

Федеральное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства
и механизации лесного хозяйства» (ФБУ ВНИИЛМ)

**ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ.
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НАУЧНЫЕ РЕШЕНИЯ**

*Сборник статей, посвященный 90-летию
Всероссийского научно-исследовательского института
лесоводства и механизации лесного хозяйства*

Пушкино
2024

УДК 630.90
ББК 43

Лесное хозяйство на современном этапе. Новые технологии и научные решения: сборник статей, посвященный 90-летию Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства [Электронный ресурс] / – Пушкино : ВНИИЛМ. – 236 с. – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

Текстовое электронное издание

В сборнике статей научно-практической конференции с международным участием, «Лесное хозяйство на современном этапе. Новые технологии и научные решения», посвященной 90-летию ФБУ ВНИИЛМ, рассматриваются вопросы лесоведения и лесоводства, сохранения лесов, лесовосстановления, лесоразведения, выращивания посадочного материала, лесоустройства и лесной таксации, защиты леса, экономики лесного хозяйства.

Предназначен для специалистов лесного хозяйства, научных работников, преподавателей вузов, аспирантов и студентов лесного профиля.

Forestry at current stage. New technologies and research solutions; collected papers dedicated to 90-th anniversary of the Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry [E-resource] / – Pushkino : VNIILM. – 236 p. – 1 CD-ROM. – Title from title screen.

Text e-publication

The collected papers of research and practical international conference “Forestry at current stage. New technologies and research solutions.” Dedicated to 90-th anniversary of VNIILM highlight issues of silviculture, forest management, forest conservation, forest regeneration, forest cultivation, planting stock production, forest management and forest inventory, forest protection, forestry economics.

Designed for forestry officers, researchers, high education teachers, forest post graduates and students.

ISBN 978–5–4219–307–2

Минимальные системные требования: процессор AMD, Intel от 1 ГГц, 100 Мб HDD, ОЗУ от 1 Гб, CD-ROM, видеоадаптер от 1024 Мб или аналог; Windows Vista/7/8/10 или аналог; ПО – Adobe Acrobat Reader или аналог.

© ФБУ ВНИИЛМ, 2024

90–ЛЕТНИЙ ВКЛАД ВНИИЛМ В РАЗВИТИЕ ЛЕСНОЙ НАУКИ

Мартынюк А.А.

Директор ФБУ ВНИИЛМ, академик РАН

Родин С.А.

*Заместитель директора ФБУ ВНИИЛМ по научной работе,
академик РАН*

VNIILM 90 YEAR OLD INPUT IN FOREST SCIENCE DEVELOPMENT

Martynuk A.A.

Director of VNIILM member of the RAS

Rodin S.A.

Deputy director of VNIILM for research, member of the RAS

Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ), один из старейших НИИ лесного хозяйства, в 2024 году отмечает очередную знаменательную дату – 90-летний юбилей.

За многие годы плодотворной деятельности ВНИИЛМ внес значительный вклад в теорию лесной науки и практику отечественного лесного хозяйства, научно-техническое развитие лесной отрасли. На протяжении многих лет – в годы первых пятилеток, суровое время Великой Отечественной войны, в послевоенный советский период развития лесной отрасли до настоящего времени – Институт и его сотрудники оставались верны служению Отечеству, отвечая добросовестным и упорным трудом на запросы и вызовы времени, получая новые знания о лесах и выстраивая на их основе научные рекомендации и разработки, направленные на решение управленческих, хозяйственных и технологических задач лесного хозяйства.

ВНИИЛМ в разные периоды деятельности прошёл сложный путь становления, определения приоритетных направлений исследований и постоянного совершенствования методологии и методик научной работы. Результаты плодотворного труда ученых внесли значительный вклад в научно-техническое развитие лесной отрасли, теорию лесной науки и практику отечественного лесного хозяйства. Подытоживая девяностолетний путь, можно отметить основные достижения этой напряженной, многогранной и результативной деятельности.

В сфере разработки теоретических основ и практических положений организации и ведения лесного хозяйства Институту принадлежит, в соответствии с классической парадигмой непрерывного и неистощительного пользования лесом, ведущая роль в решении вопросов деления лесов по целевому назначению. Развитием этого направления стали исследования по лесозащитному районированию, экономической оценке лесных ресурсов, созданию государственного лесного кадастра, развитию системы ценообразования на лесные ресурсы. Заметной была

роль ВНИИЛМ в организации и осуществлении широко известного эксперимента в 70-х – начале 80-х годах прошлого века по переводу лесохозяйственной деятельности на хозрасчет, результаты которого во многом актуальны в новых экономических условиях и в настоящее время.

Научные заделы Института по всем направлениям исследований в области лесного хозяйства на протяжении всех лет его развития использовались в целях законодательного регулирования и разработки нормативной правовой и нормативной технической базы лесных отношений. Институт неоднократно принимал активное участие в выработке основных положений лесной политики России, создании стратегических программных документов лесной отрасли.

Ученые ВНИИЛМ, развивая учение о лесе Г.Ф. Морозова, внесли весомый вклад в становление многих направлений лесоведческой и лесоводственной отечественной науки. Их особенностью являлся, благодаря развитой региональной сети лесных опытных станций, широкий территориальный охват исследованиями лесных пространств страны, включая леса зоны тайги, хвойно-широколиственных лесов, Урала, Северного Кавказа, юго-востока европейской части России и отдельных регионов Западной Сибири. Исследования средообразующих, в первую очередь водоохранно-защитных, функций лесов, позволили обобщить их результаты в виде многочисленных монографий и создать разработки (классификация насаждений по их гидрологической роли, нормативы по выделению категорий защитности лесов), ставшие ныне классикой лесной науки.

Еще более значимым можно считать ориентированное на рациональное ведение лесного хозяйства научное обоснование и создание методик лесохозяйственного районирования страны, а также региональных классификаций лесов на зонально-типологической основе, которые в последующем стали базовой основой для разработки основных положений организации и ведения лесного хозяйства на зонально-типологической основе с учетом целевого назначения лесов. Это позволило усовершенствовать нормативную базу ведения лесного хозяйства, прежде всего введение региональных нормативов (правил) рубок главного пользования, включая выборочные и постепенные рубки, региональных рекомендаций по лесовосстановлению, рубкам ухода за лесом. На зонально-типологический подход начали ориентироваться при обосновании системы мероприятий (предотвращение смены пород, сохранение подроста, выбор перспективных пород для лесовыращивания, оптимизация породного состава насаждений, их густоты и строения, способы рубок и др.) по повышению продуктивности насаждений, лесовосстановлению и лесоразведению.

Отечественное лесопользование во многом обязано работам Института по обоснованию размера пользования лесом и методов определения расчетной лесосеки. Координируемые ВНИИЛМ исследования по таксации древесного прироста, наряду с изучением выборочных методов инвентаризации лесного и лесосечного фонда, заложили научные основы для практического применения их в системе инвентаризации лесов и лесоустройства, при отводе и таксации лесосек, а также создания первых методик по осуществлению государственного контроля за состоянием и использованием лесных ресурсов. Результатом многолетних исследований,

выполненных по инициативе Института с участием зональных НИИ, ряда лесных вузов и предприятий В/О «Леспроект», стала не имеющая аналогов в стране и за рубежом единая система общих и региональных нормативов для таксации лесов, лесоустroительного проектирования и прогнозных расчетов, используемая до сих пор в системе лесочетных работ.

В конце 60-х годов прошлого века, с созданием на базе «Минск-22» вычислительного центра, во ВНИИЛМ начали активно прорабатываться вопросы автоматизированной обработки лесоустroительной информации, материалов математико-статистической инвентаризации лесов. Были созданы программные продукты для материально-денежной оценки лесосек, решения задач перспективного и текущего планирования лесовосстановления, защитного лесоразведения, рубок ухода, охраны и защиты лесов, оптимизации структуры машинно-тракторного парка на предприятиях лесного хозяйства. Несколько позже, одними из первых в стране, была разработана автоматизированная система экономической доступности освоения лесосечного фонда.

Развивая идеи многоцелевого использования лесов, Институт большое внимание уделял разработке методов учета и оценки второстепенных лесных ресурсов и продуктов, как было принято говорить раньше – побочного пользования, что существенно дополнило нормативную базу таксации комплекса лесных ресурсов. В дополнение к этому необходимо отметить результативные работы Костромской ЛОС (Центрально-европейского филиала ВНИИЛМ) по селекции лесных ягодных дикоросов и разработке технологий их выращивания. Общеизвестны работы ученых ВНИИЛМ по учету, оценке и организации использования ресурсов охотничьей фауны лесов.

К одному из наиболее технологичных направлений относятся исследования и разработки по искусственному лесовосстановлению, начавшиеся в первые годы основания Института. В тот период уже определился выбор перспективной тематики: лесосеменное дело и выращивание посадочного материала; типы лесных культур и способы их создания в разных зонально-типологических условиях для различных объектов лесовосстановления. В 1949–1955 гг. Институт принимал активное участие в научно-исследовательских и проектно-изыскательских работах при реализации знаменитого «Плана преобразования природы», государственных защитных лесных полос в юго-восточной части европейской территории страны.

Итогом многолетних совместных исследований лабораторий лесных культур, лесного почвоведения и механизации лесохозяйственных работ в питомниках стало создание технологии и комплекса машин и орудий для выращивания сеянцев хвойных пород (ели, сосны) в посевных отделениях открытого грунта и теплицах, а также саженцев в уплотненных школах. С участием ряда лесных опытных станций была разработана технология закладки и выращивания культур хвойных пород на вырубках лесной зоны европейской части России, которая предусматривала комплексную механизацию всех основных технологических процессов – обработку почвы, посадку и посев, агротехнических и лесоводственных уходов. Приобретенный опыт комплексных научных и опытно-конструкторских работ позволил разра-

ботать и внедрить в практику лесного хозяйства эколого-ресурсосберегающие технологии создания лесных культур на вырубках, обеспечивающие необходимые условия для высокой приживаемости и роста укрупненного посадочного материала, сохранения экологической среды, снижения энергоемкости работ и ускоренного восстановления вырубок хозяйственно ценными породами.

Следует отметить также результаты научно-исследовательских работ по защитному лесоразведению, одним из главных результатов которых стали технологии и комплексы машин для мелиоративно-хозяйственного освоения овражно-балочных систем и бугристых песков, создания лесных насаждений в водоохраных зонах, удостоенных в 1991 г. Государственной премии Российской Федерации.

Институтом совместно с ЦОКБлесхозмаш были созданы и рекомендованы в производство около 150 машин и орудий, преимущественно для обеспечения лесовосстановления и лесоразведения на землях разного целевого назначения и различной лесопригодности.

Специалисты ВНИИЛМ внесли большой вклад в становление и развитие отраслевой стандартизации и метрологии, создав целую серию стандартов, направленных на техническое регулирование различных вопросов лесного хозяйства.

В сфере охраны лесов от пожаров ВНИИЛМ принадлежит приоритет в разработке классификаций пожарной опасности в лесах, используемых лесохозяйственной практикой до сих пор. На протяжении многих лет Институт занимается вопросами охраны лесов от пожаров на территориях, загрязненных радионуклидами, которые стали продолжением исследований ВНИИХлесхоза, начавшихся после Чернобыльской аварии.

Во ВНИИЛМ создан весомый научный задел по защите лесов, в частности: лесопатологическому мониторингу и прогнозу массового размножения наиболее опасных хвое-листогрызущих вредителей леса, интегрированной системе защиты лесов, использованию в лесозащите синтетических аналогов феромонов главнейших хвое-листогрызущих и стволовых вредителей. Институту по праву принадлежит первенство в создании научных основ практической лесозащиты в стране. В последние десятилетия, благодаря усилиям специалистов ВНИИЛМ, удалось продолжить исследования по биологическому методу в лесозащите, а также организовать системные научные работы по изучению особенностей биологии видов инвайдеров, разработку рекомендаций по выявлению их в лесах и обоснованию мер борьбы с ними.

По направлению экологических исследований Институтом, на основе многолетних исследований создана система мероприятий по повышению устойчивости и реабилитации лесных насаждений к промышленным выбросам, предложены технологии рекультивации с применением мелиорантов и нетрадиционных удобрений, методов фиторемедиации, для повышения плодородия техногенно-нарушенных земель (карьеры, отвалы, промышленные полигоны, эрозионные участки в местах строительства линейных сооружений, свалки и др.) при созда-

нии защитных лесонасаждений. Рекомендации по лесобиологической рекультивации полигонов складирования фосфогипса внедрены на промышленных объектах Московской области и отмечены дипломом Губернатора региона.

Существенным является вклад ученых ВНИИЛМ, как продолжение работ ВНИИхимлесхоза, в научное обеспечение ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и других инцидентов на объектах ядерно-топливного цикла. Созданы научные основы ведения лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения. Проводятся регулярные системные обследования стационарных участков сети радиационного мониторинга лесов. В рамках «Программы совместной деятельности по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства России и Белоруссии» разработана и внедрена в Брянской области система видеонаблюдения за пожарной обстановкой в зонах загрязнения лесов радионуклидами. В целях реабилитации загрязненных радионуклидами территорий и введения их в хозяйственный оборот разработан и осуществлен, совместно с органами лесного хозяйства Брянской области, на лесных участках в зонах отчуждения и отселения специальный проект по формированию смешанных насаждений коренных типов леса с участием ценных, и одновременно радиорезистентных, пород с высокой степенью противопожарной устойчивости и радиационной безопасности.

На протяжении многих лет проводятся исследования и разработки эффективных мер сохранения экологической ценности и биоразнообразия лесов, изучения их динамики в условиях климатических изменений, смягчения отрицательных последствий изменения климата и адаптации лесов и лесного хозяйства к таким изменениям. Результаты исследований по данному направлению, а также другим направлениям, используются экспертами ВНИИЛМ для научного обеспечения в рамках плановой работы Рослесхоза, международного переговорного процесса по лесам, многостороннего и двустороннего сотрудничества Российской Федерации по вопросам развития лесного комплекса.

Многолетние творческие усилия коллектива Института в 1983 г. были отмечены: за вклад в развитие науки и ускорение научно-технического прогресса в лесной отрасли – орденом Трудового Красного Знамени. В 2003 г. ВНИИЛМ становится победителем Московского областного конкурса в номинации «Лучшая научная организация», награждается дипломом «Лауреат года» и памятным знаком «Золотой Феникс». В 2018 г. Межведомственной комиссией при Минобрнауки России с участием РАН ему по итогам оценки результативности деятельности присвоена первая категория – научная организация-лидер, которая ежегодно подтверждается до настоящего времени.

Высокая оценка деятельности Института – это заслуга многих поколений ученых, работавших в прежнее и настоящее время, среди которых 14 академиков и член-корреспондентов АН СССР, ВАСХНИЛ, РАСХН, РАН; 54 доктора наук и 8 сотрудников, удостоенных Государственных премий. 71 ученому присвоено звание «Заслуженный работник Российской Федерации» в различных номинациях. Высшей наградой Российской академии наук «Золотая медаль им. Г.Ф. Морозова» награждены 4 человека.

Встречая 90-летний юбилей, Институт остается верен своей миссии по продвижению новых научных разработок и передовых технологий в практику лесной отрасли, содействуя достижению национальных целей развития и реализации задач социально-экономического и научно-технологического суверенитета страны, импортозамещению в сфере лесного хозяйства, сохранению потенциала лесов, обеспечению экологической безопасности и повышению качества жизни людей. Его отличительной чертой является многопрофильность научной тематики, что позволяет позиционировать Институт в качестве организации широкой специализации в области прикладных исследований для лесного хозяйства и своевременно реагировать на современные проблемы в зависимости от спроса на научную продукцию. Охватывая исследованиями, в том числе благодаря сохранению региональной сети научных лесных опытных станций (филиалов), значительную часть территории России, бережно используя многолетний научно-практический задел, профессионально оценивая достигнутые результаты собственных НИОКТР и результаты других отечественных лесных НИИ, лучшие практики и достижения мировой лесной науки, Институт обеспечивает надежное и качественное научное сопровождение деятельности федеральных органов исполнительной власти и органов власти большинства регионов практически по всем направлениям лесных отношений.

За прошедшее десятилетие к наиболее значимым достижениям Института следует отнести работы по формированию Основ государственной лесной политики и развитию системы стратегического лесного планирования в части Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года и государственной программы «Развитие лесного хозяйства» до 2030 года. Дальнейшее продолжение получили прежние разработки ВНИИЛМ по экономической оценке лесов и ценообразованию на лесные ресурсы в рыночных условиях, региональным системам лесохозяйственных мероприятий.

Созданы новое районирование лесов и лесосеменное районирование. Зарегистрированы, запатентованы и включены в Государственный реестр селекционных достижений 3 отечественных сорта клюквы крупноплодной, 2 сорта клюквы болотной, 4 первые сорта голубики узколистной и первый в России сорт княженики арктической. Разработаны, апробированы и доведены до практического внедрения технологии применения современных химических препаратов и биологических средств защиты лесов от наиболее вредоносных лесных организмов.

С созданием во ВНИИЛМ отдела лесной пирологии и охраны лесов от пожаров в связке с Центром лесной пирологии, развития технологий охраны лесных экосистем, защиты и воспроизводства лесов в г. Красноярске практически возрождено лесопирологическое направление прикладных научных исследований в лесном хозяйстве. Высокий уровень значимости для развития лесохозяйственных работ имеют исследования и разработки в сфере применения данных различных видов спутниковых съемок среднего и высокого пространственного разрешения. В рамках национального проекта «Беспилотные авиационные системы» федерального проекта «Стимулирование спроса на отечественные БАС» в последние

годы особое внимание уделяется разработке технологий применения БАС в сфере охраны лесов от пожаров, государственного лесного надзора и лесной охраны, государственного лесопатологического мониторинга и государственного мониторинга воспроизводства лесов.

Для вовлечения полученных в результате проработки НИР результатов в реальный сектор экономики создан «Центр технологических компетенций развития лесного хозяйства и лесостроительства», деятельность которого направлена на замещение иностранных технологий и научно-технологическое развитие в лесном хозяйстве. Совместно с партнерами (ФБУ «Авиалесоохрана», ФБУ «Рослесозащита», ФГБУ «Рослесинфорг», Госкорпорация «Роскосмос», АО «ЦНИИ-маш», Союз «Лесопромышленники Костромской области», Группа компаний «Беспилотные системы», ИКИ РАН и др.) планируется создание новых инновационных разработок в сфере охраны и защиты лесов, лесовосстановления, лесостроительства и государственной инвентаризации лесов, способных не только совершенствовать отечественные технологии, но и обеспечить импортозамещение в указанных направлениях деятельности.

За последние пять лет Институтом по результатам научных исследований и опытно-внедренческих работ разработано около двух сотен проектов нормативных правовых и нормативных технических актов и документов, опубликовано более тысячи научных статей в отечественных и зарубежных журналах и материалах конференций, в том числе в высокорейтинговых журналах, проиндексированных в российских и международных информационно-аналитических системах, получено около сотни патентов и свидетельств.

Указанные направления деятельности, рассматриваемые нами как точки роста для поддержания лидерства Института в системе прикладных научных исследований, нашли отражение в уточненной Программе развития ВНИИЛМ на ближайший период. Программа предусматривает, наравне с совершенствованием управления научным процессом и уточнением направлений НИОКТР, вовлечение исследовательского персонала Института в отечественное и международное научное пространство через развитие сотрудничества с иностранными партнерами, прежде всего в рамках СНГ, ЕАЭС, БРИКС, ШОС, активизацию внедренческой работы, проведение взвешенной политики по омоложению кадрового состава, улучшение материально-технической базы исследований, в том числе с задействованием возможностей гранта Минобрнауки России на обновление приборной базы ведущих организаций.

Уверены, что дальнейшее развитие российской лесной науки в лице ФБУ ВНИИЛМ обеспечит возможность не только ответить на текущие и будущие вызовы, но и выйти на траекторию устойчивого развития, обеспечив лесное хозяйство России новейшими технологиями и достижениями.

ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ, СОХРАНЕНИЕ ЛЕСОВ

УДК 630.22

УЧАСТИЕ ПОДРОСТА ЕЛИ В ФОРМИРОВАНИИ НАСАЖДЕНИЙ НА СВЕЖИХ ВЫРУБКАХ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ

Антонов Е.И.¹, Коренев И.А.¹, Дорощенко Э.В.²

¹Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция», Кострома, Российская Федерация

²ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Российская Федерация

Около 70% площадей спелых насаждений таёжной зоны имеют под пологом подрост ели. В условиях свежих вырубок сохранённый при рубке подрост, в силу биологических особенностей и резко изменённой среды обитания, способен конкурировать с обильным по численности и быстрорастущим молодняком лиственных пород только при высоте порядка 3,0 м. Подрост с меньшей высотой постепенно вытесняется осиной и берёзой и вторично уходит под полог верхнего лиственного яруса. Участие ели в формировании состава лиственных насаждений составляет 10-20%.

Ключевые слова: свежие вырубки, подрост ели, мягколиственные породы, состав, насаждения.

PARTICIPATION OF SPRUCE UNDERGROWTH IN THE FORMATION OF PLANTATIONS IN FRESH CLEARINGS IN THE TAIGA ZONE

Antonov E.I.¹, Korenev I.A.¹, Doroshenkova E.V.²

¹Branch of FBU VNIILM «Central European Forest Experiment Station», Kostroma, Russian Federation

²FBU VNIILM, Pushkino, Russian Federation

About 70% of the areas of ripe plantations of the taiga zone have undergrowth under the canopy. In conditions of fresh felling the undergrowth preserved during felling, due to biological features and a sharply changed habitat, is able to compete with the abundant and rapidly growing young deciduous species only at an altitude of about 3,0 m. The undergrowth with a lower height is gradually replaced by aspen and birch and again goes under the canopy of the upper deciduous tier. Spruce participates in the formation of the composition of deciduous plantations mainly 10-20%.

Keywords: fresh cuttings, spruce undergrowth, soft-leaved species, composition of the plantation.

Процесс лесовосстановления в таёжной зоне характеризуется сменами пород одних на другие на обширных площадях. Повысить эффективность воспроизводства ценных в хозяйственном плане насаждений невозможно без оценки динамики площадей тех или иных пород, различных способов лесовосстановления и в целом хозяйственного воздействия на лесные насаждения.

Был выполнен анализ результатов естественного возобновления сплошных вырубок лесообразующими породами и значения в этом подросте ели предварительного возобновления за 10-30-летний период в Дымнинском лесничестве бывшего опытно-показательного Островского лесхоза Костромского управления лесного хозяйства. В этом лесничестве лесоустройством, проведённым в 1967 г. в лесном фонде, было выделено 2,2 тыс. га технически спелых насаждений и в том числе 1,3 тыс. га насаждений, имеющих под пологом подрост ели [1]. Под естественное заращивание было отведено 708 га (34%) площадей лесного фонда с подростом ели, где был распространён (59%) подрост в возрасте 20 лет и более, количеством 3,2-4,0 тыс.шт./га и высотой 2,4-3,0 м. В течение последующих 10 лет сплошными рубками из этой категории насаждений пройдены в основном березняки и ельники. Учёт, проведённый следующим лесоустройством, свидетельствовал, что площади, занятые в прошлом березняками на 70%, восстановились мягколиственными породами, преимущественно осиной; береза сохранилась на 29% площади (табл.1). Ельники в свою очередь более чем на 70% заменились березняками. Сохраненная при проведении работ подпологовая ель имеет в 2 раза более высокий возраст в сравнении с возобновившимися листовенными породами – березой и осиной. Участие её в составе 15-летних молодняков может достигать до 50%, однако, таких площадей на этом этапе формирования насаждений – 10-24%.

Таблица 1

Составы насаждений через 15 лет после сплошной рубки

Преобладающая порода в спелом насаждении	Площадь, пройденная рубкой, га	Состав пород в молодняках, ед.	Средний возраст, лет	Площади молодняков, га
Береза	128	6 – Ос	15	57
		4 – 5 Б	13	32
		3 – 5 Е	32	31
		2 С	25	9
Ель	31	3 – 6 Б	14	23
		6 Ос	15	5
		3 – 5 Е	30	3

Обильное и частое плодоношение березы, растущей в прилегающих к вырубкам насаждениях, и интенсивный рост в высоту молодой порослевой осины и семенной березы обуславливают их доминирование в насаждениях. Сохраненная при выполнении лесозаготовительных работ ель, имеющая 15-25-летний возраст, в силу резко изменившихся условий роста вынуждена пройти адаптационный период, характеризующийся физиологической перестройкой листового аппарата и замедленным темпом роста. Наблюдения на опытных объектах показывают, что по прошествии 30 лет после рубки на участках с сохранённым подростом формируются высокополнотные насаждения [2]. В отличие от листовенных пород, ель несколько увеличила численность, густота ее насаждений к 30-летнему возрасту высокая, что сказалось и на показателях роста деревьев и прежде всего – диаметра (табл.2). Средние диаметры листовенных пород незначительные. Подрост ели со средней высотой 1,5 м и количеством

0,8-1,5 тыс. шт./га развивается более медленными темпами в сравнении с осинной и берёзой, его средние размеры намного меньше и запасы древесины небольшие.

Аналогичные сведения получены на постоянных пробных площадях северной лесной станции института лесоведения, где 43-45-летняя ель, находясь под пологом березового насаждения при количестве 0,2-0,4 тыс. шт./га, имеет средние размеры по высоте 7,0 м и диаметру 7,5 см [3].

Таблица 2

Показатели 30-летних насаждений, сформировавшихся на бывших вырубках с сохранённым подростом (на опытном объекте ЦЕ ЛОС)

Характеристика подростка ели на свежей вырубке	Состав 30-летнего насаждения	Порода	Возраст, лет	Количество деревьев, тыс. шт./га	Высота, м	Диаметр, см	Полнота	Запас, м ³ /га
Выс. 1,5 м; 1,5 тыс. шт./га	5Б5Ос +Е	Е	45	1,8	5,0	4,7	1,2	18
		Б,Ос	30	5,3	13,2	7,5		165
Выс. 1,5 м; 0,8 тыс.шт./га	8Ос2Б +Е	Е	45	0,8	6,8	6,3	0,9	21
		Ос,Б	30	3,2	14,9	9,8		174
Выс. 3,0 м; 2,0 тыс.шт./га	3Е4Ос3Б	Е	60	2,3	12,6	7,7	1,15	76
		Ос,Б	30	3,7	15,1	8,4		132

На участках наблюдения ель, имея начальную высоту 3,0 м и более, в возрасте 60 лет образует за этот период хвойные насаждения. Эта категория бывшего молодняка ели образовала 36% запаса древесины. По сведениям инвентаризации, проведённой в Островском лесхозе в 1997 г., на участках с сохранённым подростом ели 84% площади бывших вырубок возобновились мягколистными породами, в основном березняками – 70% (табл.3) [4].

Таблица 3

Участие ели в составе 30-летних насаждений главных пород Дымнинского лесничества

Участие ели в составе насаждений, единиц	Лесообразующая порода насаждения, га				Всего
	береза	осина	ель	сосна	
1	481	78	-	12	559
2 (3)	347	52	-	-	399
4	-	-	56	-	56
5	-	-	14	-	14
Всего с участием ели	828	130	70	12	1028
Общая площадь насаждений, га	1203	234	212	33	1704

Подпологовая ель, сохранённая при сплошных рубках, не смогла сформировать значимые лесные площади со своим доминированием в составе 30-летних насаждений. К этому возрасту площади ели и сосны снизились с 21% в 15-летних молодняках до 14%. На большей части лесных площадей Островского лесхоза подрост ели составляет 10-20% в составах лиственных насаждений, образуя небольшие запасы древесины (15-25 м³).

Выводы

Наличие подроста ели под пологом спелых насаждений и его сохранность при рубке не гарантирует его участие в последующем формировании состава молодняков. В таёжной зоне лесов через 30 лет около 90% бывших вырубок заселены лиственными породами с небольшим (10-20%) присутствием ели в составе. С большой долей уверенности можно констатировать, что входящие в состав лиственных насаждений, возобновляющихся на свежих вырубках, способна ель только крупных размеров, высотой около 3,0 м, а также еловый молодняк из ступеней толщины 8-12 см. Сохраненный при рубке спелого насаждения подрост ели с меньшей высотой, даже при значительном его количестве, вытесняется из состава осинкой и березой, участие в формировании верхнего яруса насаждений не принимает, вторично уходя под полог лиственных пород.

Список использованных источников

1. Карпенко, П.Ф. Проект организации и развития лесного хозяйства Островского мехлесхоза / П.Ф. Карпенко и др. // Львовская лесоустроительная экспедиция. – Львов, 1976–1977 гг.
2. Способы и технологии проведения на вырубках активных мер содействия естественному возобновлению хозяйственно ценных пород : отчёт НИР № 2.12.3 (пром.) / Костромская ЛОС; рук. Е.И. Антонов. – Кострома, 2002. – 24 с.
3. Рыбакова, Н.А. Оценка конкуренции в популяциях ели под пологом южно-таёжных березняков разных стадий возрастного развития. – Текст: электронный / Н.А. Рыбакова // Лесохозяйственная информация. – 2024. – № 1. – С. 5–14.
4. Селявинский, И.А. Проект организации и развития лесного хозяйства Островского мехлесхоза / И.А. Селявинский и др. // Рязанская аэрофотолесоустроительная экспедиция. – Рязань, 1997–1998 гг.

УВЕЛИЧЕНИЕ ПЛОЩАДИ КЕДРОВНИКОВ ВНЕДРЕНИЕМ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК

Безденежных И.В., Гавриленко А.Н., Залесов С.В.
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический
университет», Екатеринбург, Российская Федерация

Предложен вариант увеличения доли кедровых насаждений внедрением выборочных рубок в потенциальных кедровниках. За счет уборки сопутствующих древесных пород создаются благоприятные условия для семеношения деревьев кедра, находящихся в верхнем пологе древостоя, и сохранения подроста предварительной генерации, способного в будущем сформировать разновозрастный кедровый древостой. Объектами выборочных рубок являются мягколиственные спелые и перестойные насаждения с наличием жизнеспособного подроста кедра более 1,5 тыс. шт./га и насаждения с долей участия в составе кедра сибирского до 20% запаса.

Ключевые слова: повышение продуктивности лесов, потенциальные кедровники, сплошнолесосечные рубки, выборочные рубки, подрост, перестой.

INCREASING THE AREA OF CEDAR FORESTS BY INTRODUCING SELECTIVE LOGGING

Bezdenzhnykh I.V., Gavrilenko A.N., Zalesov S.V.
Ural State Forestry University, Yekaterinburg, Russian Federation

A variant of increasing the proportion of cedar plantations by introducing selective logging in potential cedar forests is proposed. Due to the harvesting of accompanying tree species, favorable conditions are created for the seed-bearing of cedar trees located in the upper canopy of the stand and the storage of pre-generation undergrowth capable of forming a cedar stand of different ages in the future. The objects of selective logging are soft-leaved ripe and overgrown plantations with the presence of viable cedar undergrowth of more than 1.5 thousand pcs/ha and crops with a share of participation in the composition of Siberian cedar up to 20% of the reserve.

Keywords: increasing forest productivity, potential cedar forests, continuous logging, selective logging, undergrowth, transformation.

Несмотря на высокую ценность кедра сибирского или сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.) и запрет рубок спелых и перестойных насаждений с участием кедра 3 и более единицы формулы состава, увеличения площади кедровых насаждений не наблюдается. Основными причинами последнего являются лесные пожары и эпифитотии вредных насекомых, уничтожающие кедровники [1].

В лесном фонде Ханты-Мансийского автономного округа – Югра (ХМАО – Югра) дополнительной причиной сокращения площади кедровых насаждений является изъятие части из них под строительство линейных и площадных объектов нефтегазового комплекса [2].

Цель исследований – поиск путей увеличения площади кедровых насаждений в лесном фонде ХМАО – Югры.

Попытки увеличения площади кедровых насаждений на территории ХМАО – Югры предпринимались неоднократно. Прежде всего они заключались в создании лесных культур. Однако из-за медленного роста кедра сибирского большинство лесных культур погибло от заглушения их травянистой и сопутствующей древесно-кустарниковой растительностью [3].

Более эффективным оказалось создание кедросадов вблизи населенных пунктов. Указанные кедросады создавались посадкой лесных культур, проведением рубок ухода в молодняках с участием кедра в составе и рубками ухода в средневозрастных насаждениях, направленных на увеличение доли кедра в составе древостоев [4-7].

Однако в целом в лесном фонде ХМАО – Югры площадь кедросадов относительно невелика, а совокупность затрат на их создание не позволяет надеяться на кардинальное изменение ситуации.

В настоящее время заготовка древесины в лесном фонде ХМАО – Югры осуществляется сплошнолесосечными рубками. В процессе указанных рубок должен сохраняться жизнеспособный хвойный подрост, а также деревья кедра сибирского, произрастающие на пасаках. Опыт обследования вырубок свидетельствует [8, 9], что значительная часть подроста кедра сибирского погибает в процессе проведения лесосечных работ и на вырубке в связи с резким изменением микроклиматических условий. Оставляемые на пасаках деревья кедра чаще всего вываливаются в первый год после рубки древостоя, что объясняется их поверхностной корневой системой. Другими словами, несмотря на наличие значительного количества подроста кедра сибирского предварительной генерации под пологом спелых и перестойных насаждений [10, 11], на вырубках формируются мягколиственные молодняки и восстановительно-возрастная динамика формирования кедровых насаждений возвращается в исходную точку [12].

К сожалению, выборочные рубки в лесничествах ХМАО – Югры даже не прописаны в регламентах. При этом именно выборочные рубки спелых и перестойных насаждений позволяют сформировать кедровые насаждения на базе потенциальных кедровников. В частности, проведение первого приема добровольно-выборочной или равномерно-постепенной рубки позволяет увеличить долю кедра (если таковой имеется) в составе древостоев за счет выборки в пасаках деревьев сопутствующих пород. Полнота древостоев при этом не должна снижаться ниже 0,5, что не противоречит действующим правилам заготовки древесины. При этом имеющиеся в пасаках деревья кедра сохраняют устойчивость против ветра и увеличивают семеношение в связи с получением дополнительного освещения. Другими словами, рубки обеспечивают накопление подроста сопутствующей генерации.

Имевшийся под пологом древостоев разновозрастный подрост и второй ярус кедра сибирского при частичном снятии конкуренции со стороны сопутствующих пород легко адаптируется к меняющимся условиям и совместно с деревьями кедра из верхнего полога формирует разновозрастные кедровые насаждения.

Рекомендации замены сплошнолесосечных рубок в мягколиственных насаждениях с наличием жизнеспособного подроста кедра в количестве 1,5 тыс. шт./га, а также в насаждениях с участием кедра сибирского до 25% в составе древостоев, на выборочные оправдывают себя как в экономическом, так и экологическом смысле.

При проведении выборочных рубок первоочередными объектами удаления в пасаках являются наиболее крупные деревья, что повышает производительность труда при проведении лесосечных работ и ценность заготавливаемой древесины. При этом удаление деревьев потенциального отпада минимизирует массу напочвенных горючих материалов, а следовательно, снижает потенциальную пожарную опасность и облегчает тушение лесного пожара в случае его возникновения. По своей сути проведение выборочных рубок в потенциальных кедровниках повторяет опыт создания припоселковых кедровников, только на значительной площади и в промышленных масштабах.

Хорошие результаты обеспечиваются также при проведении чересполосных постепенных рубок, обеспечивающих перестройку ассимиляционного аппарата у подростка предварительной генерации и устойчивость оставляемых деревьев кедра. Однако последний тезис требует дополнительной проверки.

Обязательным условием проведения выборочных рубок в потенциальных кедровниках является необходимость их проведения в зимний период при промерзшем грунте. В качестве способа очистки мест рубок рекомендуется укладка порубочных остатков на трелевочные волокна с целью увеличения несущей способности грунтов. Указанное время проведения выборочных рубок и способ очистки мест рубок минимизируют опасность повреждения корней у оставляемых деревьев и подроста кедра.

Опыт проведения выборочных рубок в потенциальных кедровниках показал хорошие результаты [5], что позволяет надеяться на внедрение указанных рубок в производство.

Выводы

1. Высокая ценность кедровых насаждений вызывает необходимость увеличения их площади.
2. Сокращению площади кедровников способствуют лесные пожары, эпифитотии вредителей и болезней, а также изъятие кедровников из лесного фонда под строительство линейных и площадных объектов нефтегазового комплекса.
3. Запрет рубок спелых и перестойных насаждений с долей участия кедра 3 и более единицы формулы состава, не решает проблему увеличения площади кедровников.
4. Площадь кедровников можно увеличить созданием лесных культур и проведением рубок ухода в естественных молодняках с участием кедра в составе. Однако данные мероприятия требуют значительных трудовых и финансовых затрат на протяжении длительного периода времени.
5. Увеличить площадь кедровников можно, заменив сплошнолесосечные рубки в потенциальных кедровниках на выборочные.

6. Проведение выборочных рубок обеспечивает формирование разновозрастных кедровников за счет сохранения имеющихся деревьев и подроста кедров в пасаках.

Список использованных источников

1. Залесов, С.В. Пожары и их последствия в Западной Сибири / С.В. Залесов, Е.П. Платонов, Е.Ю. Платонов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. – 191 с.

2. Залесов, С.В. Деградация и демутиация лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи / С.В. Залесов, Н.А. Кряжевских, Н.Я. Крупинин и др. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2002. – Вып. 1. – 436 с.

3. Осипенко, А.Е. Приживаемость культур сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.) в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры / А.Е. Осипенко, Л.А. Белов, К.А. Башегуров, С.В. Залесов // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2023. – Т. 27. – № 5. – С. 92–99. – DOI 10.18698/2542-1468-2023-5-92-99.

4. Залесов, С.В. Опыт создания кедросада «Приозерный» / С.В. Залесов, Е.П. Платонов, А.В. Неволин, Т.А. Фролова, Д.Э. Эфа // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 8(87). – С. 37–38.

5. Залесов, С.В. Увеличение доли сосны сибирской в составе древостоев на примере создания кедросада «Юганский» / С.В. Залесов, Е.П. Платонов, А.В. Неволин, Т.А. Фролова, Д.Э. Эфа // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 10(89). – С. 23–27.

6. Кедросады Югры: научно-популярное издание о припоселковых кедровниках и кедросадах на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры / под редакцией С.В. Залесова. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 72 с.

7. Залесов, С.В. Формирование кедровников рубками ухода на бывших сельскохозяйственных угодьях / С.В. Залесов, Л.А. Белов, А.С. Оплетев, А.Г. Магасумова, Т.Ю. Карташова, А.М. Дебков // Известия вузов Лесной журнал. – 2021. – № 1. – С. 9–19. – DOI 10.37482/0536-1036-2021-1-9-19.

8. Залесов, С.В. Естественное лесовосстановление на вырубках Тюменского Севера / С.В. Залесов, Е.П. Платонов, К.И. Лопатин // ИВУЗ. Лесной журнал. – 1996. – № 4-5. – С. 51–58.

9. Залесов, С.В. Последствия применения сортиментной технологии при рубках спелых и перестойных насаждений / С.В. Залесов, А.Г. Магасумова, Ф.Т. Тимербулатов, Е.С. Залесова, С.Н. Гаврилов // Аграрный вестник Урала, 2013. – № 3(109). – С. 44–46.

