Маргарян М.М.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М.Кирова

METRIC INDICATORS FOR RATING OF THE USER INTERFACE OF FOREST INDUSTRY SITES

Margaryan M.M.

St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье представлено метрики оценки пользовательского интерфейса, а также методы и алгоритмы их использования. На примере сравнения двух сайтов лесной отрасли демонстрируются оценочные компоненты метрик. В ходе исследования авторы приходят к выводу о том, что типовые алгоритмы и методы не так эффективны, как алгоритмы и методы, вовлекающие субъективные точки зрения людей и направленные на оценивание уникальных черт программного продукта.

Abstract. The article explores user interface evaluation metrics, as well as methods and algorithms for their use. Using the example of comparing two sites of the forest industry, the work of metric indicators is demonstrated. In the course of the study, the article comes to the conclusion that typical algorithms and methods are not as effective as algorithms and methods that involve the subjective points of view of people and are aimed at evaluating the unique features of a software product.

В наше время развития цифровых технологий и их абсолютного внедрения в жизнь общества, важно верно преподнести и визуализировать те или иные функции программ и сайтов. Именно умение работать с пользовательским интерфейсом и минимизировать усилия по взаимодействию с программным продуктом, делая его доступным для каждого и акцентирование внимания на конкретных элементах, делает его конкурентоспособным на поприще цифрового разнообразия и эффективным для работы специализированных профилей. Однако не всегда может быть очевидно насколько положительно или отрицательно тот или иной элемент дизайна или интерфейса повлиял на пользовательский опыт и эффективность взаимодействия. Поэтому так важно давать качественную оценку пользовательского интерфейса делая выводы, из которых возможно в разы улучшить все вышеописанные параметры программного продукта.

Для оценки пользовательского интерфейса используются метрические показатели, или метрики, т.е. что конкретно измеряется в процессе проектирования пользовательского интерфейса. Так как такие оценки «интуитивно понятно»-«...непонятно», «плохое расположение» и «хорошее...» не несут за собой никакой конкретики. Конкретизированные метрики помогают более точно сформулировать проблему и её тяжесть, а также указывает на метод её исправления. Таким образом основополагающими метриками становятся «результативность» и «эффективность» [1]. «Результативность» указывает на то, справился ли пользователь программного продукта с заранее поставленной им задачей, смог ли он достичь удовлетворительного результата, а также «эффективность» стремится описать, насколько быстро и удобно происходил сам процесс исполнения поставленной перед ним задачи. Эта метрика

сравнивает время и простоту поставленной задачи, подразумевая, что задачи выполняемые постоянно должны быть одними из самых простых в выполнении, а задачи редкие и комплексные не должны усложняться сверх меры. Данный фактор важен в контексте уникальности продукта, ведь некоторая эффективность некоторых программных продуктов может быть настолько низкой, что пользователю будет проще выполнить свою задачу без использования продукта в целом. Эти два пункта являются основополагающими, поскольку если пользователь не в состоянии успешно воспользоваться продуктом для достижения целей, из-за которых он продуктом вообще пользуется, то ошибки такого продукта фундаментальны и требуют немедленного исправления. Другой, менее фундаментальной, но все же важной метрикой является «удовлетворенность», которая описывает ощущения пользователя от использования продукта. Данный критерий несет больше характер эмоциональной реакции и связан как с удобством в навигации, так и с дизайном продукта. Все эти метрики являются необходимостью для получения максимально объективной оценки качества пользовательского интерфейса и напрямую задействуются в процессе оценивания.

Для выявления самой оценки интерфейса существуют как отдельные инструменты, так и полноценные алгоритмы, охватывающие огромное множество его аспектов. Первый вариант оценивания, который может прийти в голову это простой опрос самих пользователей интерфейса. Несмотря на простоту решения, обычное анкетирование [2] может с легкостью сработать и улучшить интерфейс, прислушавшись к мнению пользователей, который и оптимизирует их же опыт использования продукта. Результата, возможно добиться несколькими способами. Одним из видов анкетирования может подразумевать с собой опрос десятка представителей целевой аудитории, с просьбой прокомментировать представленный им дизайн или их уже полученный опыт работы с продуктом, с помощью множества заранее заготовленных фраз или прилагательных, с которыми анкетиремый может в той или иной мере согласиться, а может и не. Такой опрос достаточно наглядно может выделить степень удовлетворенности запросов пользователей к интерфейсу и продемонстрировать неудачные его элементы. Одним из видов опросов по целевой аудитории является карточная сортировка [2]. Этот метод предлагает пользователям сайта множество карточек с названиями пунктов каталога и функций продукта, которые, опрашиваемым необходимо сгруппировать, объединяя группы с помощью других карточек или карточек подписанными лично. Таким образом возможно получить наглядные сведения о том, как создать максимально интуитивное меню и каталоги навигации. Данным методом можно так же определять максимально удобное положение для ново-добавленных элементов продукта. Существуют и иные методы тестирования интуитивного поведения пользователя. Например, «тест пяти секунд» [2]. Суть данного тестирования в том, чтобы пять секунд показывать сайт человеку, а после спросить какие элементы он запомнил лучше всего. Так, можно с лёгкостью определить какие элементы графического интерфейса «крадут» на себя наибольшее внимание рядового пользователя, что можно использовать для выявления максимально эффективных методов выделения информации в рамках конкретных дизайнов. Другим методом оценки дизайна пользовательского интерфейса является «Эвристическая оценка» [3]. Для оценки данным методом используется такое понятие как «эвристики», своеобразные принципы и категории, определяющие легкость и удобство использования интерфейса. Эти «эвристики» разработал Якоб Нильсон совместно с Рольфом Моличем. Что бы провести Эвристическую оценку, необходимо привлечь небольшую группу людей, которые и смогут проверить пользовательский интерфейс по

контрольному списку, составленному в зависимости от требований к интерфейсу. Эти требования могут разниться, в зависимости от приоритетов проверяемых элементов. Однако, не смотря на простоту, у этого метода есть несколько крупных недостатков, а именно: чем больше количество элементов контрольного списка, тем дольше может проходить проверка; Сам список может составлять очень долгое время и пополняться изо дня в день, поскольку тренды и требования в наше время постоянно растут. Кроме того, само качество проверки варьируется от точности постановки критериев. Из похожих вариантов существует «Экспертная оценка» [2], которая подразумевает собой проверку программы продукта несколькими аналитиками, являющимися специалистами в области человеческого фактора, которые смогут расписать все проблемы по мере их серьезности и легкости в исправлении, однако же, как показывает опыт, крупные проблемы интерфейса могут заметить и неопытные «аналитики», зная правила и принципы. С другой стороны, недостаточно опытный специалист не сможет дать достаточно точную картину упустив некоторые тонкости, поэтому, и к выбору группы экспертов необходимо подходить с осторожностью. Проблему с человеческим фактором, однако, может решить разработка экспертной системы [3], которая будет упрощать работу при создании дизайна программного продукта и давать оценку уже созданным приложениям и сайтам. Основными источниками знаний экспертной системы могут служить основные принципы проектирования интерфейсов, «эвристики» [3] и опыт специалистов в области оптимизации пользовательского интерфейса. Такие экспертные системы возможно проектировать на базе разнообразных средств разработки, например, CLIPS [3].

Для наглядности использования метрик было рассмотрено два сайта с, очевидно, устаревшим дизайном, но одной целью: «продать пользователю березовую влагостойкую фанеру». Первым рассматривается сайт «Парфинский фанерный комбинат» [5] и попав на него, возможно наблюдать не самый «дружелюбный» интерфейс. Шрифт всех вкладок слишком жирный и буквы сливаются. Тем не менее, с целью ознакомиться с товаром и купить фанеру, пользователь, найдя кнопку «продукция», перейдет на перегруженную текстом страницу, на которой, хоть и описывается преимущество продукта, но не выделяется действительно важную информацию о том каких размеров возможно заказать фанеру. Здесь эта информация теряется в потоке остального текста. После ознакомления со всем текстом на странице потенциальный покупатель, вероятно, будучи пока что заинтересованным попытается найти на странице возможность эту фанеру заказать, но не найдет ни кнопки «купить» или «заказать», ни корзины, ни даже телефона для прямой связи, окончательно теряя интерес к покупке на этом сайте (рис.1).

Вторым примером выступит сервис- faneragroup [6], на котором моментально нахожу глазами интересующий вид фанеры, после выбора которого, пользователь окажется, пусть и не самой удобной, но странице, на которой возможно наглядно выбрать необходимый мне размер фанеры и добавить нужное его количество в «корзину», после чего появится всплывающее окно, предлагающее сразу перейти в оформление заказа, если это единственный интересующий покупатель продукт (рис. 2). Сама же страница корзины также наглядно демонстрирует весь выбранный пользователем товар и общую его стоимость, предлагая заполнить несколько необходимых полей, таких как «имя», «Электронная почта» и «номер телефона» и оформить заказ (рис. 3).



Рис. 1. Официальный сайт «Парфинского Фанерного Комбината». Стрелкой обозначены отрицательные элементы представительской страницы.



Рис. 2. Сайт сервиса «faneragroup». А). красным контуром выделены положительные качества страницы покупки фанеры; Б). снимок демонстрирует удобную страницу оформления заказа

Таким образом на примере данных сценариев возможно дать оценку каждому из сайтов используя ранее обозначенные метрики «Результативность», «эффективность» и «удовлетворенность» [1]. Первый рассмотренный сайт [5] проваливает практически все проверки. «Результативность»- сайт не справился со своей задачей и не смог продать теоретическому покупателю свой продукт введя потери интереса из-за низкого качества сервиса. «Эффективность»- интерфейс сайта наполнен множеством спорных решений, отрицательно влияющих на навигацию по сайту. «Удовлетворенность»- ощущения от использования сайта остаются лишь отрицательные. Второй же рассматриваемый сайт [6] получил более высокую оценку. «Результативность»- пользователь может быстро и успешно заказать интересующую ему фанеру. «Эффективность»- пусть сайт и наполнен устаревшими дизайнерскими решениями, но навигация по нему оказывается легкой, быстрой и исчерпывающей, приводя пользователя к выполнению его цели с высокой эффективностью. «Удовлетворенность»- у теоретического пользователя должны остаться сугубо положительные ощущения от использования этого сайта. Каждому программному продукту, беспокоящемуся за качество его пользовательского интерфейса необходимо пройти несколько стадий оценивания интерфейса или отдельных его элементов, подведя итоги об легкость использования его функций и навигации по нему, качество дизайнерских решений, включающих в себя расположение элементов интерфейса и их цветовое наполнение, а также результативность использования программного продукта в целях, поставленных себе пользователем. Однако, как уже можно понять, использование типовых алгоритмов и контрольных списков [3] может быть неэффективно, так как каждый проект, направленный на создание программного продукта, в первую очередь нацелен на уникальный результат и цели и эффект при использовании, преследуемые в процессе проектирования его интерфейса могут отличаться, как и его проблемы, и не каждый типовой алгоритм или метод может учитывать эти особенности. Именно поэтому важно ориентироваться на методы, направленные на проверку уникальных свойств конкретных элементов, функций и проблематик конкретного программного продукта, например, методы анкетирования и карточных сортировок [2], нацеленные на оценивание субъективных мнений множества пользователей с целью выявить из них объективно полезные замечания, позволяющие сделать опыт использования продукта быстрее, комфортней и результативней. Так же, вместо того что бы самостоятельно оценивать пользовательский интерфейс руководствуясь эвристиками, призвать к экспертной оценке [3] несколько специалистов, которые смогут, имея контекст в виде конкретного продукта, дать более подробную и точную оценку. Или, на базе оценок аналогичных программных продуктов, разработать экспертную систему [3], которая станет незаменимым помощником как в процессе реализации проекта, так и в процессе внедрения нововведений в уже готовый пользовательский интерфейс.

Библиографический список

1. Копаница Г.Д., Цветкова Ж.Ю., Весели Х. Анализ метрик, используемых для оценки удобства использования медицинских информационных систем// Медицинские информационные системы 2012. №3. С.31-36. (дата обращения 25.10.22)
2. Бадина А. Доступные методы оценивания пользовательского интерфейса. [Прожектор Rookee] URL: <https://prozhector.ru/publications/vypusk-53/dostupnye-metody-otsenki-polzovatelskogo-interfeysa/> (дата обращения 26.10.22)

3. Черникова К.О., Аксенов К.А. Методы оценки пользовательского интерфейса. Разработка экспертной системы оценки интерфейса посредством оболочки CLIPS (дата обращения 24.10.22)
4. Австрих Я. Собрать метрики UX-дизайна и верно их интерпретировать: пять рекомендаций. Конспект материала аналитика Джефа Сауро. [vc.ru] URL: <https://vc.ru/design/70797-sobrat-metriki-ux-dizayna-i-verno-ih-interpreirovat-pyat-rekomendaciy> (дата обращения 26.10.22)
5. Представительский сайт «Парфинского фанерного завода». URL: <https://parfino-fk.ru/index.html> (дата обращения 26.10.22)
6. Представительский сайт «Faneragroup.ru». URL: <https://faneragroup.ru> (дата обращения 26.10.22)
7. Григорьев А.И. Особенности виртуальной реализации редко встречающихся объектов электронно-вычислительной техники / Григорьев А.И., Колмогорова С.С. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. – 2022. – № 2(42). – С. 53-62.

ОПТИМИЗАЦИЯ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ ДАТЧИКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО АВТОНОМНОСТИ

Мокринский А.А., Бойцов А.К.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

OPTIMIZATION OF THE SENSOR HARDWARE PART FOR INCREASING ITS AUTONOMY

Mokrinsky A.A., Boitsov A.K.