10. Залесов, С.В. Обеспеченность подростом кедров сибирского спелых насаждений различных формаций / С.В. Залесов, Л.А. Белов, С.Н. Гаврилов, А.В. Неволин, А.И. Черных // Леса России и хозяйство в них. – 2013. – № 1(44). – С. 17–20.

11. Безденежных, И.В. Обеспеченность подростом сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.) спелых и перестойных мягколиственных насаждений Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района / И.В. Безденежных, С.В. Залесов // Хвойные бореальной зоны. – 2024. – Т. XLII. – № 2. – С. 7–11. DOI 10.53374/1993-0135-2024-2-7-11.

12. Смолоногов, Е.П. Эколого-лесоводственные основы организации и ведения хозяйства в кедровых лесах Урала и Западно-Сибирской равнины / Е.П. Смолоногов, С.В. Залесов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2002. – 186 с.

ДУБ ЧЕРЕШЧАТЫЙ В СОСТАВЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ БИОГРУПП

Гревцова В.В., Соколова В.В.
Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва,
Российская Федерация

Представлены результаты исследования состава естественных древесных биогрупп с участием дуба черешчатого (*Quercus robur* L.). В условиях Московской области дуб естественным образом формирует биогруппы с березой повислой, елью европейской, ивой козьей, кленом остролистным, рябиной обыкновенной, лещиной обыкновенной, в Воронежской и Липецкой – с сосной обыкновенной, шиповниками, боярышником, дикой лесной грушей и яблоней. Эти породы рекомендуется вводить в состав смешанных древесных биогрупп с участием дуба черешчатого при лесовосстановлении, благоустройстве и озеленении урбанизированных территорий.

Ключевые слова: дуб черешчатый, естественные биогруппы, использование дуба в озеленении, дуб в городских насаждениях, естественные спутники дуба.

QUERCUS ROBUR IN THE COMPOSITION OF NATURAL TREE BIOGROUPS

Grevtsova V.V., Sokolova V.V.
Main Botanical Garden named N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russian Federation

The results of a study of the composition of natural biogroups with the participation of *Quercus robur* are presented. In the conditions of the Moscow region, oak naturally forms biogroups with *Betula pendula* Roth, *Picea abies* (L.) H. Karst., *Salix caprea* L., *Acer platanoides* L., *Sorbus aucuparia* L., *Corylus avellana* (L.) H. Karst. In Voronezh and Lipetsk – with *Pinus sylvestris* L., representatives of the *Rosa* L., *Crataegus* Tourn. ex L., *Pyrus communis* L., *Malus sylvestris* (L.) Mill. It is recommended to introduce these species into the composition of mixed biogroups with the participation of pedunculate oak during reforestation, landscaping and landscaping of urbanized territories.

Keywords: *Quercus robur*, natural biogroups, use of oak in landscaping, oak in urban plantations, natural companions of oak.

Введение

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) (далее дуб) – древесная порода, имеющая широкий ареал, охватывающий значительную часть Западной Европы и западную территорию Европейской России. Границы области, где произрастает дуб, не являются непрерывными и могут отмечать лишь местоположение изолированных лесных массивов, отдельных дубовых рощ, фрагментов леса и даже отдельных деревьев дуба [4]. Несмотря на столь широкую географию своего распространения, дуб возобновляется естественным образом крайне трудно [3]. По нашим данным, большая часть существующих в настоящее время дубовых насаждений является рукотворной.

В последние годы в Москве в рамках работ по благоустройству и озеленению проводится высадка дуба с использованием крупномерного посадочного материала. При этом высаживаются по одному молодые деревья без учета биологических особенностей породы.

Издавна лесоведам было известно, что «дуб любит расти в шубе, но с открытой головой». «Шубу» могут образовывать древесные породы-спутники и кустарники.

Целью исследования было определить породы, с которыми дуб естественным образом формирует биогруппы и успешно произрастает в них, а также предложить состав древесных групп для озеленения населенных мест.

Материалы и методы

Исследование проводилось на территории Московской, Липецкой и Воронежской областей (табл. 1). При рекогносцировочном обследовании лесных массивов с участием дуба и дубрав отмечались естественно сформировавшиеся древесные биогруппы, в которых успешно произрастали молодые экземпляры дуба без признаков угнетения. В биогруппу выделялись близко растущие деревья (2-5 шт.), образующие непрерывный древесный полог, с расстоянием между ними меньше среднего расстояния в древостое.

Таблица 1

Места проведения исследования

Регион	Места проведения исследования
г. Москва	Главный ботанический сад РАН, дубрава
Московская область	Дмитровский городской округ, окрестности д. Удино, лесной массив
	Дмитровский городской округ, окрестности д. Пески, лесной массив
	Дмитровский городской округ, окрестности с. Рогачево, лесной массив
	Дмитровский городской округ, окрестности с. Подъячево, лесной массив
	Ступинский городской округ, окрестности д. Тутыхино, лесной массив
Воронежская область	г. Воронеж, Ботанический сад ВГУ, дубрава
	г. Воронеж, Воронежская нагорная дубрава
Липецкая область	Окрестности г. Задонска, лесной массив

Результаты и обсуждение

Устойчивые биогруппы с участием подроста дуба, выявленные в ходе исследования представлены в табл. 2.

Таблица 2

Устойчивые естественные биогруппы с участием подроста дуба, выявленные в ходе исследования

Регион	Состав естественных биогрупп	Встречаемость, %
Московская область	Дуб, береза повислая	27,2
	Дуб, ель европейская	22,8
	Дуб, ива козья	18,2
	Дуб, клен остролистный	13,6
	Дуб, рябина обыкновенная	11,3
	Дуб, береза повислая, лещина обыкновенная	6,9
Воронежская, Липецкая области	Дуб, шиповники	36,6
	Дуб, яблоня (дикая лесная груша)	29,3
	Дуб, боярышник	21,9
	Дуб, сосна обыкновенная	12,2

В Московской области в составе биогрупп с участием дуба чаще всего встречаются береза повислая и ель европейская, в то время как в Воронежской и Липецкой областях – различные шиповники, дикие груша и яблоня.

Вопросу изучения породного состава естественных и искусственных биогрупп с участием дуба уделяется недостаточное внимание, поскольку традиционные способы выращивания дубовых насаждений редко предусматривают групповые посадки. Так были опробованы, но не получили широкое распространение метод В.Д. Огиевского «густой культуры дуба местами» [5] и диагонально-групповой способ посадки и выращивания дубовых насаждений [2]. В озеленении урбанизированных территорий они не применялись. Использование квадратно-гнездового способа было более широким, в том числе для городского озеленения при создании аллейных посадок.

Известно, что монокультуры, и особенно дуб черешчатый, активно поражаются фитопатогенами и фитофагами, а дробление на биогруппы и смешение пород способствует снижению активности патогенов [1]. Так, дал положительный результат наш опыт выращивания в Московской области в течение 15 лет биогрупп из 3-5 деревьев, состоящих из дуба и березы повислой, дуба и лиственницы европейской, дуба и пихты сибирской.

Использование биогрупп рекомендовано при восстановлении городских лесов [6]. Впоследствии расположенные рядом, они способны эволюционировать в полноценный лесной биоценоз [7].

Выводы

В условиях Московской области дуб естественным образом формирует биогруппы с березой повислой, елью европейской, ивой козьей, кленом остролистным, рябиной обыкновенной, лещиной обыкновенной, в Воронежской и Липецкой областях – с сосной обыкновенной, шиповниками, боярышником, дикой

лесной грушей и яблоней. Эти породы рекомендуется вводить в состав смешанных биогрупп с участием дуба черешчатого при лесовосстановлении, благоустройстве и озеленении урбанизированных территорий.

Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения» (№122042700002-6).

Список использованных источников:

1. Арефьев, Ю.Ф. Мозаичность как фактор устойчивого развития лесных экосистем в условиях юга Среднерусской возвышенности / Ю.Ф. Арефьев, Д.Ю. Капитонов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4(51). – С. 49–54. DOI 10.17238/issn2071-2243.2016.4.49. – EDN XUVGZT.
2. Вахтин, А.И. Приемы формирования устойчивых и высокопродуктивных лесных насаждений, созданных биогруппами / А.И. Вахтин, В.С. Вавин, А.Г. Ахтямов // Лесотехнический журнал. – 2017. – № 3(27). URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/priemy-formirovaniya-ustoychivyh-i-vysokoproduktivnyh-lesnyh-nasazhdeniy-sozdannyh-biogruppami> (дата обращения: 11.06.2024).
3. Харченко, Н.А. Деградация дубрав Центрального Черноземья / Н.А. Харченко, В.Б. Михно, Н.Н. Харченко, В.В. Царалунга, О.М. Корчагин, С.М. Матвеев, Е.Е. Мельников, В.Ю. Заплетин; под общей ред. Н.А. Харченко. – Воронеж, 2010 – 604 с.
4. Комиссарова, М.Г. О стихийно меняющемся ареале дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) / М.Г. Комиссарова // Arctic Environmental Research. – 2013. – № 3. URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/o-stihiyno-menyayuschemsya-areale-duba-chereshchatogo-quercus-robur-l> (дата обращения: 03.06.2024).
5. Огиевский, В.Д. Возобновление дуба посредством густой культуры местами. – 2-е изд. / В.Д. Огиевский. – М.; Ленинград : Гослесбумиздат, 1950 (Москва : тип. им. Тимошенко). – 32 с.
6. Рысин, Л.П. Урболесоведение / Л.П. Рысин, С.Л. Рысин. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 240 с.
7. Тунякин, В.Д. Лесообразовательный процесс в предельно узкой полевозащитной лесной полосе / В.Д. Тунякин, Н.В. Рыбалкина, Л.М. Шеншин // Лесотехнический журнал. – 2022. – Т. 12, № 2(46). – С. 56–67. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2022.2/5. – EDN TQCCRZ.

УДК 630.521+630.524

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕСОТАКСАЦИОННЫХ НОРМАТИВОВ ДЛЯ СОРТИМЕНТАЦИИ НАСАЖДЕНИЙ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Дубенок Н.Н., Лебедев А.В., Гостев В.В.
*Российский государственный аграрный университет – МСХА
им. К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация*

Рассмотрены этапы изучения сортиментной структуры насаждений Костромской области и разработки лесотаксационных нормативов, позволяющих оценивать выход древесины различных категорий технической годности.

Ключевые слова: сортиментная структура, лесотаксационные нормативы, образующая ствола, Костромская область.

/

HISTORICAL ASPECTS OF APPLICATION OF FOREST INVENTORY STANDARDS FOR ASSORTIZATION OF PLANTINGS IN THE KOSTROMA REGION

Dubenok N.N., Lebedev A.V., Gostev V.V.

Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy,
Moscow, Russian Federation

The stages of studying the assortment structure of plantings in the Kostroma region and the development of forest inventory standards that allow assessing the yield of wood of various categories of technical suitability are considered.

Keywords: assortment structure, forest inventory standards, trunk formation, Kostroma region.

Костромская область является регионом, занимающим второе место по площади в Центральном федеральном округе Российской Федерации. Лесистость данной территории, по данным Федерального агентства лесного хозяйства, составляет 74,1%. Экономика региона неразрывно связана с лесопромышленным комплексом, а становление лесного хозяйства имеет многовековую историю [1]. Леса Костромской области с давних времён являлись источником высококачественной древесины. Так, в середине XIX века в пойме реки Унжа близ Макарьева были выделены корабельные рощи, а произраставшие там сосны взяты под надзор Лесным ведомством. Помимо нужд флота высокосортная древесина требовалась во многих отраслях хозяйства – от строительства зданий и железных дорог до изготовления предметов быта, искусства и музыкальных инструментов, а отходы деревообработки шли на дрова [2].

Цель работы

Произвести обзор лесотаксационных нормативов, применяемых для сортиментации насаждений Костромской области в различные периоды времени.

Заготовка древесины требовала её учёта, качество и точность которого в Костромской области менялись с развитием лесной науки. Были бы необходимы нормативы, применение которых позволяло оценивать запас спелого леса на корню и производить анализ его сортиментной структуры для оптимизации использования стволовой древесины при получении пиломатериалов установленного образца и сокращения объёма отходов.

Первые упоминания о сортиментных таблицах для насаждений рассматриваемого региона датируются 1908 годом, когда были составлены материалы для оценки земель Костромской губернии [3]. Входом в полученные материалы являлись порода и возраст, а кубическая масса запаса подразделялась на строевую и дровяную части в процентах. Составленные материалы были только для хвойных пород. Соотношения между строевой и дровяной древесиной в данных таблицах не могли считаться достаточно обоснованными и могли служить лишь в качестве придержки при оценивании сортиментной структуры насаждений.

В 1914 году в свет выходят таблицы сортиментов древесины для казенных лесных дач Костромской губернии [4]. В этих нормативах впервые объём строевого леса был подразделён на категории крупности, применяемые и в настоящее время: крупная, средняя и мелкая древесина. Входом в таблицы являлись разряд массовых таблиц, порода и диаметр на высоте груди [6]. В 1925 году рассматриваемые таблицы сортиментов были дополнены, переизданы и утверждены на расширенном техническом совещании при Костромском гублесотделе [7].

К 1927 году, после введения профессором М.М. Орловым для учёта леса на корню новой классификации сортиментов, в Костромской губернии устанавливается следующее распределение: к крупным сортиментам относятся бревна в верхнем отрубе в коре, диаметром 31 см и выше при длине не менее 4,3 м; брёвна длиной 4,3 м от комля и диаметром в верхнем отрубе 22-30 см относят к средним сортиментам; при длине 4,3 м и диаметре в верхнем отрубе 13-21 см – к мелким [5].

В 1929 году Костромской гублесотдел для расчёта выхода крупной, средней и мелкой древесины разработал новые нормативы по распределению древесных стволов на сортименты, в основу которых легли таблицы Крюденера-Турского [8]. Входом являлись длина бревна и диаметр в верхнем отрезе. Объём и выход древесины различных категорий крупности в таблицах приводился для брёвен длиной от 2 до 11 м с диаметром от 4 до 32 см. По правилам отпуска леса в Костромской губернии, для учёта брёвен, длина которых превышала 11 метров, производилось измерение диаметра на 11 метрах и в верхнем отрезе, после чего кубомасса определялась сложением объёмов комлевой и вершинной частей [5].

В то же время остро проявляется проблема стандартизации сортиментных нормативов для молодого Советского государства. В разных губерниях сложились несравнимые нормативы исчисления сортиментов и критерии их выделения. Отсутствие предварительного согласования при установлении размеров и процента выхода сортиментов привело к полному разнобою в понятии крупной, средней и мелкой древесины [5]. Эта проблема была успешно решена Н.П. Анучиным, деятельность которого была направлена на рационализацию раскряжёвки древесины и увеличение доходности лесного хозяйства. Учёным созданы сортиментные и товарные таблицы по единому принципу для всех регионов СССР, которые применялись на практике не одно десятилетие и выдержали семь переизданий. Первое издание таблиц вышло в 1931 году, седьмое, переработанное и дополненное – в 1981 году [9, 10]. Н.П. Анучиным разработаны таблицы материальной оценки лесосек для основных лесообразующих пород, входом в которые являлись разряд высот, диаметр на высоте 1,3 м и высота.

В 1987 году результатом обобщения В.В. Загреевым и А.Ф. Барановым трудов по сортиментации лесных насаждений различных авторов стало издание сортиментных и товарных таблиц для лесов центральных и южных районов европейской части РСФСР [11]. Эти нормативы применяются и в настоящее время для оценивания выхода сортиментов и товарных категорий из стволов основных лесообразующих пород, произрастающих в европейской части России, куда относится и территория Костромской области.

В.В. Кузьмичев и А.Г. Неповинных указывают на недостатки шкал разрядов высот, выраженные несоответствием графика высот древостоя с уровнем высот кривых в разрядных таблицах, что приводит к значительным неточностям при определении запаса и обоснования региона допустимого применения имеющихся таблиц [12].

Актуальным является вопрос создания новых нормативов для сортиментации насаждений основных лесообразующих пород, учитывающих региональные особенности роста и развития древостоев Костромской области, применение которых будет способствовать увеличению рентабельности использования древесных стволов, получению более ценных сортиментов и снижению объёма отходов при раскряжёвке. Основой для таких нормативов могут стать уравнения образующей древесного ствола, с большой точностью отражающие изменения диаметра дерева с высотой [13-17].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-01016, <https://rscf.ru/project/23-76-01016/>.

Список использованных источников

1. Дубенок Н.Н., Лебедев А.В., Чистяков С.А. Динамика основных показателей земель лесного фонда Костромской обл. и биосферного резервата «Кологривский лес». – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2023. № 3. С. 26–36. DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2023.3.02.
2. Истомина, Э.Г. Корабельные леса Европейской России как ресурс регионального развития в XVIII-XIX вв. Вестник РГГУ. Серия «Литературоведение. Языкознание. Культурология» / Э.Г. Истомина. – 2016. – № 10. – С. 106–119.
3. Материалы для оценки земель Костромской губернии. Определение доходности земельных угодий. Выпуск 1-й. Запас и прирост лесных насаждений Костромской губернии. – Кострома : Тип. Т.П. Андрониковой, 1908. – 33 с.
4. Таблицы сортиментов древесины для казенных лесных дач Костромской губернии. – Кострома, 1914.
5. Лесное хозяйство: журнал лесной политики, экономики, научного лесоводства и техники. – М. : Новая деревня, 1928. – № 6. – 113 с.
6. Орлов, М.М. Лесная вспомогательная книжка / М.М. Орлов, 1925.
7. Таблицы сортиментов древесины для лесных дач Костромской губернии Сост. в 1925 г. Утв. расшир. техн. совещ. при Костром. гублесотд. 9 июля 1925 г. – Кострома, 1925. – 24 с.
8. Таблицы исчисления объема бревен по таблицам Крюденера-Турского с распределением на сортименты, установленные по Костромской губернии. – Кострома : Костром. гублесотд., 1929. – 12 с.
9. Сортиментные таблицы: для сосны, ели, дуба, березы и осины / Соавт.: М. Грошевой и др. – М.–Л. : Сельколхозгиз, 1931. – 474с.
10. Анучин Н.П. Сортиментные и товарные таблицы. Изд. 7-е, перераб. и дополн. / Н.П. Анучин. – М. : Лесная промышленность, 1981. – 534 с.
11. Сортиментные и товарные таблицы для лесов центральных и южных районов Европейской части РСФСР. – М., 1987.

12. Кузьмичев, В.В. Обобщенная зависимость высот от диаметров в сосновых древостоях / В.В. Кузьмичев, А.Г. Неповинных // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2008. – №41. – С. 286–292.

13. Забавская, Л.Н. Параметры образующей функции «Harris» и форма нижней части деревьев сосны / Л.Н. Забавская, А.А. Вайс // Хвойные бореальной зоны. – 2021. – Т. 39, № 2. – С. 95–101.

14. Дубенок, Н.Н. Модель образующей древесного ствола сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающей в Костромской области / Н. Н. Дубенок, А.В. Лебедев, В.В. Гостев // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13, № 4(52). – С. 5-22. DOI 10.34220/issn.2222-7962/2023.4/3.

15. Кузьмичев, В.В. Образующая стволов деревьев сосны в таблицах А.А. Крюденера / В.В. Кузьмичев, А.В. Лебедев, В.В. Гостев // Материалы V Национальной конференции по итогам научной и производственной работы преподавателей и студентов в области лесного дела, ландшафтной архитектуры, мелиорации и экологии, посвященной 100-летию со дня рождения профессора М.А. Дудорева : Сборник материалов конференции, Саратов, 15-19 мая 2023 года. – Саратов : Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2023. – С. 153–156.

16. Шевелев, С.Л. Особенности объемобразующих показателей в древостоях Красноярско-Ачинско-Канской лесостепи / С.Л. Шевелев, М.Н. Ефремова // Хвойные бореальной зоны. – 2018. – Т. 36, № 1. – С. 97–101.

17. Дубенок, Н.Н. Образующая, форма и объем стволов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в лесах Костромской области / Н.Н. Дубенок, А.В. Лебедев, В.В. Гостев // Научные труды государственного природного заповедника «Кологривский лес» : сборник научных трудов. – Кологрив : Государственный природный заповедник «Кологривский лес» им. М.Г. Синицына, 2023. – С. 39–49.

УДК 630.22

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЯ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ РУБОК И НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

**Желдак В.И., Дорощенко Э.В., Сычева А.Н.,
Сидоренкова Е.М., Липкина Т.В.**

ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область, Российская Федерация

Рассматривается проблема эффективного регламентирования лесоводственных рубок в современных условиях. Определение направлений ее решения основывается на результатах краткого анализа изменения содержания, состава и целей лесных рубок или «рубок леса» в историческом плане – от рубок в подсечном хозяйстве, добычи (заготовки) древесины – до рубок возобновления леса, ухода за лесом, санитарных рубок. Результаты проведения лесных рубок оцениваются с учетом их развития и в зависимости от регламентирования их применения в разные исторические периоды. В итоге выделены недостатки их современного законодательного регулирования и нормативного регламентирования, подлежащие устранению, определены возможные направления его совершенствования.

Ключевые слова: уход за лесом, заготовка древесины, лесоводственные рубки, содержание, сохранение лесов.

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS REGULATION OF SILVICULTURAL HARVESTING AND DIRECTIONS OF ITS IMPROVEMENT

Zheldak V.I., Doroshchenkova E.V., Sycheva A.N.,
Sidorenkova E.M., Lipkina T.V.
FBU VNIILM, Pushkino, Russian Federation

The present study addresses the issue of optimal silvicultural logging regulation within the contemporary socio-economic context. Determining the ways of its solution is based on the results of a brief analysis of changes in the contents, composition and purpose of logging operations or «forest felling» in the historical aspect – from forest clearings and timber harvesting – to reforestation, forest maintenance and sanitary felling. The results of forest harvesting practices are evaluated according to their respective development and according to the regulations governing their application in different historical periods. In conclusion, the current legislative and normative regulatory disadvantages are highlighted, and potential areas of improvement are identified.

Keywords: forest care, timber harvesting, silvicultural cuttings, maintenance, forest conservation.

Введение

Содержание, состав, характеристики рубок деревьев, кустарников, их частей, осуществляемых в лесу в различных целях, а также их названия, значительно менялись на протяжении известного исторического периода их применения – от рубок лесных насаждений при ведении подсечного сельского хозяйства и добычи (заготовки) древесины, других лесных ресурсов – до современных рубок ухода обновления лесных насаждений и санитарного оздоровления леса. При этом в качестве общего названия этих мероприятий использовался термин «рубки леса», отражающий, вероятно, то, что рубки проводились в лесу, являющиеся, по существу, лесными рубками [1-3]. И хотя уже в начале XX в. в работах Г.Ф. Морозова при традиционном разделении рубок леса на рубки главного пользования для заготовки древесины и ухода за лесом четко выделяется лесоводственная сущность не только рубок ухода в неспелых насаждениях, но и рубок спелых, перестойных древостоев – как рубок возобновления леса, они до начала XXI в. рассматриваются и регламентируются принципиально разными нормативными документами¹. При этом применение исключительно эксплуатационных рубок леса (приисковых, подневольных-выборочных, условно сплошных) во второй половине XX в. нормативными документами не регламентировалось, но, как отмечал А.С. Тихонов в учебнике лесоводства 2005 г., «...для современного регулируемого лесного хозяйства некоторые исторические экстенсивного характера

¹ Основные положения и региональные правила по рубкам главного пользования. Основные положения и региональные наставления по рубкам ухода.

рубки потеряли свое значение, ... но в отдельных местах бесконтрольно возвращаются к ним» [4, с. 33]. Проявление в той или иной мере элементов возвращения таких эксплуатационных рубок заготовки (фактически добычи) древесины и их последствий на практике (в нарушение правил проведения рубок), вероятно, является определенным фактором признания нашего лесного хозяйства т.н. экстенсивным. «Экстенсивное лесное хозяйство – модель лесного хозяйства, реализуемая, в частности, в России и в Канаде, отличительной чертой которой является лесопромышленное освоение все новых и новых ранее малонарушенных лесных территорий при неудовлетворительном уровне ведения лесного хозяйства – низком качестве лесовосстановления, приисковом характере выборочных рубок, ..., что ведет к деградации лесных ресурсов» [5, с. 266].

И хотя такое определение не соответствует системе ведения лесного хозяйства в стране, в т.ч. рубок лесных насаждений, регламентируемой нормативными документами, наличие в ее практической реализации многих существенных недостатков отражается в объективных показателях (в частности крайне ограниченного объема проведения мероприятий ухода за молодняками – 31% от потребностей в уходе), приведенных в основополагающем документе – стратегии развития лесного комплекса.

Несмотря на применяемые меры совершенствования существующей системы детального регламентирования всего комплекса мероприятий (работ) охраны, защиты, воспроизводства лесов и т.н. использования лесов, в т.ч. отвода и таксации лесосек спелых и перестойных лесных насаждений, контроля качества выполняемых работ, мониторинга воспроизводства лесов, проблема недостаточной эффективности обращения с лесами, тем более с применением такого инструмента как рубки лесных насаждений, сохраняется, следовательно необходимо определить и другие варианты ее решения. При этом целесообразно учитывать, что потребность в уходе за молодняками, как и появление самих молодняков нецелевого породного состава, зависит не только от природных свойств лесов, лесорастительных и других условий, но во многом и рубок спелых, перестойных насаждений, проводимых в целях заготовки древесины без приоритета – возобновления леса.

В связи с этим для решения проблемы в целом необходимо, в первую очередь, с использованием исторически выработанного приоритетно-целевого метода лесоводства дать оценку существующего законодательного регулирования и нормативно-правового регламентирования лесоводственных рубок и определить направления его совершенствования, развития.

Принципиальная оценка потенциальной эффективности законодательного регулирования лесоводственных рубок

Исходной основой существующего нормативного правового регулирования содержания, состава и применения лесоводственных рубок являются положения законодательного регулирования, определения и использования рубок лесных насаждений, установленных Лесным кодексом, которые включают

фактически и рубки, относящиеся к лесоводственным – «...для заготовки древесины на лесосеке ... допускается осуществление рубок: спелых, перестойных лесных насаждений; средневозрастных, приспевающих, спелых, перестойных лесных насаждений при осуществлении мероприятий по сохранению лесов; лесных насаждений любого возраста на лесных участках, предназначенных для строительства, реконструкции и эксплуатации объектов...» (ч. 2 ст. 23.1). В свою очередь «порядок осуществления рубок лесных насаждений определяется правилами заготовки древесины, правилами пожарной безопасности в лесах, правилами санитарной безопасности в лесах, правилами лесовосстановления и правилами ухода за лесами» (ч. 3 ст. 23.1). Из всех перечисленных рубок лесных насаждений, кроме относящихся в прошлом к прочим рубкам, связанных и не связанных с созданием лесной инфраструктуры, осуществление рубок «спелых, перестойных лесных насаждений» для заготовки древесины регламентируется практически только правилами заготовки древесины с учетом требований пожарной, санитарной безопасности, обеспечения мер возобновления леса, при том, что «заготовка древесины представляет собой предпринимательскую деятельность, связанную с рубкой лесных насаждений...» (ч. 1 ст. 29), а «Рубками лесных насаждений ... признаются процессы их валки..., а также иные технологически связанные с ними процессы..., в результате которых образуется древесина в виде лесоматериалов...» (ч. 1 ст. 23.1).

В прошлом до 90-х г. XX в. включительно в лесах третьей и второй групп (отнесенных Лесным кодексом 2006 г. к эксплуатационным) проводились рубки главного пользования (для заготовки древесины и возобновления леса), причем в лесах третьей группы, «возможных для эксплуатации», с максимально допустимыми параметрами лесосек, а в лесах второй группы – относительно густо населенных районов – со значительными ограничениями по параметрам лесосек и др. показателям. В действующем Кодексе (с 2007 г.) все эти уже непосредственно «эксплуатационные леса подлежат освоению в целях устойчивого, максимально эффективного получения высококачественной древесины и других лесных ресурсов, продукции их переработки с обеспечением сохранения полезных функций лесов» (ч. 3 ст. 12). Соответственно, основная цель освоения эксплуатационных лесов – получение древесины и др. ресурсов – общее условие ее достижения – обеспечение сохранения полезных функций лесов. В этих целях лесные участки эксплуатационных лесов и передаются в аренду для заготовки древесины, пользования другими ресурсами. В защитных лесах, подлежащих освоению в целях сохранения средообразующих, водоохранных и др. экологически полезных функций лесов (ч. 4 ст. 12), лесные участки также передаются в пользование для заготовки древесины и др. ресурсов, совместимое с выполнением этих функций.

Поскольку основными инструментами освоения лесов являются рубки лесных насаждений, представляющие (по Кодексу) технологические процессы, в результате проведения которых образуется древесина в виде лесоматериалов, при всех устанавливаемых законодательством требованиях и условиях – сохранение

лесов и/или экологических функций лесов не представляется целевым приоритетом в соотношении с использованием лесными ресурсами. Не случайно в лесах ряда категорий защитных лесов и породного состава (с кедром) применение всех рубок ограничено или запрещается заготовка древесины (леса орехово-промысловых зон), в связи с чем эти леса фактически недоступны для освоения, системного поддержания их в состоянии эффективного функционирования. При этом установленные законодательством требования применения в защитных лесах, по существу, как правило выборочных рубок при всей их позитивной направленности (с использованием жестких ограничений), не гарантируют достижение законодательной цели освоения защитных лесов при естественной мотивации предпринимательской деятельности заготовки древесины, получении лесоматериалов, а также рисках проявления элементов и негативных последствий применяемых в прошлом видов выборочных рубок, тем более, что для ряда лесотипологических условий и насаждений лесообразующих пород сплошные узколесосечные лесоводственные рубки являются необходимой мерой эффективной смены поколений леса во всех лесах.

Реализация и развитие принципов законодательного регулирования лесоводственных рубок в нормативно-правовых документах их регламентирования

Заложенный в Лесном кодексе принципиальный подход к регулированию содержания, состава рубок лесных насаждений, по существу, приоритетного применения их для заготовки древесины с получением лесоматериалов реализуется в нормативных правовых документах (НПД) с усилением его в частности в том, что не только рубки спелых, перестойных лесных насаждений (согласно Кодексу) регламентируются Правилами заготовки древесины, но и согласно п. 105 Правил ухода за лесами рубки, проводимые в целях ухода за лесными насаждениями (в традиционном выражении рубки ухода), в средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных насаждениях осуществляются в соответствии с Правилами заготовки древесины и видами лесосечных работ (фактически, начиная с прореживаний). Следовательно, практически все лесоводственные рубки, при которых осуществляется заготовка древесины, регламентируются указанными документами [6]. При этом если санитарные рубки как санитарно-оздоровительные мероприятия, назначаемые в соответствии с требованиями Правил санитарной безопасности в лесах, включены в общую систему (и правила) ухода за лесами в виде лесоводственно-лесозащитных, то рубки в противопожарных целях, определяемые Правилами пожарной безопасности в лесах, не включены в общую систему рубок ухода и Правила ухода за лесами. В то же время имеющие место варианты непосредственного регламентирования рубок ухода указанными правилами, в частности, санитарной безопасности в лесах – запретом проведения прореживаний и проходных рубок в ельниках и пихтарниках, нарушают системность ухода – воспитания устойчивости насаждений, фактически блокируют применение выборочных рубок в темнохвойных лесах.

Контроль и оценка качества эффективности рубок лесных насаждений, в т.ч. спелых, перестойных и связанных с ними стадийных и внестадийных лесоводственных мероприятий (лесовосстановления и других), по циклам лесовоспроизводства осуществляются непосредственно по степени соответствия выполненных работ требованиям, установленным в правилах и проектах проведения мероприятий (ухода за лесами, лесовосстановления). На проведение рубок спелых, перестойных лесных насаждений, которые фактически являются мероприятиями воспроизводства лесов в виде рубок лесовозобновления или комплексными мероприятиями лесовоспроизводства – лесопользования, проекты не разрабатываются, а составляются только технологические карты. Поскольку рубки спелых, перестойных лесных насаждений непосредственно не относятся к мерам воспроизводства, сохранения лесов, объекты (участки) этих рубок по результатам их применения не подлежат оценке в соответствующих качественных и количественных характеристиках.

В целом принятый в существующей системе (реализуемый в нормативных правовых документах) принципиальный подход законодательного регулирования и нормативного правового регламентирования содержания, состава и применения лесоводственных рубок в рамках рубок лесных насаждений практически как инструмента приоритетного ресурсного освоения, использования лесов, определяет, соответственно, основную мотивацию обращения с лесом, тем более, что «использование, охрана, защита, воспроизводство лесов осуществляется исходя из понятия о лесе как об экологической системе или как о природном ресурсе» (ст. 5 ЛК РФ), т.е. базируется на принципе «или-или», а не «и-и», определяющем неразрывную связь «экосистемы» и «ресурса» при безусловном приоритете первой исходной составляющей – экосистема порождает, производит и продукционный ресурс наряду с экологическими благами, образованием природной среды.

Общая оценка существующего регулирования и регламентирования лесоводственных рубок и направления его совершенствования

В результате анализа (эффективности) законодательного регулирования и нормативно-правового регламентирования лесоводственных рубок в существующей системе управления лесами и лесным хозяйством выделен ряд принципиальных недостатков, отрицательно влияющих на результативность осуществления их на практике, включая: отсутствие системного регламентирования всех лесоводственных рубок одним документом, возможность проявления недостаточной согласованности положений, регламентирующих применение отдельных мероприятий разными правилами; регламентирование практического проведения всех видов лесоводственных рубок, начиная со стадий прореживаний, Правилами заготовки древесины и Видами лесосечных работ, обеспечивающих предпринимательскую деятельность, направлено на заготовку лесоматериалов.

Для преодоления этих недостатков и повышения качества лесоводственной и экологической эффективности проведения лесоводственных рубок необходимо существенно изменить систему их законодательного регулирования и нормативного правового регламентирования путем: установления четких приоритетов содержания, проектирования и реализации видов лесоводственных рубок согласно целевому назначению лесов; установления единого документа регламентирования лесоводственных рубок, обеспечивающего их системное проектирование и осуществление с учетом комплекса иерархически дифференцированных научно обоснованных требований правил пожарной, санитарной безопасности, а также по существу лесоводственной, включающей экологическую; установления оптимального природно-целевого режима динамики лесных экосистем по таксонам целевого назначения лесов и обеспечения его поддержания применением соответствующих видов лесоводственных мероприятий (а не запретов их), исключая накопление деградирующих древостоев, в т.ч. в защитных лесах экологически недоступных (в действующей системе НПД) для осуществления необходимых лесоводственных рубок, необратимую смену насаждений коренных хвойных, твердолиственных пород, тем более при раздельном рассмотрении, планировании, проектировании частей комплексного мероприятия рубок спелых, перестойных лесных насаждений (для заготовки древесины) – лесовозобновления.

Список использованных источников

1. Тарасенко, В.П. Русский лес в антропогене: Очерки истории народов и леса Европейской России за 25-35 тыс. лет / В.П. Тарасенко, В.К. Тепляков – М., 2003. – 400 с.
2. Ткаченко, М.Е. Концентрированные рубки, эксплуатация и возобновление леса / М.Е. Ткаченко. – М.–Л. : Сельхозгиз, 1931. – 176 с.
3. Мелехов, И.С. Рубки главного пользования / И.С. Мелехов. – М. : Лесн. пр-сть, 1966. – 374 с.
4. Тихонов, А.С. Лесоводство : Учебное пособие / А.С. Тихонов. – Калуга : Изд. Пед. Центр «Гриф», 2005. – 400 с.
5. Основы устойчивого лесопользования: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / М.Л. Карпачевский, В.К. Тепляков, Т.О. Яницкая, А.Ю. Ярошенко [и др.]; под общ. ред. А.В. Беляковой, Н.М. Шматкова; Всемирный фонд дикой природы (WWF). – М. : WWF России, 2014. – 266, [2] с. ил.
6. Желдак, В.И. Реализация системных лесоводственных мероприятий в условиях действующего законодательства / В.И. Желдак, А.В. Сережкин, В.И. Щендрыгин [и др.] // Лесохозяйственная информация. – 2019. – № 3. – С. 21–37. – DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2019.3.02. – EDN GSYKMP.

ЛЕСОВОДСТВЕННЫЕ РУБКИ В ОБЩЕЙ СИСТЕМЕ ПРАВИЛ УХОДА ЗА ЛЕСАМИ

Желдак В.И.

ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область, Российская Федерация

В связи с меняющимися природными (в т.ч. климатическими) и социально-эколого-экономическими условиями в стране и в мире в целом, возрастающей экологической ценностью лесов, обосновывается установление приоритета (в сравнении с традиционным – заготовки древесины) – *целей их* сохранения, воспроизводства и, соответственно, содержания мероприятий, направленных на достижение этих целей. Для реализации такого, по существу, альтернативного подхода к сохранению и использованию лесов предусматривается осуществление регламентирования всех лесоводственных рубок в системе ухода за лесами с учетом требований, устанавливаемых правилами пожарной, санитарной безопасности в лесах, других документов в области сохранения лесов, экологии, а также потребностей в использовании лесными экологическими благами и ресурсами, в т.ч. древесиной.

Ключевые слова: *лесоводственные рубки, рубки лесовозобновления, Правила ухода за лесами.*

SILVICULTURAL HARVESTING IN THE GENERAL SYSTEM OF FOREST CARE RULES

Zheldak V.I.

FBU VNIILM, Pushkino, Russian Federation

In light of the evolving natural conditions, including climatic and socio-ecological-economic shifts, and the growing ecological value of forests, it is imperative to prioritize the conservation, reproduction, and, consequently, the content of measures aimed at achieving these goals over the traditional objective of timber harvesting. In order to achieve this objective, it is proposed that all silvicultural cuttings be regulated within the framework of forest management. This regulation should take into account the requirements established by the rules of fire safety, sanitary safety in forests, other documents in the field of forest conservation, ecology, as well as the needs in the use of forest environmental benefits and resources, including timber.

Keywords: *silvicultural harvesting, regeneration harvesting, Forest Maintenance Rules.*

Введение

Повышение эффективности применения лесоводственных рубок, как и других лесоводственных мероприятий, необходимо для решения обостряющихся экологических и социально-экономических проблем, связанных с изменением климата и его последствиями [1-3], в т.ч. путем значительного совершенствования их регламентирования, особенно такого узлового мероприятия лесовоспроизводства как рубки спелых, перестойных лесных насаждений с учетом всего исторического опыта их применения несмотря на меняющуюся терминологию их обозначения [4, 5], а также устранения недостатков применения этих рубок и связанных с ними других мероприятий сохранения (содержания) лесов, в результате которого и действия комплекса других факторов, в т.ч. ограниченности финансовых и трудовых ресурсов, проявляются значительные недостатки

ведения лесного хозяйства (в частности закладываемые в сравнительно больших объемах лесные культуры и молодняки охвачены лишь на 60% и 31% соответственно агротехническими уходами и рубками ухода в молодняках² с неизбежными отрицательными последствиями для состояния лесов). В связи с этим определена *цель* работы – разработка эффективной системы законодательного регулирования и нормативного регламентирования применения лесоводственных рубок. Для достижения цели решены следующие *задачи*: сформирован новый вариант регламентирования всех лесоводственных рубок, в т.ч. рубок спелых, перестойных лесных насаждений и предложения по его реализации в системе правил ухода за лесами; выполнена принципиальная корректировка системы нормативных показателей и методов регламентирования лесоводственных рубок смены поколений леса в современных условиях в рамках правил ухода за лесами; определено направление совершенствования организации ведения лесного хозяйства и лесопользования при регламентировании всех лесоводственных рубок Правилами ухода за лесами. Решение задач обеспечивается на основе системного приоритетно-целевого метода лесоводства.

Совершенствование законодательного регулирования и нормативно-правового регламентирования лесоводственных рубок

В современный исторический период в связи с меняющимися природными, климатическими, социально-эколого-экономическими условиями, фактической сменой приоритетов экологической и ресурсной ценности лесов объективно нарастает необходимость значительной принципиальной корректировки существующей системы регламентирования применения лесоводственных рубок, включая рубки спелых, перестойных лесных насаждений (в терминологии Лесного кодекса РФ).

Решение поставленной задачи, вероятно, возможно в разных вариантах – не только при кардинальном изменении действующего законодательства, но и путем частичного уточнения содержания его понятийного аппарата, в т.ч. определения понятия леса (без противопоставления экосистемы и ресурса), комплексного эколого-ресурсного пользования лесом или лесами (а не использования³ лесов), лесоводственных рубок как мероприятий, в первую очередь, сохранения, воспроизводства лесов и пользования лесами, освоения лесов в соответствии с их целевым назначением, с преобразованием т.н. «эксплуатационных лесов» в леса глобального, регионального экологического значения и эколого-ресурсного пользования лесом [3, 6].

При этом в рамках существующего комплекса нормативных правовых документов регламентирование всех лесоводственных рубок, включая рубки спелых, перестойных лесных насаждений, с изменением приоритета их целевого назначения – возобновления, обновления леса, во всех лесах необходимо и воз-

² По данным, приведенным в Стратегии развития лесного комплекса

³ Чтобы не появились «использованные леса» или участки «использованных лесов»

можно осуществлять правилами воспроизводства лесов – в частности Правилами ухода за лесами, дополненными положениями, определяющими обязательное эффективное обеспечение рационального пользования лесными ресурсами. При этом Правила заготовки древесины сохраняются с изменением их содержания – соответственно содержанию этой предпринимательской деятельности, отражаемой в самом названии.

Для практической реализации такого подхода на уровне нормативных правовых документов в Правила ухода за лесами вводятся дополняющие положения, регламентирующие применения соответствующих видов лесоводственных рубок в рамках стадийного типа рубок смены поколений леса (старых, спелых, перестойных лесных насаждений). При этом наряду с рубками обновления в защитных лесах, в эксплуатационных регламентируется применение вида рубок лесовозобновления (или лесовозобновления – лесопользования). С учетом изменения названия в новом подразделе Правил ухода за лесами можно привести полный состав основных (принципиальных) положений, регламентирующих применение «рубок лесовозобновления», которые целесообразно детализировать в региональных правилах по лесным районам (разрабатываемых согласно требованиям Лесного кодекса), а также в лесохозяйственных регламентах лесничеств и методических документах.

Корректировка системы нормативных показателей и методов регламентирования лесоводственных рубок смены поколений леса в современных условиях в рамках правил ухода за лесами

В целях решения современных экологических проблем, адаптации к изменениям климата и минимизации их отрицательных последствий целесообразно провести также существенную корректировку технических и организационно-технических показателей лесоводственных рубок лесовозобновления, приняв за основу уже отработанные в прошлом на практике нормативы рубок в лесах второй группы (включенных вместе с лесами третьей группы в эксплуатационные леса) с последующим их совершенствованием на основе результатов продолжающихся исследований.

Включение положений, регламентирующих применение всех лесоводственных рубок в Правила ухода за лесами, являющихся, по существу, частью правил воспроизводства или содержания лесов (сохранения – в законодательном выражении), не противоречит их сущностным свойствам, в т.ч. рубок спелых, перестойных лесных насаждений, представляющих фактически рубки смены старых, заканчивающих цикл роста древостоев, новыми поколениями леса и соответственно, отражающих в очень упрощенной форме закономерные природные процессы непрерывной динамики насаждений. Использование их в преобразованном научно обоснованном виде оптимальных для человека, окружающей природной среды вариантах лесоводственных природоподобных мероприятий повышает вероятность эффективной результативности хозяйственного поддержания комплексов лесных экосистем территориальных образований в состоянии

непрерывного целевого функционирования, исключая также неизбежно встречающиеся в природе длительные многолетние, вековые процессы восстановления древостоев коренных пород, другие негативные последствия.

Заготовка при рубках формирования, сохранение сформированных насаждений в период наиболее эффективного выполнения экологических функций, а также смены поколений леса, древесины является в определенной мере опережающим приемом использования продуктов жизнедеятельности, продуцирования лесных экосистем до потери ими хозяйственной ценности при отмирании деревьев, перехода их в отпад, за исключением той части, которая согласно экологическим требованиям и с учетом лесоводственной доступности (на отдельных участках) в связи с разложением пополняет органикой почву, почвенный пул консервации углерода.

В обоснованных объемах допустимое изъятие из экосистем биомассы при проведении лесоводственных рубок обеспечивает также возможность консервации связанного углерода в изделиях длительного пользования, а также сокращение использования ископаемых углеводородов за счет замены их продуктами биоэнергетики, производимыми из полученной при рубках биомассы. Следовательно, в современный исторический период развития смена приоритетов целей основной части т.н. рубок лесных насаждений (ухода за лесами, в т.ч. лесовозобновления) соответствует восстановлению и развитию их, по существу, как природоподобных (на уровне современного развития) мероприятий и в широком плане – технологий, не копирующих природные процессы (что невозможно, нецелесообразно и бессмысленно), а отражающих их принципиальные закономерности в динамике своеобразных «природно-целевых» вариантов лесных экосистем, в той или иной мере близких к природным и ценных целевых для человека и хозяйства.

Регламентирование лесоводственных рубок смены поколений леса (спелых, перестойных древостоев) как мероприятий ухода за лесами, в т.ч. определенных комплексных лесных участков, территориальных образований, обеспечит мотивацию планирования, проектирования и осуществления не только системного ухода за всеми участками насаждений, но и своевременную замену старых древостоев, исключая их деградацию, снижение эффективности выполнения ими экологических (водоохранных, средообразующих и др.) функций, утрату качества древесины, которую можно использовать, в т.ч. и для решения современных экологических проблем смягчения изменений климата и его последствий.

Совершенствование организации ведения лесного хозяйства и лесопользования при регламентировании всех лесоводственных рубок Правилами ухода за лесами

В рамках технологического развития отрасли уточненными и дополненными Правилами ухода за лесами обеспечивается системное эффективное регламентирование всего комплекса работ в широком плане технологий и технологических операций по назначению, проектированию всех видов лесоводственных

рубок, в т.ч. санитарных, противопожарных, а также смены поколений леса (спелых, перестойных древостоев) с составлением рабочего проекта, включающего технологическую карту разработки лесосек (или лесосечных работ), отвод участков – лесосек для проведения ухода, организацию и осуществление ухода, контроль и оценку его качества. Для детального регламентирования отдельных составляющих единой системы ухода за лесами могут разрабатываться соответствующие методические документы в развитие принципиальных положений Правил, в т.ч. отвода и таксации лесосек, контроля и оценки качества ухода, и другие.

В соответствии с главной целью лесоводственных рубок их назначение и осуществление будет направлено, в первую очередь, на решение конкретной задачи ухода за лесом и лесами определенных территориальных образований, лесных комплексных участков, пользования при этом древесиной, другими ресурсами (а не наоборот). Приоритетная оценка результативности, качества исполнения лесоводственных рубок, в т.ч. смены поколений леса будет даваться в зависимости от достижения целей ухода за лесом (лесами), что особенно важно для выборочных рубок (учитывая риски проявления элементов их исторических видов – приисковых, подневольных выборочных), а также рубок спелых древостоев для ухода за подростом, возобновлением с заготовкой древесины, а не рубок заготовки древесины при сохранении подростка. Соответственно, и сплошные рубки в целях смены старых древостоев будут проектироваться и осуществляться в первую очередь в оптимальных вариантах как меры возобновления новых поколений леса (естественного, комбинированного, искусственного в конкретных условиях), причем на всем комплексном участке, который целесообразно передавать для ведения лесного хозяйства, содержания лесов или в широком плане ухода за лесами и пользования при этом лесом (а не использования лесов).

При этом основная оценка результативности (качества) проведения лесоводственных рубок, как и других мероприятий содержания лесов, устанавливаются по данным постоянного мониторинга состояния лесов, в т.ч. конкретных участков, на которых проведены мероприятия ухода за лесами, включая рубки ухода смены поколений леса – лесовозобновления. Рассмотрение и применение лесоводственных рубок лесовозобновления, в т.ч. сплошных, как единого комплексного мероприятия лесовоспроизводства – лесопользования в системе ухода за лесами с приоритетом возобновления леса, ухода за лесом и соответствующей оценкой его по характеристике (параметрам) созданного молодняка или иного целевого насаждения, исключает образование и накопление после рубок участков вырубков с нецелевым лесовозобновлением, не обеспеченных уходом молодняков и других отрицательных последствий.

В связи с регламентированием проведения всех лесоводственных рубок Правилами ухода за лесами существенно изменится содержание Правил заготовки древесины. Исходными положениями этих правил, в первую очередь, устанавливается, что заготовка древесины осуществляется при проведении опреде-

ленного вида лесоводственных рубок в соответствии с конкретными положениями Правил ухода за лесами, которые, безусловно, должны учитывать цели и требования сбережения и рационального использования лесных ресурсов. При этом Правилами заготовки древесины регламентируется применение оптимальных вариантов организации осуществления собственно заготовки, погрузки, возможно, первичной переработки на верхнем складе (технологическом пункте лесосеки), вывозки продукции (что не относится непосредственно к проведению рубки как мероприятия лесовоспроизводства или ухода за лесами, хотя выполняется с учетом эколого-лесоводственных требований, содержащихся в них).

Вероятно, эффективность такой модели регламентирования лесоводственных рубок нормативным правовым документом лесовоспроизводства, содержания, а не использования лесов (как природного ресурса – согласно законодательному понятию о лесе) с обеспечением пользования лесом как экосистемой, будет выше существующей. При этом потребуются замена на альтернативную целевой установки передачи – получения лесных участков – не для осуществления основного вида использования лесов – заготовки древесины (в т.ч. в защитных лесах), с выполнением установленных при этом требований по ведению лесохозяйственных мероприятий, а непосредственно для ведения лесного хозяйства, соответственно, ухода за лесами в рамках требований пожарной, санитарной, экологической безопасности с возможным (доступным) рациональным использованием лесными экологическими благами и ресурсами. Соответственно такой основной установке, требованиями и условиями ее достижения будет формироваться и мотивация совершенствования, развития самих мероприятий ухода за лесом и технологий, разработки и выбора их лучших видов и вариантов для эффективного достижения основной цели, а также оптимального экологического и ресурсного пользования лесом.

Заключение

В связи с установленными исходными недостатками осуществления в соответствии с Правилами заготовки древесины лесоводственных рубок, в т.ч. спелых, перестойных лесных насаждений, влияющими на их эффективность как мероприятий лесовоспроизводства и с учетом объективной смены приоритетов экологической и ресурсной ценности лесов, сформирован альтернативный подход регламентирования этих мероприятий при корректировке понятийного аппарата и ряда положений действующего законодательства. В рамках этого подхода все лесоводственные рубки, включая рубки смены поколений леса (спелых, перестойных лесных насаждений) как мероприятия содержания, в широком плане сохранения лесов, ухода за лесами, в т.ч. в пределах комплексного лесного участка, передаваемого для ведения лесного хозяйства и любого территориального образования, регламентируются правилами ухода за лесами с установлением основных целей осуществления этих мероприятий – соответственно показателей оценки их качества и эффективности – характеристик состояния лесов и каждого участка, на котором они проводились, на любой стадии в динамике пол-

ных циклов лесовоспроизводства. Реализация такого подхода к регламентированию лесоводственных рубок будет способствовать мотивации совершенствования видов, методов этих мероприятий и технологий их осуществления при обеспечении сбалансированного приоритетного экологического и ресурсного пользования лесом.

Список использованных источников

1. Мартынюк, А.А. Изменения климата и леса: возможные последствия и план действий / А.А. Мартынюк, А.Н. Филипчук // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5. – № 1(27). – С. 276–279. – EDN YQESON.

2. Торжков, И.О. Анализ комплекса адаптационных мер к ожидаемым изменениям климата в лесном секторе Российской Федерации / И.О. Торжков, Т.С. Королева, А.В. Константинов, Е.А. Кушнир // Труды Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. – 2017. – № 4. – С. 64–77.

3. Желдак, В.И. Вопросы лесоводственного совершенствования системы сохранения и использования лесов в рамках решения проблемы адаптации лесов и лесного комплекса к изменениям климата / В.И. Желдак, Э.В. Дорощенко, И.Ю. Прока, А.Н. Сычева, Т.В. Липкина. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2023. – № 2. С. 5–26. DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2023.2.01.

4. Мелехов, И.С. Рубки главного пользования / И.С. Мелехов. – М. : Лесн. пр-сть, 1966. – 374 с.

5. ОСТ 56-108-98 Лесоводство. Термины и определения. ВНИИЦлесресурс, 1998. – 57 с.

6. Желдак, В.И. Оценка сущности и содержания лесоводственных рубок в целях их совершенствования и использования для решения актуальных задач лесоводства / В.И. Желдак // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2024. – № 1. – С. 56–67.

УДК 6305

ИНТЕНСИВНОСТЬ РУБКИ И ТОВАРНАЯ СТРУКТУРА ЕЛЬНИКОВ ВЫБОРОЧНОГО ХОЗЯЙСТВА СУХОПУТНОЙ ТЕРРИТОРИИ АРКТИКИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Коптев С.В., Ярославцев С.В.

ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Архангельск, Российская Федерация

Ведение выборочного хозяйства в ельниках Севера требует тщательного изучения лесоводственных параметров назначения рубок, прогнозных расчетов вероятных последствий применения тех или иных технологий лесозаготовки и интенсивности выборки деревьев. Разработка и реализация математических моделей на основе фактического опыта проведения рубок различной интенсивности дает возможность предложить оптимальные параметры выборочного хозяйства, спрогнозировать варианты последующего развития насаждений.

Ключевые слова: прогнозы, выборочные рубки, интенсивность выборки, отпускной диаметр, товарность.

INTENSITY OF SELECTIVE CUTTING AND COMMODITY STRUCTURE OF SPRUCE STANDS ON THE ARCTIC LAND TERRITORY OF THE ARKHANGELSK REGION

Koptev S.V., Yaroslavtsev S.V.

FBU North Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russian Federation

Selective cutting in the spruce forests of the North requires a thorough study of silvicultural cutting parameters, predictive calculations of the likely consequences with using certain logging technologies and the intensity of tree sampling. The development and implementation of mathematical models based on actual experience in logging of varying intensity makes it possible to propose optimal parameters for selective cutting and predict options for the subsequent stands development.

Key words: forecasts, selective cutting, cutting intensity, cutting taxation diameter, marketability.

Цель работы

Лесному хозяйству необходимы прогнозы на длительную перспективу, сопоставимую с периодом роста и формирования насаждений. Поиском оптимальных параметров назначения выборочных рубок и исследованиями закономерностей формирования товарности насаждений выборочного хозяйства на Европейском Севере занимались многие исследователи [1, 2, 3]. Рассматривался также естественный процесс изреживания старовозрастных ельников, сходный по параметрам с выборочным хозяйством, в том числе в результате усыхания [4].

Для перспективного прогнозирования выборочного хозяйства может быть использована актуальная таксационная характеристика насаждений, информация о сложившихся тенденциях лесопользования в регионе и перспективах развития на период расчета, равный обороту выборочного хозяйства. Рассматривая различные перспективные сценарии динамики лесных насаждений выборочного хозяйства, можно определить оптимальные варианты для наиболее рационального подхода к использованию природных возможностей лесов в реальных экологических условиях, наметить стратегию развития на предстоящий оборот хозяйства. При этом важно правильно подобрать те параметры насаждений, которые учитывали бы не только запас, естественный прирост и отпад деревьев в различных лесорастительных условиях, но и результат текущих хозяйственных воздействий. Для таких прогнозов необходима соответствующая прогнозная модель. Целью работы явилась оценка прогнозной модели для ельников сухопутной территории Арктики при назначении добровольно-выборочных рубок.

Решаемые задачи

В данной работе прогнозы проводили с использованием математических моделей, полученных на основе материалов исследований ельников выборочного хозяйства Архангельской области и Республики Коми [3], объединенных в программный комплекс, разработанный для получения рекомендаций по оптимальной интенсивности выборки при назначении выборочных рубок в ельниках, произрастающих в различных лесорастительных условиях, расчета отпускного диаметра – минимального таксационного диаметра деревьев, назначаемых в

рубку в пасеке, товарности выбираемой части древостоя на волоке и в пасеке. В качестве входной информации модели использовались данные таксационного описания: тип леса (черничный, долгомошный, сфагновый), средний диаметр и высота, класс товарности, запас, состав древостоя. Анализ проводился на основе таксационных повидельных баз данных Архангельского, Онежского, Обозерского, Лешуконского, Северодвинского лесничеств, входящих в сухопутную территорию Арктики России. Всего взято 100 таксационных выделов, подходящих для назначения в них выборочных рубок и представляющих различные лесорастительные условия.

Средняя эксплуатационная площадь лесных участков, назначаемых для проведения выборочных рубок в лесах сухопутной территории Арктики, составляет $12,3 \pm 0,7$ га, доля ели в составе древостоя – $77 \pm 0,8\%$, относительная полнота древостоя – $0,70 \pm 0,01$, средний запас древостоя – 245 ± 8 м³/га, класс товарности – $1,1 \pm 0,03$, средний диаметр древостоя – $19,5 \pm 0,3$ см, средняя высота – $16,5 \pm 0,3$ м. Изменчивость отдельных параметров находится в пределах от 10 до 35%. Точность опыта не превышает 4% (1,0-3,6).

Интенсивность выборки в наибольшей степени определяется типом леса ($R=0,96$), запасом древостоя ($R=0,80$), средним диаметром и высотой ($R=0,65 - 0,72$). Наибольшая интенсивность выборки может быть назначена в ельнике черничном, где она достигает 40%, наименьшая – в ельнике сфагновом, где средняя интенсивность выборки составила 15%. Величина отпускного диаметра варьирует в пределах 19-29 см. Среднее значение отпускного диаметра в ельнике черничном составило 27,0 см, в ельнике долгомошном – 26,0 см, в ельнике сфагновом – 24,0 см. Достаточно близкие значения отпускных диаметров в разных типах леса объясняются различной рекомендуемой интенсивностью выборки.

Отпад деревьев среди оставшейся части древостоя на ближайшую перспективу (10-15 лет) определяется в основном интенсивностью выборки – ($R=0,96$), типом леса ($R=0,94$) и составляет 3-9% от запаса оставляемого древостоя. Наибольший отпад деревьев будет наблюдаться, соответственно, в более продуктивных условиях произрастания, где назначаются рубки более высокой интенсивности.

Прогноз товарной структуры выбираемой части древостоя проводили отдельно для пасеки и волока, так как в пасеке проводится выборочная рубка деревьев, а на волоке – сплошная. Для оценки товарности древостоев на волоке применяли обычные товарные таблицы [5], а для пасеки – таблицы товарности выбираемой части древостоя при выборочной рубке [6]. Дополнительным входом в такие нормативы кроме среднего диаметра, средней высоты и класса товарности является величина отпускного диаметра.

В результате установлено, что выход крупной деловой древесины в пасеках колеблется в пределах от 3 до 20% от общего запаса древостоя, на волоках – от 1 до 9%, выход средней древесины – от 29 до 54% в пасеке, от 38 до 52% – на волоке, мелкой древесины – от 15 до 27% в пасеке и 27 до 47% в пасеке для разных лесорастительных условий (рис. 1).

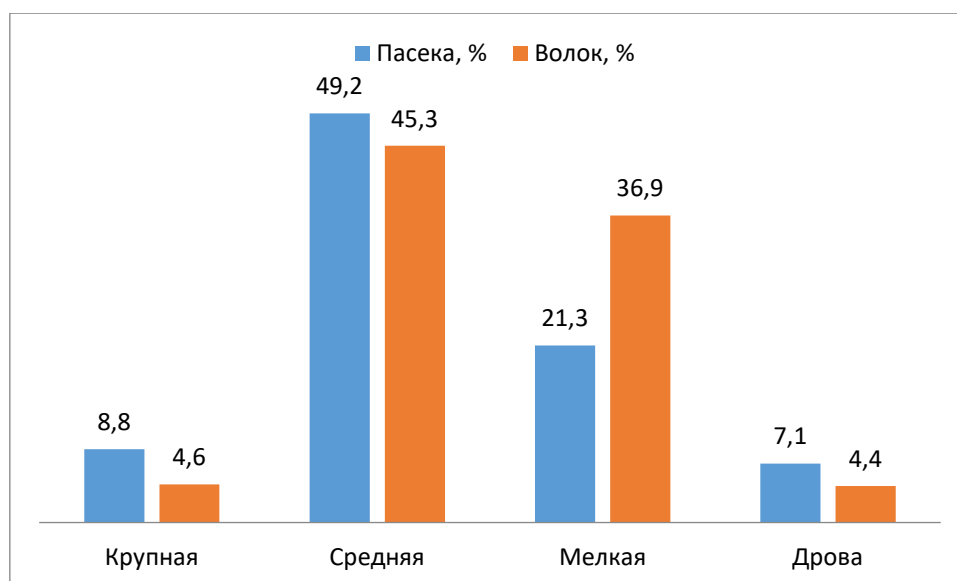


Рис. 1. Средний выход древесины по категориям в пасеке и на волоке, %

Выводы

Прогнозы параметров выборочного хозяйства в ельниках с использованием математических моделей позволяют оптимизировать товарную структуру вырубаемой части древостоя как на волоках, так и в пасеках, снизить вероятный отпад оставляемой части древостоя.

Большой выход дровяной древесины в пасеке объясняется преимущественной рубкой спелой и перестойной частей древостоя, в большей степени пораженных гнилями.

При заданных параметрах выборочной рубки величина последующего отпада среди оставляемой части деревьев ели будет в допустимых пределах, что позволит сохранить еловую хозяйственную секцию на оборот хозяйства без смены породы.

Публикация подготовлена по результатам НИР, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований в сфере деятельности Федерального агентства лесного хозяйства «Создание и восстановление на сухопутной территории Арктики Российской Федерации многофакторных стационарных (постоянных) опытных лесных объектов» (регистрационный номер темы: 123022800118-4).

Список использованных источников

1. Гусев, И.И. Закономерности формирования естественного отпада в таежных ельниках / И.И. Гусев // ИВУЗ. Лесной журнал. –1989. – № 6. – С. 3–5.
2. Гусев, И.И. Формирование таежных ельников выборочного хозяйства / И.И. Гусев // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 1999. – № 2/3. – С. 11–18.
3. Гусев, И.И. Математическое моделирование интенсивности рубки в ельниках выборочного хозяйства / И.И. Гусев, С.В. Коптев, С.В. Третьяков // Проблемы лесовыращивания на Европейском Севере : сб. науч. тр. / М-во общ. и проф. образования, Арханг. гос. техн. ун-т ; отв. ред. Н.А. Бабич. – Архангельск, 1999. – С. 25–35.

4. Коптев, С.В. Закономерности формирования товарной структуры в усыхающих ельниках / С.В. Коптев / Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2014. – № 5. С. 42–49.

5. Лесотаксационный справочник по Северо-Западу СССР / под ред. А.Г. Мошкалева [и др.]. – Ленинград : ЛТА, 1984. – 320 с.

6. Лесотаксационный справочник по северо-востоку европейской части Российской Федерации : (нормативные материалы для Ненецкого автономного округа, Архангельской, Вологодской областей и Республики Коми) / Федер. агентство лесн. хоз-ва, Федер. бюджет. учреждение «Сев. науч.-исслед. ин-т лесн. хоз-ва». – Архангельск : Правда Севера, 2012. – 672 с.: табл. – Библиогр.: с. 669–672.

УДК 630.2

ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА МЕР ПО СОХРАНЕНИЮ КЛЮЧЕВЫХ БИОТОПОВ НА СПЛОШНЫХ ВЫРУБКАХ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Корчагов С.А., Конюшатов О.А., Беляков Д.В., Евдокимов И.В.
*Вологодская региональная лаборатория ФБУ «СевНИИЛХ»,
Вологда, Российская Федерация*

Сокращение биологических видов может вызвать утрату целостности биосферы и ее способности поддерживать важнейшие характеристики природной среды, поэтому научные исследования и разработка практических рекомендаций в области сохранения биологического разнообразия в настоящее время имеют особую актуальность.

В ходе исследования на постоянных объектах в условиях Вологодской области определено видовое разнообразие и численность видов растений в сохранных ключевых биотопах с избыточным увлажнением, а также на прилегающих территориях – на вырубке и в древостое. Отмечены значительная представленность видов и наличие редких ценных видов в ключевых биотопах, что свидетельствует о необходимости их выделения и сохранения при планировании и проведении лесозаготовительных работ.

Обоснована необходимость выделения ядра и буферной зоны ключевого биотопа. Предложено выделять буферную зону вокруг ядра по естественным ландшафтным границам, при этом ее ширина для биотопов с временным избыточным увлажнением должна составлять не менее средней высоты растущего древостоя, для биотопов с постоянным избыточным увлажнением – не менее полуторной высоты древостоя.

Ключевые слова: биологическое разнообразие, сплошная рубка, ключевой биотоп, ядро, буферная зона, древостой, живой напочвенный покров, виды растений.

FORESTRY ASSESSMENT OF MEASURES FOR THE CONSERVATION OF KEY BIOTOPES IN CLEAR CUTTINGS IN THE VOLOGDA REGION

Korchagov S.A., Konyushatov O.A., Belyakov D.V., Evdokimov I.V.
*Vologda regional laboratory of the Federal Institution «SevNIILH»,
Vologda, Russian Federation*

The decline of biological species can cause the loss of the integrity of the biosphere and its ability to maintain the most important characteristics of the natural environment, so scientific research and the development of practical recommendations in the field of biodiversity conservation are now of particular relevance.

In the course of the study, the species diversity and abundance of plant species in the preserved key biotopes with excessive moisture, as well as in the adjacent territories - on felling and in the forest stand, were determined at permanent sites in the Vologda region. A significant representation of species and the presence of rare valuable species in key biotopes were noted, which indicates the need for their isolation and conservation in the planning and conduct of logging operations.

The necessity of identifying the core and buffer zone of the key biotope is substantiated. It is proposed to allocate a buffer zone around the core along natural landscape boundaries, while its width for biotopes with temporary excess moisture should be no less than the average height of the growing tree stand, for biotopes with constant excess moisture - no less than one and a half height of the tree stand.

Keywords: *biological diversity, clear logging, key biotope, core, buffer zone, forest stand, living ground cover, plant species*

На территории Вологодской области сосредоточены значительные запасы лесных ресурсов. Наряду с аборигенными видами встречаются редкие и исчезающие представители флоры и фауны, требующие эффективных мер охраны. Множество лесных видов и их естественные местообитания подвергаются воздействию вследствие рубки лесов. Для Вологодской области, где ежегодная площадь вырубок составляет около 75 тыс. га, вопрос сохранения биологического разнообразия на локальном уровне является актуальным.

Цель работы

Выполнить лесоводственную оценку мер по сохранению ключевых биотопов на сплошных вырубках.

Методика работ включала лесоводственно-таксационные и эколого-биологические методы полевой и камеральной оценки [1-9]. В ходе полевых работ на постоянных объектах, включая ядро и буферную зону ключевых биотопов, а также территорию прилегающих лесосек, выполнен детальный учет древесно-кустарниковой растительности и представителей напочвенного покрова, изучены почвы и лесорастительные условия. Спустя 4-5 лет после сплошной рубки на лесосеках (вырубках) также проведен детальный учет видового разнообразия растений.

Публикация подготовлена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований. Регистрационный номер темы: 123030200023-2 «Лесоводственно-экологическая оценка эффективности применения мер по сохранению биологического разнообразия при использовании лесов в таежной зоне».

Вопросы сохранения биоразнообразия на различных уровнях рассмотрены в работах ряда отечественных [10-14] и зарубежных [15-18] авторов. Исследованиями подтверждается, что при рубке лесов подвергаются воздействию естественные местообитания множества лесных видов, экстенсивное лесопользование в прошлом привело к сокращению биологического разнообразия.

Одним из способов сохранения флористического разнообразия при рубках является выделение локальных ключевых биотопов, в которых не проводятся хозяйственные мероприятия.

Нормативно-правовая база в области сохранения биоразнообразия на различных уровнях характеризуется развитым законодательством, включающим ратифицированные РФ международные соглашения, национальные законы и подзаконные акты. Однако отмечаются трудности с сохранением ключевых биотопов при планировании и проведении рубок, что вызвано отсутствием четких и понятных критериев их выделения.

Анализ Красной книги Вологодской области [19] и Перечня (списка) редких и исчезающих видов (внутривидовых таксонов) растений и грибов, занесенных в Красную книгу Вологодской области [20], показал, что они насчитывают 178 лесных видов растений, 67% из которых потенциально обитают на участках с избыточным увлажнением. Практический опыт подтверждает, что переувлажненные участки наиболее часто встречаются на лесосеках таежной зоны. Эти обстоятельства обусловили выбор объектов исследования.

Исследования проведены на территории Вологодской области (Балтийско-Белозерский и Южно-таежный лесные районы европейской части Российской Федерации). В качестве объектов рассмотрены лесосеки, пройденные сплошными рубками, с наличием сохраненных ключевых биотопов с временным (участки леса вдоль временных водных объектов, где законодательством не выделены водоохранные зоны) и постоянным (заболоченные участки леса в бессточных понижениях, участки леса на окраинах болот) избыточным увлажнением в центральной части (ядре). Обследованные лесосеки представлены спелыми и перестойными насаждениями I-III класса бонитета с полнотой 0,62-0,94 и запасом стволовой древесины 233-324 м³/га (табл. 1).

Таблица 1

Краткая характеристика постоянных объектов исследования

Номер объекта	Год рубки	Площадь, га		Таксационные показатели древостоя на лесосеках в момент закладки опыта			
		лесосеки	биотопа	состав	бонитет	полнота	запас, м ³ /га
Заболоченные участки леса в бессточных понижениях							
1	2019	24,9	1,80	6Б4Ос+Е ед.Олс	II	0,75	233
2	2023	18,5	1,50	4Ос3Б3Е+С+Олс	I	0,74	291
Участки леса вдоль временных водных объектов							
3	2018	21,5	1,30	6Б3Ос1Е	I	0,65	240
4	2019	11,0	1,50	5С4Е1Б ед.Олс	I	0,94	324
Участки леса на окраине болот							
5	2023	12,2	0,28	3Ос3Б2Е2С	II	0,62	249

В ключевых биотопах, в сравнении с прилегающими лесосеками, сформировались более сложные по строению древостои с более широкой видовой представленностью растений в древесном ярусе. (табл. 2).

Средневзвешенный показатель санитарного состояния в биотопах изменяется в пределах I,9-II,8, что характеризует насаждения как ослабленные и

сильно ослабленные, средний запас сухостойной и валежной древесины здесь в 2,4 раза больше, чем на прилегающих лесосеках. Отметим, что ослабленные деревья, сухостойная и валежная древесина играют важную роль в поддержании биологического разнообразия.

В ключевых биотопах обнаружены виды, характерные для широколиственных лесов – липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill), клен остролистный (*Acer platanoides* L.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), а также редкие и уязвимые виды растений – камыш укореняющийся (*Scirpus radicans* Schkuhr), лобария легочная (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm) и некера перистая (*Neckera pennata* Hedw.).

Таблица 2

Краткая таксационная характеристика древостоя в ключевых биотопах (ядро + буферная зона) на момент закладки опыта

Номер объекта	Состав	Бонитет	Полнота	Запас, м ³ /га	Класс санитарного состояния
Ключевые биотопы с временным избыточным увлажнением					
3	6Б2Е2Ос ед.Олс ед.Лп	I	0,43	145	II,8
4	1 ярус: 5Е3С2Б+Олс	IV	0,98	318	II,7
	2 ярус: 10Е+Олс		0,40	49	
Итого			1,38	367	-
Ключевые биотопы с постоянным избыточным увлажнением					
1	6Б3Ос1Е ед.Олс	II	0,81	231	II,4
2	1 ярус: 7Б3Ос+С	III	0,52	131	II,0
	2 ярус: 9Е1Олс		0,46	58	
Итого			0,98	189	-
5	1 ярус: 6Б3Ос1С	III	1,32	352	I,9
	2 ярус: 10Е+Олс		0,40	49	
Итого			1,72	401	-

Общая численность видов растений, произрастающих в ключевых биотопах с временным избыточным увлажнением, в среднем в 2,0 раза превышает число видов, обнаруженных в примыкающих древостоях до рубки и на вырубках 4-5-летней давности. На объектах с наличием биотопов с постоянным избыточным увлажнением этот показатель выше – в 2,5 и в 2,1 раза соответственно. Достоверность различий между средним числом видов растений в ключевых биотопах и на прилегающих участках доказана на всех уровнях доверительной вероятности ($t_{\text{факт.}} \geq 5,2$ при $t_{\text{ст.}} = 3,5$).

В границах биотопов отмечается наличие двух выраженных элементов – ядра и буферной (переходной) зоны, границы которых визуально различимы на местности. Общая численность растений в буферных зонах в 2,0 раза больше, чем в ядре с наличием временного избыточного увлажнения, и в 1,5 раза больше, чем в ядре с наличием постоянного избыточного увлажнения. Этот факт объясняется экотонным эффектом, который заключается в увеличении видового разнообразия в переходной зоне между двумя биологическими сообществами, где они встречаются и интегрируются. Виды, встречающиеся редко и единично, преимущественно приурочены к буферной зоне (табл. 3).

Результаты исследования показывают, что ширина буферной зоны для участков с временным избыточным увлажнением составляет в среднем $19,9 \pm 1,2$ м (примерно равна средней высоте растущего древостоя), для участков с постоянным избыточным увлажнением она существенно больше ($t_{\text{факт.}} = 7,1$ при $t_{\text{ст.}} = 3,5$) и достигает $34,8 \pm 1,7$ м (примерно, полуторная средняя высота древостоя).

Отличия во флористическом разнообразии ядра и буферной зоны объясняются различиями в почвенно-растительных условиях. В ядре биотопов почвы торфянисто-подзолистые, торфянисто-болотные и аллювиально-гумусированные, в буферной зоне биотопов и на прилегающих лесосеках – средне- и сильноподзолистые, подстилаемые суглинком. Тип лесорастительных условий в переувлажненном ядре – сфагновый, осоко-сфагновый и приручейный, в буферной зоне – разнотравный, в прилегающих лесосеках – кисличный и черничный. Спустя 4-5 лет на вырубках сформировался кипрейный и таволговый тип лесорастительных условий.

Таблица 3

Численность видов растений в различных элементах объектов исследования

Элемент леса	Общая численность видов, шт.				
	ядро	буферная зона	биотоп в целом	лесосека	вырубка
Объекты с наличием биотопов с временным избыточным увлажнением					
Древесно-кустарниковые растения	3	6	9	7	7
Травянистые растения, лишайники, мхи	12	24	36	16	17
Итого	15	30	45	23	24
Объекты с наличием биотопов с постоянным избыточным увлажнением					
Древесно-кустарниковые растения	4	5	9	6	7
Травянистые растения, лишайники, мхи	15	24	28	9	11
Итого	19	29	37	15	18

Таким образом, рассмотренные ключевые биотопы включают центральную часть – ядро, с наличием временного или постоянного увлажнения, и буферную зону вокруг ядра. Число видов растений, произрастающих в ключевых биотопах, существенно превышает число видов, обнаруженных в примыкающем древостое до рубки и на вырубке 4-5-летней давности. Наибольшее число видов характерно для буферной зоны ключевых биотопов. Эти факты свидетельствуют о необходимости выделения ключевых биотопов (ядра и буферной зоны), как территории с наибольшей встречаемостью видов. Выделение буферной зоны должно осуществляться по естественным ландшафтным границам, при этом ее ширина для биотопов с временным избыточным увлажнением в ядре должна составлять не менее средней высоты растущего древостоя, для биотопов с постоянным избыточным увлажнением в ядре – не менее полуторной высоты древостоя.

С лесоводственной точки зрения выделение биотопов при сплошных вырубках является эффективным мероприятием, позволяющим сохранить видовое разнообразие растений.

Список использованных источников

1. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки [Текст]. – Введ. 1984-01-01. – М. : ЦБМТлесхоз, 1983. – 59 с.
2. ОСТ 56-81-84. Полевые исследования почвы. Порядок и способы проведения работ, основные требования к результатам [Текст]. – Введ. 1986-01-01. – М. : ЦБМТлесхоз, 1984. – 17 с.
3. Правительство Российской Федерации. Постановления. Правила санитарной безопасности в лесах [Электронный ресурс] : постановление от 09.12.2020, № 2047 (действ. ред.). – Электрон. дан. – Режим доступа : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_370645/0b3dfd4779a800d94c98bb0d44cd53e1dae94450/, доступ СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 04.07.2024). – Загл. с экрана.
4. Орлова, Н.И. Определитель высших растений Вологодской области [Текст] / Н.И. Орлова. – Вологда : ВГПУ, издательство «Русь», 1997. – 264 с. – ISBN 5-87822-100-4.
5. Мелехов, И.С. Лесоведение [Текст] : Учебник для студентов вузов по спец. «Лесное хоз-во» / И.С. Мелехов. – М. : МГУЛ, 1999. – 398 с.
6. Астрологова, Л.Е. Учебная практика по ботанике [Текст] : метод. указания к полевым работам / Л.Е. Астрологова, О.Н. Тюкавина. – Архангельск : Изд-во АГТУ, 2006. – 30 с.
7. Наквасина, Е.Н. Полевой практикум по почвоведению [Текст] / Е.Н. Наквасина, В.С. Серый, Б.А. Семёнов. – Архангельск : АГТУ, 2007. – 127 с.
8. Лесотаксационный справочник по северо-востоку европейской части Российской Федерации [Текст]: (нормативные материалы для Ненецкого автономного округа, Архангельской, Вологодской областей и Республики Коми) / Федер. агенство лесного хоз-ва, Федер. бюджет. учреждение «Сев. науч.-исслед. ин-т лесного хоз-ва»; [сост.: канд. с-х. наук Войнов Г.С. и др.]. – Архангельск : ОАО ИПП «Правда Севера», 2012. – 672 с. – ISBN 978-5-85879-831-6.
9. Шайхутдинова, А. А. Методы оценки биоразнообразия. Методические указания [Текст] / А.А. Шайхутдинова // Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2019. – 37 с.
10. Ярошенко, А.О. сохранении биологического разнообразия при промышленных рубках леса [Электронный ресурс] / А. Ярошенко // Лесной бюллетень. – 2004. – Электрон. дан. – Режим доступа : <http://old.forest.ru/rus/bulletin/25/6.html>, свободный (дата обращения 04.07.2024). – Загл. с экрана.
11. Яницкая, Т.К. практике сохранения биологического разнообразия при лесосечных работах [Текст] / Т.К. Яницкая // Устойчивое лесопользование : сб. статей – М., 2010. – № 1(23). – С. 22–27.
12. Кутепов, Д. Методические рекомендации по сохранению биоразнообразия при заготовке древесины в Республике Коми [Текст] / Д. Кутепов // Фонд «Серебряная тайга». – Сыктывкар : ООО «Коми республиканская типография», 2010. – 72 с.
13. Корчагов, С.А. Нормативно-правовая база для интенсивного лесного хозяйства на федеральном и региональном уровне (на примере Вологодской области) [Текст] / С.А. Корчагов, О.А. Конюшатов // Интенсивное устойчивое лесное хозяйство: барьеры и перспективы развития : сб. статей / Под общ. ред. Н. Шматкова. – М. : Всемирный фонд дикой природы (WWF) России, 2013. – С. 45–82.