St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

Аннотация. Существует проблема увеличения концентрации углекислого газа, ведущая к глобальному потеплению, где леса играют важную роль в регулировании углекислого газа в атмосфере. Поэтому для оценки углеродной эффективности леса разрабатывается аппаратно-программный комплекс. В составе комплекса разработан универсальный датчик, измеряющий уровень углекислого газа и климатические показатели одновременно, что привело к значительному повышению энергопотребления и снижению времени автономной работы. Поэтому цель работы оптимизировать аппаратную часть датчика для повышения его автономности в аппаратно-программном комплексе. В процессе работы принято решение разделить и создать датчики двух типов: углекислого газа и климатических показаний. Пересмотрено использование модулей аналогового и цифрового датчика, затем предложено гибридное соединение этих модулей в рамках цели повышения автономности датчика.

Abstract. There is a problem of increasing carbon dioxide concentration leading to global warming, where forests play an important role in regulating carbon dioxide in the atmosphere. Therefore, a hardware and software complex are being developed to assess the carbon efficiency of the forest. As part of the complex, a universal sensor was developed that measures the level of carbon dioxide and climatic indicators simultaneously, which led to a significant increase in energy consumption and a decrease in battery life. Therefore, the purpose of the work is to optimize the hardware part of the sensor to increase its autonomy in

the hardware and software complex. In the process of work, it was decided to separate and create two types of sensors: carbon dioxide and climatic readings. The use of analog and digital sensor modules was revised, then a hybrid connection of these modules was proposed as part of the goal of increasing the autonomy of the sensor.

Концентрация CO₂ в атмосфере увеличивается с каждым годом (рис. 1) [1, 2], темпы увеличения ускоряются, а объем поглотительного потенциала лесного хозяйства страны в углеродном эквиваленте до настоящего времени официально не определен. В России и других странах появляется и развивается множество проектов для ускоренного поглощения углекислого газа из атмосферы и снижения неблагоприятного воздействия человека на климат планеты [5-7, 9]. Поэтому для оценки углеродной эффективности леса разрабатывается аппаратно-программный комплекс с использованием датчика углекислого газа для точных показаний в лесу (результаты частично опубликованы) [10-12].

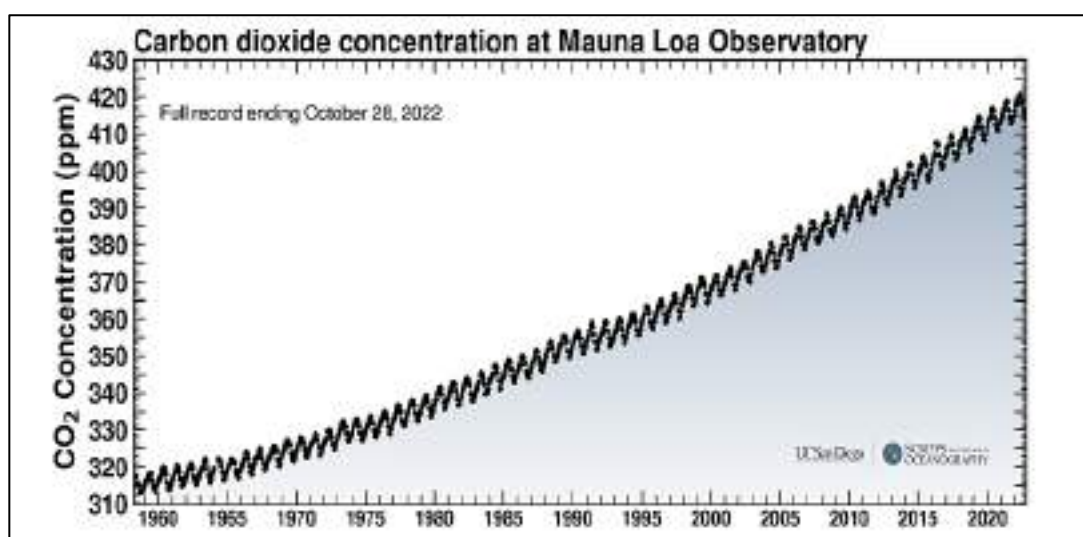


Рис. 1. Кривая Килинга по состоянию на 28 октября 2022 года. По вертикальной оси - концентрация CO₂ в ppm, по горизонтальной — время в годах. Данные Института океанографии Скриппса Калифорнийского университета.

В статье пойдёт речь о процессе оптимизации аппаратной части датчика для повышения его автономности в аппаратно-программном комплексе.

Приступая к разработке аппаратно-программного комплекса, стоит понимать его главную особенность - индивидуальность аппаратной и программной части, которые разрабатываются для решения конкретных задач. Данная особенность требует формирование требований для аппаратной и программной части отдельно.

Аппаратная часть комплекса включает в себя ряд устройств: датчики углекислого газа, реализующие сбор показаний, мастер-датчики, ответственные за промежуточный контроль результатов, маршрутизаторы, соединяющие несколько мастер-датчиков с серверным оборудованием. Развитие аппаратной части начинается с датчиков, используемых в аппаратно-программном комплексе.

В составе комплекса уже разработан универсальный датчик, измеряющий уровень углекислого газа и климатические показатели одновременно [10]. В совокупности модули такого датчика значительно повышают энергопотребление, что снижает время автономной работы. Датчик предусматривает расположение в суровых условиях леса,

где невозможно осуществить прямое подключение к электрической сети, и, вследствие чего появляется потребность длительной работы датчика от встроенного источника электропитания. В таком случае возникает необходимость в техническом обслуживании, которое подразумевает либо замену встроенного источника электропитания, либо замену самого датчика [4].

С целью решения вышерассмотренной проблемы автономной работы датчика принято решение разделить и создать датчики двух типов: углекислого газа и климатических показаний. Эффективность данного решения подтверждают исследования Алябьева «выбор энергосберегающих мероприятий в системах управления энергопотреблением» [3]. Разделяя датчики на разные типы, снижается энергопотребление, тем самым увеличивается длительность автономной работы.

Вышепредложенное решение позволяет пересмотреть использование модулей аналогового и цифрового датчика (рис.2), отличающихся точностью и способом измерений, в датчиках углекислого газа и климатических показаний.



Рис. 2. Аналоговый и цифровой датчик.

Использование аналогового датчика в лесной среде для точных и контрольных измерений невозможно, так как резкие перепады температуры в лесу значительно повышают погрешность итоговых данных.

В отличие от аналоговых цифровые датчики способны работать в постоянно меняющихся условиях, но увеличивается стоимость и снижается надежность работы самого датчика аппаратно-программного комплекса. Поэтому во время тестирования предложено гибридное соединение модулей аналоговых датчиков с модулями цифровых датчиков в качестве контроля. Эффективность данного соединения обосновал Леонович [8], используя новые варианты схем и алгоритмы работы аналоговых и цифровых датчиков, которые в итоге повышают точность показаний и надежность работы датчика.

Таким образом, в целях повышения автономности датчика в суровых условиях леса было принято решение разделить датчик на два типа: углекислого газа и климатических показаний, а также использовать гибридное соединение модулей аналогового и цифрового датчика для оптимизации аппаратной части датчика.

Библиографический список

1. The Keeling Curve Scripps Institution of Oceanography at UC San Diego [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://keelingcurve.ucsd.edu/> (дата обращения: 28.10.2022).
2. UNEP, 2021. The Emissions Gap Report 2021. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, 86 p
3. Алябьев, В.Н. Выбор энергосберегающих мероприятий в системах управления энергопотреблением / В. Н. Алябьев, А. Н. Горлов, О. М. Ларин // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 6(45). – С. 017-021. – EDN QIACFD.

4. Андрижиевский, А.А. Энергосбережение и энергетический менеджмент / А. А. Андрижиевский, В. И. Володин. – Минск: Вышэйшая школа, 2005. – 294 с. – ISBN 985-06-1014-X. – EDN YPZDZB.
 5. Данилов-Данильян (ред.). Климатические изменения: взгляд из России. Российский региональный экологический центр, "Защита природы" — М. ТЕИС, 2003. 416 с
 6. Кокорин А.О. Изменения климата как основа Парижского соглашения//Энергетическая политика. 2017. № 4
 7. Косариков А.Н. Влияние постиндустриальных процессов на мировую энергетику и выбросы CO₂ / А. Н. Косариков, А. О. Кокорин // Экономические стратегии. – 2018. – Т. 20. – № 1(151). – С. 142-149.
 8. Леонович, Г.И. Гибридные датчики на волоконно-оптических брэгговских решетках / Г.И. Леонович, С.В. Олешкевич // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. – № 4-7. – С. 1340-1345. – EDN ZAULSZ.
 9. Синяева Д.А. Искусственные деревья для поглощения загрязнения воздуха / Д.А. Синяева, А.К. Бойцов, В.С. Челпанов // Актуальные вопросы в лесном хозяйстве : Материалы IV международной научно-практической конференции молодых ученых, Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2020. – С. 118-121. – EDN PMNBVF.
 10. Мокринский А.А. Датчик исследований динамики углекислого газа в лесу / А.А. Мокринский, А.К. Бойцов, Н.В. Яготинцева, О.Н. Колбина// Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: Материалы V международной научно-практической конференции молодых ученых, Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021. –С. 118-122.
 11. Мокринский А.А. Сервер аппаратно-программного комплекса с использованием датчика углекислого газа для точных показаний в лесу / А.А. Мокринский, И.Д. Бажунов, А.К. Бойцов // Информационные технологии и автоматизация управления: Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, работников образования и промышленности, Омск, 27–28 мая 2022 года / Отв. редактор А.В. Никонов. – Омск: Омский государственный технический университет, 2022. – С. 199-206. – EDN GWVKEF.
- Мокринский А.А. Создание аппаратно-программного комплекса для решения проблемы оценки фактического объема углекислого газа в лесу / А. А. Мокринский, А. К. Бойцов // 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. 262-265. – EDN DCDEAC.

ОРИЕНТИРОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ КРАТЧАЙШЕГО МАРШРУТА В ЛЕСОПАРКОВОМ ЗЕЛЁНОМ ПОЯСЕ В ВИДЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ

Мсерьян Д.А.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

ORIENTATION AND CONSTRUCTION OF THE SHORTEST PATH IN THE FOREST PARK GREEN BELT IN THE FORM OF AN INTERACTIVE MAP

Mseryan D.A.

St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье рассматривается проблема ориентирования и построения кратчайшего маршрута в лесопарковом зелёном поясе. Целью исследования является поиск решения данной проблемы и создание интерактивной карты. С данной целью был проведён анализ существующих интерактивных карт, в результате которого были сформирован основной функционал интерактивной карты, внедряемый в свой проект.

Abstract. The article deals with the problem of orientation and construction of the shortest route in the forest park green belt. The purpose of the study is to find a solution to this problem and create an interactive map. For this purpose, an analysis of existing interactive maps was carried out, as a result of which the main functionality of the interactive map was formed, implemented in its project.

В настоящее время происходит интенсивное развитие информационных технологий, облегчающие процессы от общей до специализированной сферы жизни людей [7]. Появилась возможность получать необходимую информацию, например, составление маршрута из одной точки в другую, для этого, существуют различные интерактивные карты, которые справляются с данной задачей, например такие как Googlemaps и Яндекс карты.

В городской среде нет проблем с составлением маршрута и ориентированием на местности из-за высокой точности интерактивных карт. Но в случае леса, лесопаркового зелёного пояса и заповедника - карты не всегда справляются с построением кратчайшего маршрута, точным ориентированием из-за неполноты объёма различных путей и маршрутов. Это особенно важно, когда леса России занимают около 70% всей её территории, а в крупных городах и областях под лесопарковый зелёный пояс отводятся существенные территории. Например, в Санкт-Петербурге находится свыше 67 парков, 165 садов и более 700 скверов, где общая площадь зелёных насаждений превышает 32 тысячи га.

В данный момент уже существуют интерактивные карты леса в свободном доступе от Рослесинфорга и GlobalForestWatch [4, 5]. Каждая из которых отвечает за свои функции. Карта леса от Рослесинфорга специализируется на статистической информации о лесах и землях лесного фонда. Интерактивная карта от GFW предоставляет информацию о незаконной вырубке лесов и лесных пожарах по всему миру при помощи мониторинга и обработки данных (рис. 1) и уже не раз доказала свою эффективность в расчётах по уменьшению лесопокрытой площади [6].



Рис. 1. Интерактивная карта GlobalForestWatch.

Ранее были проведены исследования учёными из России и Чехии в рамках создания интерактивных карт для решения проблем, связанных с лесной средой [1, 3]. В ходе данных исследований были проведены попытки создания моделированной лесной экосистемы и анализом полученных данных [1]. Так же была рассмотрена возможность оптимизации ухода за лесом с помощью интерактивных карт для баланса финансовых доходов и экологических рисков [3]. Кроме того, была проведена разработка и внедрение интерактивной веб-системы мониторинга лесных массивов в режиме близком к реальному времени с помощью использования данных со спутников [2].

Целью данной работы является поиск решения проблемы точного ориентирования и построения кратчайшего маршрута в лесопарковом зелёном поясе. Дальнейшее развитие проекта рассматривается также и в лесной области.

В рамках поиска решения проблем точного ориентирования и построения кратчайшего маршрута был проведён анализ функционала уже существующих интерактивных карт (таб. 1).

Таб.1. Функционал интерактивных карт.

Функционал	Googlemaps	Яндекс карты	2gis	Bing
Авторизация	+	+	+	+
Геолокация	+	+	+	+
Возможность прокладывания маршрута	+	+	+	+
Возможность отметки точек на карте	+	+	+	+
Возможность просмотра описания объектов	+	+	+	+
Возможность просмотра карты со спутника	+	+	+	+
3D визуализация карты	-*	+	+	+

Функционал	Googlemaps	Яндекс карты	2gis	Bing
Возможность виртуальной прогулки по улицам	+	+	-	-

Проанализировав данные с таб. 1, следует выделить основные функции интерактивной карты, которые стоит внедрить свой проект. Одной из таких важнейших функций является составление кратчайшего пути до точки в лесопарковой лесной зоне, учитывая разные маршруты. Для этого будет создано тестовое приложение в основе которого лежит парк Лесотехнической академии, в котором будут находиться маршруты всех возможных путей академии с возможностью виртуальной прогулки по ним (рис. 2).