-
14. Марковский, А.В. Методические рекомендации по сохранению биологического разнообразия при заготовке древесины в Вологодской области [Текст] / А.В. Марковский, О.В. Ильина. – М. : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014. – 52 с.
15. Hansson, L. Key habitats in Swedish managed forests / L. Hansson // Scandinavian Journal of Forest Reserch. – 2001. – Vol. 16, suppl. 3. – P. 52–61. – DOI 10.1080/028275801300090609.
16. Martikainen, P. Conservation of threatened saproxylic beetles: significance of retained aspen *Populus tremula* on clearcut areas [Text] / P. Martikainen // Ecol. Bull. – 2001. – Vol. 49. – Iss. 49. – P. 205–218. – DOI 10.2307/20113277.
17. Gusfafsso, L. Uncommon bryophytes in Swedish forests- key habitats and production forests compared [Text] / L. Gusfafsso, K. Hylander, C. Jacobson // Forest Ecology and Management. – 2004. – Vol. 194. – Iss. 1-3. – P. 11–22. – DOI 10.1016/j.foreco.2004.01.054.
18. Hanski, I. Habitat fragmentation and species richness [Text] / I. Hanski. // Journal of Biogeography. – 2015. – Vol. 42. – Iss. 5. – P. 989–993. – DOI 10.1111/jbi.12478.
19. Красная книга Вологодской области. Том 2. Растения и грибы [Текст] / Отв. ред. Г.Ю. Конечная, Т.А. Сулова. – Вологда : ВГПУ, изд-во «Русь», 2004. – 360 с. – ISBN 5-87822-204-3.
20. Федеральное агентство лесного хозяйства. Приказы. Об утверждении Перечня видов (пород) деревьев и кустарников, заготовка древесины которых не допускается [Электронный ресурс] : приказ Рослесхоза от 05.12.2011, № 513 (действ. ред.). – Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_125221/9f747e7fa41187937e8f8822566437425f5f64f3/, доступ СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 07.04.2024). – Загл. с экрана.

УДК 630.181

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Лебедев А.В., Гостева Д.Ю.

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

Изменение климатических условий требует актуализации сведений о потенциальной продуктивности лесов Московской области. Произведен расчет потенциальной продуктивности древостоев на основании данных метеорологических наблюдений. Проанализированы статистические данные о изменении среднего прироста древесины лесных насаждений Московской области. Установлено, что различия между расчетными и нормативными данными позволяют выявить нереализованную нишу прироста древесины. Требуются преобразования режима ведения лесного хозяйства на территории региона.

Ключевые слова: изменение климата, метеорологические данные, потенциальная продуктивность лесов, Московская область.

ASSESSMENT OF POTENTIAL PRODUCTIVITY OF FORESTS IN THE MOSCOW REGION USING METEOROLOGICAL DATA

Lebedev A.V., Gosteva D.Yu.

*Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy;
Moscow, Russian Federation*

Changing climatic conditions require updating information about the potential productivity of forests in the Moscow region. The potential productivity of forest stands was calculated based on meteorological observation data. Statistical data on changes in the average growth of wood in forest plantations in the Moscow region are analyzed. It has been established that differences between calculated and standard data make it possible to identify an unrealized niche for wood growth. It is necessary to transform the forest management regime in the region.

Keywords: *climate change, meteorological data, potential forest productivity, Moscow region.*

В течение нескольких десятилетий проблема изменения климата остаётся одной из глобальных проблем человечества. Особое внимание уделяется климатическим факторам, которые оказывают влияние не только на видовое разнообразие лесных насаждений, но и на их продуктивность, рост, а также на экосистемные процессы и лесохозяйственные мероприятия [1].

Цель исследования

Определение потенциальной продуктивности лесов Подмосковья в условиях происходящих климатических изменений по данным метеорологических наблюдений.

Материалами исследований послужили данные долговременных наблюдений, полученные с метеорологических станций ФГБУ «Центральное УГМС» и Лесного плана Московской области за 2018 год. На севере Подмосковья была выбрана метеостанция Клин, на востоке – Павловский Посад, на юге – Серпухов, на западе – Можайск. В работе использовались метеоданные о среднегодовой температуре, осадках, испаряемости и продолжительности вегетационного периода с 1930 года по настоящее время [2, 3].

На сегодняшний день одним из самых известных климатических индексов для прогнозирования продуктивности лесов является индекс CVP (Climate Vegetation and Productivity) S.S. Paterson [4]. S.S. Paterson определил индекс CVP как один из важных методов оценки продуктивности лесных насаждений, основанный на зависимости потенциальной производительности от климатических факторов. Индекс CVP имеет ключевое значение для определения потенциала климатической продуктивности любого региона [5].

Климатический индекс разработан для прогнозирования максимального потенциального прироста древесины по запасу. Показатель рассчитывается по формуле:

$$I_{CVP} = \frac{T_V \times P \times G \times E}{T_a \times 12},$$

где:

I_{CVP} – индекс S.S. Paterson;

T_V – средняя температура самого теплого месяца, °С;

P – годовое количество осадков, мм;

G – продолжительность вегетационного периода, месяц;

E – количество поступающей солнечной радиации относительно полюса;

T_a – разность между средней температурой самого теплого и холодного месяцев, °С.

Для индекса CVP существует связь с потенциальной производительностью древостоев (текущий прирост по запасу древесины), выражающаяся с помощью уравнения [6]:

$$Y = 5,20 \times \log I_{CVP} - 7,25,$$

где:

Y – потенциальная продуктивность лесов, м³×га⁻¹×год⁻¹;

I_{CVP} – индекс S.S. Paterson.

На рис. 1 показана динамика потенциальной продуктивности лесов, рассчитанная по метеорологическим данным для территории Московской области. Усредненный тренд временного ряда изменения потенциальной продуктивности лесов демонстрирует увеличение этого показателя для северной части региона с 3,3 м³×га⁻¹×год⁻¹ до 4,0 м³×га⁻¹×год⁻¹ (+0,7 м³×га⁻¹×год⁻¹), для восточной – с 3,3 м³×га⁻¹×год⁻¹ до 4,5 м³×га⁻¹×год⁻¹ (+1,2 м³×га⁻¹×год⁻¹), для южной – с 2,9 м³×га⁻¹×год⁻¹ до 3,9 м³×га⁻¹×год⁻¹ (+1,0 м³×га⁻¹×год⁻¹), для западной – с 2,8 м³×га⁻¹×год⁻¹ до 4,4 м³×га⁻¹×год⁻¹ (+1,6 м³×га⁻¹×год⁻¹).

Оценивая динамику изменения среднего прироста лесных насаждений по лесничествам (табл.), можно сделать вывод, что в период с 2013 по 2018 г. произошло увеличение данного показателя для Московской области в среднем на 0,4 м³га⁻¹, но в Звенигородском, Истринском и Подольском лесничествах отмечена тенденция к снижению среднего прироста в среднем на 0,2 м³га⁻¹.

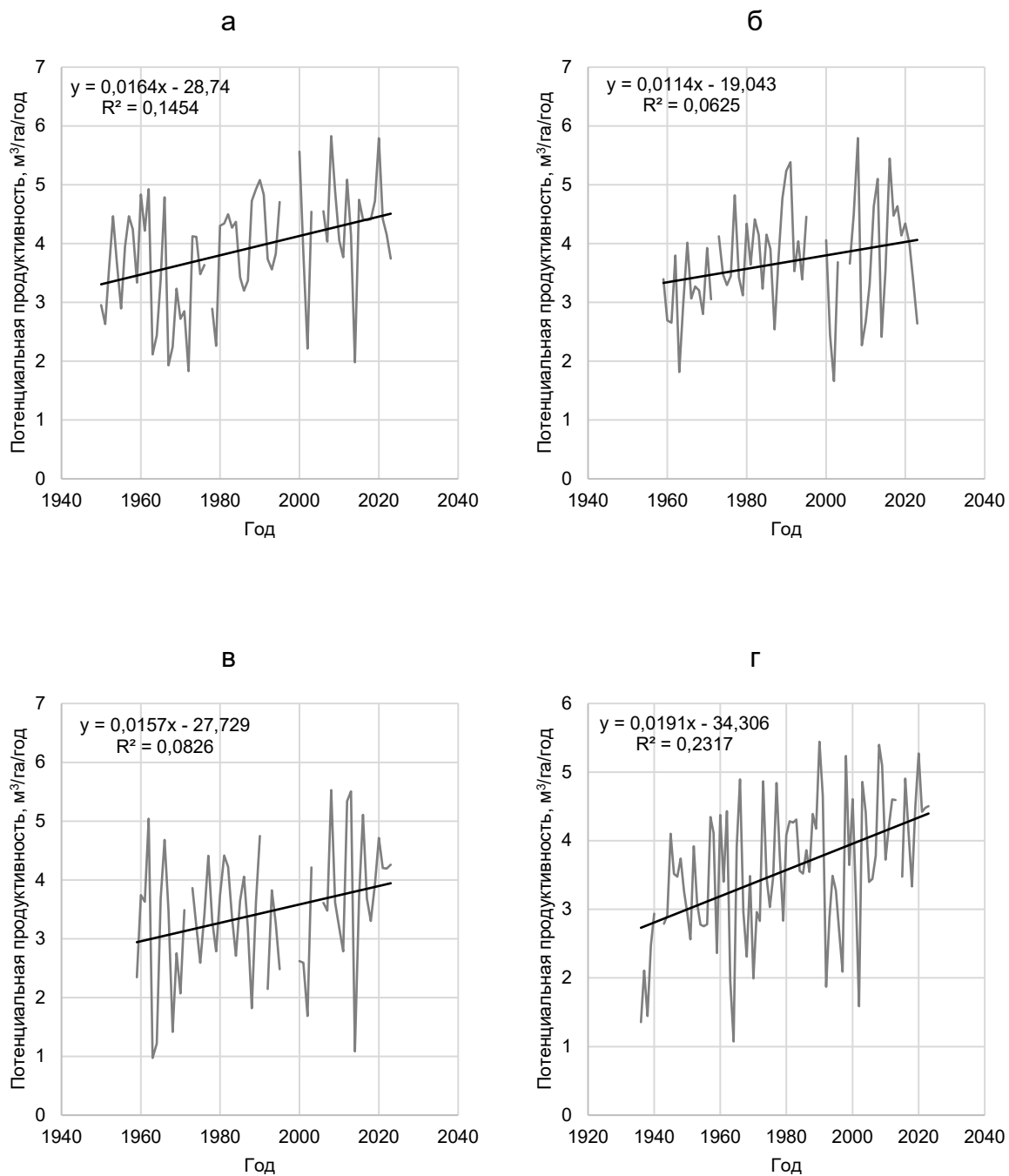


Рис. 1. Динамика потенциальной продуктивности лесов Московской области:
а) г. Клин, б) г. Павловский Посад, в) г. Серпухов, г) г. Можайск

Динамика изменения среднего прироста лесных насаждений по лесничествам с 2013 по 2018 г.

Наименование лесничества	Средний прирост по запасу, м ³ га ⁻¹		Разница
	на 01.01.2013	на 01.01.2018	
Бородинское	3,7	4,0	0,3
Виноградовское	3,1	3,8	0,7
Волоколамское	3,5	3,8	0,3
Дмитровское	3,4	3,8	0,4
Егорьевское	3,6	3,8	0,2
Звенигородское	3,4	3,2	-0,2
Истринское	3,4	3,1	-0,3
Клинское	3,4	3,6	0,2
Луховицкое	3,4	3,9	0,5
Наро-Фоминское	3,5	3,6	0,1
Ногинское	3,2	3,8	0,6
Орехово-Зуевское	3,3	3,6	0,3
Подольское	3,5	3,3	-0,2
Сергиево-Посадское	2,9	3,5	0,6
Ступинское	3,4	3,9	0,5
Талдомское	2,9	3,5	0,6
«Русский лес»	3,4	4,0	0,6
Шатурское	3,5	3,8	0,3
Московское учебно-опытное	3,0	3,6	0,6

На основании имеющихся данных метеорологических наблюдений и данных государственной лесной статистики были сопоставлены средние значения потенциальной продуктивности лесов. Для Клинского лесничества (ст. Клин) расхождение составило 0,8 м³×га⁻¹×год⁻¹, для лесничества «Русский лес» (ст. Серпухов) – 0,2 м³×га⁻¹×год⁻¹, для Ногинского лесничества (ст. Павловский Посад) – 0,5 м³×га⁻¹×год⁻¹, для Бородинского лесничества (ст. Можайск) – 0,1 м³×га⁻¹×год⁻¹.

Изменение климата в сторону более теплого, наблюдаемое в настоящее время, будет способствовать увеличению потенциальной продуктивности лесов, о чем свидетельствует анализ многолетних данных метеорологических наблюдений, а также породного состава лесов [7, 8]. Сопоставление рассчитанных и статистических данных позволило выявить нереализованную нишу прироста древесины, что требует адаптации ведения лесного хозяйства в Московской области к новым климатическим условиям [9].

Список использованных источников

1. Socha, J. Dynamic site index model and trends in changes of site productivity for *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. in southern Poland / J. Socha, W. Ochal // *Dendrobiology*. – 2017. – Vol. 77. – P. 45–57. – DOI 10.12657/denbio.077.004.

2. Лебедев, А.В. Изучение климатических изменений заповедника «Кологривский лес» на основе анализа метеоданных / А.В. Лебедев, В.В. Гостев // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы : Материалы всероссийской (с международным участием) конференции, Кологрив, 20-21 сентября 2018 года / Ответственный редактор А.В. Лебедев.

– Кологрив : Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Сеницына», 2018. – С. 88–92.

3. Лебедев, А.В. Современная динамика и причины гибели лесов Подмосковья / А.В. Лебедев, Д.Ю. Гостева // Фитосанитария. Карантин растений: спецвыпуск. – 2024. – № 1S(18). – С. 46–47.

4. Paterson, S.S. The forest area of the world and its potential productivity: Doctoral thesis. Göteborg: Goteburg University Press, 1956.

5. Rahman, Md.S. Forest and agro-ecosystem productivity in Bangladesh: a climate vegetation productivity approach / Md.S. Rahman, S. Akter, M. Al-Amin // Forest Science and Technology. – 2015. – № 11(3). – P. 126–132. – DOI 10.1080/21580103.2014.957358.

6. Gandullo J.M., Serrada R. Mapa de productividad potencial forestal de la Espana peninsular Madrid: Instituto Nacional de Investigacion y Tecnología Agraria y Alimentaria, 1977.

7. Коротков, С.А. Смена состава древостоев и устойчивость защитных лесов центральной части Русской равнины / С.А. Коротков. – Москва : АНО «ДОБЛЕСТЬ ЭПОХ», 2023. – 168 с.

8. Кузьмичев, В.В. Изменение породного состава насаждений лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева за 150 лет / В.В. Кузьмичев, А.В. Лебедев // Мониторинг состояния природных комплексов и многолетние исследования на особо охраняемых природных территориях. – 2018. – № 2. – С. 88–92.

9. Дубенок, Н.Н. Потенциальная продуктивность лесов Московского региона в связи с климатическими изменениями / Н.Н. Дубенок, А. В. Лебедев, В. М. Градусов // Природообустройство. – 2023. – № 5. – С. 118–124. – DOI 10.26897/1997601120235-118-124.

УДК 006.91 630 90.27.31

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Митрофанов Е.М.¹, Митрофанова С.А.²

¹*Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана,
Мытищи, Российская Федерация,*

²*Академия стандартизации, метрологии и сертификации (учебная),
Москва, Российская Федерация*

В работе приведены результаты анализа нормативной правовой, нормативно-методической, технической и организационной основы метрологического обеспечения измерений таксационных показателей. Предложены рекомендации по совершенствованию метрологического обеспечения, касающиеся требований к измерениям, методик и средств измерений, а также организации метрологической деятельности посредством метрологической службы на базе подведомственной организации Федерального агентства лесного хозяйства.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, лесное хозяйство, средства измерений.

CURRENT ISSUES OF METROLOGICAL ASSURANCE IN FORESTRY

Mitrofanov E.M.¹, Mitrofanova S.A.²

¹*Mytishchi Branch of Bauman Moscow State Technical University,
Mytishchi, Russian Federation,*

The paper presents the results of an analysis of the legal, normative-methodological, technical and organizational basis for metrological assurance for measuring taxation indicators. Recommendations are proposed for improving metrological assurance regarding measurement requirements, measurement procedures and measuring instruments, as well as the organization of metrological activities through a metrological service on the basis of a subordinate organization of the Federal Forestry Agency.

Keywords: *metrological assurance, forestry, measuring instruments.*

Лесные заготовки играют ключевую роль в экономике и экологии Российской Федерации. Лесосека не только обеспечивает сырье для лесопромышленного комплекса, но и способствует сохранению биоразнообразия и здоровья лесных экосистем. В условиях обширной территории страны, покрытой лесами, актуальной задачей лесопромышленного комплекса является повышение эффективности процессов планирования и организации работ по лесозаготовкам.

При планировании работ по лесозаготовкам важно применять актуальную и достоверную информацию о состоянии лесов, их характеристиках, ресурсах и потенциале. Источником такой информации служат результаты выполнения комплекса мероприятий, называемых таксацией лесов. Лесная таксация является ключевым видом лесохозяйственных мероприятий и представляет собой систематический процесс оценки лесных ресурсов, необходимый для получения их количественных и качественных характеристик. В Российской Федерации таксацию лесов проводят при лесохозяйственном устройстве, отводе лесосек в рубку, инвентаризации леса [1]. Ее основная цель – это сбор достоверной информации о состоянии лесов, их росте, возрасте и структуре, что позволяет оценить потенциал для дальнейшего устойчивого использования ресурсов. К таксационным показателям относятся следующие: высота и диаметр ствола на высоте 1,3 м дерева, сомкнутость, полнота, бонитет, порода и др. Следует отметить, что порода дерева, его высота и диаметр ствола на высоте 1,3 м представляют наибольший интерес при планировании и проведении лесохозяйственных работ, так как на основании их значений вычисляют другие показатели: объем ствола дерева, биомасса, физико-химические параметры древесины (массовые доли лигнина и целлюлозы, плотность и др.).

С целью получения измерительной информации с заданными свойствами осуществляют разработку и поддержание эффективного функционирования метрологического обеспечения измерений (испытаний, контроля) в лесохозяйственном хозяйстве. Основные положения метрологического обеспечения измерений (испытаний, контроля) применительно к различным областям деятельности установлены в ГОСТ Р 8.820-2013 [2]. Под метрологическим обеспечением лесохозяйственного хозяйства понимают систематизированный набор средств и методов, направленных на получение достоверной информации о таксационных показателях для каждой возрастной группы насаждений. Эта информация может быть использована для выработки решений по приведению лесохозяйственного

хозяйства в целевое состояние. Цель данной работы – сформулировать рекомендации по совершенствованию метрологического обеспечения измерений (испытаний, контроля) таксационных показателей на основании результатов анализа его текущего состояния. Задачи работы: проанализировать нормативную правовую, нормативно-методическую, техническую и организационную основы метрологического обеспечения измерений (испытаний, контроля) таксационных показателей.

В качестве нормативной правовой основы метрологического обеспечения измерений (испытаний, контроля) в лесоустроительном хозяйстве применяют Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ [3]. Требования к показателям точности измерений высоты и диаметра ствола на высоте 1,3 м дерева установлены в Приказе Минприроды России от 05.08.2022 № 510 [4], методы измерений – в Приказе Рослесхоза от 06.05.2022 № 556 [5], Приказе Минприроды России от 17.10.2022 № 688 [6]. В частности, при глазомерно-измерительном способе таксации предельно допустимая погрешность измерений высоты составляет $\pm 8\%$ (при $P = 0,68$), диаметра ствола на высоте 1,3 м – $\pm 10\%$ (при $P = 0,68$). Однако эти требования распространяются только на лесоустроительные работы и не позволяют принимать эффективные решения по управлению лесными ресурсами на лесопромышленных производствах.

Рекомендуемые методы и средства измерений высоты и диаметра ствола на высоте 1,3 м дерева приведены в Приказе Рослесхоза от 06.05.2022 № 556. Измерение диаметра ствола на высоте 1,3 м дерева является более простой задачей в сравнении с измерением высоты дерева. При измерении высот полевые инженеры используют специальные высотомеры, стандартное геодезическое оборудование (теодолит, тахеометр) или специальные отраслевые решения, такие как программно-измерительный комплекс для государственной инвентаризации лесов (ПИК ГИЛ) и его аналоги. Однако их применение не всегда приемлемо в условиях высокой сомкнутости древостоя, процедуры выполнения измерений являются трудоемкими, значительный вклад в суммарную погрешность вносит субъективная составляющая, измерительная информация является неполной (отсутствуют трехмерные модели объектов).

Также актуальными являются вопросы метрологического подтверждения пригодности средств измерений и методик измерений, применяемых в лесоустроительном хозяйстве. В частности, с целью обеспечения прослеживаемости результатов к единицам Международной системы единиц величин (СИ) следует калибровать средства измерений, а в случае выполнения измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, – использовать средства измерений утвержденного типа, прошедшие поверку. При измерении таксационных параметров должны быть использованы аттестованные или стандартизованные методики измерений. С необходимостью регулирования данных вопросов в организациях лесоустроительного хозяйства связана потребность в организации работ по метрологическому обеспечению измерений (испытаний, контроля) в лесоустроительном хозяйстве – создание мет-

рологической службы, которая будет выполнять функции и задачи по обеспечению единства измерений при планировании и осуществлении работ по лесозаготовкам, а также для осуществления метрологического контроля (надзора).

По результатам анализа состояния метрологического обеспечения измерений таксационных показателей могут быть сформулированы следующие рекомендации по его совершенствованию:

- актуализация метрологических требований к измерениям таксационных показателей (в т.ч. требования к показателям точности измерений);
- актуализация существующих и разработка новых методик измерений таксационных показателей для каждой возрастной группы насаждений;
- формирование рекомендуемого перечня средств измерений таксационных показателей, содержащего требования к метрологическим характеристикам и формам подтверждения метрологической пригодности (калибровка/ поверка);
- создание метрологической службы на базе подведомственной организации Федерального агентства лесного хозяйства.

Применение систематизированного подхода к планированию и выполнению измерений таксационных показателей позволит повысить достоверность принятия решений по управлению лесным хозяйством.

Список использованных источников

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ.
2. ГОСТ Р 8.820-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Основные положения».
3. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 №102-ФЗ
4. Приказ Минприроды России от 05.08.2022 № 510 «Об утверждении Лесоустроительной инструкции».
5. Приказ Рослесхоза (Федерального агентства лесного хозяйства) от 06.05.2022 № 556 «Об утверждении Регламента организации и проведения мероприятий по государственной инвентаризации лесов центральным аппаратом Рослесхоза, территориальными органами Рослесхоза и подведомственными Рослесхозу организациями».
6. Приказ Минприроды России (Министерства природных ресурсов и экологии РФ) от 17.10.2022 № 688 «Об утверждении Порядка отвода и таксации лесосек и о внесении изменений в Правила заготовки древесины и особенности заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации, утвержденные приказом Минприроды России от 1 декабря 2020 г. № 993».

УДК 630.2

О ЛЕСАХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ (ЕВРОПЕЙСКАЯ ЧАСТЬ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ)

Сурина Е.А., Демидова Н.А.

ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Архангельск, Российская Федерация

В целях повышения эффективности рационального природопользования лесов Арктической зоны европейской части Российской Федерации существует потребность разработки и внедрения современных технологий, позволяющих повысить интенсивность и доходность от использования лесов. Особое внимание необходимо уделять повышению роли старовозрастных лесов. Существует целесообразность создания специальных стационарных полигонов для долгосрочного мониторинга изменений природы на лесных землях Крайнего Севера.

Ключевые слова: Арктика, лес, состав, состояние, запас, хвойные, лиственные, европейская часть РФ.

ABOUT FORESTS OF THE ARCTIC ZONE (EUROPEAN PART OF THE RUSSIAN FEDERATION)

Surina E.A., Demidova N.A.

*FBU «Northern Research Institute of Forestry»,
Arkhangelsk, Russian Federation*

In order to improve the efficiency of rational nature management of forests in the Arctic zone of the European part of the Russian Federation, there is a need to develop and implement modern technologies to increase the intensity and profitability of forest use. Special attention should be paid to increasing the role of old-growth forests. It is advisable to create special stationary polygons for long-term monitoring of nature changes in the forest lands of the Far North.

***Keywords:** Arctic, forest, condition, stock, coniferous, broadleaved, European part.*

Цель работы

Изучить леса Арктической зоны (европейская часть РФ).

Объектом исследования выступает российская Арктика (европейская часть РФ) в границах, определенных указами Президента РФ № 296 от 02.05.2014 г. и от 27.06.2017 г. № 287 [1], Федеральным законом № 193 от 13.07.2020 [2].

Решаемые задачи: оценить лесной фонд и состояние лесов Арктической зоны (европейская часть РФ). В ходе работы по теме использовались открытые статистические и ведомственные данные: Доклады о состоянии и об охране окружающей среды; Лесные планы; Лесохозяйственные регламенты; Краткие обзоры санитарного и лесопатологического состояния лесов; Федеральные целевые программы, Государственные программы; Доклады и отчеты о деятельности ведомств на федеральном и региональном уровне власти [3-8].

Изучаемые леса произрастают в районе притундровых лесов и редкостойной тайги Европейско-Уральской части Российской Федерации (Мурманская область, Архангельская область, Республика Коми, Ненецкий автономный округ), в

северо-таежном районе европейской части Российской Федерации (Архангельская область, Мурманская область), в Карельском северо-таежном районе (Республика Карелия).

Все четыре региона различаются по климату и орографии. Во всех рассматриваемых регионах часты сильные ветры, возможны заморозки в течение всего вегетационного сезона. Зима холодная и продолжительная, в отдельные дни температура понижается до -40°C .

Результатом экономического развития территорий Арктической зоны европейской части Российской Федерации, в частности геологоразведочной деятельности, строительства, добычи полезных ископаемых, является не только размещение отходов и загрязнение территорий, но и нарушение почв, что наносит вред природным экосистемам. Совокупная площадь нарушенных земель рассматриваемой нами территории Арктической зоны европейской части Российской Федерации на 01.01.2024 г. составила 86440 га [9]: Республика Коми – 38059 га, Ненецкий АО – 19018 га, Мурманская область – 22290 га, Архангельская область – 6630 га, Республика Карелия – 443 га. Наибольшая доля нарушенных земель возникла в результате деятельности по добыче полезных ископаемых и при строительных работах, а наименьшая – при проведении лесозаготовительных и мелиоративных работ. В 2021 году площадь нарушенных земель составила 98812 га, в 2023 году – 100701 га. За 2024 год рекультивировано 879 га, за 2023 год – 1597 га, а в 2021 году – 1239 га.

Особо уязвимы к негативному воздействию почвы Крайнего Севера, которые нуждаются в установлении однозначного запрета на использование в бесснежный период тяжелых транспортных средств на гусеничном ходу, нарушающих почвенно-растительный покров тундры и лесотундры, за пределами дорог, имеющих твердое дорожное покрытие. В результате широкого использования гусеничных и других транспортных средств ежегодно нарушается почвенно-растительный покров тундры и лесотундры на значительной площади. Вследствие этого сокращается кормовая база на оленеводческих пастбищах, в связи с чем в Ненецком автономном округе законодательным актом введен запрет на использование тяжелой техники в бесснежный период [10].

Исходя из проведенного анализа ряд исследователей склоняются к отказу от крупномасштабного лесопромышленного производства в Арктической зоне и к развитию лесного хозяйства в защитном направлении, а иные, наоборот, считают, что достаточно определить пути совершенствования лесопользования и лесосоупользования, оценить влияние лесозаготовки, обосновать направления развития лесопромышленного комплекса. Следует учитывать, что леса располагаются на слабо освоенных территориях, которые имеют высокий возраст поспевания и низкую продуктивность, а развитие производств приводит к неблагоприятным воздействиям на окружающую среду.

Общая площадь лесов Арктической зоны европейской части Российской Федерации – 45674,3 тыс. га, в том числе на землях лесного фонда – 43305,1 тыс. га. Площадь, покрытая лесной растительностью, составляет

25873,7 тыс. га. По целевому назначению леса лесного фонда отнесены к защитным (25903,7 тыс. га) и эксплуатационным (17401,4 тыс. га). Общий запас древесины в лесах района, расположенных на землях лесного фонда, составляет 1,99 млрд м³, а общий средний прирост – 20,34 млн м³. Кроме земель лесного фонда имеются леса, расположенные на землях обороны и безопасности, леса, расположенные на землях населенных пунктов, леса, расположенные на землях иных категорий, а также леса, расположенные на особо охраняемых территориях (2369,2 тыс. га).

Сокращается долевое участие хвойных (сокращение участия ельников) при увеличении доли мягколиственных насаждений, в первую очередь березняков. Преобладают спелые и перестойные хвойные древостои с высоким участием перестойных лесов. На территории большинства лесничеств, отличающихся более высокой интенсивностью рубок, трансформация породного состава лесов заметно усиливается: доля хвойных формаций в покрытой лесом площади может снижаться до 50% при практически равном участии еловых и сосновых лесов или преобладании площадей сосняков над ельниками. Активные лесозаготовки в последнее время, прежде всего на дренированных почвах, обусловили сокращение площади спелых и перестойных лесов хвойных пород до 54% от их лесопокрытой площади. Они сменились преимущественно молодняками и средневозрастными насаждениями березы, площади которых в большинстве лесничеств сегодня превышают площади, занятые хвойными породами.

Эксплуатационные леса занимают 61% от площади лесов, а 39% – защитные леса.

Хвойные насаждения занимают 81% от общей площади лесов, а мягколиственные древесные породы – 19%. Среди хвойных преобладают еловые насаждения – 47% от общей площади, занятой лесными насаждениями; сосняки занимают 34%. Несколько меньше площадь березняков – 18% и особенно осинников – 1%. Леса иных древесных пород (пихты, лиственницы, кедра, ольхи, ивы) – менее 0,5% площади, занятой лесными насаждениями. Незначительная площадь (около 0,1%) занята кустарниковыми зарослями ив и березы.

Доля площади хвойных пород в защитных лесах возрастает до 62%, снижаясь в эксплуатационных лесах до 38%. Ель преобладает во всех категориях защитных лесов, кроме лесов (здесь она уступает по площади сосне), выполняющих функции защиты природных и иных объектов, защитных полос лесов вдоль дорог различного назначения, лесов, расположенных в зонах округов санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов, запретных полос лесов вдоль водных объектов. Основная площадь еловых насаждений сосредоточена в местах со значительной удалённостью от населённых пунктов и дорог.

Спелые продуктивные сосновые насаждения в доступной зоне эксплуатационных лесов практически исчерпаны, а сфагновые и лишайниковые сосняки, где ни береза, ни ель не конкурируют с сосной, в рубку поступают редко.

Осинники, занимающие скромную долю в лесном фонде, имеют вторичное происхождение, возникнув отчасти на местах гарей, но чаще на лесосеках после условно-сплошных рубок и сплошных вырубках из-под кисличных и черничных

типов леса.

Средняя формула породного состава лесов с учетом удельного веса запаса каждой древесной лесообразующей породы выглядит следующим образом: 5Е2СЗБ+Ос, Лц, Олс, Ив, Олч, К, П. В целом возрастная структура лесов характеризуется преобладанием запасов спелых и перестойных насаждений (56% от общего запаса), причем доля перестойных в общем запасе достигает 33%. Доля приспевающих насаждений не превышает 6%, молодняков и средневозрастных – 15 и 23%. За анализируемый период (последние 10 лет) произошло значительное изменение распределения площадей насаждений как по группам пород, так и по группам возраста. Интенсивность сокращения площади хвойных лесов составила 20 тыс. га в год или 0,2% в год. В рубку поступали в основном наиболее продуктивные древостои (зеленомошная группа типов леса с богатыми дренированными почвами и выраженным рельефом: сосняки и ельники черничные, брусничные, кисличные).

Средний возраст насаждений в лесном фонде составил 108 лет. В настоящее время средняя производительность лесов – V класс бонитета. Средняя относительная полнота насаждений лесного фонда практически не изменилась (0,5). Средний запас насаждений на землях лесного фонда достиг 79 м³/га (Архангельская область – 112 м³/га, Мурманская область – 44 м³/га, Республика Коми – 65 м³/га, Республика Карелия – 80 м³/га, НАО – 96 м³/га). Средний ежегодный прирост лесов составил 0,77 м³/га (Архангельская область – 0,93 м³/га, Мурманская область – 0,61 м³/га, Республика Коми – 0,5 м³/га, Республика Карелия – 1,1 м³/га).

По району притундровых лесов и редкостойной тайги Европейско-Уральской части Российской Федерации (41% общей площади лесов): средний запас насаждений на землях лесного фонда достиг 72 м³/га. Средний ежегодный прирост лесов составил 0,58 м³/га.

По состоянию на 01.01.2024 г. (в целом, нарастающим итогом за десять лет) в лесном фонде насаждения с нарушенной и утраченной устойчивостью были зафиксированы на 10% от площади земель, занятых лесными насаждениями. Причиной данных изменений на более чем 93% площади являются погодные условия и почвенно-климатические факторы, на 6% – лесные пожары.

Выводы

Лесной фонд характеризуется определенными таксационными показателями и его составляющими. Изменение таксационных признаков лесного фонда, в том числе по всем регионам, связано с возрастающим воздействием антропогенных, пирогенных, биотических и техногенных факторов. Рост, развитие древесных пород и формирование насаждений обусловлено непрерывным изменением их количественных и качественных показателей, которые отражаются закономерностями, связанными с хозяйственной деятельностью на территории лесного района. Динамика показывает существенное уменьшение площади хвойных по всем рассмотренным субъектам при увеличении площади лиственных насаждений.

Учитывая разнообразие функций лесных экосистем, необходима дифференциация ведения лесного хозяйства по основным направлениям: особо защитное, защитное лесохозяйственное, климатозащитное и эксплуатационное. Вся система лесохозяйственных мероприятий должна быть построена на оптимизации воспроизводства лесов, повышении их продуктивности. Для собственных нужд местного населения существует необходимость заготовки древесины в рассматриваемых нами лесах.

Приоритетные направления:

Использование лесов. Требуется система ведения лесного хозяйства, которая должна строиться путем подбора необходимых лесохозяйственных мероприятий и их комбинаций с учетом основополагающих принципов ведения лесного хозяйства на основе принципов целевого лесовыращивания и удовлетворения потребностей в лесных ресурсах.

Защита лесов. Лесозащитным мероприятиям требуется уделять больше внимания, особенно для северных районов России, где характерно использование потенциала естественного лесовосстановления.

В целях сохранения и преумножения национального лесного богатства необходимо выработать единую, универсальную, функциональную систему управления лесным сектором и закрепить ее на законодательном уровне как основу. Современное лесное законодательство должно, с одной стороны, обеспечивать сохранение и воспроизводство российских лесов как главного природного богатства страны, уникального экологического ресурса планетарного масштаба, а с другой стороны – создавать условия для устойчивого развития отечественного лесопромышленного комплекса, привлечения инвестиций в лесное хозяйство, повышения бюджетных доходов от использования лесных ресурсов. Восстановление лесов может быть эффективным инструментом повышения устойчивости лесов к восстановлению и снижению негативного воздействия лесных пожаров. Доступность лесовозных дорог облегчает обустройство минерализованных полос и тем самым препятствует распространению огня.

Работа проведена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований. Регистрационный номер темы: 123032700030-9.

Список использованных источников

1. Указ Президента РФ от 27.06.2017 № 287 «О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 2 мая 2014 г. № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» – URL : <http://www.consultant.ru> (дата обращения 18.06.2024).
2. Федеральный закон от 13 июля 2020 года № 193-ФЗ «О государственной поддержке предпринимательской деятельности в Арктической зоне Российской Федерации» – URL : <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 20.05.2024).
3. Лесной план Архангельской области на 2019-2028 годы. – Архангельск : Министерство природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области,

2018. – 229 с.

4. Лесной план Мурманской области. – Мурманск, 2019. – Т. 1. – 75 с.
5. Лесной план Мурманской области. – Мурманск, 2019. – Т. 2. – 106 с.
6. Лесной план Республики Коми с 01.01.2020 г. по 31.12.2029 г. – Вологда : Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, 2019. – 316 с.
7. Лесной план Республики Карелия – URL : <http://consultant.ru> (дата обращения 29.05.2024).
8. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). – URL : <https://www.rosstat.gov.ru>. (дата обращения 18.06.2024).
9. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. – URL : www.rpn.gov.ru (дата обращения 27.06.2024).
10. Приказ Департамента природных ресурсов, экологии и агропромышленного комплекса Ненецкого автономного округа от 25.04.2022 № 17-пр «О запрете движения механических транспортных средств по зимним дорогам в тундровой и лесотундровой зонах на территории Ненецкого автономного округа». – URL : <http://www.rsk-factory.ru/les.html> (дата обращения 01.06.2024).

630.182.21; 630.245

МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ

Теринов Н.Н.

*Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук,
Екатеринбург, Российская Федерация*

Предлагается метод восстановления темнохвойных лесов на месте произрастания производных мягколиственных насаждений системой рубок трансформации. Это позволит с высокой долей вероятности формировать темнохвойные насаждения минимум на 10-15 лет быстрее, чем при существующей системе хозяйства. Приведены примеры успешного практического применения этого метода.

Ключевые слова: смена пород, формирование темнохвойных лесов.

THE RESTORATION DARK CONIFER FOREST METHOD

Terinov N.N.

*Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Yekaterinbur, Russian Federation*

A method for restoring dark coniferous forests in the place of growth of derivative soft-leaved forest stands by the transformation cutting system is proposed. This will allow with a high degree of probability to form dark conifer forests at least 10-15 years faster than with the existing system of management. Examples of successful practical application of this method are given.

Keywords: change of species, formation of dark conifer forests.

Леса таежной зоны Российской Федерации до сих пор имеют устойчивую тенденцию к замене хвойных лесов на производные мягколиственные насаждения и «реальных мер по решению этой проблемы не предлагается» [1]. По мнению ряда исследователей, основной причиной этого являются сплошные рубки и лесные пожары [2, 3]. Процесс смены пород хорошо прослеживается в динамике лесного фонда Свердловской области. Если к началу XX столетия производных мягколиственных лесов севернее широты г. Нижнего Тагила не было [4], то к концу 20-х годов XX столетия их доля составила уже 24% [5]. К 1994 г. 26% покрытой лесом площади Свердловской области занимали еловые насаждения, а на 37% ельников произрастали производные мягколиственные леса [6]. В 2000 г. последние занимали 41,9% покрытой лесом площади, в 2014 – 42,2%, 2020 – 42,9%, в 2021 – 43,0%. К настоящему времени доля площадей производных березовых и осиновых насаждений увеличилась до 43,2% [7]. Все это происходит на фоне неуклонного сокращения покрытой лесом площади области. На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что существующие методы ведения лесного хозяйства малоэффективны или недостаточны для воспроизводства ценных хвойных лесов.

Цель работы

Предложить систему ухода за лесом в производных березняках и осинниках, позволяющую с высокой долей вероятности сформировать темнохвойное насаждение. Исследования по этому вопросу проводились в течение длительного времени. Анализировались нормативная и научная литература, результаты своих исследований по изучению динамики роста подроста и нижнего яруса темнохвойных пород под пологом мягколиственных деревьев и опытно-производственных работ, касающихся проблемы восстановления коренных темнохвойных лесов.

Наиболее эффективным методом формирования продуктивных насаждений, а это основная цель лесохозяйственного производства, является периодическое проведение рубок ухода. Достижение другой цели – восстановление хвойного насаждения и сокращение оборота рубки – зависит от достаточного количества сохраненного подроста предварительной генерации в процессе рубки спелых древостоев. Для эффективного выполнения этой задачи в зависимости от лесорастительных условий, вертикальной и возрастной структуры древостоя, его санитарного состояния пространственного размещения подроста по площади лесного участка применяются соответствующие способы сплошных и выборочных рубок. По отношению к хвойным древостоям это многократно опробовано и закреплено в действующих правилах и наставлениях. По отношению к производным от ельников и сосняков березнякам и осинникам все несколько сложнее. Все зависит от поставленной задачи.

Если основной установкой является выращивание лиственной древесины, тогда все вышесказанное укладывается в действующую модель ведения лесного хозяйства. Если приоритетная задача состоит в целенаправленном восстановлении хвойного насаждения на месте производного лиственного, тогда система

рубков ухода не совсем подходит. Сложившаяся неудовлетворительная ситуация, высокое экологическое, социальное и экономическое значение хвойных лесов требует другого, более кардинального метода в решении задачи по их воспроизводству. И такой метод был разработан, реализован в виде системы рубок трансформации в производных от ельников мягколиственных насаждениях и подтвержден документом интеллектуальной собственности [8].

Рубку или цикл рубок, главной целью которых является формирование темнохвойного насаждения из последующих генераций и поколений темнохвойных пород в онтогенезе производного (оптимально – первично – производного) мягколиственного древостоя, проводимого в период до возраста рубки спелого древостоя, предлагается именовать рубкой трансформации. То есть формирование темнохвойного насаждения начинается на ранних этапах развития мягколиственного древостоя и завершается до его возраста рубки. Согласно определению, цель рубки трансформации отличается от цели рубок ухода. Соответственно, будет различаться и отбор деревьев в рубку. При рубке трансформации в первую очередь вырубается наиболее крупные экземпляры мягколиственных пород с хорошо развитой кроной. При этом относительная полнота снижается до 0,5 и поддерживается на этом уровне после очередных рубок. При таком подходе создаются благоприятные экологические условия для молодых поколений темнохвойных пород, сохраняется защита верхнего яруса от неблагоприятных погодных условий, сдерживается активное развитие травяной растительности, повышается сохранность молодых поколений темнохвойных пород в процессе и после полной вырубке деревьев верхнего яруса. Количество рубок может быть от одной до трех. Начало ухода зависит от времени заселения деревьев темнохвойных пород на вырубке или под пологом лиственных древостоев. Срок проведения первой рубки трансформации представлен в таблице. При одновременном появлении подростка темнохвойных и мягколиственных древесных пород первый уход проводится при достижении им возраста 30 лет. Если подрост появился под пологом 10-20-летнего лиственного молодняка, то первая рубка трансформации должна осуществляться при его возрасте в 20 лет. При более позднем заселении ели и пихты – в возрасте 15 лет. В последнем случае можно планировать только одну рубку трансформации, которая осуществляется способом двухприемной равномерно-постепенной или чересполосной постепенной рубки. При равномерно-постепенной рубке и участии в составе верхнего яруса древостоев хвойных пород они наряду с единичными наиболее развитыми лиственными деревьями подлежат вырубке в первую очередь. Исследованиями установлен оптимальный период между рубками, который составляет 8 лет. На рис. 1 и 2 представлено состояние участка в ельнике липняковом в кв. 124, выд. 3 в Бардымском участковом лесничестве Нижнесергинского лесхоза Свердловской области после рубки трансформации. На начало рубки возраст подростка составлял около 15 лет.



Таксационная характеристика древостоя	
Состав	4Б4Ос2Е+П
Высота, м	21
Диаметр, см	23
Полнота	0,5
Класс бонитета	
Запас, м ³ /га	II
Подрост:	100
состав	8П2Е1+Ос
количество,	
экз./га	11,0
высота, м	2,8
возраст, лет	25

Рис. 1. Состояние насаждения через 8 лет после последней рубки трансформации, выполненной способом равномерно-постепенной рубки с вырубкой в первый прием преимущественно хвойных деревьев



Таксационная характеристика молодняка	
Состав	8П2Е+Б,Ос
Класс бонитета	III-IV
Возраст, лет	35-40
Высота, м	8,5
Диаметр, см	9
Количество,	
тыс.экз./га	3,7

Рис. 2. Современное состояние насаждения через 5 лет после завершения последней рубки трансформации

Расчет срока проведения первой рубки трансформации

Возраст мягколиственных деревьев в момент появления подроста ели и пихты, лет	Возраст древесных пород при проведении первой рубки трансформации, лет	
	ель, пихта	береза, осина
Одновременное появление	30	30
5	25	30
10-20	20	30-40
25-35	15	40-50

На рис. 3 представлена схема, по которой можно сравнить период формирования темнохвойных насаждений разными методами. По сравнению с действующей схемой применение цикла рубок трансформации сокращает формирование темнохвойного насаждения минимум на 10-15 лет. При этом имеется высокая вероятность, что при существующей системе ухода (действующая схема) после рубки спелого мягколиственного древостоя сформируется снова мягколиственное (вторично-производное) насаждение.

Выводы

В таежной зоне нашей страны идет массовое замещение коренных хвойных насаждений на производные мягколиственные насаждения.

Одним из способов сдерживания этого процесса в производных от ельника мягколиственных насаждениях предлагается система рубок трансформации.

При практическом ее использовании необходимо проводить таксацию древостоя по всем элементам леса, включая подрост, начиная с 30-летнего возраста верхнего лиственного яруса.

Количество рубок может быть от одной до трех. Начало ухода зависит от времени заселения деревьев темнохвойных пород на вырубке или под пологом лиственных древостоев.

Оптимальный период между рубками составляет 8 лет.

Последняя рубка трансформации осуществляется способом двухприемной равномерно-постепенной или чересполосной постепенной рубки.

Предлагаемый метод позволит с высокой долей вероятности формировать темнохвойные насаждения и минимум на 10-15 лет быстрее, чем при существующей системе хозяйства.

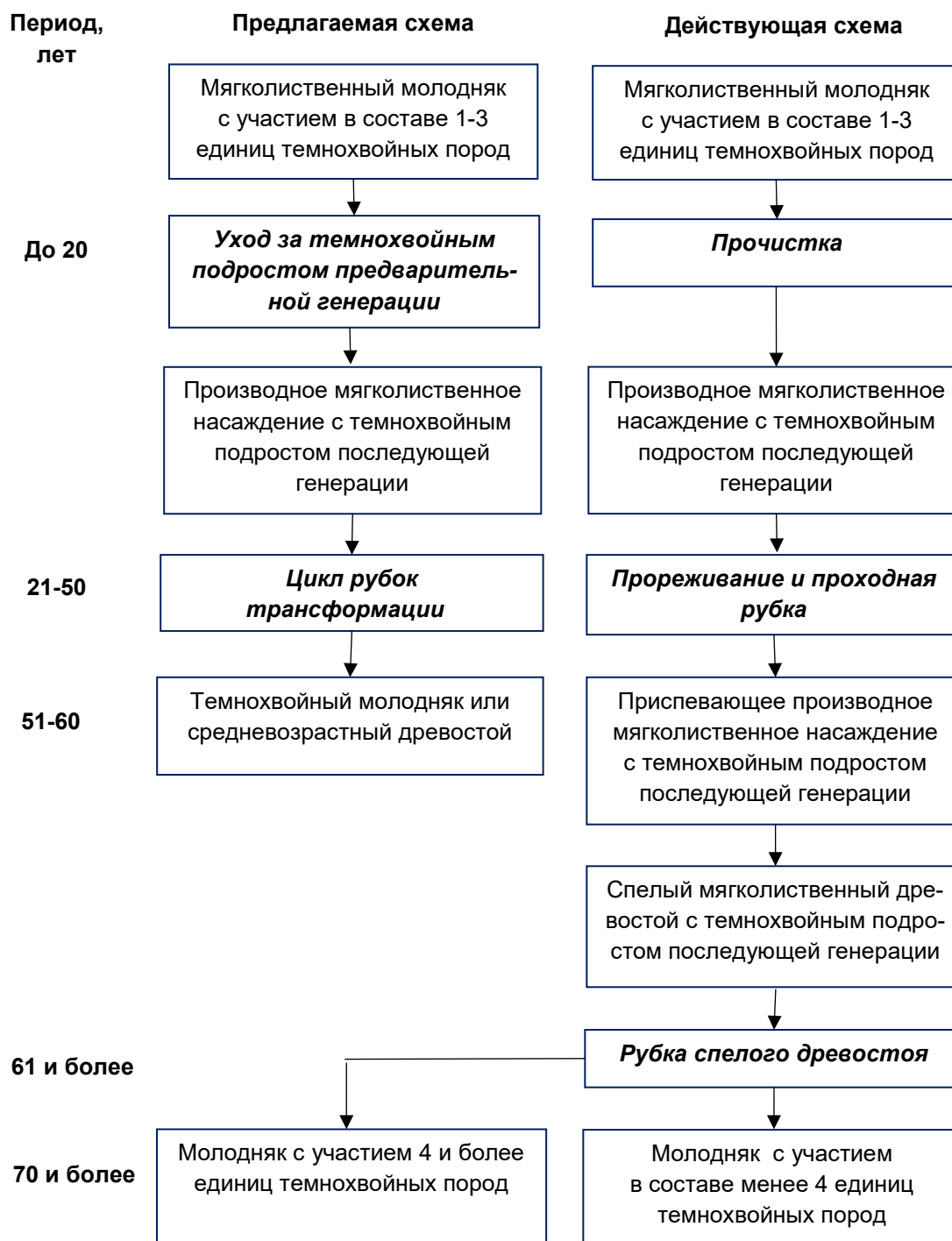


Рис. 3. Схема формирования темнохвойных насаждений рубками трансформации и рубками ухода (действующая)

Список использованных источников

1. Шварц, Е.А. О новой стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года / Е.А. Шварц, Ю.А. Ярошенко, Д.Г. Замолотчиков, Н.М. Шматов // Устойчивое лесопользование. – 2021. – 1(65). – С. 2–6. – DOI 10.12345/2308-541X_2021_65_1_2

-
2. Ананьев, В.А. Структура и динамика лесного фонда Республики Карелия / В.А. Ананьев, С.А. Мошников // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2016. – № 4(352). – С. 19–29. – DOI 10.17238/issn0536-1036.2016.4.19
 3. Старицына, И. А. Структура лесного фонда Свердловской области / И.А. Старицына, Н.А. Старицына // Научные инновации – аграрному производству. – 2018. – С. 1078–1083.
 4. Боков, В.Е. Артинская казенная горнозаводская дача / В.Е. Боков // Лесной журнал. – 1901. – № 4. – С. 21–32.
 5. Переход, В.И. Краткая характеристика лесоэкономических условий Уральской области / В.И. Переход // Записки лесопромышленного факультета УПИ. Свердловск : УПИ, 1929. – Вып. 1. – С. 15–27.
 6. Луганский, Н.А. Основные тенденции в динамике лесного фонда Свердловской области и пути оптимизации лесопользования / Н.А. Луганский, Н.И. Теринов, С.В. Залесов, Г.М. Куликов // Леса Урала и хозяйство в них. – Екатеринбург : УГЛТУ, 1994. – Вып. 17. – С. 4–22.
 7. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 2007 году / Правительство Свердл. обл. – Екатеринбург, 2022. – 366 с.
 8. Пат. 2521706, МПК⁵¹ А 01 G 23/00. Способ трансформации производных мягколиственных насаждений в темнохвойные / Теринов, Н.Н.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук - № 2012123574/13; заявл. 06.06.12; опубл. 20.12.13, Бюл. № 19. – 13 с.: ил.

ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ, ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ, ВЫРАЩИВАНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

УДК 630.2

ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАКЛАДКИ ЛЕСОСЫРЬЕВЫХ ПЛАНТАЦИЙ ТРИПЛОИДНОЙ ОСИНЫ НА НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДЬЯХ

*Багаев Е.С.¹, Ермолаева Н.В.¹, Корнев И.А.¹, Ершов А.А.^{1,2},
Замураев Д.Р.^{1,2}*

¹*Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция», Кострома, Российская Федерация,*

²*ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет»,
Кострома, Российская Федерация*

Одним из путей рационального использования и рекультивации неиспользуемых земель сельскохозяйственных угодий России является создание плантаций высокопродуктивных древесных пород, в частности – триплоидной осины. В Костромской области для этой цели целесообразно использовать уникальные по продуктивности триплоидные формы осины, произрастающие в государственном природном заказнике – генетическом резервате «Исполинские осины» в Шарьинском районе. Триплоидные клоны осины отличаются быстрым ростом, высоким качеством древесины и устойчивостью к стволовой гнили. Плантационное выращивание высокопродуктивной осины позволит в короткие сроки организовать промышленное производство целевой древесины в непосредственной близости от предприятий по ее переработке и в то же время сохранить биоразнообразие и средообразующую роль естественных лесов.

Ключевые слова: *лесосырьевые плантации, триплоидная осина, земли сельскохозяйственных угодий, микроклональное размножение.*

PROSPECTS FOR THE LAYING OF TRIPLOID ASPEN TIMBER PLANTATIONS ON UNUSED AGRICULTURAL LANDS

Bagayev E.S.¹, Ermolaeva N.V.¹, Korenev I.A.¹, Ershov A.A.^{1,2}, Zamaraev D.R.^{1,2}

¹*Branch of FBU VNIILM «Central European Forest Experiment Station»,
Kostroma, Russian Federation,*

²*Kostroma State University, Kostroma, Russian Federation*

One of the ways of rational use and reclamation of unused agricultural lands in Russia is the creation of plantations of highly productive tree species, in particular, triploid aspen. In the Kostroma region, for this purpose, it is advisable to use the unique triploid forms of aspen growing in the state nature reserve – the genetic reserve «Gigantic Aspens» in the Sharyinsky district. Triploid clones of aspen are characterized by rapid growth, high wood quality and resistance to stem rot. Plantation cultivation of highly productive aspen will make it possible to organize industrial production of target wood in the immediate vicinity of its processing enterprises in a short time, and at the same time preserve biodiversity and the environmental role of natural forests.

Keywords: *timber plantations, triploid aspen, agricultural lands, microclonal reproduction.*

Одной из главных задач агропромышленного комплекса России является более полное вовлечение в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения. Общая их площадь в Центральной России составляет около 40 млн га. [10]. В 1980–2022 годы она уменьшилась на 278,6 млн га, площадь сельскохозяйственных угодий – на 21,3 млн га, пашни – на 17,7 млн га [11]. В Костромской области, относящейся к Нечерноземной зоне России, в 1990–2022 годы общая площадь сельскохозяйственных угодий уменьшилась на 7,2%, площадь пашни – на 9%. Посевные площади сократились на 73%: в 1990 году они составляли 662 тыс. га, в 2022 году – 180 тыс. га. Сокращение посевных площадей произошло в связи с зарастанием и выбытием их из сельскохозяйственного использования [7]. Выведенные из эксплуатации сельскохозяйственные угодья зарастают в основном малоценной древесно-кустарниковой растительностью [6]. В 2023 году таких земель по Российской Федерации было выявлено 2,4 млн га [5]. Отсутствие сельскохозяйственной деятельности на этих землях затрудняет возможное возвращение их в оборот в связи с большими затратами.

Одним из направлений рационального использования неиспользуемых сельскохозяйственных угодий является вовлечение их в лесохозяйственное производство, направленное на выращивание высокопродуктивных лесных насаждений [9, 13]. В данном направлении особое место занимает плантационное выращивание быстрорастущих древесных пород, в том числе осины.

Переход к плантационному выращиванию древесины с коротким циклом ротации и использованием достижений биотехнологии – тенденция развития мирового лесного хозяйства [3]. Важные преимущества плантационного лесовыращивания – ускоренное получение целевой древесины и возможность закладки плантаций в непосредственной близости от лесоперерабатывающих предприятий, благодаря чему снижаются транспортные издержки по доставке древесного сырья и повышается эффективность производства.

В Центральной России одной из перспективных пород – продуцентов сырья и биотоплива – является триплоидная форма осины (*Populus tremula Gigas*), имеющая тройной набор хромосом в соматических клетках [1]. Она отличается быстрым ростом, высоким качеством древесины и устойчивостью к стволовой гнили. По этой причине триплоидную осину часто называют «исполинской». Плантационное выращивание триплоидной осины позволяет в 1,5-3 раза ускорить получение целевой древесины по сравнению с традиционным способом. В 30-летнем возрасте запас быстрорастущей осины на плантациях может достигать 350 м³/га и более [2].

В нашей стране триплоидные формы осины были впервые отобраны в 1938 г. в Шарьинском районе Костромской области академиком ВАСХНИЛ А.С. Яблоковым [14]. В местах их произрастания создан генетический резерват исполинской осины на площади 119 га и государственный природный заказник «Исполинские осины». Отобранные триплоидные клоны №№ 27, 30, 35 отличаются высокой количественной и качественной продуктивностью. В резервате преобладают мужские серокорые крупнолистные формы осины с сильно развитыми кронами. Триплоидная осина отличается хорошей очищаемостью стволов от сучьев, плотной древесиной и способностью давать по 2 прироста за вегетативный период [2].

Триплоидный клон № 27 уже к 25 годам имел запас 340 м³/га, что в 2 раза превышало запас обычной осины. Триплоидные клоны и в перестойном возрасте (73 года) имеют высокую продуктивность: Ia класс бонитета, запас древесины – до 600 м³/га и выше. Исполинские клоны № 27 и № 30 имеют показатели выше обычных диплоидных: по сумме площадей сечений – на 36 и 23% соответственно; по запасу древесины – на 46 и 28%. Исполинский клон № 35 в возрасте 36 лет имел показатели выше обычного: по сумме площадей сечений – на 12%, по запасу древесины – на 15%. Триплоидная осина устойчива к стволовой гнили. До 50 лет зараженность стволовой гнилью не превышала 10% по количеству деревьев, тогда как обычная осина в этом возрасте поражена практически на 100%. Даже в возрасте 73 года около 50% деревьев триплоидной осины не имели гнили.

Проведенные исследования подтверждают высокие лесоводственные качества быстрорастущих форм осины, произрастающих в генрезервате исполинской осины – как триплоидных (клоны №№ 27, 30, 35), так и диплоидных (клоны №№ 33, 34, 36) на протяжении всего периода наблюдений – свыше 60 лет. Триплоидные клоны осины №№ 27, 30, 35 в генрезервате являются эталонами высокопродуктивных осинников, сохраняющими преимущество в росте перед типичными диплоидными формами и во втором вегетативном поколении.

Триплоидные клоны осины являются наиболее перспективными продуцентами сырья для плантационного выращивания целевой древесины в зоне деятельности современных предприятий лесопромышленного комплекса. В г. Шарье Костромской области имеется современное предприятие «ООО СВИСС-КРОНО» – крупнейший производитель древесных плит России (ДВП, ДСП, MDF). Создание лесосырьевых плантаций быстрорастущей осины в зоне деятельности завода позволит создать постоянную лесосырьевую базу и повысить эффективность плитного производства.

В России плантации триплоидной осины заложены в Ленинградской, Московской, Воронежской областях, республиках Татарстан и Марий Эл. Положительный опыт закладки лесосырьевых плантаций триплоидной осины получен и в Костромской области.

В 2017 г. под научно-методическим руководством Центрально-европейской ЛОС в лесосырьевой базе завода ООО «СВИСС – КРОНО» была заложена первая экспериментальная плантация триплоидной осины (клон № 35). Посадочный материал выращен методом микроклонального размножения в лаборатории Костромского государственного университета.

В 2019 г. Центрально-европейской ЛОС была заложена опытная лесосырьевая плантация триплоидной осины (клоны №№ 35, 27) в кв. 59, выд. 14 Пригородного участкового лесничества Костромского лесничества. Плантация заложена двухлетними саженцами-регенерантами, выращенными методом *in vitro* в лаборатории клонального микроразмножения филиала. Доращивание микроклонов осуществлялось в питомнике на стационаре «Солонка». Тип леса – Е кис, ТЛУ – С3. Категория лесокультурной площади – прогалина. По лесорастительным условиям участок благоприятный для плантационного выращивания осины. Схема посадки – 5,0×5,0 м, густота посадки – 0,4 тыс. шт./га. Подготовка почвы проведена осенью 2018 г. тяжелой бороной БДТ-2,2 в 2 следа.

По данным учета в мае 2023 г., лесосырьевая плантация в возрасте 6 лет имела следующие таксационные показатели: класс бонитета – I, средняя высота – 3,5 м, средний диаметр на высоте 1,3 м – 2,2 см; средняя густота – 446 шт./га. Биометрические показатели саженцев триплоидной осины приведены в таблице.

Таблица

Биометрические показатели саженцев на опытной лесосырьевой плантации триплоидной осины в возрасте 6 лет

Статистические показатели	Высота общая, м	Диаметр			Приросты в высоту по годам, см			
		на высоте 1,3 м, мм	у шейки корня, мм	кроны, м	2022	2021	2020	2019
\bar{X}	3,5	21,5	32,4	1,4	91,2	46,3	42,9	38,1
m	0,22	1,54	1,93	0,10	8,26	6,05	3,84	4,29
P	0,46	3,19	3,98	0,21	17,04	12,52	7,95	8,87

Примечание: \bar{X} – среднее значение; m – стандартная ошибка; P – уровень надежности (95,0%).

В данном возрасте средняя высота саженцев составила 3,5 м, при этом верхняя высота у 40% саженцев достигла 4,0-6,5 м. Сохранность плантационных культур составила 89% – в пределах норматива. Погибло 11% растений от общего количества. Саженцы имеют хороший рост и развитие. Прирост растений в высоту постепенно ускоряется: в 2022 г. средний прирост превысил уровень 2019 г. в 2,4 раза. В данном возрасте насаждение соответствует I классу бонитета [12]. Темпы роста саженцев обеспечивают высокую конкурентоспособность с нежелательной растительностью, что позволяет выращивать их на богатых по почвенному плодородию участках. Состояние лесосырьевой плантации хорошее. Высота растений на плантации соответствует аналогичному показателю плантационных культур такого же возраста в Ленинградской области [4].

Ускоренное получение элитного посадочного материала триплоидной осины для закладки плантаций возможно с применением метода микроклонального размножения. С 2014 г. в Центрально-европейской ЛОС проводятся работы по совершенствованию технологии микроклонирования триплоидной осины с применением различных росторегулирующих веществ [1, 8].

При микроклональном размножении на этапе «укоренение микропобегов *in vitro*» наилучшие биометрические показатели (число и длина корней) триплоидных клонов №№ 27, 35 выявлены при культивировании на питательной среде MS 1/2 и с добавлением ИМК 1,0 мг/л. Укоренённые растения-регенеранты высаживаются для адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* в субстрат, состоящий из торфа с песком в соотношении 1:3.

С использованием усовершенствованной технологии микроклонального размножения быстрорастущих форм осины в лаборатории филиала создан вариант банка *in vitro* высокопродуктивных форм осины в количестве 100 шт. растений-регенерантов триплоидных клонов №№ 27, 35 в пробирочной культуре.

В результате проведенных исследований Центрально-европейской ЛОС разработаны рекомендации по плантационному выращиванию триплоидной

осины [1]. При плантационном выращивании получение целевой древесины сокращается в 1,5-2 раза по сравнению с традиционным способом. В 30-летнем возрасте запас древесины на целевых плантациях достигает 350 м³/га, что в 1,9 раза больше, чем в обычных насаждениях. При этом ожидается увеличение выхода деловой древесины в среднем в 2 раза (100 м³/га и более), а балансов – в 1,6 раза (более 10 м³/га) по сравнению с обычными насаждениями. Возраст рубки лесосырьевых плантаций осины – 30 лет.

Плантационное выращивание высокопродуктивной осины позволит в короткие сроки организовать промышленное производство ценной древесины в непосредственной близости от предприятий по ее переработке и в то же время сохранить биоразнообразие и средообразующую роль естественных лесов.

Использование плодородных земель, не востребуемых сельскохозяйственных угодий позволяет существенно сократить затраты на подготовку лесокультурной площади и обработку почвы. В то же время создание плантационных культур быстрорастущих форм осины на таких землях – один из путей их рекультивации [Багаев, 2014]. Она экономически целесообразна, поскольку вместо малоценного самосева древесно-кустарниковых пород могут быть выращены высокопродуктивные леса. Триплоидная осина может стать одной из самых широко культивируемых древесных пород в Центральной России на «дендрополях-плантациях» с коротким оборотом рубки.

Список использованных источников

1. Багаев, Е.С. Исполинская осина: биологические особенности и перспективы плантационного выращивания / Е.С. Багаев, С.С. Макаров, С.С. Багаев, С.А. Родин. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2021. – 72 с.
2. Багаев, Е.С. Ведение хозяйства в осиновых лесах Костромской области / Е.С. Багаев, Н.В. Рыжова, В.В. Шутов. – Кострома : КГТУ, 2014. – 138 с.
3. Жигунов, А.В. Приоритетные направления лесного селекционного семеноводства и плантационного лесовыращивания на Северо-Западе России / А.В. Жигунов // Лесохозяйственная информация. – 2008. – № 3-4. – С. 11–15.
4. Жигунов, А.В. Лесные плантации триплоидной осины, созданные посадочным материалом *in vitro* / А. В. Жигунов, Д. А. Шабунин, О. Ю. Бутенко // Вестник ПГТУ. – 2014. – № 4(24). – С. 21–30.
5. Земельный потенциал России: состояние, проблемы и меры по его рациональному использованию и охране / Аналитическая записка РАН. – Москва, 2023 г.
6. Корякин, В.А. Исследование характера возобновления леса на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования / В.А. Корякин // Сб. науч. ст., посв. 50-летию Костромской ЛОС ВНИИЛМ. – Кострома : ВНИИЛМ, 2006. – С. 104–108.
7. Костромская область в цифрах / Стат. сб. Костромастат. – Кострома, 2023. – 113 с.
8. Макаров, С.С. Изучение влияния росторегулирующих веществ различной природы при клональном микроразмножении осины [Электронный ресурс] / С.С. Макаров, А.А. Панкратова // Лесохозяйственная информация. – 2016. – № 3. – С. 138–143. URL : <http://lhi.vniilm.ru/>
9. Новоселова, Н.Н. Формирование древесной растительности на бывших сельскохозяйственных угодьях : монография / Н.Н. Новоселова // Российский электронный научный журнал Russian electronic scientific journal. – 2019. – № 2(32).

-
10. Паничев, Г.П. Плантационное выращивание лесных ресурсов / Г.П. Паничев // Вестник МГУЛ. – Лесной вестник. Сер.: Экономика. – 2014. – № 3. – С. 43–46.
 11. Российский статистический ежегодник, 2022 / Стат. сб. Росстат. Р76. – М., 2022. – 691 с.
 12. Михайлов, Л.Е. Руководство по организации и ведению хозяйства на осину в лесах Европейской части СССР / Л.Е. Михайлов, С.Н. Багаев, В.Г. Стороженко [и др.]. – М. : Гослесхоз СССР, 1983. – 38 с.
 13. Соколов, Н.Н. Рост и продуктивность сосновых древостоев по старым пашням / Н.Н. Соколов // Лесн. журн. – 1978. – № 4. – С. 22–25.
 14. Яблоков, А.С. Исполинская форма осины в лесах СССР / А.С. Яблоков // Тр. ВНИИЛХа. – М.: ВНИИЛХ, 1941. – Вып. 23. – 52 с.

УДК 630; 632.51; 632.954

ХИМИЧЕСКИЙ УХОД ЗА МОЛОДНЯКАМИ БЕРЕЗЫ И КУЛЬТУРАМИ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ВКЛЮЧАЯ БОРЩЕВИК СОСНОВСКОГО

Егоров А.Б., Павлюченкова Л.Н., Постников А.М., Бубнов А.А.

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства (ФБУ «СПбНИИЛХ»), Санкт-Петербург, Российская Федерация

Рассматривается проблема подавления широкого спектра нежелательной растительности, включая борщевик Сосновского, в лесных культурах хвойных пород и естественных молодняках березы. Поскольку механические меры борьбы малоэффективны и требуют больших трудозатрат, рекомендуется применение химического метода ухода. Установлено, что для подавления борщевика Сосновского в лесных культурах хвойных пород эффективна смесь гербицидов раундап (360 мг/л изопропиламинной соли глифосата, ВР), 4 л/га + анкор-85 (750 г/кг калиевой соли сульфометурон-метила, ВДГ), 100 г/га, а также гербициды анкор-85, 100 г/га и магнум (600 г/кг метсульфурон-метила, ВДГ), 100 и 200 г/га. Применение селективного гербицида магнум в нормах 100 и 200 г/га, позволяет при однократном сплошном опрыскивании обеспечить доминирование березы и стимулировать ее рост.

Ключевые слова: береза, ель, сосна, гербициды, магнум, анкор-85, раундап, нежелательная растительность, эффективность, селективность.

CHEMICAL CARE OF YOUNG BIRCH STANDS AND CONIFEROUS PLANTINGS TO SUPPRESS UNWANTED VEGETATION, INCLUDING SOSNOVSKIY HOG-WEED.

Egorov A.B., Pavlyuchenkova L.N., Postnikov A.M., Bubnov A.A.

Saint Petersburg Forestry Research Institute, Saint Petersburg, Russian Federation

The problem of suppressing a wide range of undesirable vegetation, including Sosnovsky's hogweed, in forest plantations of coniferous species and natural young birch stands is considered. Since mechanical control measures are ineffective and require a lot of labor, the use of a chemical control method is recommended. It has

been established that mixtures of Roundup herbicides (360 mg/l isopropylamine salt of glyphosate, VR), 4 l/ha + anchor-85 (750 g/kg potassium salt of sulfometuron-methyl, VDG) are effective for suppressing Sosnovsky's hogweed in coniferous forest crops. 100 g/ha, as well as herbicides anchor-85, 100 g/ha and Magnum (600 g/kg metsulfuron-methyl, VDG), 100 and 200 g/ha. The use of the selective herbicide Magnum at rates of 100 and 200 g/ha allows, with a single continuous spraying, to ensure the dominance of birch and stimulate its growth.

Keywords: *birch, spruce, pine, herbicides, magnum, anchor-85, roundup, unwanted vegetation, efficacy, selectivity.*

Своевременное подавление нежелательной растительности при выращивании ценных лесообразующих пород – залог успешного лесовосстановления. Одним из видов, требующих особого внимания при проведении уходов за лесными культурами и естественным возобновлением хвойных пород и березы семенного происхождения, в последние годы становится борщевик Сосновского. В прошлом этот вид возделывался как кормовая силосная культура, а в настоящее время он признан сорняком, который включен в «Отраслевой классификатор сорных растений» [1]. Борщевик Сосновского активно распространяется на землях лесного фонда на участках с достаточной освещенностью (лесные культуры, плантации, молодняки, редины, низкополотные насаждения, просеки, обочины дорог), вытесняя аборигенные виды растений. Наблюдаются случаи гибели лесных культур по причине их активного зарастания борщевиком. Кроме того, этот вредоносный вид, распространившийся на обширных территориях ряда регионов Российской Федерации, вызывает тяжёлые дерматиты при попадании его клеточного сока на кожу людей и животных.

В качестве мер борьбы с борщевиком предлагаются механические и химические, а также их сочетание. Большинство исследователей считает, что механические меры борьбы (скашивание и выкопка растений, перепашка площадей, применение затеняющих материалов и др.) не могут обеспечить полного и быстрого подавления борщевика. Механические методы могут быть эффективными лишь в случае применения их на начальных стадиях заселения борщевиком территорий, для уничтожения единичных экземпляров растений и при отсутствии большого почвенного запаса семян борщевика. При массовом его разрастании необходимо применение гербицидов способом опрыскивания, что позволяет обеспечить достаточно длительное его подавление, включая предотвращение прорастания семян.

Целью данной работы являлось изучение возможности применения гербицидов на землях лесного фонда, в том числе при уходе за культурами и естественными молодняками основных лесообразующих пород. Полевые опыты были выполнены в Ленинградской области в течение вегетационных сезонов 2019–2023 годов. Закладка опытов осуществлялась по общепринятой методике [2].

В опыте в культурах ели 10-летнего возраста в кисличном типе лесорастительных условий в день применения гербицидов (10 мая 2019 года) общее проективное покрытие почвы травянистой растительностью составляло 38%, в том числе борщевиком – 14%, другими видами трав – 24% (двудольные – 20%, однодольные – 4%).

В августе 2019 года (через 103 дня после обработки) в вариантах 1 и 2 наблюдалось эффективное действие гербицидов на все группы видов трав – до 92-100% (табл.1). Смесь препаратов раундап + анкор-85 обеспечила подавление борщевика и однодольных видов на 100%, двудольных видов – на 97%, всей нежелательной растительности – на 99%. Несколько ниже была эффективность гербицида анкор-85 – 92-97%. Эффективность действия магнума на борщевик и двудольные виды составила 95-100% и 92-97% соответственно, участие однодольных видов в общем проективном покрытии увеличилось до 25-38% по сравнению с 12% в контроле.

Таблица 1

Действие гербицидов на борщевик и другие виды нежелательной травянистой растительности в мелкоделяночном опыте в культурах ели (обработка 10 мая 2019 года)

Вариант опыта	Дата учёта	Эффективность подавления травянистых растений с учетом контроля, %			
		все виды	борщевик	двудольные	однодольные
1. Раундап, 4 л/га + анкор-85, 100 г/га	21.08.2019	99	100	97	100
	07.08.2020	85	100	73	82
2. Анкор-85, 100 г/га	21.08.2019	94	97	92	92
	07.08.2020	74	94	57	73
3. Магнум, 100 г/га	21.08.2019	53	95	92	-217
	07.08.2020	2	91	68	-491
4. Магнум, 200 г/га	21.08.2019	71	100	97	-108
	07.08.2020	27	97	81	-372

Заключительный учет в опыте, проведенный на следующий год после обработки 8 августа 2020 года показал, что во всех опытных вариантах эффективность подавления борщевика оставалась высокой: в варианте 1 – 100%, в вариантах 2-4 – 91-100% (табл. 1). В вариантах 1 и 2 началось постепенное восстановление таких видов как иван-чай узколистый, дудник лесной, сныть обыкновенная, вейник тростниковый, луговик извилистый и щучка дернистая до показателя проективного покрытия почвы 12-19%. После применения магнума (варианты 3, 4) продолжилось увеличение густоты однодольных видов, прежде всего – многолетних злаков. В результате к концу второго сезона эта группа трав полностью доминировала в составе травяного покрова. Злаки будут существенно препятствовать распространению борщевика Сосновского.

Полученные в полевых опытах экспериментальные данные позволили установить принципиальную возможность применения современных гербицидов для борьбы с борщевиком Сосновского на землях лесного фонда. Подавление борщевика Сосновского можно достичь применением смеси гербицидов раундап, 4 л/га + анкор-85, 100 г/га, а также гербицидов анкор-85, 100 г/га и магнум, 100 и 200 г/га.

Очень важным является вопрос токсичности этих гербицидов для основных лесообразующих пород. Культуры и самосев ели и сосны проявили недостаточ-

ную устойчивость к смеси гербицидов раундап, 4 л/га + анкор-85, 100 г/га. К гербициду анкор-85 сосна и ель проявили высокую устойчивость при обработке в период до начала их активного роста, что делает этот препарат наиболее перспективным для борьбы с борщевиком в культурах и естественных молодняках хвойных пород. С учетом раннего начала вегетации борщевика, наиболее перспективным и единственным сроком проведения химического ухода за культурами сосны и ели, заросшими борщевиком, является период до начала активного роста хвойных пород и начала активной вегетации борщевика Сосновского. Гербицид магнум (100 г/га) при внесении его в период до начала активного роста хвойных пород проявил низкую селективность к сосне и ели [3].

Наряду с хвойными породами береза также является основной лесобразующей и целевой древесной породой, имеющей ценную древесину. Известно, что естественное возобновление и культуры этой породы, так же как и хвойные, испытывают жесткую конкуренцию как со стороны травяного покрова (в том числе и борщевика Сосновского), так и нежелательных лиственных пород (корнеотпрысковой осины, а также ольхи серой и видов ивы). Без проведения качественных уходов (агротехнических и лесоводственных) формирование хозяйственно ценных березняков невозможно [4, 5].

Реакцию на действие гербицидов на березу изучали в смешанном молодняке, сформировавшемся на сплошной вырубке двухлетней давности.

Через месяц после обработки магнум в нормах 100 и 200 г/га вызывал отмирание 81-96% листьев у осины, 69-79% – у видов ивы, 95-98% – у рябины обыкновенной. Береза не повреждалась при норме 100 г/га, при норме 200 г/га наблюдалось лишь незначительное пожелтение листьев (5%) (табл. 2). Анкор-85 оказал умеренное арборицидное действие на все лиственные породы, включая березу, вызвав отмирание 19-35% листьев в зависимости от породы.

Таблица 2

Действие гербицидов на березу и нежелательную древесно-кустарниковую растительность в смешанном молодняке (обработка 8 июня 2021 г.)

Вариант опыта	Дата учёта	Доля отмерших листьев, %			
		береза (виды)	осина	ива (виды)	рябина обыкновенная
1. Магнум, ВДГ, 100 г/га	19.07.2021	0	81	69	95
	14.09.2021	0	100	100	100
2. Магнум, ВДГ, 200 г/га	19.07.2021	5	96	79	98
	14.09.2021	0	100	100	100
3. Анкор-85, ВДГ, 100 г/га	19.07.2021	29	19	31	35
	14.09.2021	64	59	51	45

В сентябре в год обработки во всех вариантах с гербицидом магнум отмирание листьев у осины, видов ивы и рябины обыкновенной составило 100%, береза сохранилась без повреждений и находилась в фазе активного линейного

роста. Анкор-85 в норме 100 г/га вызвал отмирание 45-64% листьев древесно-кустарниковых пород, в наибольшей степени это отмечено у березы (табл. 2).

Результаты еще одного опыта существенно не отличались от рассмотренных данных (табл. 3). Следует добавить, что в конце вегетационного периода следующего после обработки года существенных изменений в состоянии древесно-кустарниковой растительности не произошло. В вариантах с препаратом магнум (100 и 200 г/га) вегетативного возобновления видов ивы, осины и ольхи серой не отмечено. После внесения гербицида магнум, в отсутствие конкуренции, береза значительно увеличила скорость роста. Анкор-85 вызвал отмирание 28-45% деревьев всех лиственных пород, при этом у большинства сохранившихся деревьев наблюдалось восстановление листвы (табл. 3).