Рис. 2. Пример функционала виртуальной прогулки с карты Googlemaps.

При помощи функции виртуальной прогулки появится возможность посещать парк не выходя на улицу, что может способствовать обучению и изучению особенностей и разнообразия парка Лесотехнической академии.

Также будет добавлена функция просмотра информации отдельных объектов во время виртуального просмотра (рис. 3). Она поможет дать необходимую информацию о месте или же объекте без надобности отдельного поиска.



Рис. 3. Пример просмотра информации с карты Googlemaps.

Кроме того будет использована функция обратной связи с пользователями для устранения неточностей или изменений в парке и постепенного расширения возможностей приложения.

В дальнейшем планируется создание виртуальной 3д модели парка Лесотехнической академии для более точного проектирования интерактивной карты, возможности дальнейшего анализа данных и повышения функциональности.

Опираясь на всё вышесказанное, предложенный проект будет способен решить проблему с построением маршрута и ориентированием на местности. В дальнейшем данная разработка будет предоставлять широкий функционал связанный непосредственно с парком Лесотехнической академии. В последствии планируется разработка карты связанная с лесом.

Библиографический список

1. Chertov O. et al. Integrating forest simulation models and spatial-temporal interactive visualisation for decision making at landscape level //Ecological Modelling. – 2002. – Т. 148. – №. 1. – С. 47-65.
2. Pratihast A.K. et al. Design and implementation of an interactive web-based near real-time forest monitoring system //PloS one. – 2016. – Т. 11. – №. 3. – С. e0150935.
3. Sedmák R. et al. Optimizing the tending of Forest stands with interactive decision maps to balance the financial incomes and ecological risks according to owner demands: Case study in Rakovník, The Czech Republic //Forests. – 2020. – Т. 11. – №. 7. – С. 730.
4. Интерактивная карта “Леса России” Рослеинфорг [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://roslesinfor.ru> (дата обращения: 28.10.2022).
5. Интерактивная карта лесов мира и данные об изменении древесного покрова GFW [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.globalforestwatch.org>(датаобращения; 28.10.2022).
6. Исследование потери лесопокрытой площади Республики Саха с использованием web-картографических сервисов / М.Р. Вагизов, А. К. Бойцов, К.В. Конжголадзе, В.С. Хан // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы VI Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 26–28 мая 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021. – С. 88-91. – EDN GTFXWY.
7. Колмогорова С.С. Интернет вещей. Общие принципы: Учебное пособие для студентов вузов всех направлений подготовки / С.С. Колмогорова, С.В. Бирюков, А.К. Бойцов; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Омский государственный технический университет. – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью «Реноме», 2022. – 108 с. – ISBN 978-5-00125-685-4. – DOI 10.25990/xnqk-p796. – EDN OJETWG.

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ 3-D МОДЕЛИ ЛИСТА ДЕРЕВА НА ПРИМЕРЕ КОНСКОГО КАШТАНА ОБЫКНОВЕННОГО СРЕДСТВАМИ BLENDER

Петрова Н.А., Ефимов Д.А., Бойцов А.К.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

METHODOLOGY FOR DEVELOPING A 3-D MODEL OF A TREE LEAF ON THE EXAMPLE OF HORSE CHESTNUT BY MEANS OF BLENDER

Petrova N.A., Efimov D.A., Boitsov A.K.

St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov

Аннотация. Одна из задач разработки приложения для обучения в лесной отрасли, с применением 3-D моделей – разработка 3-D моделей, которые будут использоваться в качестве демонстрационного материала для обучения. В данной статье рассматривается один из способов создания 3-D модели растительности в программном обеспечении для моделирования Blender.

Abstract. One of the tasks of developing an application for training in the forestry industry, using 3-D models, is the development of 3-D models that will be used as a demonstration material for training. This article discusses one of the ways to create a 3-D vegetation model in the Blender modeling software.

3-D Технологии постепенно стали неотъемлемой частью жизни человека, сложно представить современный мир без использования компьютерной графики при создании рекламы, презентации новой продукции фирмы, в кино. Также, 3-D модели не обошли стороной как области науки, так и обучения.

Ярким примером применения 3-D моделей в виде онлайн энциклопедии органов человеческого тела является проект «biodigital», разработанный в Нью-Йорке [1]. Примечательно, что в рамках web-приложения модели обладают высокой детализацией и интерактивностью.

В России также создан общедоступный ресурс, использующий технологию 3-D – «spacegid» [2], где можно ознакомиться с звездной картой нашей галактики, движением космических тел, и прочими моделями процессов, протекающими в космосе. Данный проект основывается на достоверных данных ученых-астрономов и постепенно пополняется. Детализация в космосе – последнее, на что стоит обратить внимание, но на данном ресурсе она неплохая и наполнение очень разнообразно.

Ещё одним примером является разработка учёных из СПбГЛТУ - технологии геоинформационного моделирования лесных экосистем, где рассматривается вопрос о формировании объектно-ориентированного каталога листовых древесных растений в виде базы данных трёхмерных моделей деревьев [3, 5].

Явных проектов в области леса или растительного мира для обучения в лесной отрасли не нашлось, поэтому было решено создать собственное приложение для обучения в лесной отрасли с использованием 3-D моделей [4], и одна из основных задач – подготовка демонстрационного материала (3-D моделей).

Целью данной работы является описание методики разработки 3-D модели листа дерева на примере листа конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) средствами Blender.

Современные методы разработки 3-D моделей разбиты на несколько технологий: создание моделей при помощи ИИ, сканирование объектов, ручное моделирование. Был выбран вариант ручного моделирования, ввиду доступности технологии. Для разработки было выбрано бесплатное ПО Blender [4].

Первым этапом при подготовке к разработке 3-D модели растения является фото моделируемого объекта, для примера взят лист конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.). В программе adobe photoshop создаются «карты» объекта для переноса в 3-D: текстурную карту (bump), цветовую карту (colormap) и карту прозрачности (opacity). Слева направо получившиеся карты объекта изображены на рис.1.



Рис. 1. Развертка получившихся «карт» объекта

В программе Blender создается новый проект, внутри которого необходимо добавить слой и загрузить в него одно из полученных изображений. Результат изображен на рис. 2.

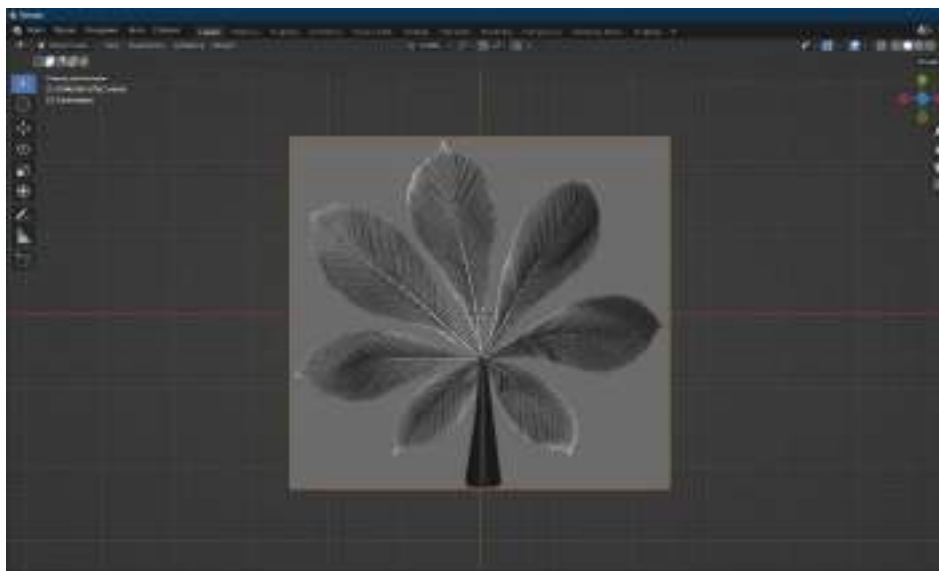


Рис. 2. Проект в Blender с загруженным изображением

Поверх изображения добавляется плоскость, и подгоняется по его размеру. После этого, чтобы будущая модель приняла цвет (текстуру) объекта, в режиме UV-развертки настраивается наложение цветовой карты.

На рис. 3 отображено – слева окно настройки UV-развертки, справа – плоскость, на которую будут наложены карты объекта.

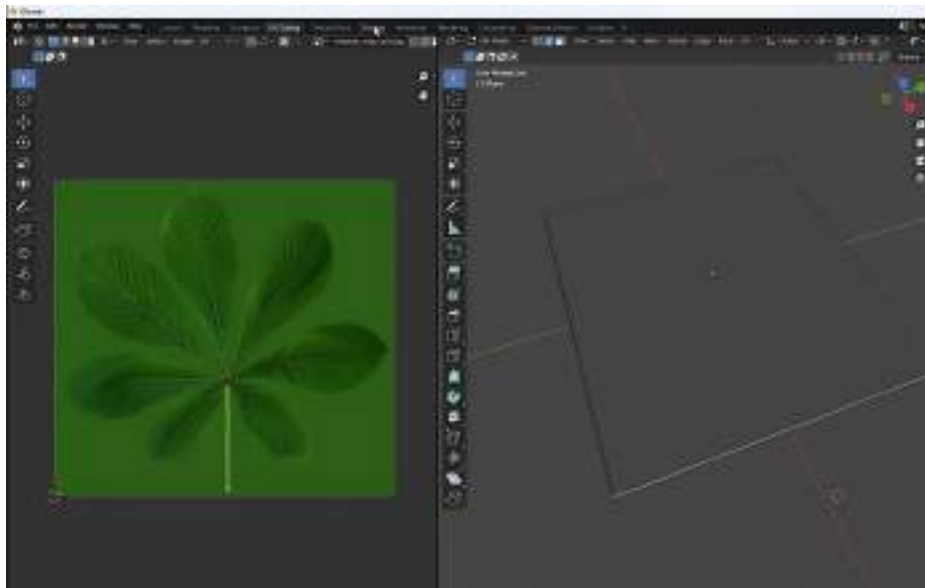


Рис. 3. Наложение текстуры в режиме UV-развертки.

Чтобы приступить к следующему шагу, в настройках программы включается аддон «NodeWrangler». После чего в режиме «Shading» выполняется настройка различных атрибутов нашего объекта. При включенном аддоне выделяется окно свойств объекта, и сочетанием клавиш Ctrl+T создаются узлы сопоставления, которые необходимо связать со свойствами «Основной цвет», «Альфа», «Нормаль», загрузив в каждый из них соответствующую карту: в цвет – цветовую, в альфа - прозрачности, в нормаль – текстурную. На рис.4 изображено, как во вкладке Shading выглядят свойства объекта после настройки.

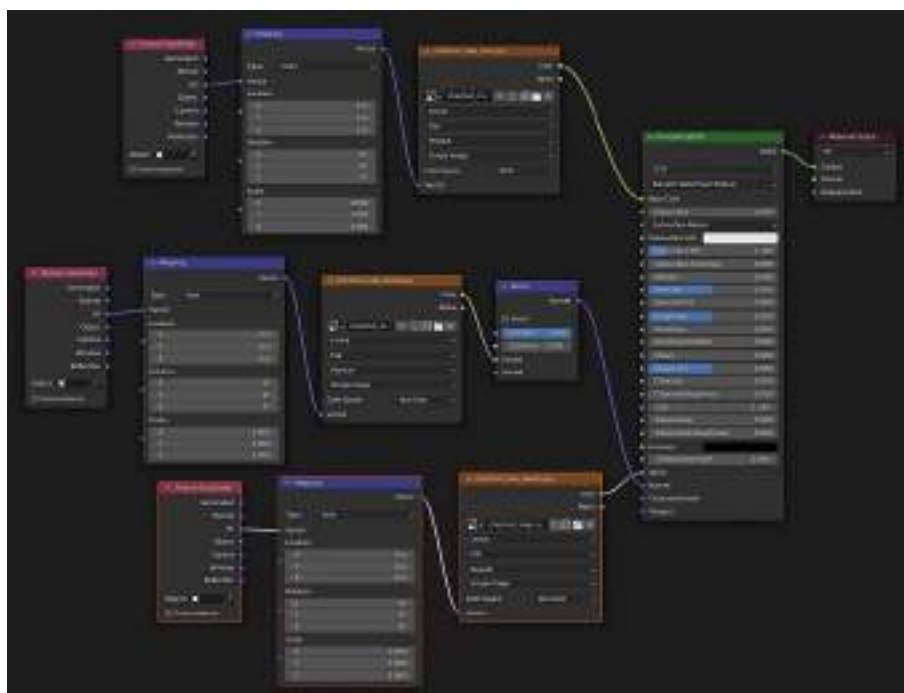


Рис. 4. Окно настроек в режиме «Shading».

После выполнения данных действий, на плоскости появляется наш объект с черным фоном. Для того, чтобы сделать его невидимым, необходимо в настройках рендера включить «Отражение в пространстве экрана», и внутри данной настройки поставить галку «Преломление». В результате получается 3-D модель листа, без фона, с которой можно выполнять различные трансформационные действия (изгибать, менять размер, вращать и т.п.), итог проделанной работы изображен на рис. 5.



Рис. 5. Итоговая 3-D модель листа.

В итоге проделанной работы получена качественная 3-D модель листа конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum*L.), файл которой имеет относительно низкий вес - 901 Кб, времязатраты на создание которой составляют около получаса.

Таким образом, данную модель можно уже внедрять как в Web-приложение, так и в десктоп, потому что её низкий вес и довольно хорошая детализация являются подходящими качествами, ввиду использования множества подобных моделей в структуре приложения для обучения в лесной отрасли с применением 3-D моделей.

Библиографический список

1. Biodigital [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://human.biodigital.com> (дата обращения: 24.10.2022).
2. Spacegid [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://spacegid.com> (дата обращения: 25.10.2022).
3. Вагизов М.Р. Разработка базы данных трехмерных моделей хвойных лесобразующих пород сосны и ели обыкновенной для геоинформационной модели лесной экосистемы / М.Р. Вагизов // Информация и космос. – 2022. – № 2. – С. 162-167. – EDN LVXLXG.
4. Петрова Н.А. Приложение для обучения в лесной отрасли с применением 3d-моделирования / Н.А. Петрова, Д.А. Ефимов, А.К. Бойцов // Актуальные вопросы лесного хозяйства: материалы V международной молодежной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2021 года / Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. – Санкт-

Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021. – С. 165-169. – EDN JLLJST.

5. Разработка базы данных трёхмерных моделей лиственных лесообразующих пород Берёзы и Осины для геоинформационной модели лесной экосистемы / М. Р. Вагизов, М. М. Шишкин, Е. П. Истомин [и др.] // Геоинформатика. – 2022. – № 3. – С. 39-46. – DOI 10.47148/1609-364X-2022-3-39-46. – EDN LKZKXS.

АНАЛИЗ ТОПОЛОГИЙ ФИЗИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Попова Д.А., Марков В.А.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

ANALYSIS OF TOPOLOGIES OF PHYSICAL CONNECTIONS IN THE CONSTRUCTION OF LOCAL AREA NETWORKS

Popova D.A.¹, Markov V.A.¹,

¹Saint Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье представлены различные виды топологии сетей. В зависимости от конфигурации построения топологий определены их преимущества и недостатки. Определены различия между полностью связными и неполностью связными конструкциями сетей, а также возможности их практического применения. Определена роль коммутаторов при построении архитектуры сложных сетей.

Abstract. The article presents various types of network topology. Depending on the configuration of the construction of topologies, their advantages and disadvantages are determined. The differences between fully connected and incompletely connected network designs are determined, as well as the possibilities of their practical application. The role of switches in the construction of the architecture of complex networks is determined.

Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры сети (иногда и другое оборудование, например концентраторы), а ребрам - физические связи между ними. Компьютеры, подключенные к сети, часто называют станциями или узлами сети.

Заметим, что конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от конфигурации логических связей между узлами сети. Логические связи представляют собой маршруты передачи данных между узлами сети и образуются путем соответствующей настройки коммуникационного оборудования.

Выбор топологии электрических связей существенно влияет на многие характеристики сети. Например, наличие резервных связей повышает надежность сети и делает возможным балансирование загрузки отдельных каналов. Простота присоединения новых узлов, свойственная некоторым топологиям, делает сеть легко расширяемой. Экономические соображения часто приводят к выбору топологий, для которых характерна минимальная суммарная длина линий связи. Рассмотрим некоторые, наиболее часто встречающиеся топологии.

Полностью связная топология (рис. 1, а) соответствует сети, в которой каждый компьютер сети связан со всеми остальными. Несмотря на логическую простоту, этот

вариант оказывается громоздким и неэффективным. Действительно, каждый компьютер в сети должен иметь большое количество коммуникационных портов, достаточное для связи с каждым из остальных компьютеров сети. Для каждой пары компьютеров должна быть выделена отдельная электрическая линия связи. Полносвязные топологии применяются редко, так как не удовлетворяют ни одному из приведенных выше требований. Чаще этот вид топологии используется в многомашинных комплексах или глобальных сетях при небольшом количестве компьютеров.

Все другие варианты основаны на неполносвязных топологиях, когда для обмена данными между двумя компьютерами может потребоваться промежуточная передача данных через другие узлы сети.

Ячеистая топология (mesh) получается из полносвязной путем удаления некоторых возможных связей (рис. 1, б). В сети с ячеистой топологией непосредственно связываются только те компьютеры, между которыми происходит интенсивный обмен данными, а для обмена данными между компьютерами, не соединенными прямыми связями, используются транзитные передачи через промежуточные узлы. Ячеистая топология допускает соединение большого количества компьютеров и характерна, как правило, для глобальных сетей.

Общая шина (рис. 1, в) является очень распространенной (а до недавнего времени самой распространенной) топологией для локальных сетей. В этом случае компьютеры подключаются к одному коаксиальному кабелю по схеме «монтажного ИЛИ». Передаваемая информация может распространяться в обе стороны. Применение общей шины снижает стоимость проводки, унифицирует подключение различных модулей, обеспечивает возможность почти мгновенного широковещательного обращения ко всем станциям сети. Таким образом, основными преимуществами такой схемы являются дешевизна и простота разводки кабеля по помещениям. Самый серьезный недостаток общей шины заключается в ее низкой надежности: любой дефект кабеля или какого-нибудь из многочисленных разъемов полностью парализует всю сеть. К сожалению, дефект коаксиального разъема редкостью не является. Другим недостатком общей шины является ее невысокая производительность, так как при таком способе подключения в каждый момент времени только один компьютер может передавать данные в сеть. Поэтому пропускная способность канала связи всегда делится здесь между всеми узлами сети.

Топология звезда (рис. 1, г). В этом случае каждый компьютер подключается отдельным кабелем к общему устройству, называемому концентратором, который находится в центре сети. В функции концентратора входит направление передаваемой компьютером информации одному или всем остальным компьютерам сети. Главное преимущество этой топологии перед общей шиной - существенно большая надежность. Любые неприятности с кабелем касаются лишь того компьютера, к которому этот кабель присоединен, и только неисправность концентратора может вывести из строя всю сеть. Кроме того, концентратор может играть роль интеллектуального фильтра информации, поступающей от узлов в сеть, и при необходимости блокировать запрещенные администратором передачи.

К недостаткам топологии типа звезда относится более высокая стоимость сетевого оборудования из-за необходимости приобретения концентратора. Кроме того, возможности по наращиванию количества узлов в сети ограничиваются количеством портов концентратора. Иногда имеет смысл строить сеть с использованием нескольких концентраторов, иерархически соединенных между собой связями типа - звезда (рис.

1,д). В настоящее время иерархическая звезда является самым распространенным типом топологии связей как в локальных, так и глобальных сетях.

В сетях с кольцевой конфигурацией (рис. 1, е) данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому, как правило, в одном направлении. Если компьютер распознает данные как «свои», то он копирует их себе во внутренний буфер. В сети с кольцевой топологией необходимо принимать специальные меры, чтобы в случае выхода из строя или отключения какой-либо станции не прервался канал связи между остальными станциями. Кольцо представляет собой очень удобную конфигурацию для организации обратной связи - данные, сделав полный оборот, возвращаются к узлу-источнику. Поэтому этот узел может контролировать процесс доставки данных адресату. Часто это свойство кольца используется для тестирования связности сети и поиска узла, работающего некорректно. Для этого в сеть посылаются специальные тестовые сообщения.

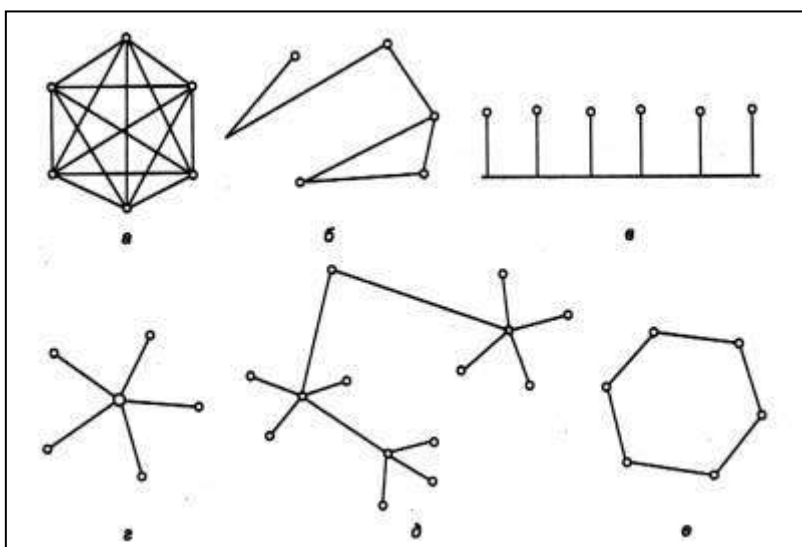


Рис. 1. Типовые топологии сетей.

В то время как небольшие сети, как правило, имеют типовую топологию – звезда, кольцо или общая шина, для крупных сетей характерно наличие произвольных связей между компьютерами. В таких сетях можно выделить отдельные произвольно связанные фрагменты (подсети), имеющие типовую топологию, поэтому их называют сетями со смешанной топологией (рис. 2).

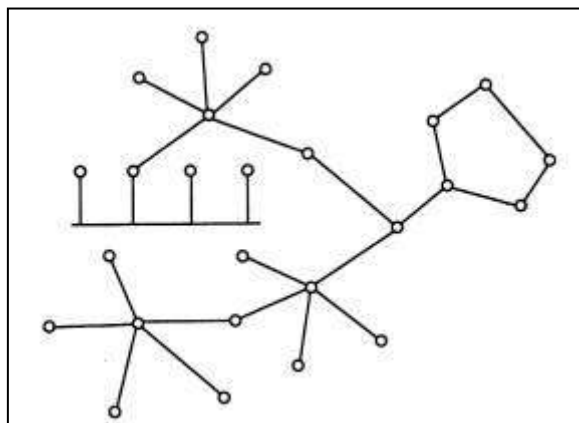


Рис. 2. Смешанная топология.

Только в сети с полносвязной топологией для соединения каждой пары компьютеров имеется отдельная линия связи. Во всех остальных случаях неизбежно возникает вопрос о том, как организовать совместное использование линий связи несколькими компьютерами сети. Как и всегда при разделении ресурсов, главной целью здесь является удешевление сети.

При использовании индивидуальных линий связи в полносвязных топологиях конечные узлы должны иметь по одному порту на каждую линию связи. В звездообразных топологиях конечные узлы могут подключаться индивидуальными линиями связи к специальному устройству – коммутатору. В глобальных сетях коммутаторы использовались уже на начальном этапе, а в локальных сетях – с начала 90-х годов. Коммутаторы приводят к существенному удорожанию локальной сети, поэтому пока их применение ограничено, но по мере снижения стоимости коммутации этот подход, возможно, вытеснит применение разделяемых линий связи. Необходимо подчеркнуть, что индивидуальными в таких сетях являются только линии связи между конечными узлами и коммутаторами сети, а связи между коммутаторами остаются разделяемыми, так как по ним передаются сообщения разных конечных узлов (рис. 3).

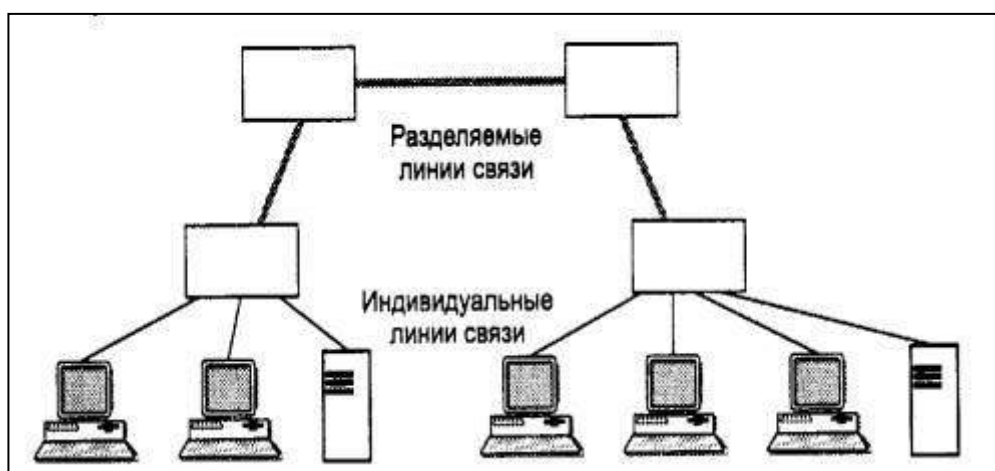


Рис. 3. Индивидуальные и разделяемые линии связи в сетях на основе коммутаторов.

В глобальных сетях отказ от разделяемых линий связи объясняется техническими причинами. Здесь большие временные задержки распространения сигналов принципиально ограничивают применимость техники разделения линии связи. Компьютеры могут затратить больше времени на переговоры о том, кому сейчас можно использовать линию связи, чем непосредственно на передачу данных по этой линии связи. Однако это не относится к линиям связи типа «коммутатор – коммутатор». В этом случае только два коммутатора борются за доступ к линии связи, и это существенно упрощает задачу организации совместного использования линии.

Библиографический список:

1. Олифер В.Г., Олифер Г.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник для вузов. Издательский дом Питер, 2020 г., 1008 с.
2. Волкова Л.В., Грохульский М.С. Основы локальных компьютерных сетей: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2006. 145 с.
3. Новожилов Е.О. Компьютерные сети: учеб. пособие / Е.О. Новожилов, О.П. Новожилов. — 2-е издание перераб. и доп. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 224 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ LORA В ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

Романов Н.О., Колмогорова С.С.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М.Кирова,

USING LORA TECHNOLOGY IN THE FOREST INDUSTRY

Romanov N.O., Kolmogorova S.S.