Таблица 3

Действие гербицидов на березу и нежелательную древесно-кустарниковую растительность в смешанном молодняке (обработка 17 июня 2022 г.)

Вариант опыта	Дата учёта	Доля отмерших листьев (деревьев), %			
		береза (виды)	ива (виды)	осина	ольха серая
1. Магнум, ВДГ, 100 г/га	16.07.2022	6	75	48	45
	07.09.2022	0	100	100	100
	12.08.2023	0	100	100	100
2. Магнум, ВДГ, 200 г/га	16.07.2022	7	88	75	71
	07.09.2022	0	100	100	100
	12.08.2023	0	100	100	100
3. Анкор-85, ВДГ, 100 г/га	16.07.2022	39	49	41	35
	07.09.2022	64	59	51	45
	12.08.2023	45	32	28	35

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено следующее:

- достигнуто эффективное и достаточно длительное подавление гербицидом магнум в нормах 100 и 200 г/га борщевика Сосновского, а также широкого спектра многолетних двудольных (широколистных) нежелательных травянистых видов, типичных для сплошных вырубок и молодняков таежной зоны. Препарат вызывает кратковременное (в течение одного-трех месяцев) ингибирование роста однодольных травянистых видов, которые в дальнейшем, в отсутствие конкуренции со стороны двудольных видов трав, разрастаются, и их обилие превышает этот показатель в контроле. Кроме того, злаки уже составляют серьезную конкуренцию борщевика Сосновского, препятствуя его распространению;

- магнум также показал высокую эффективность подавления основных видов нежелательных лиственных древесно-кустарниковых пород – видов ивы, осины, ольхи серой и рябины обыкновенной. Вегетативного возобновления этих пород, то есть появления поросли, корневых отпрысков и образования новых побегов в кронах, не зафиксировано;

- береза проявила устойчивость к гербициду магнум в нормах 100-200 г/га при обработке в период активного роста древесных растений (июнь);

- применение гербицида магнум против борщевика Сосновского в естественных молодняках березы обеспечивает долговременную защиту березы от целого комплекса нежелательной растительности;
- применение гербицида анкор-85 при уходах за березой в период вегетации неперспективно из-за недостаточной его селективности;
- в культурах хвойных пород для подавления борщевика Сосновского эффективна смесь гербицидов раундап, 4 л/га + анкор-85, 100 г/га, а также гербициды анкор-85, 100 г/га и магнум, 100 и 200 г/га.

Финансирование исследований осуществлялось Федеральным агентством лесного хозяйства по государственному заданию ФБУ «СПбНИИЛХ» № 053-00012-21-00 от 22.12.2020.

Список использованных источников

1. Отраслевой классификатор сорных растений: информ. издание. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 52 с.
2. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко : М-во сельского хозяйства Российской Федерации, Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений. – СПб. : ВИЗР, 2013. – 280 с.
3. Egorov, A.V., Postnikov, A.M., Pavluchenkova, L.N., Partolina, A.N., Bubnov, A.A. Application of herbicides in the control of the invasive species *Heracleum Sosnowskyi* Manden. (Sosnowsky's hogweed) in forestry // Russian Journal of Biological Invasion. 2021, Vol. 12, № 3, P. 387–399.
4. Егоров, А.Б. Уход за молодняками березы с применением гербицида Магнум, ВДГ / А.Б. Егоров, Л.Н. Павлюченкова, А.М. Постников, А.А. Бубнов // Защита и карантин растений. – 2023. – № 8. – С. 20–22.
5. Егоров, А.Б. Выращивание березы на вырубках с применением гербицидов / А.Б. Егоров, Л.Н. Павлюченкова, А.М. Постников, А.А. Бубнов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2023. – № 5(395). – С. 58–74.

УДК 630.232.43

РОСТ И СОСТОЯНИЕ КУЛЬТУР КЕДРА СИБИРСКОГО В ВЕЛИКО-УСТЮГСКОМ РАЙОНЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Заварин М.А., Хамитов Р.С.
Вологодская ГМХА, Вологда, Российская Федерация

Благодаря своей долговечности, многосторонней полезности и большой экономической значимости кедровые леса занимают особое место в лесных ресурсах Урала, Сибири и Дальнего Востока. Исследования, проведенные в 170-летних посадках сосны кедровой сибирской В.-Устюгском районе Вологодской области, демонстрируют, что эта порода целесообразна для интродукции. Привлекательность растения, его орехоносное значение и устойчивость к рекреационным нагрузкам делает приоритетным для создания искусственных лесных насаждений.

Ключевые слова: кедр сибирский, интродукция, Вологодская область.

GROWTH AND CONDITION OF SIBERIAN CEDAR CROPS IN VELIKOUSTYUGSKY DISTRICT OF VOLOGDA REGION

Zavarin M.A., Khamitov R.S.

Vologda SDFА, Vologda, Russian Federation

Due to their durability, multifaceted usefulness and great economic importance, cedar forests occupy a special place in the forest resources of the Urals, Siberia and the Far East. Studies conducted in 170 years of planting of Siberian cedar pine in the Ustyugsky district of the Vologda region, demonstrate that this breed is appropriate for introduction. The attractiveness of the plant, its nut-bearing value and resistance to recreational loads makes this plant a priority for the creation of artificial forest plantations.

Keywords: siberian cedar, introduction, Vologda region.

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour), или кедр сибирский занимает обширную территорию в восточной части Европейской России, образует леса с богатым животным миром, выполняющие важную экосистемную роль [2]. Насаждения кедра имеют немаловажное рекреационное и орехоносное значение.

Цель работы

Оценка роста и состояния старинных кедровых рощ Велико-Устюгского района Вологодской области.

Объектами наших исследований являются старинные 170-летние кедровые рощи В.-Устюгского района Вологодской области – Катаевская и Петряевская, созданные в середине XIX века.

По данным Л.Ф. Ипатова, детально обследовавшего рощу, к 1987 году в Петряевской роще сохранилось 25 деревьев кедра. Основные показатели, характеризующие рост и состояние сохранившихся к настоящему времени деревьев кедра в Петряевской роще, выявленные нами при натурных исследованиях 2023 года, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные показатели и особенности Петряевской кедровой рощи

Номер дерева	D, см	H, м	Категория состояния	Ширина кроны, м	Особые отметки
1	85,7	21,9	2	11,2	Произрастает в окружении лип
2	76,8	26,0	2	11,5	Два ствола из одного основания
3	54,0	27,0			
4	76,4	26,5	2	9,9	Начиная с высоты 0,5 м раздвоение ствола
5	66,9				
6	62,3	15,0	2	9,6	Молодое дерево (не более 80 лет)
7	59,0	19,0	2	7,8	Многовершинное дерево
8	69,0	25,0	1	8,3	

Номер дерева	D, см	H, м	Категория состояния	Ширина кроны, м	Особые отметки
9	83,0	21,8	3	6,3	Дерево с тремя вершинами, 2 – живые, 1 – сухая
10	63,0	28,0	4	3,8	Усыхающее
11	66,9				
12	65,0	23,0	2	6,7	
13	67,9	21,3	2	7,1	
14	46,8	24,0	3	6,3	Механическое повреждение
15	53,0	21,0	1	8,3	
16	69,9	23,8	2	7,9	Двухвершинное
17	92,7	27,0	1	12,4	Ствол у комля частично обгоревший (ожог)
18	14,0	12,0	1	5,5	Растет из старого валежника

Большинство деревьев имеет разветвлённость у основания либо в кроне, что в целом свойственно кедру. Так, наиболее выделяющимся является экземпляр, имеющий три вершины, две из которых сохранили свою жизнеспособность, а одна отмерла. Одно растение – некогда ветвь ветровала, образовавшая новое дерево высотой 12 метров. Интерес также представляют стволы, поврежденные огнем – имея довольно большие повреждения, они не утратили способность к жизни. Поджоги у комлей кедров велись ранее из хулиганских побуждений с целью их обрушения и сбора ценного сырья – кедровых шишек. Как отмечал Л.Ф. Ипатов, интродуцируемая порода, имеющая нарушения в стволе практически до середины ствола, стойко пережила этот недуг [4].

Следующей, и не менее важной, посадкой сосны кедровой сибирской является Катаевская роща. Эта посадка была проведена примерно 170 лет назад, как и Петряевская. Данное насаждение сильно изменилось в худшую сторону с момента его последнего обследования Л.Ф. Ипатовым. Основные показатели данной рощи занесены в табл. 2.

Таблица 2

Основные показатели и особенности Катаевской кедровой рощи

Номер дерева	D, см	H, м	Категория состояния	Ширина кроны, м	Особые отметки
1	61,2	13,0	3	7,0	Раздвоение на уровне груди
2	35,0	16,4	3	3,5	Наклон на С-В сторону
3	40,6	19,9	2	9,5	Раздвоение на высоте 1 м, ожог
4	40,8	20,3			
5	40,1	20,0	2	9,0	Растут из одного основания
6	44,9	20,1			
7	45,5	18,0	2	8,0	
8	61,0	20,0	2	8,0	
9	56,4	19,0	3	4,5	Очень много подпиленных сучков, ожог

При исследовании этой старой посадки наблюдается большое количество спиленных стволов и веток. Самый могучий кедр имеет диаметр 61 см, высоту 20 метров. Молодых деревьев не наблюдается.

Кедры окружены занавесом из тополей. Наблюдается большое количество валежника и отпиленных частей деревьев, очень много стволов имеет неправильную изогнутую и наклоненную форму. Учет средних таксационных показателей исследуемых старинных насаждений отражен в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика кедра сибирского в старинных рощах Великоустюгского района

Насаждение	Таксационная характеристика				
	возраст, лет	количество деревьев, шт.	средняя высота	средний диаметр	ширина кроны, м
Катаевская	160	7	20	48,2	7,1
Петряевская	160	15	24	68,4	8,3

Таким образом, 170-летние посадки сосны кедровой сибирской являют собой живой пример целесообразности интродукции этого лесобразователя в пригородные леса Вологодской области. Привлекательность растения, его орехоносное значение и устойчивость к рекреационным нагрузкам делает это растение приоритетным для создания искусственных лесных насаждений.

Список использованных источников

1. Андропова, М.М. Ступенчатая интродукция древесных растений на севере Русской равнины / М.М. Андропова, Н.А. Бабич, Р.С. Хамитов. – Архангельск : Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, 2021. – 412 с.
2. Интродукция сосны кедровой сибирской на селекционной основе в таёжную зону : монография / Р.С. Хамитов, Н.А. Бабич, И.И. Дроздов. – Вологда – Молочное : ВГМХА, 2016. – 236 с.
3. Хамитов, Р.С. Влияние географической изоляции на структуру популяций кедра сибирского по форме семенной чешуи / Р.С. Хамитов // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 11(86). – С. 217–220.
4. Хамитов, Р.С. Оценка санитарного состояния кедровых рощ Вологодской области / Р.С. Хамитов, М.М. Андропова // Хвойные бореальной зоны. – 2016. – Т. 34, № 5-6. – С. 290–293.
5. Хамитов, Р.С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев сосны кедровой сибирской: специальность 06.03.01 «Лесные культуры, селекция, семеноводство» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Р.С. Хамитов. – Вологда, 2006. – 134 с.
6. Ипатов, Л.Ф. Кедр на вологодской земле / Л.Ф. Ипатов. – Архангельск, 2007. – 63 с.

УДК 634.73

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДВУЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ ГОЛУБИКИ УЗКОЛИСТНОЙ (*VACCINIUM ANGUSTIFOLIUM* AIT.) В УСЛОВИЯХ Г. МОСКВЫ

Зубик И.Н.¹, Сахоненко А.Н.¹, Кульчицкий А.Н.²

¹*Российский государственный аграрный университет – МСХА
им. К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация,*

²*Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,
Архангельск, Российская Федерация*

Приведены результаты исследований по изучению морфологических и фенологических признаков 2-летних растений голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) в Дендрологическом саду имени Р.И. Шредера. Выявлены наиболее декоративные сорта, устойчивые в природно-климатических условиях г. Москвы.

Ключевые слова: *лесные ягодные растения, голубика, сорт, фенологическая фаза, морфологические признаки.*

MORPHOLOGICAL AND PHENOLOGICAL FEATURES OF 2-YEAR-OLD PLANTS OF LOWBUSH BLUEBERRY (*VACCINIUM ANGUSTIFOLIUM* AIT.) IN THE CON- DITIONS OF MOSCOW

Zubik I.N.¹, Sakhonenko A.N.¹, Kulchitsky A.N.²

¹*Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia,* ²*Northern (Arctic)*

*Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk,
Russian Federation*

The results of research on the study of morphological and phenological characteristics of 2-year-old plants of lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) in the Arboretum named after R.I. Schroeder. The most ornamental cultivars that are resistant to the natural and climatic conditions of Moscow have been identified.

Keywords: *forest berry plants, blueberry, cultivar, phenological phase, morphological characteristics.*

На сегодняшний день в России все более популярным становится выращивание лесных ягодных растений, ценных не только в пищевом и лекарственном, но также и в декоративном отношении. Одним из таких растений является голубика, при этом в том или ином ассортименте ее выращивание в промышленном масштабе может быть организовано практически на всей территории России, в различных природно-климатических условиях, причем в некоторых регионах страны наблюдается значительный рост объемов такого производства [1, 2].

Голубика способна успешно произрастать на кислых торфяных почвах и даже выдерживать временные затопления, что делает ее привлекательной для промышленного возделывания. Имеющийся опыт культивирования голубики показывает возможность ее успешного выращивания на выработанных торфяных месторождениях [3-6]. Создание голубичных плантаций на таких территориях будет способствовать организации рационального природопользования и решению различных проблем лесного и сельского хозяйства в соответствии с задачами стратегических государственных программ [7-10]. Однако существующие

на сегодняшний день хозяйства выращивают преимущественно зарубежные сорта голубики высокой (*Vaccinium corymbosum* L), далеко не все из которых пригодны для выращивания в условиях Нечерноземной зоны европейской части России [2, 5, 11].

Вместе с тем также культивируемая голубика узколистная (*Vaccinium angustifolium* Ait.), а точнее – полувысокие гибридные сорта между *V. angustifolium* и *V. corymbosum*, по своей зимостойкости и небольшим размерам являются более подходящими для выращивания в центральных и северных регионах страны. Кроме того, в России созданы первые отечественные сорта *V. angustifolium*, которые оказались более устойчивыми, чем североамериканские [5; 6; 12], при этом необходимы дополнительные их испытания в различных природно-климатических условиях с выявлением наиболее морозостойких и устойчивых к поражению болезнями сортов, а также более ценных по декоративным признакам.

Цель

Выявление наиболее устойчивых и декоративных сортов *V. angustifolium* для выращивания в Нечерноземной зоне европейской части России. Для достижения поставленной цели изучались морфологические и фенологические особенности некоторых сортов в условиях г. Москвы.

В мае 2023 г. на территории Дендрологического сада имени Р.И. Шредера на базе РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва) создан сортоиспытательный участок голубики. Территория имеет ровный рельеф и относится к влажной зоне умеренно-холодного пояса с дерново-подзолистыми сезоннопромерзающими почвами. Из представителей *V. angustifolium* на данном участке в качестве объектов исследования изучали 2-летние растения сортов шведской ('Putte') и российской ('Лакомка', 'Нерль', 'Нея', 'Поморочка') селекции. При этом посадочный материал был ранее получен методом микроклонального размножения [13-16], адаптирован к нестерильным условиям *ex vitro* и высажен в траншеи, заполненные торфом верхового типа (рН_{KCl} – 2,8...3,1) по схеме 1,5×2,0 м [17; 18].

Результаты исследований морфологических особенностей *V. angustifolium* в год посадки показали, что самым высоким габитусом обладали сорта 'Лакомка' (высотой в среднем 45,5 см) и 'Нерль' (43,5 см), самым низким – сорт 'Putte' (22,0 см). Самым широким габитусом обладал сорт 'Нерль' (диаметром в среднем 66,5 см), тогда как наиболее узким – сорта 'Putte' (16,5 см) и 'Нея' (25,4 см). Остальные сорта имели средние показатели (табл. 1).

Наименьшие размеры по длине (31,2-33,2 см) имели листья сортов *V. angustifolium* сорта 'Лакомка', 'Поморочка' и 'Putte', тогда как остальные обладали средней длиной листовой пластинки. Самую широкую листовую пластину имел сорт 'Нерль' (21,7 см).

Таблица 1

Морфологические показатели вегетативных признаков 2-летних растений *V. angustifolium* в условиях Дендрологического сада имени Р.И. Шредера (г. Москва, 2023 г.)

Сорт	Признак					
	Число побегов, шт./куст	Размеры габитуса куста, см		Размеры листовой пластины, мм		Число плодов, шт./куст
		высота	диаметр	длина	ширина	
Putte	4,2±0,13	22,0±0,51	16,5±0,38	33,2±0,62	12,9±0,32	-
Лакомка	18,1±0,42	45,5±0,74	53,0±0,78	31,2±0,58	12,6±0,26	62,2±0,82
Нерль	21,0±0,48	43,5±0,71	66,5±0,83	37,8±0,67	21,7±0,52	43,4±0,70
Нея	16,5±0,35	33,4±0,64	25,4±0,54	36,4±0,64	12,7±0,25	48,5±0,74
Поморочка	12,8±0,29	39,1±0,68	40,9±0,61	32,8±0,60	14,5±0,31	-

Наибольшее количество однолетних побегов формировалось у сорта 'Нерль' (в среднем 21,0 шт. на 1 растение). При этом можно отметить, что все сорта *V. angustifolium* отечественной селекции обладают запасом для высокой урожайности, так как плодоносят на прошлогодних побегах. По количеству плодов самое большое их количество образовалось у сорта 'Лакомка' (в среднем 62,2 шт. на 1 растение), меньшее – у сортов 'Нея' (48,5 шт.) и 'Нерль' (43,4 шт.), тогда как у остальных сортов плоды не образовались.

Фенологические наблюдения за растениями в условиях г. Москвы (табл. 2) показали, что отечественные сорта *V. angustifolium* ('Лакомка', 'Нея', 'Нерль', 'Поморочка') проходили как фазу плодоношения, так и фазу смены окраски листьев. В 2-летнем возрасте плодоношение наблюдалось только у сортов 'Лакомка', 'Нея' и 'Нерль', при этом данный период длился 26-28 дней. Ранним началом плодоношения в условиях г. Москвы характеризовались сорта 'Нея' и 'Лакомка' (2-я декада июля), более ранним окончанием плодоношения – сорт 'Нерль' (конец 1-й декады августа).

Отмечено, что из 5 исследуемых сортов *V. angustifolium* окраску поменяли только 3 – 'Нея', 'Нерль' и 'Лакомка'. При этом самыми первыми начали менять окраску листьев растения *V. angustifolium* сорта 'Нея' (3-я декада сентября), при этом данный период длился 33 дня. Продолжительность периода осеннего окрашивания листьев у сорта 'Лакомка' составляла 31 день, а наименьшую продолжительность этого периода (28 дней) имел сорт 'Нерль'. Саженцы остальных сортов сбросили практически все листья, так и не поменяв окраску.

Ранний срок наступления листопада отмечался у сортов 'Нея' и 'Лакомка' (3-я декада октября), наиболее поздний – сорт 'Putte' (1-я декада ноября). Самой большой продолжительностью периода листопада в условиях г. Москвы обладали сорта *V. angustifolium* 'Лакомка' и 'Нея' (19 дней), наименьшей – сорт 'Putte' (14 дней).

Таблица 2

Результаты фенологических наблюдений за 2-летними растениями *V. angustifolium* в условиях Дендрологического сада имени Р.И. Шредера (г. Москва, 2023 г.)

Сорт	Фенологическая фаза	Дата		Продолжительность периода, дней
		начала	окончания	
Putte	Плодоношение	-		
	Изменение окраски листьев	-		
	Листопад	01.11	15.11	14
Лакомка	Плодоношение	16.07	11.08	26
	Изменение окраски листьев	26.09	27.10	31
	Листопад	27.10	15.11	19
Нерль	Плодоношение	14.07	10.08	27
	Изменение окраски листьев	01.10	29.10	28
	Листопад	29.10	15.11	17
Нея	Плодоношение	14.07	11.08	28
	Изменение окраски листьев	24.09	27.10	33
	Листопад	27.10	15.11	19
Поморочка	Плодоношение	-		
	Изменение окраски листьев	-		
	Листопад	30.10	15.11	16

Таким образом, в условиях Дендрологического сада имени Р.И. Шредера (г. Москва) по совокупности морфологических и фенологических показателей однолетних растений наиболее декоративными сортами *V. angustifolium* являются 'Лакомка' и 'Нея'. В настоящее время наблюдения продолжаются.

Список использованных источников

1. Анализ и перспективы развития ягодного растениеводства в РФ / Н.Ю. Латков, А.В. Видякин, А.Б. Коржук, Е.В. Латкова // International Agricultural Journal. – 2020. – № 6. – С. 48–58.
2. Безуглова, В. Бизнес распробовал свежую голубику / В. Безуглова // Эксперт. – 2022. – № 40(1269). – С. 39–41.
3. Berry Cultivation in Cutover Peatlands in Estonia: Agricultural and Economical Aspects / K. Vahejõe, T. Albert, M. Noormets [et al.] // Baltic Forestry. 2010. – Vol. 16. – No. 2. – P. 264–272.
4. Возделывание голубики на торфяных выработках Припятского Полесья (физиолого-биохимические аспекты развития) : моногр. / Ж.А. Рупасова, А.П. Яковлев, В.Н. Решетников [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2016. – 240 с.
5. Теория и практика размножения и плантационного выращивания лесных ягодных растений *Rubus arcticus* L., *Oxycoccus palustris* Pers. и *Vaccinium angustifolium* Ait. : моногр. / С.С. Макаров, В.С. Виноградова, Г.В. Тяк, Н.А. Бабич. – Караваево : Костромская ГСХА, 2021. – 394 с.
6. Перспективы промышленного выращивания и биотехнологические методы размножения лесных ягодных растений : моногр. / С.С.Макаров, М.Т. Упадышев, Р.С. Хамитов [и др.]. – М. : Колос-С, 2023. – 152 с.

7. Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации. Утв. постановлением Правительства РФ от 14.05.2021 № 731.

8. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. Утв. распоряжением Правительства РФ от 11.02.2021 № 312-р.

9. Паспорт национального проекта «Экология». Утв. протоколом президиума Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам от 24.12.2018 № 16.

10. Проблемы использования и воспроизводства фитогенных пищевых и лекарственных ресурсов леса на землях лесного фонда Костромской области / С.С.Макаров, Е.С. Багаев, С.Ю. Цареградская, И.Б. Кузнецова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2019. – № 6. – С. 118–131. – DOI 10.37482/0536-1036-2019-6-118.

11. Оценка декоративных качеств сортов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) в условиях Москвы / М.В. Симахин, И.Н. Зубик, Т.С. Аниськина [и др.] // Вестник Курской ГСХА. – 2021. – № 8. – С. 75–79.

12. Создание первых российских сортов голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) [Электронный ресурс] / Г.Ю. Макеева, Г.В. Тяк, В.А. Макеев, С.С. Макаров // Современное садоводство. – 2023. – № 1. – С. 1–14. – URL : <https://journal-vniispk.ru/pdf/2023/1/1.pdf>. DOI: 10.52415/23126701_2023_0101.

13. Влияние освещения на ризогенез ягодных растений при клональном микро-размножении / С.С. Макаров, С.А. Родин, И.Б. Кузнецова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51. – № 3. – С. 520–528. – DOI 10.21603/2074-9414-2021-3-520-528.

14. Obtaining High-Quality Planting Material of Forest Berry Plants by Clonal Micropropagation for Restoration of Cutover Peatlands / S.S. Makarov, I.B. Kuznetsova, A.I. Chudetsky, S.A. Rodin // Lesnoy zhurnal [Russian Forestry Journal]. – 2021. – No. 2. – P. 21–29. – DOI 10.17238/0536-1036-2021-2-21-29.

15. Повышение эффективности многоцелевого лесопользования на выработанных торфяниках / С.С. Макаров, И.Б. Кузнецова, А.В. Заушинцева [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2022. – № 3. – С. 91–102. – DOI 10.37482/0536-1036-2022-3-91-102.

16. Применение освещения различного спектрального диапазона при клональном микро-размножении лесных ягодных растений / С.С. Макаров, М.Т. Упадышев, И.Б. Кузнецова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2022. – № 6. – С. 82–93. – DOI 10.37482/0536-1036-2022-6-82-93.

17. Создание биоресурсной коллекции ягодных растений на базе РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева / С.С. Макаров, А.И. Чудецкий, А.Н. Сахоненко [и др.] // Тимирязевский биологический журнал. – 2023. – № 1(4). – С. 23–33.

18. Технологии размножения и возделывания видов и сортов голубики для создания биоресурсной коллекции / С.С. Макаров, П.А. Феклистов, И.Б. Кузнецова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37. – № 12. – С. 11–16. – DOI 10.53859/02352451_2023_37_12_11.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАДЕЛКИ СЕМЯН В ПОЧВУ В ПОСЕВНОЙ БОРОЗДКЕ

Казаков И.В., Казаков В.И.
ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область,
Российская Федерация

Приведено описание конструкции загортача для заделки семян почвой в посевной бороздке и особенности выполняемого им технологического процесса. Проведено моделирование процесса перемещения почвы загортачем в процессе заделки семян в посевной бороздке с использованием метода динамики частиц, который применяется при моделировании различных средств и показал эффективность его применения. Рассмотрен процесс взаимодействия частиц почвы друг с другом в соответствии с общепринятыми законами динамики. Разработана математическая модель процесса заделки семян почвой в посевной бороздке предлагаемой конструкцией загортача, которая позволила на основе компьютерных экспериментов с высокой детализацией и пространственным разрешением исследовать этот процесс и определить оптимальные конструктивно-технологические параметры загортача: длину рабочей части направляющих – 120 мм при угле схождения между ними 28 градусов и диаметре прутков загортача равным 7 мм, которые применены в сеялке лесной навесной СЛН-5.

Ключевые слова: посевная бороздка, семена, частицы почвы, загортач, моделирование процесса, математическая модель.

MODELING OF THE PROCESS OF PLANTING SEEDS WITH SOIL IN THE SEED GROOVE

Kazakov I.V., Kazakov V.I.
Russian Scientific Research Institute for Silviculture and Mechanization
of Forestry, Pushkino, Moscow region, Russian Federation

The description of the design of the seedbed for sealing seeds with soil in the sowing groove and the features of the technological process performed by it are given. A simulation of the process of soil movement by a corkscrew in the process of sealing seeds in a seed groove using the particle dynamics method, which is used in modeling various means and has shown the effectiveness of its application. The process of interaction of soil particles with each other in accordance with the generally accepted laws of dynamics is considered. A mathematical model of the process of sealing seeds with soil in the seed groove of the proposed zagortach design has been developed, which made it possible, based on computer experiments with high detail and spatial resolution, to investigate this process and determine the optimal design and technological parameters of the zagortach: the length of the working part of the guides is 120 mm with an angle of convergence between them of 28 degrees and the diameter of the zagortach bars equal to 7mm, which they are used in the SLN-5 forest mounted seeder.

Keywords: seeding groove, seeds, soil particles, zagortach, process modeling, mathematical model.

В лесных сеялках для заделки семян в почву в посевных бороздках используются различные устройства в виде волокуш, шлейф-боронок и другие, которые не в полной мере отвечают предъявляемым к ним требованиям. Основным недостатком известных загортачей, предназначенных для выполнения этой

технологической операции, является нестабильная глубина заделки семян и нарушение процесса их работы при встрече с различными препятствиями в почве. С целью устранения этого недостатка и повышения качества посева семян предложена конструкция загортача для заделки семян в почву в посевных бороздках, выполненная (рис. 1) в виде двух V-образных направляющих 1 длиной L и диаметром D с прикрепленными к ним в нижней части прутков 2 меньшим диаметром d и смонтированных на кронштейне 3, шарнирно соединенным с рамой сеялки. Проведенные исследования опытного образца сеялки лесной навесной СЛН-5 с загортачами такой конструкции показали, что они обеспечивают заделку семян почвой в посевных бороздках. Для получения его оптимальных конструктивно-технологических параметров необходимо их обоснование путем разработки математической модели с физической адекватностью, описывающее выполняемый технологический процесс.

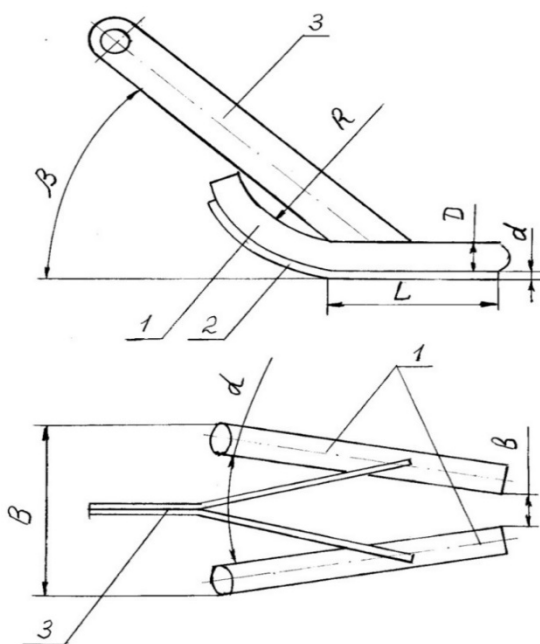


Рис. 1. Конструкция загортача для заделки семян в почву в посевной бороздке

Для заделки посевных бороздок почвой направляющие загортача должны быть отклонены в стороны под углом α и расстоянием B между ними с отклонением их передних частей вверх с радиусом R .

В задней части расстояние между направляющими загортача b должно быть в пределах ширины посевной бороздки. В нижней части загортача должен быть снабжен прутками диаметром d , ограничивающими толщину сдвигаемого слоя почвы. Таким образом, при выполнении технологического процесса рабочие части направляющих загортача L сдвигают определенный слой почвы в посевную бороздку и обеспечивают заделку семян в ней [1, 2].

При разработке математической модели в рамках конечного приближения почву предлагается представить в виде совокупности большого количества ($10^4 \dots 10^6$) частиц, которые взаимодействуют между собой и с загортачом в процессе выполнения технологического процесса (рис.2).

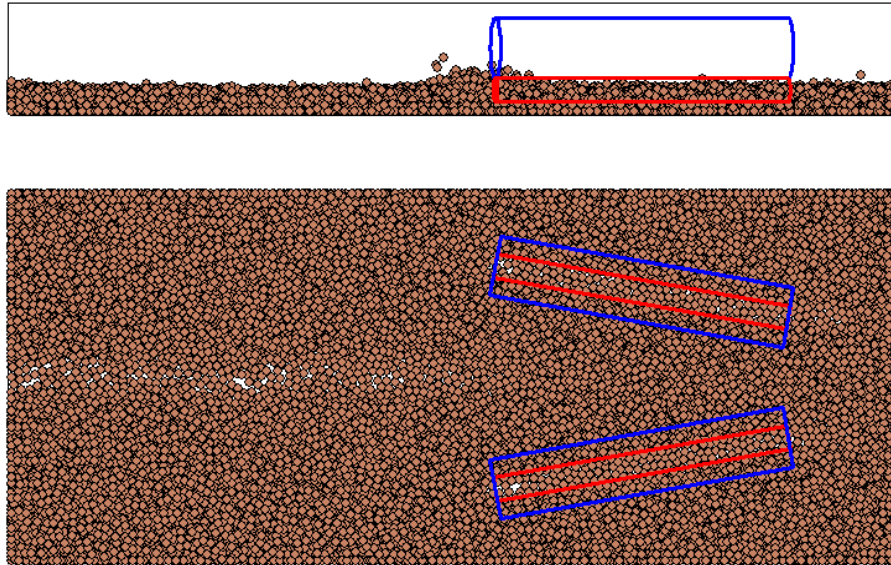
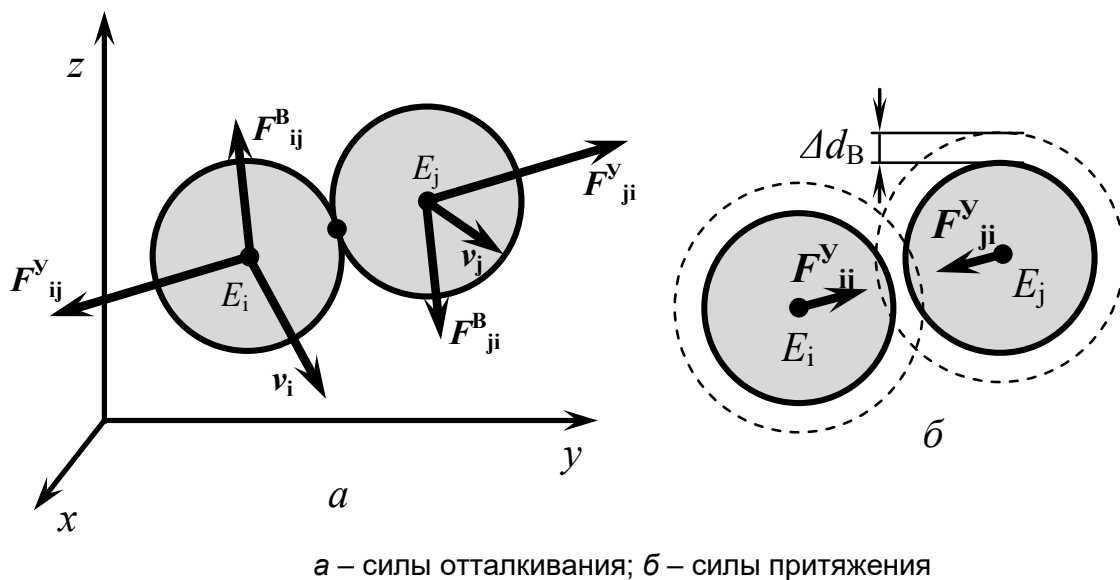


Рис. 2. Характер взаимодействия загортача с почвой

Для моделирования процесса перемещения загортачом частиц почвы при заделке посевной бороздки возможно использование метода динамики частиц [3, 4, 5, 6, 7], который применяется при моделировании различных средств и показал эффективность [8, 9, 10, 11, 12].

При анализе процесса сдвигания почвы загортачом принято допущение, что почва состоит из частиц с условным диаметром $d_{\text{э}}$ равным 1 мм. При взаимодействии частиц почвы друг с другом между ними возникают сила трения и упругие силы (рис. 3). Для рассмотрения процесса взаимодействия частиц почвы друг с другом воспользуемся общепринятыми законами динамики.



а – силы отталкивания; б – силы притяжения

Рис. 3. Силы, действующие на частицы почвы при заделке семян в посевной бороздке

При моделировании процесса движения частиц почвы их положение E_i

представим в трехмерном пространстве XYZ с переменными координатами (x_i, y_i, z_i) и составляющими скоростями (v_{xi}, v_{yi}, v_{zi}) . Взаимодействие частиц почвы друг с другом примем упруго-вязким, это позволит использовать в модели следующие показатели: модуль упругости, коэффициент трения и деформацию на разрыв. Между частицами почвы возникают силы их отталкивания, при расстоянии между центрами i -ой и j -ой частицы менее ее диаметра $d_{\text{э}}$ (рис. 3, а) и силы притяжения, при расстоянии $d_{\text{э}} > r_{ij} > r_k$ (рис. 3, б). Где $r_k = k_0 d_{\text{э}}$ – критическое расстояние, при котором частицы почвы взаимодействуют друг с другом; k_0 – коэффициент выражения критического расстояния, рекомендуется принимать равным 1,1 мм. Сила \vec{F}_{ij} , действующая i частицы почвы на частицу j , принимается на основании третьего закона Ньютона с учетом того, что сила со стороны частицы j , действующая на частицу i , является такой же по модулю и противоположной по направлению: $\vec{F}_{ij} = -\vec{F}_{ji}$.

Уравнения движения частиц почвы, с учетом второго закона Ньютона, можно представить в следующем виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_i \frac{d^2 x_i}{dt^2} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N_{\text{э}}} \left\{ \begin{array}{l} c_{ij}(d_{\text{э}} - r_{ij}) \frac{(x_i - x_j)}{r_{ij}} + k_{ij}(r_{ij} - d_{\text{э}})(v_{xi} - v_{xj}), r_{ij} < k_{0ij}d_{\text{э}}; \\ 0, r_{ij} \geq k_{0ij}d_{\text{э}}; \end{array} \right. \\ \\ m_i \frac{d^2 y_i}{dt^2} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N_{\text{э}}} \left\{ \begin{array}{l} c_{ij}(d_{\text{э}} - r_{ij}) \frac{(y_i - y_j)}{r_{ij}} + k_{ij}(r_{ij} - d_{\text{э}})(v_{yi} - v_{yj}), r_{ij} < k_{0ij}d_{\text{э}}; \\ 0, r_{ij} \geq k_{0ij}d_{\text{э}}; \end{array} \right. \\ \\ m_i \frac{d^2 z_i}{dt^2} = -m_i g + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N_{\text{э}}} \left\{ \begin{array}{l} c_{ij}(d_{\text{э}} - r_{ij}) \frac{(z_i - z_j)}{r_{ij}} + k_{ij}(r_{ij} - d_{\text{э}})(v_{zi} - v_{zj}), r_{ij} < k_{0ij}d_{\text{э}}; \\ 0, r_{ij} \geq k_{0ij}d_{\text{э}}; \end{array} \right. \end{array} \right. \quad (1)$$

где:

i – номер частицы почвы;

m_i – масса частицы почвы;

x_i, y_i, z_i – координаты частицы почвы;

t – время;

$N_{\text{э}}$ – количество частиц;

j – номер частицы, контактирующей с частицей i -й ;

c_{ij} и k_{ij} – коэффициенты взаимодействия и трения частиц i и j ;

r_{ij} – расстояние между частицами i и j ;

$v_{xi}, v_{yi},$ и v_{zi} – координаты составляющих скорости i -ой частицы;

g – ускорение свободного падения.

Расстояние r_{ij} между частицами почвы $E_i(x_i, y_i, z_i)$ и $E_j(x_j, y_j, z_j)$ можно определить на основании теоремы Пифагора по следующей формуле:

$$r_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2}. \quad (2)$$

Решая систему дифференциальных уравнений, получим функции $x_i(t)$, $y_i(t)$, $z_i(t)$, описывающие траектории движения частиц почвы.

Предложенная математическая модель является алгоритмической и ее выходные показатели можно определить с помощью пространственной и временной дискретизации алгоритма расчета. Такой расчет является достаточно сложным и состоит из трех циклов, вложенных один в другой: по номеру компьютерного эксперимента, по номеру временного шага и по номеру частицы почвы.