Saint Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье рассматривается технология модуляции маломощной сети передачи данных с низкой скоростью передачи данных и большой дальностью. Приведены основные характеристики технологии передачи данных. Представлен принцип работы модуляции, ее преимущества и недостатки, сравнение с другими технологиями для передачи данных. Детально проработаны классы устройств, состоящих в общей сети, описаны их отличия и способы применения. Рассматривается многоуровневая система протоколов сети, а также базовые подходы в интерпретации результатов взаимодействия. За основу связи устройств в сети, был выбран модуль связи с поддержкой технологии LoRa, работающий в ISM-диапазоне и диапазоне от 109 МГц до 915 МГц. В статье анализируется алгоритм передачи пакетов с данными между устройствами в беспроводной сети под задачи отрасли.

Abstract. This paper describes the modulation technology of low-power data transmission network with low data rate and long range. The main characteristics of the data transmission technology are given. Presented the principle of modulation, its advantages and disadvantages, a comparison with other technologies for data transmission. Classes of devices comprising a common network are elaborated in detail, their differences and methods of application are described. The multi-level system of network protocols is considered, as well as basic approaches in the interpretation of the results of interaction. As the basis for communication devices in the network, we chose a communication module with support for LoRa technology, working in the ISM-band and the range of 109 MHz to 915 MHz. The article analyzes the algorithm for transmitting data packets between devices in a wireless network for the tasks of the industry.

В настоящее время существует большое количество технологий по беспроводной передаче данных на большие расстояния [1]. Глобально все технологии беспроводной передачи данных, можно разделить на две группы: беспроводные локальные сети и энергоэффективные сети дальнего радиуса действия [2]. Эти сети отличаются не только своей областью применения, но и принципами построения сетей. У каждой группы есть свои достоинства и недостатки. Для реализации сети маломощных устройств, которые предназначены для сбора информации с больших лесных участков, была выбрана вторая группа технологий: энергоэффективные сети дальнего радиуса действия (LPWAN). Среди представителей данной группы есть такие технологии: LoRa, Sigfox, XNB, NB-IoT и другие (Рис. 1).

В качестве технологии модуляции маломощной сети передачи данных была выбрана технология LoRa. Эта технология была специально создана для реализации сетей, состоящих из устройств с ограниченным источником питания (Рис. 2).

Для реализации сети беспроводных устройств в лесном хозяйстве также важно иметь возможность масштабирования сети.

LoRa — это технология модуляции для передачи данных основана на методах модуляции с расширенным спектром, полученных на основе технологии chirpspreadspectrum. Разработана Cusleo из Гренобля, и приобретена компанией Semtech. LoRa обеспечивает передачу на большие расстояния с низким энергопотреблением. Максимальная скорость передачи данных: 50кб/с. Устройства на базе технологии LoRa могут работать в двух направленном режиме (мульти дуплекс).

Радиосигнал LoRa (Рис. 3) представляет собой сигнал с линейной частотной модуляцией. Иначе - частота несущего сигнала изменяется по линейному закону. Это все означает, что мы можем изменять частоту радиосигнал (повышать и понижать). Разрешенные частоты в РФ: 864-865,5; 868,7-869,2; EU433 (433,05-434,79 МГц) и EU863-870 (863-870 / 873 МГц) в Европе; AU915-928 / AS923-1 (915—928 МГц) в Австралии; US902-928 (902—928 МГц) в Северной Америке; IN865-867 (865—867 МГц) в Индии; AU915-928 / AS923-1 и EU433 Юго-Восточной Азии.

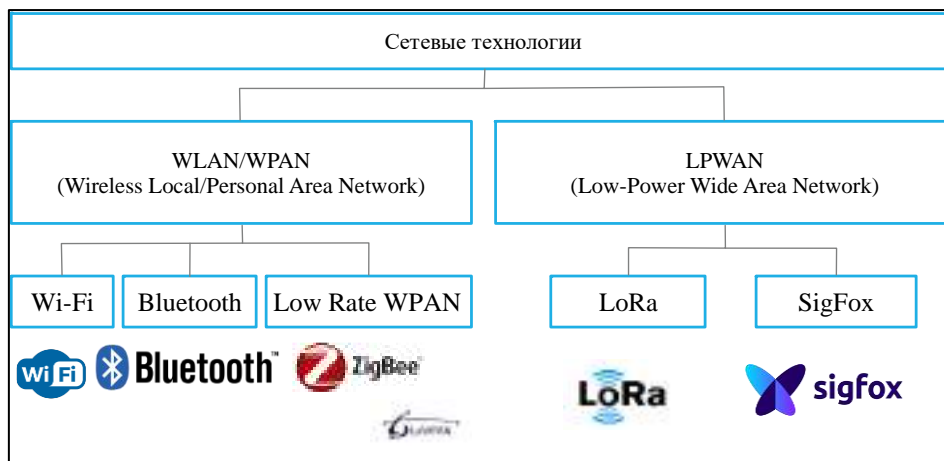


Рис. 1. Сетевые технологии.

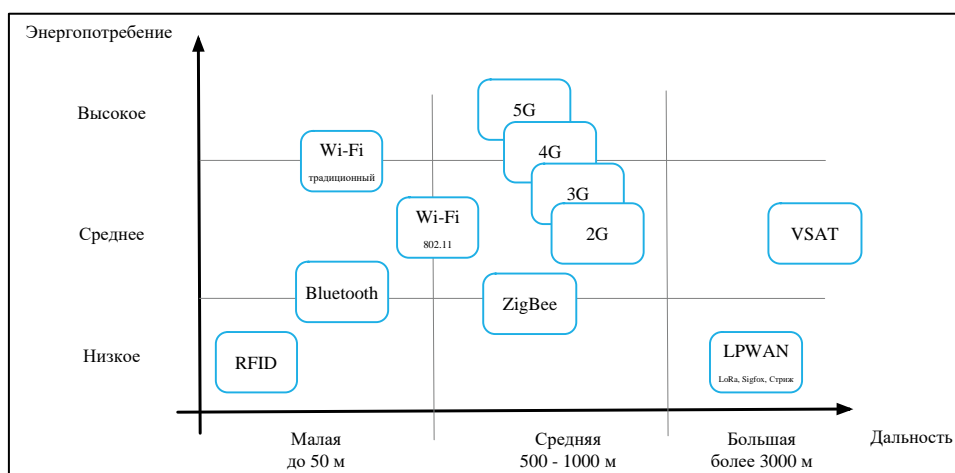


Рис. 2. Сравнение технологий передачи данных.

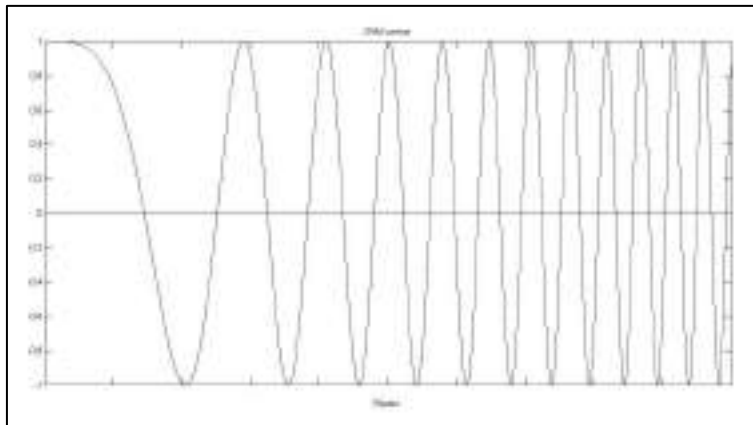


Рис. 3. Пример сигнала на основании модуляции сигнала по технологии LoRa.

Устройства с технологией LoRa можно назначать различные классы работы. От класса устройства зависит - как устройства будут "общаться" между собой: Кто будет инициатором; Максимальное время передачи данных; Размер "окна" (Окно — это время, когда устройства может принимать данные).

А-класс - связь может инициировать только конечное устройство, после чего выделяются два временных окна, в течение которых ожидается ответ от сети. Интервал передачи планируется конечным устройством на основе собственных потребностей в связи. Конечные устройства "класса А" применяются в приложениях, где передача данных от сети возможна только как ответная реакция на получения данных от конечного устройства и требуется максимальное время работы от автономного источника питания.

В-класс - в дополнение к функциям устройств "класса А", открывают дополнительные окна приема по расписанию.

С-класс - конечные устройства "класса С" имеют почти непрерывно открытое окно приема. Приемное окно закрывается только на время передачи данных. Этот тип конечных устройств подходит для задач, когда необходимо получать большие объемы данных и не требуется длительная работа от автономного источника питания.

Рассмотрим основные понятие, относящиеся к процессу применения технологии в отрасли. Преамбула — это сигнал, используемый для синхронизации приемника с входящим потоком и определения начала физического блока данных. Для успешного функционирования любой системы обмена информацией необходима взаимная синхронизация приемника и передатчика, позволяющая определить временные границы приема-передачи как целого блока данных (или кадра), так и единичных символов.

Технология LoRa использует асинхронный режим приема-передачи, при котором передатчик может начать генерацию радиосигнала в любой момент времени. В этом случае требуется механизм, обеспечивающий синхронизацию приемника по сигналу от передатчика. В качестве такого механизма используется преамбула, предшествующая каждому сеансу связи. Преамбула включает в себя последовательность символов, позволяющих приемнику обнаружить активность передатчика, определить используемый передатчиком коэффициент расширения спектра и выполнить символьную синхронизацию. Длительность преамбулы является конфигурируемой величиной.

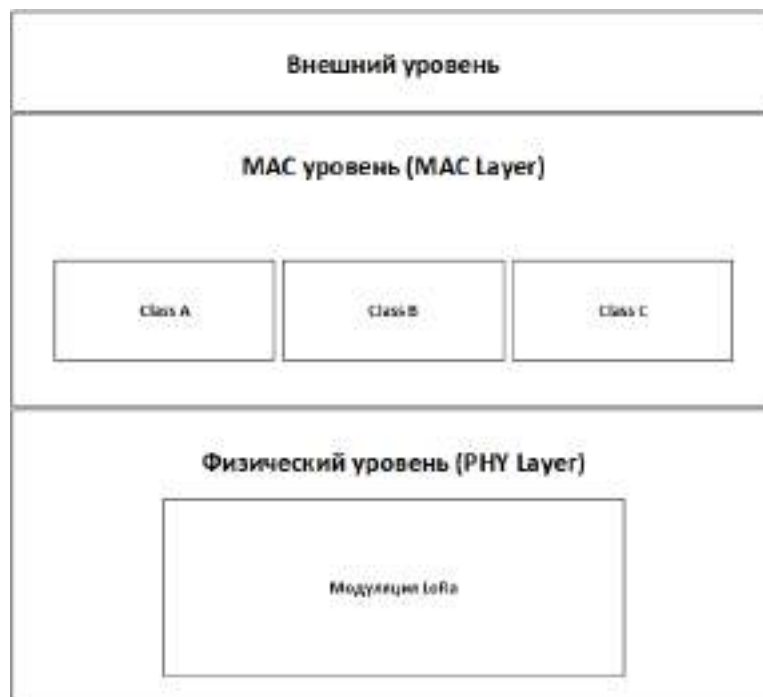


Рис. 4. Стек протоколов LoRa.

На рис. 5 – PHDR – физический заголовок пакета с данными. Присутствует только при использовании явного режима (explicitmode) и содержит: длину полезной нагрузки в байтах; скорость кодирования; наличие в физическом блоке данных опционального поля CRC. При использовании неявного режима (implicitmode) физический заголовок пакета не передается и устройства работают с предустановленными параметрами. PHDR_CRC – контрольная сумма поля PHDR. PHYPayload – полезная нагрузка (блок данных, полученный от уровня MAC / передаваемый на уровень MAC). CRC – контрольная сумма поля PHYPayload.

Физический уровень - на данном уровне обеспечивается передача блоков данных между устройствами.

На стороне передающего устройства выполняется: прием блока данных от MAC уровня (PHYPayload); формирование физического заголовка пакета (PHDR + PHDR_CRC); Кодирование физического заголовка пакета (PHDR + PHDR_CRC) с фиксированной скоростью 4/8; вычисление контрольной суммы блока полезных данных PHYPayload (CRC); кодирование блока полезных данных (PHYPayload + CRC) с предустановленной скоростью CR; передача по радиоканалу преамбулы; модуляция и передача по радиоканалу физического блока данных.

На стороне приемного устройства выполняется: обнаружение преамбулы и определение начала физического блока данных; Демодуляция сигнала; декодирование физического заголовка пакета (PHDR + PHDR_CRC) и проверка его контрольной суммы; декодирование блока полезных данных (PHYPayload + CRC) и проверка его контрольной суммы; подтверждение принятых данных (для соответствующих типов сообщений); Передача данных на MAC уровень

На MAC уровне обеспечивается: передача блоков данных между конечным устройством и сетевым сервером (возможна передача сообщений с подтверждением и без подтверждения получения); шифрование (на уровне сети) полезной нагрузки,

передаваемой между конечным устройством и приложением; управление выделением окон передачи данных в линии «вниз»; адаптация скорости передачи данных.

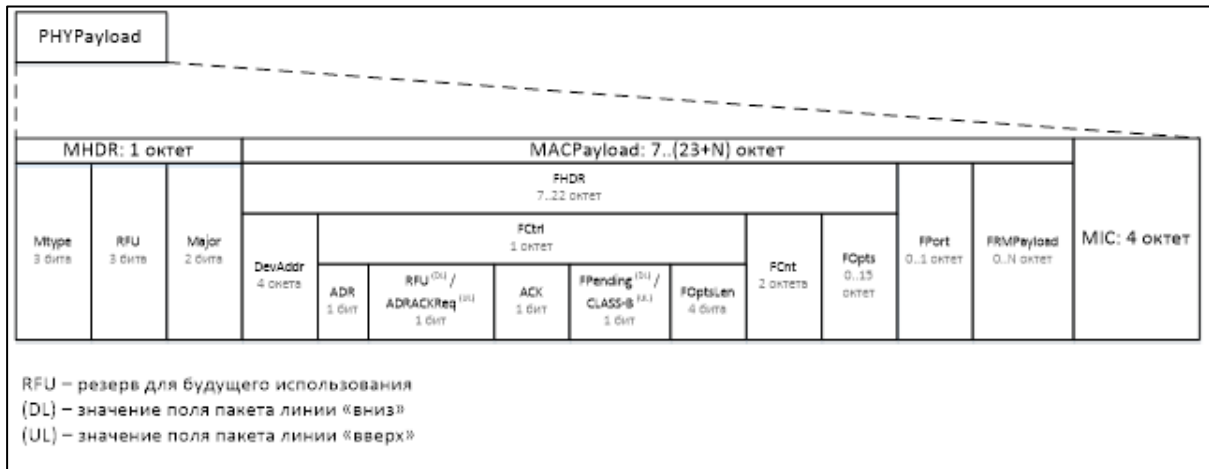


Рис. 5. Формат сообщение на MAC уровне.

Технология LoRa определяет два типа сообщений – сообщения, требующее подтверждения получения и сообщения без подтверждения. Тип сообщения - Confirmed (UL/DL) / Unconfirmed (UL/DL), определяется значением поля MType (MessageType) заголовка MAC уровня.

Если отправителем сообщения, требующего подтверждения, является конечное устройство (EndNode), то сеть подтверждает получение такого сообщения внутри окон приёма, открытых конечным устройством сразу после сеанса передачи.

Если отправителем сообщения, требующего подтверждения, является сеть (LoRaGateway - шлюз), то момент передачи подтверждения определяется конечным устройством (EndNode). Подтверждение может быть послано немедленно (в т.ч. в составе пустого сообщения), что упрощает логику функционирования EndNode, либо в составе очередного сообщения, несущего полезную нагрузку, что сокращает загрузку радиоканала.

В любом случае, подтверждается всегда только последнее полученное сообщение. Сообщение, являющееся подтверждением, характеризуется установленным битом ACK заголовка MAC уровня. Повторная передача подтверждений не предусмотрена.

Необходимость повторной передачи неподтвержденных сообщений (либо его удаление), а также моменты передачи и кол-во повторов определяется логикой функционирования сетевого сервера и конечного устройства соответственно. При каждой повторной передаче возможно понижение скорости потока данных (datarate), что повышает помехозащищённость. Также предусмотрена возможность провизжинга параметров повторной передачи в конечные устройства со стороны сети.

В случае неполучения сетевым сервером предустановленного числа подтверждений от конечного устройства, данное конечное устройство может быть промаркировано как недоступное (unreachable) вплоть до получения от него любого первого входящего сообщения.

В сети LoRaWAN обеспечивается полная конфиденциальность данных при прохождении всех задействованных в цепочке устройств, при этом содержимое пакета доступно только отправителю (конечному устройству) и получателю (приложению), для которого оно предназначено. Сетевой сервер оперирует данными в зашифрованном виде, производит аутентификацию и проверяет целостность каждого пакета, но при

этом не имеет доступа к полезной нагрузке, а именно к информации от подключенных сенсоров.

Таким образом, на основании вышесказанного несмотря на то, что существуют достаточное разнообразие технологий для беспроводной передачи данных на большие расстояния. Поэтому рассматриваем именно сеть устройств, которая должна функционировать в ограниченных условиях. Отсутствие постоянного источника и бесперебойного источника питания. И учтено важное требование – работа на больших территориях. За основу связи устройств в сети, был выбран модуль связи с поддержкой технологии LoRa, работающий в ISM-диапазоне и диапазоне от 109 МГц до 915 МГц.

Библиографический список

1. LuisRuiz-Garcia, Loredana Lunadei, Pilar Barreiro, Jose Ignacio Robla. A Review of Wireless Sensor Technologies and Applications in Agriculture and Food Industry: State of the Art and Current Trends // *Sensors* 2009. № 9. P. 4728-4750.

2. Автоматизированный программно-технический комплекс системы сбора и интеллектуальной обработки данных / С.С. Колмогорова, С.В. Бирюков, А.С. Колмогоров, Д.С. Баранов // *Приборы*. – 2022. – № 7(265). – С. 48-55.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022666361 Российская Федерация. Программные модули децентрализованных беспроводных измерительных систем: № 2022665738: заявл. 24.08.2022: опубл. 31.08.2022 / С.С. Колмогорова, Н.О. Романов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова».

4. Романов, Н. О. Разработка прикладного программного модуля распределенного комплекса сбора данных с температурных датчиков / Н.О. Романов, С.С. Колмогорова // *Информационные технологии и автоматизация управления : Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, работников образования и промышленности, Омск, 27–28 мая 2022 года / Отв. редактор А.В. Никонов. – Омск: Омский государственный технический университет, 2022. – С. 225-235.*

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ВЫБОРА КООРДИНАТОРОВ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ КЛАСТЕРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ Скубак А.С.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

DEVELOPMENT OF COORDINATOR SELECTION APPLICATION IN WIRELESS SENSOR NETWORKS OF CLUSTER ARCHITECTURE Skubak A.S.

St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье представлено приложение, осуществляющее автоматизацию процесса выбора головного узла (координатора) в беспроводных сенсорных digimeshсетях кластерной архитектуры. Приложение реализует задачу выбора координатанаграфовой модели представления сети.

Abstract. The article presents an application that automates the process of selecting the head node (coordinator) in wireless sensor digi mesh networks of cluster architecture. The application implements the coordinate selection task on the graph model of the network representation.

При развертывании беспроводных сенсорных сетей на значительных территориях, с большим количеством узлов, одной из приемлемых конфигураций являются сети digimesh с кластерной организацией [1].

Технология digimesh позволяет строить беспроводные сенсорные сети с самоорганизацией, обеспечивающей процесс самообразования, настройки и поддержания работы сети. При такой организации сеть способна изменять свои параметры и менять логику работы из-за: изменения её загрузки или конфигурации, выхода из строя узлов, критического снижения энергии источников питания и др. Сеть считается работоспособной до тех пор, пока существуют маршруты доставки сообщений от всех исправных оконечных устройств до координатора.

Поэтому задача выбора и назначения головных узлов (координаторов) является актуальной.

Решение этой задачи можно осуществить используя результаты исследований графовой модели синтеза сетей и определения места расположения координатора в сети, подробно описанную в статье А.М. Зайца [2].

При большом числе узлов и количестве кластеров эта задача требует автоматизации построения модели и получения результатов выбора координатора в структуре сети.

В статье рассматривается приложение, выполняющее эту задачу. Для разработки приложения выбран язык программирования C#, поскольку он обладает рядом плюсов для создания настольных приложений для Windows и является одним из самых распространенных языков программирования.

При разработке приложения за основу был взят алгоритм взвешенных графов [3]. Его суть заключается в том, что у каждого ребра графа есть определенный вес или стоимость его прохождения. Длиной пути во взвешенном графе называется суммарная длина прохождения пути из одной вершины графа к другой. За расстояние между этими вершинами берется кратчайший путь из всех возможных. Дополнительно, поскольку приложение ориентировано на беспроводные сенсорные сети, каждая вершина графа имеет свой собственный вес для определенного узла БСС. Длина пути между узлами сети зависит от их отдаленности, особенностей ландшафта, уровня латентности.

Основная задача решаемая в приложении: при наличии данных о весе каждого узла и его доступности выбрать такой головной узел кластера, который мог бы с максимальной эффективностью аккумулировать информацию со всех узлов кластера. Применительно к взвешенным графам: требуется найти такую вершину графа, которая имела бы наименьшую суммарную длину пути ко всем остальным вершинам. В случае необходимости выбора головного узла кластера следующего уровня иерархии, за вводные данные берется вес головных узлов соседних кластеров, а также их путь по отношению друг к другу, поскольку в рассматриваемой структуре беспроводной сенсорной сети одним из наиболее важным фактором является выбор такого головного узла, связь с которым могла бы происходить с минимальными энергозатратами. Модель взвешенных графов позволяет осуществить такой выбор.

Принцип работы приложения отображен на схеме (см. рис 1). Основная особенность программы заключается в возможности ее многократного использования, что позволяет выбирать головные узлы как для кластеров, так уже среди выбранных головных узлов следующие по иерархии между кластерами.

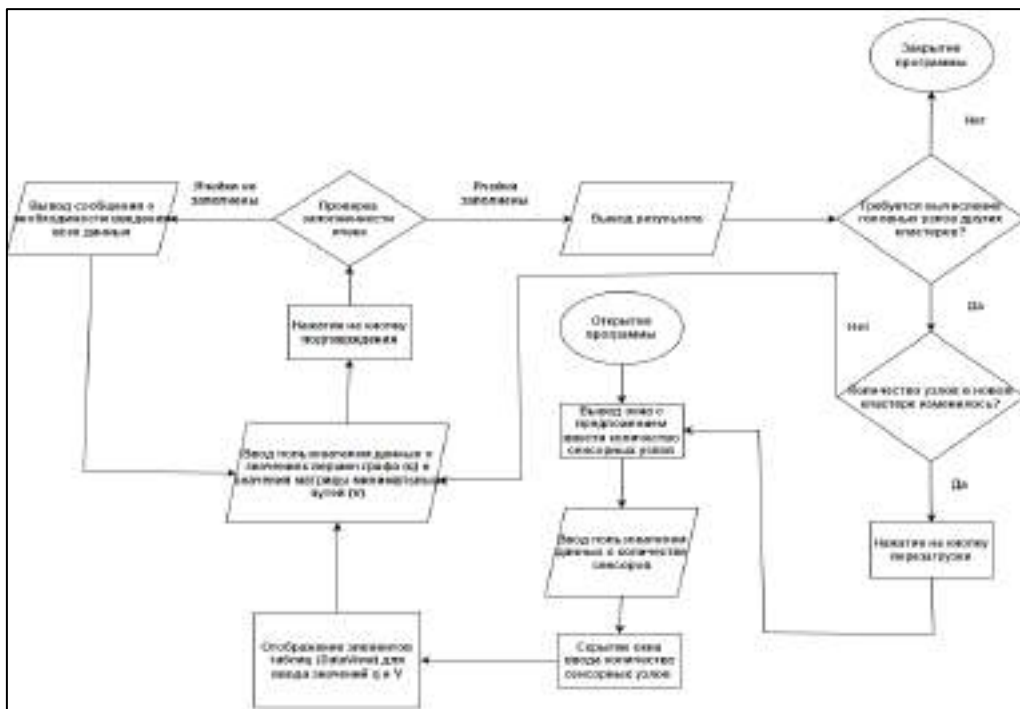


Рис. 1. Схема работы приложения.

Интерфейс программы представляет собой окно, в которое пользователь последовательно вводит данные, подтверждая их введение и получает результат. Подробно интерфейс представлен на рис. 2.

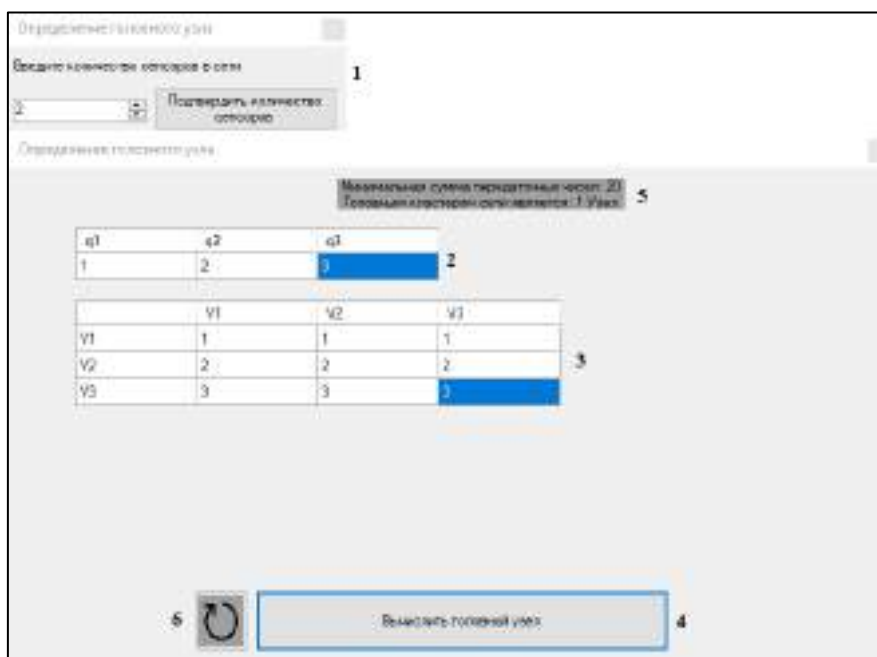


Рис. 2. Интерфейс программы для выбора головного узла.

В приведенном интерфейсе представлена последовательность выбора координатора в структуре сети. В 1-ом окне заполняется число сенсоров (узлов) в сети, во втором и третьем вносятся данные о значениях вершин и создается матрица минимальных путей. Кнопкой запускается механизм выбора координатора, после чего в окне 5 появляются минимальные суммы передаточных чисел и данные о том, какой узел может стать координатором. Если необходимо вычисление координатора в других кластерах, то по кнопке 6 «Сброс» необходимо ввести данные для другого кластера. Процесс выбора головных узлов различных кластеров не требует перезагрузки приложения.

При открытии приложения пользователю предлагается ввести количество узлов в сети (минимум 2, максимум 100, число может быть увеличено при помощи изменений в коде программы), после чего, при нажатии кнопки подтверждения, вызывается функция, которая создает таблицы для ввода данных (размер таблицы меняется в зависимости от выбранного количества узлов). Создается таблица q (значения вершин графа) и матрица V (для вычисления внутренних и внешних передаточных чисел). После введения пользователем данных и нажатия на кнопку «Вычислить головной узел», вызывается функция проверки заполнения.