Параметры математической модели можно определить, используя ряд показателей, связанных с дискретизацией почвы: m_i , $d_{\text{э}}$, c_{ij} , k . Для расчета масса частицы почвы $m_{\text{э}}$ принимается по табличным значениям ее плотности:

$$m_i = \rho \cdot V_{\text{э}} = \rho \cdot \frac{4\pi}{3} \left(\frac{d_{\text{э}}}{2} \right)^3 \cdot k_{\phi} = \frac{\pi}{6} \rho d_{\text{э}}^3 k_{\phi}, \quad (3)$$

где:

ρ – плотность почвы, кг/м³;

$V_{\text{э}}$ – объем частицы почвы, м³;

k_{ϕ} – коэффициент, учитывающий, что частицы почвы не полностью заполняют все пространство и между ними остаются поры.

Коэффициент k_{ϕ} зависит от плотности почвы и его рекомендуется принимать равным 1,4 мм.

Для расчета взаимодействия двух частиц почвы примем табличное значение модуля упругости почвы и воспользуемся выражением:

$$c_{II} = E \cdot \frac{\pi d}{4} k_{\phi}, \quad (4)$$

где:

E – модуль упругости почвы, Па.

Коэффициент вязкого трения k_{ij} зависит от внутреннего трения почвы и рекомендуется принимать по справочным данным.

Коэффициент α взаимодействия между частицами почвы определяется с учетом ее деформации при растяжении.

Методом численного интегрирования дифференциальные уравнения движения частиц почвы можно представить в следующем виде:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = k_1 \frac{dx}{dt} + k_2 x + k_3 \text{ или} \quad (5)$$

$$ma = k_1 v + k_2 x + k_3, \quad (6)$$

где:

m – масса частицы почвы;

x – функция, определяемая координатами x , y и z ;

t – время;

k_1, k_2, k_3 – величины, зависящие от других функций дифференциальных уравнений;

a – ускорение декартовой компоненты a_x, a_y и a_z ;

v – скорость декартовой компоненты v_x, v_y и v_z .

С учетом принятых допущений эти уравнения представляют собой задачу Коши, решение которой проводится численным методом Рунге-Кутты второго порядка [11, 12], представленным следующими зависимостями:

$$x^{\tau+1} = x^{\tau} + v^{\tau} \cdot \Delta t + \frac{k_1 v^{\tau} + k_2 x^{\tau} + k_3}{m} \cdot \frac{(\Delta t)^2}{2}; \quad (7)$$

$$v^{\tau+1} = v^{\tau} + \frac{k_1 v^{\tau} + k_2 x^{\tau} + k_3}{m} \cdot \Delta t, \quad (8)$$

где:

$\tau, \tau+1$ и Δt – шаги интегрирования.

Этот метод решения имеет второй порядок точности, по отношению к искомым функциям $x(t)$. Шаг интегрирования Δt рекомендуется принять равным 0,001 с.

Для системы дифференциальных уравнений примем следующие первоначальные условия: положение в пространстве и скорость движения. В начальный момент частицы почвы расположены в прямоугольном параллелепипеде и их координаты можно определить с помощью генератора случайных чисел и в соответствии с законом равномерного распределения:

$$x_i(t=0) = x_{\Gamma 1} + F_{1i} \cdot (x_{\Gamma 2} - x_{\Gamma 1}); \quad (9)$$

$$y_i(t=0) = y_{\Gamma 1} + F_{2i} \cdot (y_{\Gamma 2} - y_{\Gamma 1}); \quad (10)$$

$$z_i(t=0) = z_{\Gamma 1} + F_{3i} \cdot (z_{\Gamma 2} - z_{\Gamma 1}); \quad (11)$$

где:

F_{1i}, F_{2i}, F_{3i} – случайные величины, значения которых принимаются в пределах от 0 до 1;

$x_{Г1}$, $x_{Г2}$, $y_{Г1}$, $y_{Г2}$, $z_{Г1}$, $z_{Г2}$ – координаты границ куба.

Скорость движения частиц почвы в начальный момент времени принимается равной нулю:

$$v_{xi}(t = 0) = 0; v_{yi}(t = 0) = 0; v_{zi}(t = 0) = 0. \quad (12)$$

Движение частиц почвы ограничено по каждой декартовой координате размерами модельного пространства L_x , L_y , L_z . В частности, при координате x_i частицы почвы, превышающей длину модельного пространства L_x , требуется коррекция ее и скорости движения:

$$\text{если } x_i > L_x, \text{ то } x_i = L_x; v_{xi} = -v_{xi}. \quad (13)$$

В математической модели приняты следующие допущения и приближения:

- форма частиц почвы принята шарообразной;
- частицу почву считаем однородной сплошной средой;
- частицы почвы движутся в соответствии с общепринятыми законами динамики;
- взаимодействие частиц почвы друг с другом и с загортачом имеет упруго-вязкий характер;
- свойства частиц почвы имеют следующие параметры: диаметр, масса, коэффициенты жесткости и коэффициент вязкого трения.

Таким образом, разработанная математическая модель процесса заделки посевной бороздки почвой предлагаемой конструкцией загортача позволяет на основе компьютерных экспериментов с высокой детализацией и пространственным разрешением исследовать этот процесс и определить оптимальные конструктивно-технологические параметры загортача: длина рабочей части направляющих 120 мм при угле схождения между ними 28 градусов и диаметре прутков загортача равным 7 мм. Загортачи с такими параметрами, установленные на сеялке лесной навесной СЛН-5, обеспечивали качественную заделку семян в почву и по результатам приемочных испытаний эта сеялка была рекомендована в серийное производство.

Список использованных источников

1. Бартенев, И.М. Совершенствование технологий и средств механизации лесовосстановления [Текст] / И.М. Бартенев, М.В. Драпалюк, В.И. Казаков. – М. : ФЛИНТА : Наука, 2013. – 208 с.
2. Винокуров, В.Н. Механизация лесного и лесопаркового хозяйства [Текст] : учебник для вузов / В.Н. Винокуров, Г.В. Силаев, И.В. Казаков // Под общей редакцией В.И. Казакова. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 599 с.
3. Гулд, Х. Компьютерное моделирование в физике. Ч. 2 [Текст] / Х. Гулд, Я. Тобочник. – М. : Мир, 1990. – 400 с.
4. Инженерные расчеты на ЭВМ [Текст] : справ. пособие / под ред. В.А. Троицкого. – Л. : Машиностроение, 1979. – 288 с.

5. Кривцов, А.М. Деформирование и разрушение тел с микроструктурой [Текст] / А.М. Кривцов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 304 с.
6. Полухин, В.А. Компьютерное моделирование динамики и структуры жидких металлов [Текст] / В.А. Полухин, В.Ф. Ухов, М.М. Дзугутов. – М. : Наука, 1981. – 323 с.
7. Пошарников, Ф.В. Перспективные технологии выращивания лесопосадочного материала [Текст] / Ф.В. Пошарников, И.В. Казаков. – Воронеж, 2007. – 290 с.
8. Советов, Б.Я. Моделирование систем [Текст] : учеб. пособие / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М. : Высш. шк., 1998. – 319 с.
9. Allen, M.P. Computer Simulation of Liquids / M.P. Allen, D.J. Tildesley. – Oxford : Clarendon Press, 1987. – 408 p.
10. Hafner, J. Atomic-Scale Computation Materials Science / J Hafner // Acta Mater. – 2000. – Vol. 48. – P. 71–92.
11. Hoover, W.G. Atomistic Nonequilibrium Computer Simulations / W.G. Hoover // Physica A. – 1983. – Vol. 118. – P. 111–122.
12. Monaghan, J. Smoothed Particle Hydrodynamics / J. Monaghan // Annu. Rev. Astron. Astrophys. – 1992. – Vol. 30. – P. 543–574.

УДК 574.4

РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ *TAMARIX LAXA* В УСЛОВИЯХ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Крючков С.Н., Соломенцева А.С., Егоров С.А., Горбушова Д.А.
*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук,
Волгоград, Российская Федерация*

В статье приведены данные результатов опыта по выращиванию сеянцев тамарикса в засушливых условиях Волгоградской области. Установлено, что наилучшим вариантом посадки является высота сеянца 31-60 см. Выявлена высокая приживаемость сеянцев высотой 41-70 см и диаметром корневой шейки 5-7 см. У сеянцев высотой менее 20 см и диаметром корневой шейки 2 мм зафиксирован крайне низкий процент жизнеспособности. На успешный рост и развитие сеянцев тамарикса на светло-каштановых почвах с пятнами солонцов оказывает влияние качество механизированной посадки.

Ключевые слова: тамарикс, рост, развитие, сеянцы, засушливые условия.

GROWTH AND DEVELOPMENT OF TAMARIX LAXA SEEDLINGS IN LIGHT CHESTNUT SOILS

Kryuchkov S.N., Solomentseva A.S., Egorov S.A., Gorbushova D.A.
*Federal Research Centre for Agroecology, Complex Reclamation
and Protective Afforestation, RAS, Volgograd, Russian Federation*

The article presents the data of the results of the experiment on growing tamarisk seedlings in the arid conditions of the Volgograd region. It was found that the best planting options are the height of the seedling 31-60 cm. The high survival

rate of seedlings with a height of 41-70 cm and a diameter of the root neck of 5-7 cm was revealed. Seedlings with a height of less than 20 cm and a root neck diameter of 2 mm have an extremely low percentage of viability. The successful growth and development of tamarisk seedlings on light chestnut soils with patches of saline is influenced by the quality of mechanized planting.

Keywords: *tamarix, growth, development, seedlings, arid conditions.*

Выведение быстрорастущих и вполне устойчивых к явлениям внешней среды древесно-кустарниковых пород в засушливой зоне было начато учеными ВНИАЛМИ (ныне ФНЦ агроэкологии РАН) еще в 1933 году. Специальных исследований по стандартизации сеянцев тамарикса в засушливых условиях никогда не проводилось. В связи с этим лаборатория селекции, семеноводства и питомниководства приступила к разработке стандарта на сеянцы этой породы. Для этого сеянцы выкапывали весной и сразу же сортировали по группам. Цель и задачи исследования включали в себя изучение роста и развития сеянцев тамарикса в зависимости от механизированной посадки, а также влияние типа почвы на их фракционный состав с целью последующей разработки стандартов по выращиванию сеянцев.

Основными показателями качества посадочного материала считали диаметр корневой шейки и высоту сеянцев. При выкопке корневая система сеянцев подрезалась на глубину 20-30 см. По диаметру корневой шейки сеянцы тамарикса разделили на фракции: I – менее 2 мм; II – 2,0-2,9; III – 3,0-3,9; IV – 4,0-4,9; V – 5,0-5,9; VI – 6,0 мм и выше. Отобранные к посадке сеянцы также разделили по высоте на шесть групп: I – менее 20 см; II – 21-30; III – 31-40; IV – 41-50; V – 51-60; VI – более 60 см.

Распределение общего количества сеянцев по группам, которые были выращены в питомнике, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Фракционный состав двухлетних сеянцев тамарикса в засушливой зоне

Группа	Диаметр корневой шейки	Распределение сеянцев по группам толщины стволика у корневой шейки, %	Высота стволика, см	Распределение сеянцев по группам высоты стволика, %	Длина корневой системы перед выкопкой
I	менее 2,0	26	менее 20	31	25-30
II	2,0-2,9	23	21-30	22	35-55
III	3,0-3,9	14	31-40	12	45-60
IV	4,0-4,9	13	41-50	12	55-70
V	5,0-5,9	12	51-60	12	65-80
VI	6,0 и более	12	более 60	11	75-90

Как видно из представленных данных, сеянцы были совсем неоднородными. Значительную часть (26-51%) из выращенных сеянцев занимает мелкая фракция (I группа сеянцев). Объясняется это применением слишком высоких

норм высева семян. При норме высева семян 20-50 г/м² посевной ленты было получено около 250 шт. сеянцев, из них 70 шт. отнесены к мелкой фракции. Двухлетние сеянцы при загущенном посеве имели относительно небольшую толщину и вытянутый ствол.

Рассортированные сеянцы (100 шт. от каждой фракции в 4-кратной повторности) высаживали на лесокультурную площадь. Посадка произведена на склоне балки южной экспозиции крутизной до 10° лесопосадочной машиной МЛУ-1А. Почва опытного участка – светло-каштановая с пятнами солонцов от 20 до 30%. Площадь опытной посадки – 1 га. Оптимальные размеры посадочного материала определялись по качеству посадки, приживаемости, росту и состоянию однолетних саженцев на лесокультурной площади (табл. 2).

Таблица 2

Влияние высоты сеянцев на качество механизированной посадки, приживаемость и рост культур

Группы сеянцев по размеру корневой шейки, мм	Качество посадки (% от числа посаженных сеянцев)			Приживаемость, %	Высота культур, см
	нормально посаженных	требующих оправки	посаженных неудовлетворительно		
менее 2,0	75,9	13,4	10,7	48,1	35,1
2,0-2,9	80,2	14,9	4,8	71,1	37,5
3,0-3,9	89,4	9,8	0,8	72,0	44,1
4,0-4,9	95,9	4,1	0	91,9	48,2
5,0-5,9	98,2	1,8	0	79,4	50,6
6,0 и более	98,7	1,1	0,2	86,2	60,9

В ходе наблюдений выявлено, что качество посадки сеянцев разной величины было неодинаковым. Плохо посаженными оказались сеянцы высотой до 20 см с диаметром корневой шейки до 2 мм (табл. 3).

Таблица 3

Влияние диаметра корневой шейки сеянцев тамарикса на качество механизированной посадки, приживаемость и рост культур

Группы сеянцев по размеру корневой шейки, мм	Качество посадки (% от числа посаженных сеянцев)			Приживаемость, %	Высота культур, см
	нормально посаженных	требующих оправки	посаженных неудовлетворительно		
менее 2,0	75,1	15,2	9,7	61,0	30,3
2,0-2,9	95,0	2,0	3,0	70,8	38,6
3,0-3,9	99,5	0	0,5	79,7	44,6
4,0-4,9	86,8	13,2	0	83,5	46,2
5,0-5,9	93,2	6,8	0	86,6	53,0
6,0 и более	90,9	9,1	0	84,4	62,7

Значительное число сеянцев (24-25%) при посадке было заглублено и засыпано землей. Наиболее доброкачественной была посадка сеянцев высотой 40-60 см с диаметром корневой шейки 3-6 мм. Для удобства машинной посадки надземная часть более крупных фракций сеянцев была укорочена до

30 см от корневой шейки. Крупные сеянцы лучше заделывались уплотняющими катками лесопосадочной машины, более 50% из них не требовали пересадки.

Погодные условия вегетационного периода 2022–2023 гг. не слишком отличались от обычных условий сухостепной зоны. Средняя приживаемость в вариантах по диаметру корневой шейки составила 61–87%, по высоте сеянцев 48–52%. Лучшая приживаемость (от 80 до 52%) отмечена у сеянцев высотой от 41 до 70 см и диаметра корневой шейки 5–7 мм. Очень низкая приживаемость зарегистрирована у сеянцев высотой менее 20 см с диаметром корневой шейки 2 мм. При механизированном уходе последняя группа сеянцев либо подрезалась лапами культиватора, либо засыпалась землей. В ходе наблюдений было установлено, что в условиях недостаточного ручного ухода за почвой мелкие сеянцы сильно угнетаются сорной растительностью. Более того, у этой группы сеянцев надземная часть в зимний период повреждалась морозами. Таким образом, для механизированной посадки на светло-каштановых почвах засушливой зоны Волгоградской области рекомендуются сеянцы тамарикса высотой 31–60 см, с диаметром корневой шейки 3–7 мм.

Список использованных источников

1. Костина, М.В. Структурно-ритмологические особенности побеговых систем видов рода *Tamarix* L. (*Tamaricaceae*), обуславливающие адаптацию этих видов в Московском регионе / М.В. Костина, Н.С. Барабанщикова, И.В. Павлова // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2020. – Т. 125, № 6. – С. 21–32.
2. Магомедов, М.М.-Р. Особенности почвенных изменений под кронами кустарников тамарикса (*Tamarix meyeri* Boiss., *T. ramosissima* Zedeb.) / М. М.-Р. Магомедов, С.М. Гасанова // Юг России: экология, развитие. – 2011. – Т. 6, № 4. – С. 12–21.
3. Сапанов М.К. Экология лесных насаждений в аридных регионах / М.К. Сапанов. – Тула, 2003. – 248 с. – ISBN 5-8125-0318-4.
4. Туник, Е.А. Размножение древесных культур одревесневшими черенками в дендрологическом саду имени Г.И. Гензе / Е.А. Туник, Г.В. Барайщук // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4(28). – С. 75–82.

УДК 630.0: 634.7

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСУШЕННЫХ И ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ НА ЗЕМЛЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА

Макеев В.А.¹, Макеева Г.Ю.¹, Коренев И.А.¹ Ершов А.А.^{1,2}, Замураев Д.Р.^{1,2}

¹Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция», Кострома, Российская Федерация,

²ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет», Кострома, Российская Федерация

В статье приведены данные по комплексному использованию осушенных и выработанных верховых и переходных торфяников лесного фонда. Указано, что наиболее рациональным способом рекультивации таких торфяников является создание на них плантаций, где можно выращивать сортовые ягодные

растения (клюква, голубика, брусника и др.) с целью получения ягодной продукции. Утверждается, что для увеличения рентабельности таких плантаций, на них также целесообразно заниматься другими видами деятельности (выращивание на продажу сортовых саженцев, создание пасек, развитие туризма, экологическое просвещение подрастающего поколения, всестороннее сотрудничество с научными учреждениями).

Ключевые слова: торфяник, лесной фонд, рекультивация, плантация, ягодная продукция, саженцы, туризм, просвещение.

COMPREHENSIVE USE OF DRAINED AND PRODUCED PEATLAND ON FOREST FUND LANDS.

**Makeev V.A.¹, Makeeva G.Yu.¹, Korenev I.A.¹, Ershov A.A.^{1, 2},
Zamaraev D.R.^{1, 2}**

¹*Branch of FBU VNIILM «Central European Forest Experimental Station», Kostroma, Russian Federation,*

²*Kostroma State University, Kostroma, Russian Federation*

The article provides data on the integrated use of drained and produced raised and transitional peatland of the forest fund. It is indicated that the most rational way to reclaim such peatlands is to create plantations on them where varietal berry plants (cranberries, blueberries, lingonberries, etc.) can be grown in order to obtain berry products. It is argued that in order to increase the profitability of such plantations, it is also advisable to engage in other types of activities (growing varietal seedlings for sale, creating apiaries, developing tourism, environmental education of the younger generation, comprehensive cooperation with scientific institutions).

Keywords: peatland, forest fund, reclamation, plantation, berry products, seedlings, tourism, enlightenment.

В результате многолетней добычи торфа для разных целей в России образовался значительный фонд выработанных торфяных месторождений, площадь которых составляет 1,5 млн га [7]. Всего, по мнению многих авторов, в России площадь осушенных и выработанных торфяников близка к 5 млн га. Более 70% таких торфяников находятся на землях лесного фонда. При этом более 1 млн га выработанных и осушенных торфяников относится к верховому и переходному типам.

Во многих регионах таежной зоны России, в том числе и в Костромской области, преобладают осушенные и выработанные торфяники верхового и переходного типа. Проблема рекультивации таких торфяников является наиболее трудно решаемой. Вовлечение их в сельскохозяйственную деятельность нерентабельно, так как очень высокая кислотность торфа и бедность его подвижными элементами минерального питания не позволяет выращивать на них традиционные сельскохозяйственные культуры [1]. Создание на землях верховых и переходных осушенных и выработанных торфяников культур хвойных и лиственных древесных пород также практически невозможно из-за низкого плодородия почв, высокого стояния грунтовых вод и периодической затопляемости. На осушенном верховом торфянике возможно формирование древостоев только V-Va классов бонитета [5].

Осушенные и выработанные верховые и переходные торфяники без их рекультивации являются источником многих негативных явлений: торфяных и лес-

ных пожаров, засорения водоемов торфяными стоками, а прилегающей территории – переносимой ветром торфяной пылью [7, 10]. Они постепенно зарастают нежелательной растительностью, оставаясь при этом пожароопасными. Чтобы исключить пожароопасность таких торфяников в лучшем случае проводят их полное затопление.

Как показывает мировой опыт, наиболее экологичным и экономически обоснованным способом вовлечения этих бросовых земель в хозяйственный оборот является плантационное выращивание на них лесных ягодных растений (клюква, голубика, брусника, княженика, морошка), которые естественно произрастают на верховых и переходных болотах. Такой вид использования лесов предусмотрен в статье 25 Лесного кодекса Российской Федерации [2]. Выращивать на верховых и переходных торфяниках можно ягодные растения естественно произрастающих на территории России видов (клюква болотная – *Oxycoccus palustris* Pers., голубика топяная – *Vaccinium uliginosum* L., брусника обыкновенная – *V. vitis-idaea* L., княженика арктическая – *Rubus arcticus* L., морошка приземистая – *R. chamaemorus* L.), а также эндемиков Северной Америки (клюква крупноплодная *O. macrocarpus* (Ait.) Pers., высокорослая голубика *V. corymbosum* L., полувысокорослая голубика – *V. corymbosum* × *V. angustifolium*, голубика узколистная – *V. angustifolium* Ait.). При этом обязательным условием является соответствие климата регионов России потребностям интродуцируемых ягодных растений.

С середины 1970-х годов Центрально-европейская лесная опытная станция (до 2011 г. – Костромская лесная опытная станция) проводит исследования плантационных методов выращивания ягодных растений подсемейства Брусничные на осушенных и выработанных торфяниках лесного фонда [9]. На опытных ягодных плантациях, созданных в эти годы на верховых и переходных торфяниках лесного фонда в Костромской, Ярославской, Нижегородской и Рязанской областях, Станция проводила многолетние опыты по отработке технологических процессов и агротехнических приемов плантационного выращивания клюквы болотной, клюквы крупноплодной, брусники, голубики топяной и голубики узколистной [4, 6].

В эти годы была опытным путем доказана бесперспективность использования на ягодных плантациях неселекционного посадочного материала от обычных дикорастущих растений, ввиду получения из него малопродуктивных насаждений с мелкими ягодами. Что касается зарубежных сортов (клюква крупноплодная, высокорослая голубика), то, как показали наши многолетние опыты, в климатических условиях Южной тайги (Костромская область) и зоны хвойно-широколиственных лесов потребности в тепле для созревания ягод и одревеснения побегов большинства таких сортов не обеспечиваются температурами летних периодов, а зимой растения этих сортов часто повреждаются морозами [3, 8]. В условиях более холодного климата (средняя и северная тайга) плантационное выращивание всех сортов клюквы крупноплодной и высокорослой голубики нецелесообразно.

В связи с этим возникла потребность создания отечественных высокопродуктивных сортов клюквы болотной, клюквы крупноплодной, брусники обыкновенной, голубики узколистной и княженики арктической, хорошо адаптированных

к климатическим условиям российских регионов. Сотрудниками Центрально-европейской лесной опытной станции впервые в России были созданы 9 сортов клюквы болотной (Алая заповедная, Дар Костромы, Краса Севера, Сазоновская, Северянка, Соминская, Хотавецкая, Фомич и Вогулка), 3 сорта клюквы крупноплодной (Волжанка, Мерянка, Славянка), 4 сорта брусники (Костромичка, Костромская розовая, Рубин, Россияночка), 4 сорта голубики узколистной (Нея, Нерль, Лакомка и Поморочка) и сорт княженики арктической (Галина). Эти сорта хорошо адаптированы к климатическим условиям конкретных лесных районов таежной зоны и зоны хвойно-широколиственных лесов России. При этом в оптимальных условиях костромские сорта характеризуются высокой продуктивностью, крупноплодностью, высоким содержанием в ягодах биологически активных веществ.

В настоящее время на основе костромского селекционного посадочного материала функционируют 4 крупные ягодные плантации, заложенные на осушенных и частично выработанных верховых торфяниках лесного фонда в южной, средней и северной тайге европейской части России, а также в средней тайге Ханты-Мансийского автономного округа.

Создание промышленных плантаций лесных ягодных растений на торфяниках требует значительных капиталовложений и использования специальной техники. При этом наибольшие средства требуются на проектирование и строительство плантаций клюквы. Необходимо наличие специально подготовленной площади осушенного торфяника, крупного водоема, создание хорошо оборудованной системы водоснабжения; планировка полей, строительство каналов, шлюзов, насосных станций, нужна сложная сельскохозяйственная и строительная техника. До плантации должна быть построена удобная подъездная дорога. Плодоношение наступает у разных видов ягодников не раньше 2-4-го года после посадки. Окупаемость затрат зависит от конкретных условий, культивируемых видов ягодных растений и некоторых других факторов и наступает не ранее чем через 2 и более лет после начала плодоношения.

Одним из способов ускорения окупаемости вложенных средств и увеличения прибыли является многоцелевое использование плантаций ягодных растений на торфяниках. Кроме получения ягодной продукции на плантациях можно выращивать сортовые саженцы ягодных растений для собственных целей и для продажи. В ряде случаев целесообразно выращивание лекарственных растений (багульник, вереск и другие).

Перспективно использовать ягодные плантации в качестве объектов экологического туризма. Тем более, что развитие внутреннего туризма в последние годы в России приобретает все большую актуальность. В случае нахождения рядом с плантацией лесного или неосушенного болотного массива возможна организация экскурсионных лесных и болотных троп.

Интерес к посещению таких плантаций имеется у населения всех возрастов. Это доказано опытом экотуризма на плантациях клюквы, голубики и княженики в ряде регионов (Костромская и Архангельская области, Ханты-Мансийский автономный округ) южной, средней, северной тайги.

Так, наряду с получением ягодной продукции клюквы, голубики, брусники и княженики на крупной (около 300 га) плантации ООО «Кремь» в Костромской

области, заложенной на частично выработанном верховом торфянике лесного фонда южной тайги, также развивают туристическое направление. Приглашают население на сбор ягод, проводят фестиваль «Клюквенный сок», экскурсии «В гости к яголке» и другие акции. Во время экскурсий по плантации посетители могут купить саженцы ягодных и некоторых декоративных растений. Можно приобрести и ягодную продукцию по приемлемой цене.

В Архангельской области на осушенном верховом торфянике лесного фонда северной тайги существует ягодная плантация сельскохозяйственного производственного кооператива (СПК) «Архангельская клюква». Основная цель – культивирование ягодных растений (клюква болотная, голубика топяная и некоторые другие), сбор и реализация ягод. Научное сопровождение проекта, сортовой посадочный материал, консультации предоставляет Центрально-европейская ЛОС.

Параллельно с основной деятельностью в этом ягодном кооперативе развивают туристический бренд. Проводят экскурсии, мастер-классы (нарезка, посадка черенков, приготовление клюквы в сахаре), организуют посещение имеющегося при плантации музея (в нем представлена история культивирования клюквы, история создания плантации СПК «Архангельская клюква», образцы продукции из ягод, сувениры). Туристам, при их желании, предлагают участие в каких-то несложных работах (обрезка побегов, сбор ягод, создание гряд, посадка черенков клюквы, изготовление памятных сувениров и другое). На плантации СПК «Архангельская клюква» реализуются и зимние туристические программы.

В Ханты-Мансийском национальном округе на нелесных землях лесного фонда (осушенный верховой торфяник и прилегающей к нему участок с супесчаной минеральной почвой) Западно-Сибирского среднетаежного равнинного лесного района создано хозяйство ООО «Ягоды Югры». Специализируется хозяйство на выращивании клюквы болотной, голубики, брусники, морошки, княженики, а также на заготовке дикорастущих ягод. Научное сопровождение проекта, консультации, большая часть посадочного материала обеспечены Центрально-европейской лесной опытной станцией. Также здесь развивается и туристическое направление. Уже два года проводят праздник «Брусника-фест» со сбором ягод, экскурсиями, дегустацией национальных блюд.

Для лучшего опыления цветков и завязывания ягод выращиваемых ягодных растений на территории хозяйств содержат пчелиные семьи (при этом получают мед), а также шмелиные одомашненные семьи. Знакомство с работой опылителей на ягодной плантации представляет еще один блок интереснейшей информации для туристов.

Созданные на торфяниках ягодные плантации также можно использовать как места для экологического просвещения и воспитания школьников. Такая работа со школьниками проводится специалистами СПК «Архангельская клюква». Школьников знакомят с особенностями выращивания ягодных растений на плантации. На прилегающем к плантации участке верхового болота спланированы экологические тропы, где можно ознакомиться с растительностью (болотные ягодные растения, багульник, вереск, подбел, болотный мирт, росянка, карликовая береза, пушица, шейхцерия и др.) и животным миром болот. При этом с близ-

кого расстояния можно рассматривать диких гусей и некоторых других, обитающих на болоте, крупных птиц. На этой плантации у детей с раннего возраста закладывается интерес к родной природе, лесу, лесной науке, производственной деятельности в лесу. Это может сыграть большую роль в подготовке кадров для производственной работы в лесу и для лесной науки. Работают со школьниками и на других двух плантациях (ООО «Кремь» и ООО «Ягоды Югры»).

Созданные на осушенных и частично выработанных торфяниках лесного фонда в южной, средней и северной тайге европейской части России, а также в средней тайге Ханты-Мансийского автономного округа 4 крупные ягодные плантации используются и как базы для проведения научно-исследовательских работ. На этих плантациях проводится испытание отечественных и зарубежных сортов клюквы болотной, клюквы крупноплодной, голубики узколистной и княженики арктической, а также перспективных гибридов этих видов ягодных растений. Совместно с научными работниками на плантациях проводятся опыты по обработке элементов агротехники выращиваемых видов и сортов ягодных растений.

Под руководством ученых и при грантовой поддержке силами членов СПК «Архангельская клюква» и волонтеров проводится поиск в естественных популяциях Архангельской области хорошо адаптированных к местным климатическим условиям хозяйственно ценных форм клюквы болотной и голубики топяной. Эти хозяйственно ценные формы размножают и испытывают на ягодной плантации.

Таким образом, наиболее рациональным способом рекультивации таких бросовых земель лесного фонда, как осушенные и выработанные верховые и переходные торфяники, является создание на них плантаций лесных ягодных растений. Как показывает опыт созданных на торфяниках первых в России крупных ягодных плантаций, дополнительный доход от плантаций можно получать, используя их комплексно. Это может быть продажа сортового посадочного материала, создание пасек, развитие экологического туризма, экологическое просвещение и воспитание любви к родной природе подрастающего поколения и всестороннее сотрудничество с научными учреждениями.

Список использованных источников

1. Алексеева, Ю.С. Выработанные торфяные месторождения – под многолетние травы / Ю.С. Алексеева, А.В. Снигирева. – Л. : «Колос», 1977. – 79 с.
2. Лесной кодекс Российской Федерации. Комментарии: изд.2-е, доп. / Под общ. ред. Н.В. Комаровой, В.П. Рощупкина. – М. : ВНИИЛМ, 2007. – 856 с.
3. Макеев, В.А. Результаты и перспективы селекционной работы с клюквой на Костромской лесной опытной станции / В.А. Макеев, Г.Ю. Макеева // Сборник научных статей, посвященный 50-летию Костромской лесной опытной станции ВНИИЛМ. – Кострома : ВНИИЛМ, 2006. – С. 183–192.
4. Методические указания по проектированию, закладке плантаций и выращиванию клюквы. – М. : ВНИИЛМ, 1981. – 20 с.
5. Пьявченко, Н.И. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение / Н.И. Пьявченко. – М. : Наука, 1985. – 152 с.
6. Руководство по технологии и агротехнике плантационного выращивания клюквы, брусники и голубики. – М. : ВНИИЛМ, Институт леса АН Беларуси, 1992. – 54 с.

7. Скоропанов, С.Г. Современные проблемы выработанных торфяных месторождений / С.Г. Скоропанов // Рациональное использование торфяных почв и площадей выработанных торфяных месторождений в народном хозяйстве. – М. : ВНИИГиМ, 1985. – С. 3–5.

8. Тяк, Г.В. Некоторые итоги и перспективы интродукции голубики в Костромской области / Г.В. Тяк, С.А. Алтухова // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования : VI междунар. симп. – Т. 1. – М. : изд-во Рос. Ун-та дружбы народов. 2005. – С. 129–131.

9. Тяк, Г.В. Выращивание клюквы и голубики на землях лесного фонда, вышедших из-под торфодобычи / Г.В. Тяк, Л.Е. Курлович, В.А. Макеев и др. // Лесохоз. информация, 2015. – Вып. 1. – С.60–66.

10. Царев, В.А. Экономический ущерб, нанесенный природными пожарами в России в 2010 году / В.А. Царев // Лесотехнический журнал, 2012. – № 3. – С. 147–154.

УДК 630.232

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНИИЛМ В ОБЛАСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Проказин Н.Е., Родин С.А., Казаков В.И., Лобанова Е.Н.
ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область, Российская Федерация

Представлены основные результаты и достижения ученых ВНИИЛМ в области разработки технологий выращивания посадочного материала лесных древесных пород для лесовосстановления и лесоразведения в различных лесорастительных зонах. На основании подготовленных исходных требований на машины и орудия для механизации процесса выращивания посадочного материала создан комплекс машин. Разработаны практические рекомендации по выращиванию посадочного материала и проведены мероприятия по их внедрению в производство в различных регионах Российской Федерации.

Ключевые слова: технологии, посадочный материал, сеянцы, саженцы, укрупненные сеянцы.

SCIENTIFIC RESEARCH OF VNIILM IN THE FIELD OF GROWING PLANTING MATERIAL

Prokazin N.E., Rodin S.A., Kazakov V.I., Lobanova E.N.
Russian Scientific Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Pushkino, Moscow region, Russian Federation

The main achievements of VNIILM scientists in the development of various technologies for growing planting material of forest tree species for reforestation and afforestation in various forest growing zones are presented. Based on the prepared initial requirements for machines and tools to mechanize the process of growing planting material, a set of machines was created. Practical recommendations for growing planting material have been developed and measures have been taken to implement them into production in various regions of the Russian Federation.

Keywords: technologies, planting material, seedlings, saplings, enlarged seedlings.

Впервые исследования по выращиванию посадочного материала хвойных пород в лесных питомниках начались в лаборатории лесных культур в 1950-е годы (Х.М. Исаченко) и затем продолжились под руководством Н.А. Смирнова [1].

В результате этих исследований (1955–1970 гг.) были разработаны базовые технологические карты на выращивание сеянцев хвойных пород для различных лесорастительных зон, которые включали следующие агроприемы: применение севооборотов и уничтожение многолетних сорняков на паровых полях; внесение органических и минеральных удобрений; подготовку семян к посеву; предпосевную обработку почвы; посев семян; уход за посевами и подкормку растений; выкопку посадочного материала (табл. 1). Наиболее активное участие в этих работах принимали Л.Н. Бредихина, Л.Е. Годнев, А.Б. Калякин, В.Г. Недвецкая, Л.Н. Колпакова и др.

Таблица 1

Технологии выращивания посадочного материала

Годы	Технологии выращивания	Характеристика	Марки машин
Для хвойных пород (ель, сосна)			
1955-1970	Сеянцев	Выход 1-1,5 млн шт./га Н-10...15 см	Обработка почвы ФПШ-1,3 Посев семян СЛУ-5-20 Уход КФП-1,5 Выкопка НВС-1,2
1965-1975	Саженцев	Выход 250-300 тыс. шт./га Н-25...30 см	Перешколивание СШП-5/3
1970-1985	Саженцев в уплотненной школе	Выход 100-150 тыс. шт./га Н-30...50 см	Сажалка СПЛ-1
1980-1995	Укрупненных сеянцев без перешколива- ния	Выход 600-700 тыс. шт./га Н-25...30 см	Обработка почвы МРБ-1,6 Посев семян СЛН-5 Уход ККП-1,5 Подрезка корней КНУ-1,2 Выкопка МВ-1,3А
Для хвойных и лиственных пород (ель, сосна, дуб, липа)			
В настоящее время	Укрупненных сеянцев для лесовосста- новления и лесоразведе- ния	Выход 600-700 тыс. шт./га Н-25...30 см	Обработка почвы МРБ-1,6 Посев семян СЛН-5 Уход ККП-1,5 Выкопка МВ-1,3А

Совместно с сотрудниками отдела механизации были разработаны исходные требования на машины и орудия для механизации технологических операций выращивания сеянцев хвойных пород в посевных отделениях питомника и в пленочных теплицах.

Для механизации процесса выращивания посадочного материала под руководством Г.Б. Климова был создан комплекс машин, включающий: фрезу почвенную ФПШ-1,3, сеялку лесную универсальную СЛУ-5/20, культиватор фрезерный КФУ-1,5, копач сеянцев КСШ-0,35.

Внедрение в производство разработанных технологий на базе комплексной механизации работ позволило существенно повысить качество посадочного материала и снизить затраты на его выращивание.

В период с 1975 по 1985 гг. под руководством Н.А. Смирнова проведены исследования по разработке технологии выращивания саженцев ели в уплотненной школе. Особое внимание при этом уделялось обоснованию требований к параметрическим показателям семян, применяемых для перешколивания, и срокам выращивания саженцев. В результате было установлено, что оптимальная густота посадки 2-летних семян ели в школьном отделении на дерново-подзолистых суглинистых почвах составляет 250-300 тыс.шт./га, а срок выращивания саженцев из перешколенных семян – 2-3 года.

Под руководством Г.Б. Климова разработана машина для перешколивания семян – сажалка школьная СШ-3/5. Она позволила оптимизировать процесс закладки школьных отделений с различными схемами посадки и существенно сократить затраты труда и средств на выращивание саженцев.

Внедрение разработанных технологий и комплексов машин для выращивания 2-3-летних семян хвойных пород в посевных отделениях питомника, а также 4 (2+2) и 5 (3+2)-летних саженцев ели в уплотненных школах позволило полностью механизировать процесс производства и получать высококачественный посадочный материал для различных условий создания лесных культур.

Результаты проведенных исследований послужили основой для разработки расчетно-технологических карт на выращивание семян и саженцев при комплексной механизации работ, а также государственных и отраслевых стандартов, определяющих и регламентирующих количественные и качественные показатели семян и саженцев хвойных пород [2, 7, 8, 10, 11].

Следующим важным этапом в развитии основ выращивания посадочного материала (1980–1995 гг.) стали исследования по обоснованию технологии и средств механизации для выращивания укрупненных семян хвойных пород в посевном отделении без перешколивания [4].

Наиболее активное участие в этих работах принимали: Е.Н. Лобанова, Е.Н. Мочалова, Н.А. Петрова, В.П. Лярская, Г.Б. Климов, В.И. Казаков, Б.И. Воропаев, А.Я. Ковалев, А.С. Березин и др.

Разработанная технология выращивания 4-летних укрупненных семян включает специальные агротехнические приемы: сортировка семян, равномерно-разреженный посев с минимальной (около 20-30 кг/га) нормой высева, оптимальный режим подкормок, подрезка корней (рис. 1).



Рис. 1. Четырехлетние укрупненные сеянцы ели без перешколивания (Сергиево-Посадский питомник, Московская область)

Такая технология обеспечивает получение сеянцев по своим параметрам и лесокультурным показателям равноценных саженцам, выращенным в уплотненных школах (табл. 2).

Таблица 2

Размеры стандартных сеянцев и саженцев ели (по ОСТ 56-98-93) и укрупненных сеянцев (Сергиево-Посадский питомник, Московская область)

Посадочный материал	Высота, см	Диаметр, мм
Сеянцы стандартные 2-летние	12,0	2,0
Сеянцы укрупненные 4-летние без перешколивания	52,1	9,1
Саженцы 4-летние (2+2) в уплотненной школе	30,0	6,0

Она успешно внедрена в различных регионах страны (Смоленская, Московская, Пермская, Тюменская и др. обл.).