Функция «checker» необходима для проверки факта заполнения всех данных. После ввода данных и нажатия на кнопку подтверждения, сначала вызывается эта функция, которая осуществляет проверку данных в таблице и матрице, путем последовательного перебора ячеек в цикле. В случае, если во всех ячейках значения присутствуют, то переменной «checkclose1» и «checkclose2» присваиваются значения «True» и программа может приступить к следующей функции «Createrepath_», которая и осуществляет основные вычисления. В случае, если была обнаружена хоть одна незаполненная ячейка, вычисления не производятся, а пользователю выводится сообщение о необходимости проверки данных на корректность. Код данной функции приведен на рис 3.

```

public void Initiate_GUI(GUI_Sender sender, Settings s)
{
    checker();
    if (checkclose1 == true && checkclose2 == true)
    {
        Createrepath();
        Table.ReadOnly = true;
        Table.ReadOnly = true;
    }
    else
    {
        InitMsg_Text = "Проверьте данные введите";
    }
}

public void checker()
{
    for (int i = 0; i < Table.Rows.Count; i++)
    {
        var value = Table.Rows[i].Cells[i-1].Value.ToString();
        if (string.IsNullOrEmpty(value))
        {
            checkclose1 = false;
            return;
        }
    }

    for (int i = 0; i < Table.Rows.Count; i++)
    {
        var value = Table.Rows[i].Cells[i-1].Value.ToString();
        if (string.IsNullOrEmpty(value))
        {
            checkclose1 = false;
            return;
        }
    }

    checkclose1 = true;
    checkclose2 = true;
}

```

Рис. 3. Функция проверки пустых значений.

Далее работа осуществляется при помощи двух циклов, которые поэтапно, перебором производят функции вычисления.

Поэтапно данные из каждой ячейки конвертируются в формат «Int», а после перемножаются и заносятся в отдельные переменные «mathF» и «mathP», которые соответственно равны внутренним и внешним передаточным числам. После чего полученные числа складываются и заносятся в массив «itogmassive». При полном наполнения массива, из него выбирается наименьшая сумма передаточных чисел и соответствующий координатор (рис. 4.). Результат выводится при помощи заготовленной текстовой формы «itogi_Text», а в случае, если обнаружилась незаполненная ячейка, выводится форма «itogi_Text» с просьбой ввести данные в ячейки.



Рис. 4. Функция проверки пустых значений.

В приложении реализована защита от введения любых символов, кроме цифр, отказ в выполнении программы в случае, если каких-либо данных не хватает.

В случае необходимости анализа нескольких кластеров, имеется возможность, после выполнения поиска координатора, выбрать иное количество узлов или оставить старое, программа позволит выбирать головные узлы в неограниченном количестве. Благодаря функционалу программы и интуитивно понятному интерфейсу вычисления можно производить с максимальной скоростью и эффективностью.

Стоит отметить, что программу можно использовать также и для выбора следующих по иерархии головных узлов, через которые производится передача данных между кластерами. Здесь сначала вычисляются головные узлы кластеров, а после они представляются как стандартные узлы и вводятся соответствующие данные. Благодаря масштабируемости и большому выбору количества узлов, программу можно использовать при выборе координаторов в сетях, которые организованы на больших территориях, что характерно для организации беспроводных сенсорных сетей на лесных территориях.

Для проверки корректности вычислений и работоспособности программы, были проведены несколько тестовых запусков с различным набором данных.

Проверка проводилась на данных, которые использовались для выбора головного узла внутри кластеров, а после выбирался следующий по иерархии координатор обеспечивающих информационное взаимодействие между кластерами (рис. 5, 6).

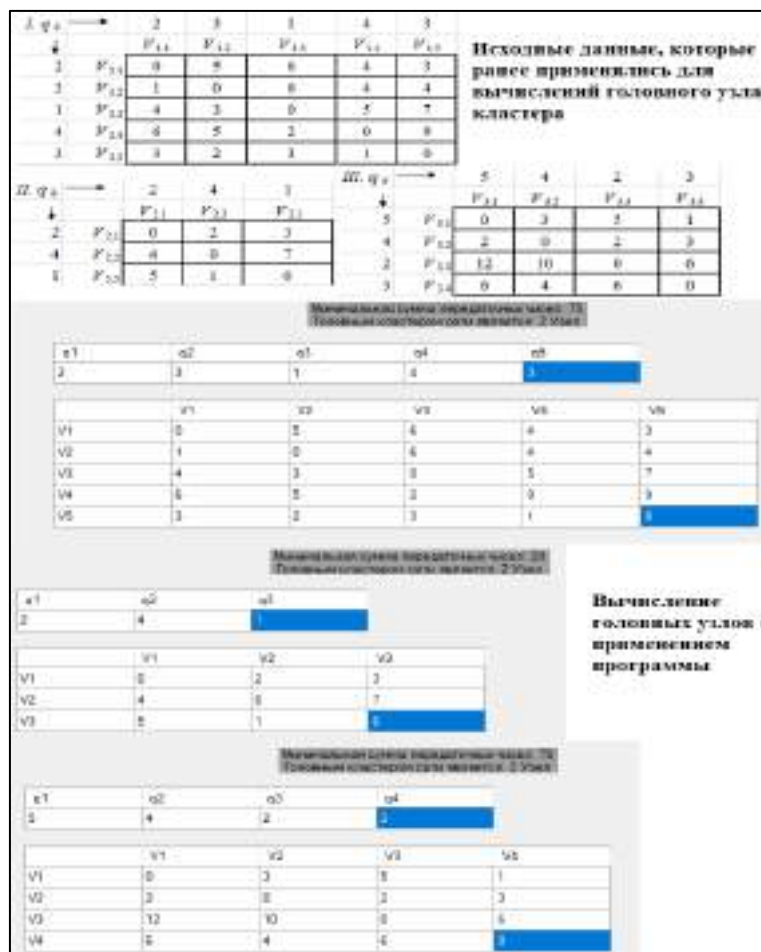


Рис. 5. Вычисление координаторов кластеров.

Далее определялся следующий по иерархии головной узел кластера. Результат отображен на рис 6.



Рис. 6. Выбор следующего по иерархии координатора.

Благодаря масштабируемости, программа может использоваться в сетях различного размера. Количество узлов хоть и ограничено, но может быть увеличено по

необходимости. Программа уже на данном этапе разработки может использоваться и активно применяться при выборе координатора.

Были проведены множественные тестирования, которые позволили выявить и устранить все неполадки, благодаря чему все результаты, полученные в системе, получаются точными, а пользователь, не может совершить лишних действий, которые бы могли негативно отразиться на работе программы.

Библиографический список

1. Заяц А.М. Беспроводные сенсорные сети в лесном хозяйстве. Построение, применение и исследование: учебное пособие для вузов / А.М. Заяц, С.П. Хабаров. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 128 с.
2. Заяц А.М. Графовые модели в анализе и синтезе беспроводных сенсорных сетей. В сборнике: Информационные системы и технологии: теория и практика. сборник научных трудов. Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. Санкт-Петербург, 2022.
3. Панфилов И.В. Информационные сети. Учеб. пособие для студ. 071900, 210200, 060800 / И.В. Панфилов, С.П. Хабаров, А.М. Заяц; Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия. - СПб. : ЛТА, 2003 - 164 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОВЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПОЛОГА ДРЕВОСТОЯ

Тицкий П.В., Павлов В.С.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова

APPLICATION OF GRAPH STRUCTURES TO DESCRIBE THE CANOPY OF A STAND

Titskiy P.A., Pavlov V.S.

Saint Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov

Аннотация. В статье описывается применение и приводится анализ использования некоторых графовых структур для описания полога древостоя.

Abstract. The article describes the application and provides an analysis of the use of some graph structures to describe the canopy of a stand.

Одним из основных требований при создании картографических материалов лесопарковых комплексов охраняемых Комитетом по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры (КГИОП) является проведение покронной съемки насаждений. При данном виде работ проводится описание каждого дерева насаждения, наносят основание ствола, контур проекции кроны и т.д. Кроны смежных пересекающихся деревьев ранжируют друг относительно друга согласно высоте. Описание методики и особенностей выполнения данного вида работ приводится в статье [1]. При обработке данных дерева отдельного лесонасаждения, для удобства работы, разделяют на отдельные насаждения и древесные массивы, в последние входит совокупность деревьев, имеющих соприкасающиеся кроны.

Самой распространённой моделью представления древесного массива является отображение у каждого дерева основания ствола по координатам и привязанного к нему контура проекции кроны (рис 1). Самым большим достоинством этой модели является ее наглядность визуального представления. У древесного массива имеющего большую полноту смыкания крон, а тем более если он многоярусный, получается хаотичное переплетение или наслаивание контуров проекций крон. Это затрудняет чтение картографического материала, замедляет скорость обработки данных, приводит к увеличению объема хранимой информации (рис. 2). Если описывать древесное насаждение, не опираясь на контуры проекций крон, а исходя из точек оснований стволов, расставленных по их координатам, то все данные точки можно представить в виде несвязного графа (простая модель) (рис. 3). С помощью такой модели можно описать любое сложное насаждения. Но данное описание не будет визуализировать всю структуру полога крон. В данном представлении нельзя будет сказать, где заканчивается один древесный массив и начинается другой, является ли данное дерево одиночным или входит в массив.

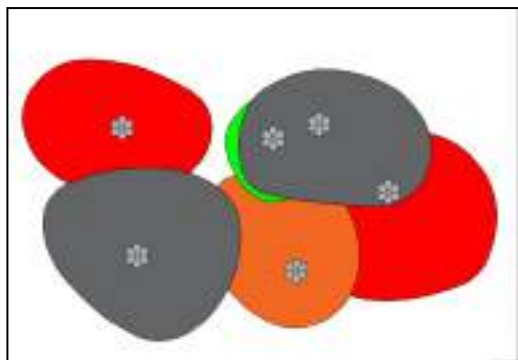


Рис. 1. «Стандартная» модель древостоя. Основана на положении основания ствола и проекции кроны дерева.

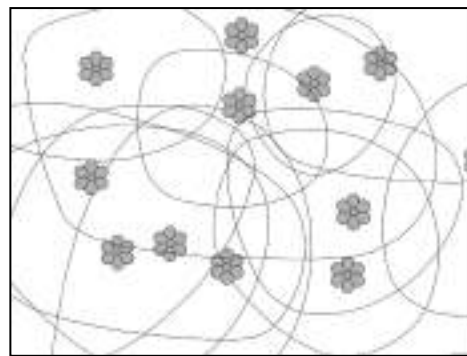


Рис. 2. «Стандартная» модель для древостоя высокой полноты со сложным многоярусным пологом.

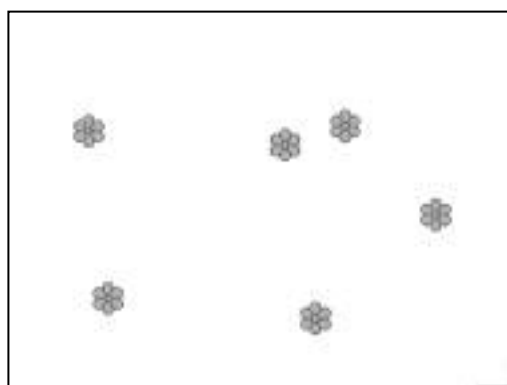


Рис.3 «Простая» модель.

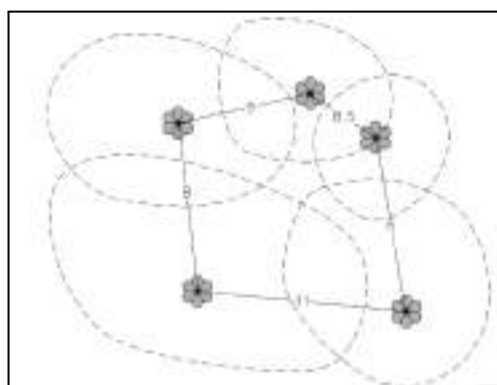


Рис. 4. Модель «графа по смежным площадям».

Комбинируя перечисленные ранее модели насаждений, предлагаем следующий вид представления древесного массива, который условно назовем моделью «графа по смежным площадям» Он основывается на следующих правилах (рис. 4):

1. Точка каждого дерева не привязана к каким-то конкретным координатам

2. Модель массива строится на основе взвешенного графа вершинами которого являются точки отдельно взятых деревьев составляющих древесных массив, а ребра определяются наличием пересечений крон смежных точек. Если пересечение крон у соседних деревьев есть, вершины деревьев соединяются ребром, если же деревья не пересекаются кронами, то вершины не соединяются ребром.

3. Веса ребер будут определяться исходя из площади пересечения крон смежных деревьев.

Достоинства и недостатки представления массивов крон в модели «графа по смежным площадям». В каждой точке дерева можно хранить неограниченное количество информации в виде атрибутов – это может быть, и порода, и диаметр ствола, и площадь поперечного сечения ствола, и суммарная поверхность кроны. Конечно, такого визуального представления как при использовании контуров крон мы не получим, но, с другой стороны, в случае сложного древостоя данная модель не будет сильно перегружена информацией, и мы сможем легко отслеживать какие деревья пересекаются кронами и на сколько сильно.

Еще одним преимуществом такой модели является способность определять некоторые насаждения нижних ярусов полога. По графу насаждения строят матрицу смежности. Согласно классификации Крафта деревья верхней части полога (I и II классов) как правило имеют большую по площади крону. Поэтому если контур проекции кроны одного из деревьев оказывается внутри контура проекции кроны другого, то с большей долей вероятности второе дерево по высоте превалирует над первым. Это и покажет нам матрица смежности.

Таб. 1. Матрица смежности «графа по смежным площадям».

№ дерева	1	2	3	4
Площадь кроны	12 м	8 м	5 м	9 м
1	-	5	-	
12 м				
2	5	-	2	4
8 м				
3		2	-	6
5 м				
4	4	4	6	-
9 м				

Таким образом с использованием матрицы смежности «графа по смежным площадям» учитывая древесные породы сравниваемых деревьев можно отбирать отстающие в росте деревья в рубку. Данные такой модели имеют сравнительно компактную форму представления, но вместе с тем позволяют отразить, хоть и примитивно, структуру полога что может быть использовано в дельнейших исследованиях.

Библиографический список

1. Павлов В.С. Сравнение методов создания картографических материалов садов и лесопарков. Цифровые технологии в лесном секторе: материалы III Всероссийской научно-технической конференции-вебинара 24-25 февраля 2022 г. / Под. ред. А.А. Добровольского. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2022. С 73-76

АНАЛИЗ ПРИЛОЖЕНИЙ В ОБЛАСТИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧАЮЩИЙ ПРОЦЕСС СТУДЕНТОВ ЛЕСНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Токарева В.С.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова.

ANALYSIS OF 3D MODELING APPLICATIONS IN ORDER TO INTRODUCE TECHNOLOGIES INTO THE EDUCATIONAL PROCESS OF STUDENTS OF FORESTRY PROFILE

Tokareva V.S.

Saint Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov

Аннотация. В данной статье поднимается актуальная проблема современного образования. После того, как учебные заведения перешли на дистанционное обучение, возник вопрос, как сохранить уровень практических и лабораторных занятий в лесной области в домашних условиях. В качестве решения предлагается использование 3D-технологий. Исследование нацелено на изучение и анализ существующих программ для создания и просмотра обучающих моделей, которые будут использованы для изучения таких дисциплин, как дендрология, ботаника и анатомия растений. В результате были сформулированы критерии для отбора и выбраны в качестве программы для создания моделей в области художественного моделирования – Blender, в области скульптинга – Skulptris. Наиболее соответствующими требованиям к программам - просмотрщикам стали онлайн-сервис Autodeskviewer и приложение ABviewer.

Abstract. This article raises the actual problem of modern education. After educational institutions switched to distance learning, the question arose how to maintain the level of practical and laboratory classes in the forest area at home. The use of 3D technologies is proposed as a solution. The research is aimed at studying and analyzing existing programs for creating and viewing training models that will be used to study disciplines such as dendrology, botany and plant anatomy. As a result, criteria for selection were formulated and chosen as a program for creating models in the field of artistic modeling – Blender, in the field of sculpting – Skulptris. The online service Autodesk viewer and the application ABViewer became the most relevant requirements for viewer programs.

С развитием цифровых технологий, бесспорно, появилось множество возможностей для совершенствования процесса образования, но опыт дистанционного обучения в период пандемии показал, что уровень такой формы получения знаний не всегда соответствует ожиданиям [1].

Не все дисциплины возможно изучать в полной мере без очного присутствия, например, естественнонаучные предметы требуют нахождения в лаборатории для проведения различных экспериментов [11]. Ярким примером является такая дисциплина, как дендрология или анатомия растений, в учебную программу которой включены занятия, где студенты должны рассматривать и изучать растения и их строение. Это невозможно сделать в домашних условиях, поэтому возникла идея использования цифровых технологий, а именно приложения для просмотра 3D-моделей [2, 3].

В результате длительного периода дистанционного обучения, преподаватели стали чаще обращаться к 3D-технологиям для повышения уровня обучения, так появились приложения, использующие технологии 3D, VR и AR для улучшения качества образования. На данный момент были созданы программы, помогающие студентам-медикам изучать анатомию (мобильное приложение: AnatomyLearning) [7], студентам-инженерам просматривать созданные детали в реальной жизни (технология AR в новой версии КОМПАС-3D) [2], студентам агротехнических образовательных учреждений проводить ремонт оборудования [10], студентам-химикам проводить лабораторные опыты (мобильное приложение: Наука Химия: Обучение, Опыты) [8].

Несмотря на существующую базу моделей в области ботаники и дендрологии [4-6, 9], найти доступное, качественно функционирующее приложение, в котором были бы собраны и систематизированы данные модели с возможностью приближения и перехода с одного уровня строения на другой, невозможно. Так возникла потребность в подготовке базы 3D-моделей на необходимую тематику и выборе программного обеспечения для их просмотра.

Созданные в будущем 3D-модели должны быть реалистичными и достаточно детализированными для обучения. Поэтому целью исследования является обзор и анализ программ для создания и просмотра обучающих 3D-моделей деревьев и их частей на предмет последующего создания и внедрения 3D-моделей в учебный процесс лесных и биологических направлений для изучения таких дисциплин как дендрология, анатомия растений, физиология, лесоводство и фитопатология.

Изучив тему 3D-моделирования, было установлено, что существует 3 направления в создании моделей: художественное, скульптурное и инженерное. Для создания интересующих нас ботанических моделей подходят первые два, поэтому после изучения информации из открытых источников было отобрано 10 программ для моделирования и сформирована сравнительная таблица (таб. 1).

Таб.1. Анализ приложений для создания 3D-моделей.

	Цена	Уровень	Тип	База для обучения	Универсальность форматов	Русский язык
Maya	9 791 руб/мес	профи	художественное	+	-	-
Zbrush	2525 руб/мес	профи	скульптинг	+	-	+
Blender	бесплатно	любитель	оба	+	+	+
Houdini	от 16 980 до 441,6 тыс. руб	профи	художественное	-	-	-
Houdini Apprentice	бесплатно	для обучения	художественное	+	-	-
3ds Max	9 791 руб/месяц; для студентов бесплатно на 3 года	профи	художественное	+	-	-
Cinema 4D	5 403 руб/мес	профи	художественное	+	-	+
Autodesk Meshmixer	бесплатно	новичок	художественное	-	+	-
Sculptris	бесплатно	новичок	скульптинг	+/-	+	+
Daz Studio	бесплатно	новичок	для обработки существующих моделей	+/-	-	+

Все выбранные программы поддерживают работу на операционной системе Microsoft Windows и обеспечивают возможность создания реалистичных 3D-моделей. Половина из представленных программ являются бесплатными, поэтому они имеют приоритет над платными. Набор инструментов в бесплатных программах, несомненно, ограничен, но достаточен для решения необходимых задач по созданию учебных моделей в области дендрологии, анатомии растений, физиологии, лесоводства и фитопатологии.

Также при выборе программы была изучена база доступных обучающих материалов, которая показала, что 2 программы из списка специализируются на тематике, не подходящей основному направлению исследования: DazStudio используется для создания сцен с людьми, а 3ds Max зачастую – для создания дизайна интерьеров, таким образом, выбор ограничился программами Blender, Houdini Apprentice, Autodesk Meshmixer и Skulptris.

Blender имеет множество видеоуроков для пользователей разного уровня подготовки, Skulptris имеет схожий интерфейс с популярной программой Zbrush, поэтому пользователь может сам адаптировать уроки для одной программы под работу в другой.

Ещё одним важным критерием сравнения являлась универсальность создаваемых форматов. Три программы дают возможность сохранять созданные модели в распространенных форматах (OBJ, STL), значит для них будет проще найти сопутствующее приложение для просмотра.

Оставалось ещё 2 подходящих варианта среди выбранных программ – это Autodesk Meshmixer и Houdini Apprentice (рис. 1 и 2).



Рис. 1. Интерфейс программы Autodesk Meshmixer.

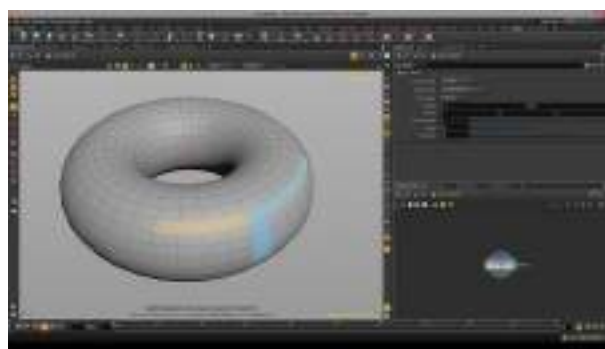


Рис. 2. Интерфейс программы Houdini Apprentice

Для первого возможно найти обучающие материалы, но их значительно меньше нежели для вышеупомянутой программы Blender. Программа Houdini Apprentice является копией профессиональной программы. Она была создана специально для обучения пользователей, поэтому она имеет как расширенный спектр инструментов, так и подробный курс видеороликов с основами работы для начинающих, но при попытке загрузить программу возникла проблема: компания покинула российский рынок и её продукты больше не поддерживаются.

Таким образом, в качестве наиболее подходящих вариантов были выбраны программы Blender и Skulptris, так как они одинаково соответствуют выдвинутым требованиям, но специализируются на разных типах моделирования.

После выбора программы для создания 3D-моделей появляется задача просмотра созданных 3D-моделей. На данный момент существует 2 варианта работы с моделями:

онлайн-сервисы и программы, устанавливаемые на устройство. Было принято решение выбрать по одному варианту из каждой области. Для сравнения и анализа также была создана таб. 2.

Таб. 2. Анализ приложений для просмотра.

	ShareCAD	Studia 3D	Online 3D viewer	Autodesk viewer	GLC-Player	ABviewer
Цена	бесплатно	бесплатно	Пробный период 30 дней	бесплатно	бесплатно	бесплатно
Форматы	AutoCAD, dwg, dxf, dwf, hpgl, plt	Stp, stl, step, obj, igs	Obj, 3ds, stl, ply, gltf, 3dm, fbx	Почти все, которые существуют	Obj, 3ds, stl, off, 3dxml	Obj, 3ds, stl, NURBS
Русский язык	+	+	-	+	-	+
Тип	онлайн	онлайн	онлайн	онлайн	программа	программа
Простой интерфейс	+	+	+	+	+	+
Комментарии				Возможны манипуляции	Недоступен в России	

Программы-просмотрщики, в целом, схожи по критериям, поэтому выбирать пришлось, обращая внимание на дополнительные преимущества. Среди онлайн-платформ была выбрана Autodesk viewer, так как она поддерживает больший список форматов и позволяет производить манипуляции с моделями, а из программ выбор пал на ABviewer, потому что она имеет интуитивно понятный интерфейс и доступна для бесплатного скачивания в России.

Таким образом, проведённое исследование, включающее в себя анализ программного обеспечения в области 3D-моделирования, позволило подобрать наиболее подходящие инструменты для создания и просмотра в будущем базы обучающих 3D-материалов для студентов, направления которых связаны с лесными и биологическими науками. В качестве программы для создания моделей в области художественного моделирования был выбран Blender, в области скульптинга – Skulptris. Наиболее соответствующими требованиям к программам-просмотрщикам стали онлайн-сервис Autodesk viewer и приложение ABviewer.

Библиографический список

1. The Impact of COVID-19 on Higher Education. Challenges and Issues / Ravichandran Ammigan, Roy Y. Chan, and Krishna Bista
2. Калугин Д.Ю. Технологии дополненной реальности в образовании / Д.Ю. Калугин, О.М. Осокина // Технологическое образование и устойчивое развитие региона. – 2014. – Т. 1. – № 1-1(11). – С. 237-243. – EDN TJGSNJ
3. Петрова Н.А. Приложение для обучения в лесной отрасли с применением 3d-моделирования / Н.А. Петрова, Д.А. Ефимов, А.К. Бойцов // Актуальные вопросы лесного хозяйства: материалы V международной молодежной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2021 года / Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021. – С. 165-169. – EDN JILJST.

4. Подборка “Nature” на платформе SketchFab [Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://sketchfab.com/woodhike/collections/nature-ae5d729915f64af9a2991f1be0295ada> (дата обращения: 29.10.2022).
5. Подборка “Plants” на платформе SketchFab [Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://sketchfab.com/baxterbaxter/collections/plants-b481285ffc9d41239c64f4f2be79e3ba> (дата обращения: 29.10.2022).
6. Подборка “Plants vegetation and flora” на платформе SketchFab [Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://sketchfab.com/william.sayin/collections/plants-vegetation-and-flora-b957b3c8d829477ebbc63aa73450a314> (дата обращения: 29.10.2022).
7. Приложение «Anatomy learning» [Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.AnatomyLearning.Anatomy> 3D Viewer 3 (дата обращения: 30.10.2022).
8. Приложение «Наука Химия: Обучение, Опыты» [Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dailydiscovers.ChemistryScienceLab> (дата обращения: 30.10.2022).
9. Разработка базы данных трёхмерных моделей лиственных лесообразующих пород Берёзы и Осины для геоинформационной модели лесной экосистемы / М.Р. Вагизов, М.М. Шишкин, Е.П. Истомин [и др.] // Геоинформатика. – 2022. – № 3. – С. 39-46. – DOI 10.47148/1609-364X-2022-3-39-46. – EDN LKZKXS.
10. Рыбалкин Д.А. Приложение дополненной реальности (Ar) к тренажерному комплексу управления тракторной техникой и сельскохозяйственными агрегатами / Д. А. Рыбалкин, Р. Д. Гончаров, О. В. Кабанов // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 21–22 апреля 2021 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2021. – С. 463-467. – EDN RDYWUQ.
11. Сравнение качества образования в медицинской академии в условиях дистанционной и очной форм обучения / Н. М. Попова, А. Н. Чураков, А. А. Нурутдинова, А. К. Ахметшина // Modern Science. – 2021. – № 11-4. – С. 281-285. – EDN DAХKPO.

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЛЕСНОГО
ХОЗЯЙСТВА**

Материалы VI международной молодежной
научно-практической конференции

10–11 ноября 2022 года

The actual issues in forestry
International youth scientific-practical
conference November 10–11, 2022

Ответственный редактор Павлов В.С.
Компьютерная верстка: Павлов В.С., Бойцов А.К.

Подписано в печать. Формат 145×215. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 12,5. Тираж 100.

Отпечатано с готового оригинал-макета