Результаты исследований использованы при подготовке рекомендаций и справочника по лесным питомникам [8, 13].

В целях нормативно-технического регулирования лесовосстановления в соответствии с новым лесным районированием разработан ГОСТ Р «Лесовосстановление. Технические условия» [3, 6].

В последние годы основным направлением исследований является выявление эффективных методов применения биологически активных веществ и агрохимикатов при выращивании посадочного материала сосны, дуба и липы (табл. 3, рис. 2). Использование современных препаратов позволяет существенно улучшить рост и развитие посадочного материала и способствует лучшей его приживаемости при создании лесных культур.

На основе результатов экспериментальных исследований разработаны усовершенствованные технологии выращивания посадочного материала хвойных

и лиственных пород для целей лесовосстановления и защитного лесоразведения [5, 9, 12].

Таблица 3

Размеры стандартных и укрупненных 2-летних сеянцев дуба, липы и сосны (лесные питомники ГКУ «Кайбицкое лесничество» Министерства лесного хозяйства Республики Татарстан)

Сеянцы	Средняя высота, см	Средний диаметр, мм
Дуб черешчатый		
Укрупненные	38,1	7,1
Стандартные	15,0	4,0
Липа мелколистная		
Укрупненные	19,8	5,1
Стандартные	15,0	4,0
Сосна обыкновенная		
Укрупненные	32,1	5,5
Стандартные	10,0	3,0



Рис. 2. Двухлетние сеянцы дуба черешчатого (Кайбицкое лесничество, Республика Татарстан)

Внедрение этих апробированных технологий позволяет обеспечить потребности лесного хозяйства высококачественным посадочным материалом для лесовосстановления и лесоразведения.

Список использованных источников

1. Агротехника и механизация работ в лесных питомниках /Н.А. Смирнов, Г. А. Ларюхин и др. // Сб. ст. по итогам договорных науч.-исслед. работ за 1965– 1966 гг. – М. : Лесн. пром-сть, 1968. – 10 с.
2. ГОСТ 3317-77 Сеянцы деревьев и кустарников. Технические условия. – М. : Госстандарт СССР, 1977. – 45 с.
3. ГОСТ Р 58004–2017 Лесовосстановление. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2018. – 27 с.

4. Казаков, В.И. Технология и машины для выращивания сеянцев хвойных пород без перешколивания / В.И. Казаков, Н.Е. Проказин, Е.Н. Лобанова // Лесохозяйственная информация. – 2012. – № 2. – С. 41–48.
5. Казаков, В.И. Механизация агротехнического ухода в лесном питомнике / В.И. Казаков, Н.Е. Проказин, Е.Н. Лобанова // Лесохозяйственная информация. – 2017. – № 1. – С. 62–68.
6. «Об установлении лесосеменного районирования» Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 19 декабря 2022 г. – № 1032.
7. ОСТ 56 98 93. Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород. Технические условия.
8. Смирнов, Н.А. Рекомендации по технологии выращивания посадочного материала хвойных пород с применением комплексной механизации в зоне хвойно-широколиственных лесов / Н.А. Смирнов, Г.Б. Климов. – М., 1983. – 56 с.
9. Рекомендации по технологии выращивания укрупненного посадочного материала хвойных и лиственных пород для целей лесоразведения в лесостепной и степной зонах европейской части России / Е.Н. Лобанова, Н.Е. Проказин, С.А. Родин, В.И. Казаков, В.В. Сахнов, В.А. Петров, А. В. Чукарина. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2021. – 32 с.
10. Родин, С.А. Уборка, транспортировка и хранение посадочного материала хвойных пород с открытой корневой системой : метод. реком. / С.А. Родин, В.И. Суворов, Г.Б. Климов. – Пушкино : ВНИИЛМ, 1988. – 10 с.
11. Смирнов, Н.А. Применение прогрессивных агротехнических приемов при выращивании посадочного материала хвойных пород / Н.А. Смирнов, В.И. Казаков, Е.Н. Лобанова // Научно-исследовательские работы на базе Сергиево-Посадского опытного лесхоза : сб. науч. тр. – Пушкино, 1999. – С. 36–38.
12. Совершенствование технологий выращивания посадочного материала и лесовосстановления на горельниках [Электронный ресурс] / Н.Е. Проказин, С.А. Родин, В.И. Казаков, Е.Н. Лобанова, И.В. Казаков // Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2019. – № 3. – С. 38–47. URL : <http://lhi.vniilm.ru/>
13. Справочник по лесным питомникам / А.И. Новосельцева, Н.А. Смирнов. – М. : Лесн. пром-ть, 1983. – 280 с.

УДК 630.232

ПОЛУВЕКОВОЙ ОПЫТ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВНИИЛМ В ОБЛАСТИ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА

Проказин Н.Е., Лобанова Е.Н., Родин С.А.
ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область, Российская Федерация

Представлены основные достижения ученых ВНИИЛМ в области лесной селекции и семеноводства: создание селекционных питомников, разработка технологий получения высокопродуктивных семян лесных древесных растений, усовершенствование методов прививок хвойных пород, выведение гибридов, создание государственной сети географических культур, разработка биоклиматических рамочных моделей для климатипов лесных древесных пород.

Ключевые слова: история, лесное хозяйство, семеноводство, селекция, географические культуры, семена древесных пород.

VNIILM half-century research experience in forest breeding and seed production.

Prokazin N.E., Lobanova E.N., Rodin S.A.

Russian Scientific Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Pushkino, Moscow region, Russian Federation

The main achievements of VNIILM scientists in the field of forest breeding and seed production are presented: the creation of breeding nurseries, the development of technologies for obtaining highly productive seeds of forest tree plants, the improvement of coniferous grafting methods, the breeding of hybrids, the creation of a state network of geographical crops, the development of bioclimatic framework models for climatypes of forest tree species.

Keywords: *history, forestry, seed production, breeding, geographical crops, seeds of tree species.*

Важнейшей задачей лесной селекции и семеноводства является выведение, размножение и использование в лесном хозяйстве наиболее продуктивного селекционного материала для получения насаждений с ценными наследственными свойствами и высокой продуктивностью. Для достижения этой цели учеными ВНИИЛМ на протяжении многих лет проводились научные исследования по разработке эффективных способов семенного и вегетативного размножения растений, изучались фенотипическая и генотипическая структура популяций, характер наследования потомством ценных признаков, вопросы диагностики и создания генетического фонда, разрабатывались методы оценки физиологического состояния растений для их отбора в процессе селекции, выводились новые гибридные формы растений, разрабатывались научные основы и технологии сортового семеноводства главных пород, исследовалась биологическая и хозяйственная эффективность лесосеменных плантаций, разрабатывались методы стимулирования урожайности на основе использования физиологически активных веществ и микроэлементов.

В разные годы селекцией и семеноводством в Институте занимались такие ученые, как А.С. Яблоков, С.П. Иванников, А.В. Чудный, Е.П. Проказин, В.И. Ермаков, Р.Ф. Кудашева, Г.И. Анциферов, И.В. Рутковский и другие [1, 2].

В 1935 году по проекту академика А.С. Яблокова заложен Ивантеевский селекционный питомник площадью около 273 га – как база ВНИИЛМ для проведения научных работ в этой области.

Разработаны методы выделения высокосмолопродуктивных сосен, использования меченой пыльцы для изучения ее миграции (А.С. Яблоков, Е.П. Проказин, А.В. Чудный, Л.В. Харина).

Е.П. Проказиным, М.И. Докучаевой, А.С. Яблоковым усовершенствованы методы прививок хвойных пород.

Получены гибриды различных пород: осины (О.Е. Николаева, С.П. Иванников, А.С. Яблоков); пихты (В.И. Ермаков, М.И. Докучаева, Н.Б. Гроздова) – сорта «Ермаковская», «Пушкинская оригинальная»; тополя (А.С. Яблоков, С.П. Иванников) – сорта «Пионер», «Советский пирамидальный», «Курский»,

«Обоянский»; лещины и фундука (Р.Ф. Кудашева, С.Г. Ваничева) – сорта «Тамбовский ранний», «Тамбовский поздний», «Северный 42», «Первенец», «Московский рубин», «Екатерина», «Академик Яблоков» и др.; ивы (Г.И. Анциферов, 1956); сирени (О.Е. Николаева); березы карельской (А.С. Яблоков, Ф.И. Сергиенко, И.А. Казарцев) и других пород.

В 1951–1954 годах сотрудниками лаборатории и лесными опытными станциями института заложены первые опытные географические культуры дуба черешчатого и сосны обыкновенной, лиственницы в Московской, Воронежской и Ростовской областях, Краснодарском крае, Башкирии и Калмыкии. Материалы обобщены Е.П. Проказиным (по сосне) и С.А. Ростовцевым (по дубу). В 1981 году под руководством Б.Н. Куракина и А.Е. Проказина были завершены работы по созданию в европейской части России первой государственной сети географических культур сосны, ели, лиственницы. На основании проведенных исследований в 1982 году разработано и введено в действие «Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР» [3]. Особенность данного районирования заключается в том, что кроме перемещения семян по районам в пределах ареалов видов предусматривается использование семян определенных популяций за пределами ареала, где имеется положительный опыт выращивания высокопродуктивных биологически устойчивых насаждений соответствующих пород или где в недалеком прошлом произрастали данные виды.

В 2011–2012 гг. под руководством Н.Е. Проказина по заданию Рослесхоза была проделана работа «Научно-методическое обоснование использования семян различного географического происхождения основных лесообразующих пород в Российской Федерации». В этот период с привлечением специалистов ФБУ Рослесхоза по известным методикам [4,5] были обследованы все известные объекты географических культур (табл. 1, 2, 3, 4).

Таблица 1

Результаты обследования географических культур (2012 г.)

Наименование	2012 г.
Кол-во субъектов РФ, шт.	39
Общая площадь ГК, га в том числе:	792,83
сосна обыкновенная	383,5
ель европейская, сибирская	213,4
лиственница Сукачева и сибирская	104,53
сосна кедровая и корейская	11,7
дуб черешчатый	79,7

Таблица 2

Параметры географических культур сосны обыкновенной (субъект РФ – Московская обл., лесничество – Орехово-Зуевское, участковое л-во – Авсюнинское, квартал 29, выдел 2, 3, площадь 10,2 га, год закладки – 1966) (рис. 1).

Происхождение климатипа – республика, область (лесничество)	Диаметр, ср, см	Высота, ср, см	Приживаемость, %	Качество ствола, балл	Развитие кроны, балл	Категория состояния
Гомельская (Гомельский)	20,5	22	16,7	3,5	2,5	1,7
Гродненская (Волковысский)	20,1	21,4	20,5	2,2	1,2	1,1
Башкортостан (Белорецкий)	17,7	19,2	16,7	3,9	1,3	1,5
Минская (Узденский)	18,8	19	14,6	3,6	1,5	1,5
Новосибирская (Сузунский)	17	17,4	18	3,2	2,4	2
Курская (Хомутовский)	19,1	17,2	24,5	3	2,5	1,7
Московская (Куrowsкой, контроль)	19,7	19	24,1	3,4	1,3	1,4

Таблица 3

Параметры географических культур ели европейской и сибирской (субъект РФ - Московская обл., лесничество – «Русский лес», участковое л-во – Заокское, квартал 39, выдел 7, площадь 10,0 га, год закладки – 1978) (рис. 2)

Происхождение климатипа – республика, область (лесничество)	Диаметр, ср, см	Высота, ср, см	Приживаемость, %	Качество ствола, балл	Развитие кроны, балл	Категория состояния
Нижегородский (Шарангский) (г.Урень)	22,2	22	43,9	4,8	2,8	1,2
Томская (Колпашевский)	12,6	14,5	19,4	4,7	2,6	1,7
Московская (Сергиево-Посадский, контроль)	15,8	17	68	5	2,8	1,3

Таблица 4

Параметры географических культур лиственницы (субъект РФ - Московская область, лесничество – Виноградовское, участковое л-во – Бронницкое, квартал 74, выдел 6, 11-15, площадь 41,1 га, год закладки – 1954-1955) (рис. 3)

Происхождение климата – республика, область (лесничество)	Диаметр, ср, см	Высота, ср, см	Приживаемость, %
Ивано-Франковская обл. (Галичский)	30,7	29,3	11,9
Московская (Красно-Пахорский)	29,9	29,4	11,31
Красноярский кр. (Туруханский)	18,8	23,1	9,18
Р. Якутия (Ленский)	17,8	20,2	5,57



*Рис. 1. Географические культуры сосны (46 лет).
Московская область, Орехово-Зуевское л-во. Созданы в 1966 г.*



*Рис. 2. Географические культуры ели (34 года).
Московская область, Серпуховский р-н, л-во «Русский лес». Созданы в 1978 г.*



*Рис. 3. Географические культуры лиственницы (58 лет).
Московская область, Бронницкое л-во. Созданы в 1954–1955 гг.*

Проведенный математический анализ успешности роста географических культур (как разница запасов естественных насаждений и насаждений оцениваемого климатипа) с использованием программного продукта ArcGIS 9 показал, что в целом лучшими характеристиками с лесоводственной точки зрения обладают участки, созданные посадочным материалом, выращенным из семян местного происхождения.

В рамках проведенной работы были получены биоклиматические рамочные модели для климатипов основных лесных древесных пород [6]. В зависимости от общности лесорастительных и природно-климатических условий проведено объединение территорий лесничеств в лесосеменные районы. В результате составлен перечень лесосеменных районов основных лесообразующих пород по лесным районам с разделением по субъектам РФ и муниципальным районам. Разработано новое лесосеменное районирование основных лесообразующих пород (сосна – 25 районов, ель – 13, лиственница – 16, кедр – 9, дуб – 8) [7].

Использование районированных семян регулируется соответствующим Порядком, установленным Приказом МПР России [8]. В соответствии с ним для выращивания посадочного материала и создания лесных насаждений в первоочередном порядке используются местные семена лесных растений, заготовленные в границах территории муниципального района, а при их отсутствии - семена лесных растений, источник происхождения которых находится в пределах территории лесничества, при отсутствии последних – семена лесных растений, источник происхождения которых находится в пределах лесосеменного района.

При отсутствии местных семян лесных растений следует последовательно обращаться за получением семян из следующих источников:

- запасы семян юридических и физических лиц;
- страховые фонды семян лесных растений;
- федеральный фонд семян лесных растений.

Использование семян лесных растений основных лесных древесных пород, не включенных в лесосеменное районирование, осуществляется в границах лесного района.

Список использованных источников

1. ВНИИЛМ вчера..., сегодня..., завтра... 1934–2004. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2004. – 288 с.
2. ВНИИЛМ – 80 лет научных исследований : сб.ст., посвящ. 80-летию ВНИИЛМ / Под общ. ред. А.А. Мартынюка, С.А. Родина. – М. : ВНИИЛМ. 2014. – 368 с.
3. Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР / Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву. – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – 368 с.
4. Изучение имеющихся и создание новых географических культур [Текст] : (Программа и методика работ) / Гос. ком. лесного хоз-ва Совета Министров СССР. – Пушкино : ВНИИЛМ, 1972. – 52 с.
5. Методика единовременной инвентаризации географических культур основных лесообразующих пород [Текст] : Приказ Федеральной службы лесного хозяйства России от 16 апреля 1999 г. – № 88.
6. Александров, Г.А. Биоклиматические рамочные модели для климатипов лесных древесных пород [Электронный ресурс] / Г.А. Александров, Н.Е. Проказин // Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн.– 2018. – № 1. – С. 90–102. URL : <http://lhi.vniilm.ru/>
7. Об установлении лесосеменного районирования [Текст] : Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 19 декабря 2022 г. – № 1032.
8. Порядок использования районированных семян лесных растений основных лесных древесных пород [Текст] : Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 9 ноября 2020 г. – № 909.

УДК 574.2+581.5

ФЕНОТИПИРОВАНИЕ РАСТЕНИЙ СОСНЫ СИБИРСКОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРАМЕТРОВ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА ХВОИ

Пахарькова Н.В., Гетте И.Г.

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация

В данной работе была проведена оценка внутривидовой изменчивости экофизиологических признаков хвои сосны сибирской и изучены возможности использования параметров быстрой флуоресценции хлорофилла для фенотипирования растений *Pinus sibirica*. Параметры флуоресценции хлорофилла и фотосинтетической активности хвои регистрировали на приборах Junior PAM и IMAGING-PAM M-Series MAXI Version (HeinzWalzGmbH, Германия). Было выявлено, что для открытых местообитаний сосны сибирской важным параметром в летний период для прогнозирования наращивания массы хвои и площади фотосинтетического аппарата, что обеспечивает продуктивность всего растения, может стать скорость электронного транспорта, величина максимального квантового выхода фотосистемы II и нефотохимического тушения флуоресценции.

Ключевые слова: флуоресценция, хлорофилл, сосна сибирская, фенотипирование, саженцы, продуктивность, выживаемость.

PHENOTYPING OF SIBERIAN PINE PLANTS USING THE PARAMETERS OF CHLOROPHYLL FLUORESCENCE OF NEEDLES

Pakharkova N.V., Gette I.G.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

In this work, the intrapopulation variability of the physiological characteristics of Siberian pine needles was evaluated and the possibilities of using the parameters of rapid chlorophyll fluorescence for phenotyping *Pinus sibirica* plants were studied. The parameters of chlorophyll fluorescence and photosynthetic activity of needles were recorded on Junior PAM and IMAGING-PAM M-Series MAXI Version devices (Heinzwalz GmbH, Germany). It was revealed that for open habitats of Siberian pine, an important parameter in the summer period for predicting the increase in the mass of needles and the area of the photosynthetic apparatus, which ensures the productivity of the entire plant, can be the rate of electronic transport, the maximum quantum yield of photosystem II and the value of non-photochemical quenching of fluorescence.

Keywords: *fluorescence, chlorophyll, Siberian pine, phenotyping, seedlings, productivity, survival.*

Сосна сибирская кедровая (*Pinus sibirica* Du Tour) является одной из важнейших хвойных пород как в хозяйственном отношении, так и с точки зрения ее экосистемных функций. Ареал сосны сибирской кедровой простирается от северо-востока европейской части РФ через всю Западную и Восточную Сибирь. Для целей лесовосстановления в условиях изменения климата весьма актуальным становится вопрос оценки устойчивости растений сосны сибирской к неблагоприятным факторам среды на ранних стадиях развития. Проведенные ранее исследования показали, что существуют значительные межвидовые и межпопуляционные различия по отношению к температурному режиму и условиям увлажнения у представителей рода *Pinus* [3]. Выявлено, что и температура, и количество осадков в течение вегетационного сезона достоверно влияют на фотосинтетическую активность хвои, при этом данные по сосне сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) имеют значительную вариабельность между отдельными деревьями, так как в пределах любой популяции присутствуют особи, более устойчивые к различным стресс-факторам. При выращивании сеянцев большое значение имеет ранняя диагностика продуктивности и выживаемости растений. Одним из малоинвазивных подходов является фенотипирование растений путем регистрации параметров флуоресценции хлорофилла хвои. Фенотипирование активно развивается как в лабораторных и в тепличных условиях, так и на открытых сельскохозяйственных площадках, лесных массивах и в реальных природных фитоценозах [1].

Целью данной работы явились оценка внутрипопуляционной изменчивости экофизиологических признаков деревьев сосны сибирской и изучение возможности использования параметров быстрой флуоресценции хлорофилла хвои для фенотипирования деревьев *Pinus sibirica*.

Параметры флуоресценции хлорофилла хвои исследовали на флуориметрах Junior PAM и IMAGING-PAM M-Series MAXI Version (HeinzWalzGmbH, Германия) в режиме записи световой кривой фотосинтеза. Максимальный квантовый выход фотосистемы II – $\Psi(II)_m$, актуальный квантовый выход фотосистемы

II – Y(II), квантовый выход всех светоиндуцированных процессов нефотохимического тушения флуоресценции – Y(NPQ), квантовый выход других неиндуцированных светом процессов, способных тушить флуоресценцию хлорофилла – Y(NO) фиксировали во время записи световой кривой фотосинтеза. Сумма трех квантовых выходов тушения флуоресценции равна единице [2]. Величины указанных параметров, а также скорость нециклического транспорта электронов – ETR получены автоматически с помощью полнофункционального программного обеспечения WinControl-3.

Было выявлено, что для открытых местообитаний сосны сибирской важным параметром в летний период для прогнозирования наращивания массы хвои и площади фотосинтетического аппарата, что обеспечивает продуктивность всего растения, может стать скорость электронного транспорта, величина максимального квантового выхода фотосистемы II и нефотохимического тушения флуоресценции.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФ 23-24-00251 «Внутрипопуляционная изменчивость экофизиологических признаков деревьев сосны сибирской (Pinus sibirica Du Tour) в условиях изменения климата»

Список использованных источников

1. Demidchik V.V., Shashko A.Y., Bandarenka U.Y., Przhevalskaya D.A., Charnysh M.A., Smolich I.I., Sokolik A.I., Yu M., Smolikova G.N., Pozhvanov G.A., Medvedev S.S., Barkosvkiy A.V. (2020) Plant Phenomics: Fundamental Bases, Software and Hardware Platforms, and Machine Learning. *Russian Journal of Plant Physiology*, 67 (3): 397–412
2. Kramer M., Johnson G., Kiirats O. (2004) New fluorescence parameters for the determination of QA redox state and excitation Gerald E. Edwards energy fluxes. *Photosynthesis Research*, 79: 209–218.
3. Пахарькова, Н.В. Диагностика устойчивости представителей рода *Pinus* к периодическим повышением температуры в зимне-весенний период / Н.В. Пахарькова, Н.А. Кузьмина, Г.В. Кузнецова, С.Р. Кузьмин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2019, 227: 88–106.

УДК 630.452: 632.935.72

ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ В ЛЕСНОМ ПИТОМНИКЕ ОТКРЫТОГО ГРУНТА ОТ ПТИЦ

Тюкавина О.Н.^{1,2}, Демина Н.А.¹

¹ФБУ «СевНИИЛХ», Архангельск, Российская Федерация,

²ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова», Архангельск, Российская Федерация

Поиск эффективных методов защиты посевов от птиц является актуальной задачей для многих лесных питомников открытого грунта. Птицы наносят значительный урон при выращивании посадочного материала хвойных пород, снижая выход семян с единицы площади. Применяемые в практике лесных питомников приспособления для борьбы с птицами чаще всего не являются эффективными. Установлено, что использование механического барьера

сразу после высева семян способно защитить посевы от повреждений птицами.

Ключевые слова: лесные питомники, открытый грунт, семена, птицы, приспособления для отпугивания.

PROBLEMS OF PROTECTION OF CROPS IN AN OPEN-GROUND FOREST NURSERY FROM BIRDS

Tyukavina O.N.^{1,2}, Demina N.A.¹

¹Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russian Federation,

²Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation

The search for effective methods of protecting crops from birds is an urgent task for many open-ground forest nurseries. Birds cause significant damage when growing softwood planting material, reducing the yield of seedlings per unit area. Bird control devices used in the practice of forest nurseries are often not effective. It has been established that the use of a mechanical barrier immediately after sowing seeds can protect crops from damage by birds.

Keywords: forest nurseries, open ground, seeds, birds, devices for scaring.

Одной из проблем, с которой сталкиваются специалисты при выращивании посадочного материала, является защита посевов от птиц. За короткое время серьезный ущерб наносят мигрирующие стаи птиц, например, щеглы, которые приводят к потере до 50-75% посевов [4, 5]. Повреждение посевов птицами чаще встречается в открытых сообществах. Птицы ещё до массового появления всходов разгребают почву и склевывают семена и проростки, повреждают появляющиеся всходы с оболочкой семян, которая прилипает к семядолям.

Цель работы – поиск эффективных приспособлений для отпугивания птиц.

Согласно Landis T.D. [6] наилучшим способом защиты посевов от птиц является правильный выбор территории под питомник. В северных лесных питомниках проблема птиц возникает при расположении их вблизи населенных пунктов. Для защиты посевов от птиц семена деревьев и кустарников обрабатывают репеллентами, применяют укрытие для посевов и приспособления для отпугивания птиц. Из репеллентов используют препараты ТМТД, которыми опудривают семена [1]; обрабатывают их отваром горького перца, применяют перцовый баллончик [6]. Укрывают посевы пленочными или деревянными щитами, металлической сеткой или еловым лапником; применяют полоски полиэтиленовой пленки (или материи), которые прикрепляют к шестам, расставленным в посевном отделе, или к ниткам, натянутым вдоль посевных лент [1]. Щиты при этом выполняют функцию отенения всходов. Основные положения по борьбе с птицами, повреждающими посевы, предложены рядом авторов [3]: сетки от птиц, которые могут автоматически устанавливаться поверх грядок; подкармливание птиц вдали от питомника; химические репелленты; визуальные отпугиватели, например, нанесение красящего пигмента; шумовой эффект, например, портативные пропановые пушки (1 пушка защищает 5 га (www.bij12.nl)). Сторожа отпугивают птиц холостыми выстрелами [1]. В лесных питомниках Северо-Западного региона широко распространен метод отпугивания птиц при помощи организации

громких звуковых сигналов, но эффект от него кратковременен. К шуму птицы со временем привыкают. Кроме ТМТД в качестве репеллентов можно применять Дитианон, Месурол, Капсаицин, Rejex-It (Colorado State University Extension, 2007). Из перечисленных препаратов в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к использованию на территории Российской Федерации в 2024 г., присутствует только Дитианон. Семена, обработанные Капсаицином, все же поедают птицы [2]. Тирам (ТМТД), вероятно, выступает не только в качестве репеллента, но визуального отпугивателя, так как после обработки семена становятся розовыми.

Помимо указанных способов отпугивания птиц голландские ученые предлагают следующие мероприятия (www.bij12.nl, 2022). Установка пугала, имитирующего человека. Для предотвращения привыкания птиц чучела необходимо регулярно переносить. На 1 гектар рекомендуется 4 штуки. Если пугало способно автоматически надуваться–сдуваться и имеет световой сигнал, то 1 штуки достаточно на площадь 1-4 га. На шестах развешивают по 4 штуки на гектар прямоугольные флаги размером 60x90 см или ленты размером 7x150 см, или фольгированные ленты длиной не менее 1,5 м. При участках площадью более 5 га – не менее одного флага или ленты на каждые 100 м. Установка пропеллеров из трех лопастей попеременно черных и ярко окрашенных или с отражающей фольгой на шесте высотой 1,5 м четыре экземпляра на 1 га. Применение аудиозаписей с естественными криками птиц, предупреждающими об опасности.

С проблемой повреждения посевов птицами сталкивается большинство лесных питомников открытого грунта. В Ленинградской области, несмотря на обработку семян ТМТД, в последние годы отмечается повышенный интерес птиц к посевам. В Карелии применение дисков на шесте, в Архангельской области применение лент на шесте оказалось недостаточно эффективным. В питомниках, расположенных рядом с населенными пунктами, основные потери семенного материала вызывают вороны.

В 2023 году 25 мая были проведены посевы сосны и ели на экспериментальных грядках в 30 километрах от Архангельска. Оказалось, что 80% посевов были повреждены птицами, где была отмечена кукша. На месте посева сосны участками были выпорханы строчки и образовались бороздки, в других участках на поверхности лежали выдернутые из почвы всходы (рис.1).



Рис. 1. Повреждение посевов птицами

16 июня был снова проведен посев сосны и ели согласно нормативу в 5-кратной повторности и установлены различные приспособления для отпугивания птиц: шесты с подвешенными на нитке дисками (1 шт. на 1 м²), шесты с пучком из 5 бобинных магнитных лент длиной до 1,5 м (1 шт. на 3 м²) и покрытие посевов спанбондом поверх дуг (рис.2).



Рис. 2. Приспособления для отпугивания птиц

Эффективность применения приспособлений для отпугивания птиц оценивалась через месяц после посева (табл.1).

Таблица 1

Эффективность применения приспособлений для отпугивания птиц

Вид	Увеличение количества сеянцев на погонном метре по сравнению с контролем, %		
	Спанбонд	Шест с диском	Шест с лентами
Ель европейская	252,7±13,0	96,7± 13,5	53,8±5,8
Сосна обыкновенная	1133,3±122,5	153,3±22,2	80,0±10,3

Наибольшей эффективностью сохранения семян характеризуется покрытие гряд спанбондом. Применение шеста с диском оказалось более эффективным по сравнению с шестом с лентами. Но по сравнению с укрывным материалом их эффективность снижается более чем в 2,6 раз по ели и в 7,4 раза по сосне.

При отсутствии эффективной защиты посевов от птиц на той территории, где существует данная проблема, возникает необходимость отказа от выращивания семян в открытом грунте на больших площадях и перехода на небольшие площади в виде гряд с наличием укрывного материала в виде спанбонда, деревянных щитов или металлической сетки.

Список использованных источников

1. Новосельцева, А.И. Справочник по лесным питомникам / А.И. Новосельцева, Н.А. Смирнов. – М. : Лесная промышленность, 1983. – С. 280.
2. Colorado State University Extension. Chemical, visual and auditory repellents for reducing problems with urban wildlife. – 2007. – URL : <http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/wildlife/repellents.htm> (дата обращения 08.06.2024).
3. Fuller R. Mesurool 75% seed treater as a bird repellent seed coat treatment / R. Fuller, T. Landis, J. Cummings, J. Guarino // *Tree Planters' Notes*. – 1984. – 35(1). – Pp.12–17.
4. Landis, T.D. The biological component: nursery pests and mycorrhizae, vol 5. The Container Tree Nursery Manual / T.D. Landis, R.W. Tinus, S.E. McDonald, J.P. Barnett – Washington (DC): USDA Forest Service. Agriculture Handbook 674. – 1989. – 171 p.
5. Landis, T.D. An analysis of seed and seedling losses at Mt. Sopris tree nursery (CO). Denver (CO): USDA Forest Service, Forest Insect and Disease Management / T.D. Landis // *Biological Evaluation*. – 1976. – R2-76-18. – 7 p.
6. Landis, T.D. Bird Damage to Sown Seeds or Emerging / T.D. Landis // *Forest Nursery Notes*. – 2010. – Vol. 30, Iss. 1. – Pp. 17–19.

ЗАЩИТА ЛЕСА ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

УДК 630.44:582.475(571.51)

О ПРИЧИНАХ ПОРАЖЕННОСТИ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ШЮТТЕ ОБЫКНОВЕННЫМ

Аминев П.И., Карпенко О.П.

*Сибирский государственный университет науки и технологий
им. академика М.Ф. Решетнева, Красноярск, Российская Федерация*

По материалам детального фитопатологического обследования выявлена зараженность двухлетних сеянцев сосны обыкновенным шютте в питомнике Канского лесничества Красноярского края. Определены распространенность и развитие болезни, проанализированы причины ее возникновения и прогрессирующего развития.

Ключевые слова: *сосна, сеянцы, шютте обыкновенное, возбудитель, распространенность и развитие болезни, эпифитотия.*

REASONS OF PINE SEEDLINGS AFFLICTION BY SCHUTTE ORDINARY

Aminev P.I., Karpenko O.P.

*Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk,
Russian Federation*

Based on the detailed phytopathological examination materials, the two-year-old pine seedlings infestation by ordinary schutte in the nursery of the Kansky forestry of the Krasnoyarsk Territory was revealed. The disease prevalence and development were determined; the causes of its occurrence and progressive development were analyzed.

Keywords: *pine, seedlings, schutte ordinary, pathogen, prevalence and development of the disease, epiphytoty.*

Введение

Среди инфекционных болезней, поражающих сосну в молодом возрасте, наиболее известным является обыкновенное шютте, о котором знали лесоводы еще на заре лесокультурного дела. Большой ущерб, причиняемый болезнью, а также широкое распространение, побуждали исследователей заниматься ее изучением.

В годы эпифитотий в питомниках центральных районов России и на северо-западе страны шютте обыкновенным болеет от 60 до 100% двухлетних сеянцев сосны [19, 1]. В питомниках Среднего Поволжья зараженность одно- и двухлетних посевов достигает 100% [4], а в питомниках бассейна озера Байкал – 88-97% [18]. В Литве ежегодно от шютте обыкновенного погибает около 3 га питомников сосны, сеянцами которых можно было бы облесить 600 га [15]. По сведениям [11], распространенность обыкновенного и снежного шютте на сосне в условиях Крайнего Севера (Ханты-Мансийский автономный округ) достигает 100%, а интенсивность поражения растений составляет 65-85%.

На территории большинства питомников Красноярского края в период с 1992 по 1997 гг. распространенность шютте обыкновенного на сеянцах сосны достигала 4 баллов [9], что, согласно методике [6], соответствует 45-70% пораженных сеянцев. На протяжении последующих 14 лет (с 1997 по 2010 гг.) было зафиксировано 130 очагов шютте обыкновенного, при этом наиболее обширное распространение шютте отмечалось в 2003 и 2007 гг., когда болезнью было заражено от 80 до 100% растений [10].

Таким образом, вопрос о мониторинге состояния сеянцев в лесных питомниках края и разработке эффективных мер борьбы с инфекционными болезнями становится все более актуальным.

Цель работы – выяснение причин, способствующих частым вспышкам шютте обыкновенного в питомнике Канского лесничества. В задачи исследования входило проведение обследования с оценкой состояния сеянцев и определением показателей проявления шютте, анализ причин возникновения и развития болезни.

Материалы и методы

Объектом исследования являлся лесной питомник Канского лесничества, расположенного в юго-восточной части Красноярского края на территории Канского, Рыбинского и Сухобузимского административных районов. По лесорастительному районированию территория Канского лесничества расположена в Приангарской плоскогорно-равнинной лесорастительной провинции в двух лесорастительных районах: среднетаёжный район темно-хвойных лесов Енисейского края и северный Красноярско-Ачинско-Канский лесорастительный район. Месторасположение питомника приходится на второй лесорастительный район.

Материалами исследования послужили данные детального фитопатологического обследования двухлетних сеянцев сосны обыкновенной, выполненного по общепринятым методикам [8, 12]. Учет состояния сеянцев производили на метровых учетных площадках, равномерно размещенных по площади, занятой сеянцами в количестве 20 штук. Оценку степени поражения осуществляли по четырехбалльной шкале: 1 – поражено до 25% хвои, 2 – поражено 26-50% хвои, 3 – поражено 51-75% хвои, 4 – поражено более 75% хвои. Диагностику болезни производили по анатомо-морфологическим признакам пораженных растений, а также репродуктивным органам возбудителей, руководствуясь справочной литературой [8, 7, 5].

Результаты и их обсуждение

По результатам детального фитопатологического обследования было установлено, что сеянцы сосны обыкновенной поражены обыкновенным шютте, возбудитель – сумчатый гриб *Lophodermium seeditiosum* Mint. Заболевание имеет повсеместно очаговый характер (зараженность более 10%). Средняя распространенность болезни в питомнике составила 43,0%, а развитие болезни – 27,5%. При этом на отдельных учетных площадках распространенность шютте достигала 63,6% при развитии 41,4%. Анализ причин всплеска шютте позволил установить следующее.

Во-первых, в питомнике не соблюдаются фитосанитарные требования пространственной изоляции посевов как от источников «дальней», так и «ближней инфекции». Вблизи границы питомника, на расстоянии 50 м, находятся естественные насаждения с примесью сосны, что способствует заносу инфекции и накоплению ее в питомнике («дальняя инфекция»). Исследования [18] показали, что на участках, находящихся от стен леса на расстоянии не более 50 м, зараженность семян сосны шютте обыкновенным достигала 97%. При увеличении этого расстояния до 100 м зараженность болезнью не превышала 63%. Благоприятствует накоплению инфекции и более сильному развитию болезни и совместное выращивание в одном питомнике семян разного возраста. И если в первый год жизни семян инфекционная нагрузка на их хвою не столь велика, то на втором году жизни апотеции возбудителя развиваются на одиночной хвое большого числа семян. По сведениям [4], пораженная грибом одиночная хвоя крепко удерживается на семенах и долгое время не опадает, играя большую роль в накоплении и распространении «ближней инфекции». Обильные аскоспоры вызывают массовое заражение, как собственной двойной хвое, так и соседних семян. Гриб *L. seditiosum* характеризуется более высокой степенью паразитизма в сравнении с другими возбудителями шютте обыкновенного, что обеспечивает способность его грибницы быстро разрастаться в живых тканях хвое и убивать их [14]. Этой особенностью объясняется возможность быстрого возникновения в питомниках «ближней инфекции», вызывающей развитие локальных очагов болезни в посевах второго года.

Во-вторых, отмечается загущенность посевов сосны в питомнике, что создает благоприятные условия для развития возбудителя болезни и повышает восприимчивость растений к патогену. В загущенных посевах увеличивается период сохранения влаги на поверхности хвое, это способствует ее заражению, а близкое расположение семян друг к другу благоприятствует более интенсивному и быстрому развитию болезни. Кроме этого, в загущенных посевах происходит более сильная конкуренция между растениями за ресурсы среды (свет, питательные вещества). Недостаток света в загущенных посевах сосны может привести к преждевременному отмиранию хвое и поражению ее шютте, что подтверждается нашими предшествующими исследованиями [2], а также выводами других авторов [5, 13, 14, 16].

В-третьих, значительная засоренность исследуемого питомника сорняками, и в первую очередь пыреем, неблагоприятно сказывается на росте семян сосны и создает предпосылки для поражения их шютте, что подтверждает выводы других авторов. Так, исследованиями [16] установлено, что заболевание семян сосны шютте обыкновенным чаще происходит в «непрополотых питомниках в слишком густых посевах». По сведениям [5], максимальный запас инфекции шютте накапливается в загущенных и заросших сорняками посевах сосны.

Неблагоприятное влияние на рост семян оказывают также и почвенные условия. По рекомендациям специалистов [17], семена сосны обыкновенной следует выращивать на достаточно плодородных, супесчаных и легкосуглинистых почвах. Оптимальное содержание физической глины в пахотном горизонте

должно быть близким к 20-25%. Почвообразующей породой в питомнике Канского лесничества является глина. По механическому составу верхний пахотный горизонт представлен средними и тяжелыми суглинками с содержанием глины от 30 до 50%. Наилучший же рост сеянцев сосны обыкновенной наблюдается на почвах легкого механического состава [3]. По выводам [17], на тяжелых почвах наблюдается неблагоприятная для выращивания посадочного материала почвенная экология. В результате этого снижается грунтовая всхожесть, увеличивается отпад всходов от полегания, уменьшается выход стандартного материала, кроме того, сеянцы страдают от выжимания. Установлено, что устойчивость к шютте обыкновенному снижается при выращивании сеянцев сосны на тяжелых глинистых [16], а также на сухих и избыточно увлажненных почвах [13].

Отрицательное влияние на рост и развитие сеянцев в питомнике оказывают и климатические факторы – поздневесенние и раннеосенние заморозки, а также резкие колебания температуры в течение года. Климат района расположения питомника резко континентальный, характеризующийся холодной продолжительной зимой и коротким жарким летом с большими колебаниями температуры дня и ночи. По этим причинам в питомнике ранее неоднократно отмечалось вымокание и вымерзание сеянцев.

Сравнительный анализ полученных нами сведений о распространенности и развитии шютте обыкновенного с имеющимися литературными данными по Канскому лесничеству [10] позволяет заключить, что динамика заболевания сосны шютте обыкновенным имеет циклический характер. В соответствии с выводами авторов [10], Канское лесничество наряду с семью другими лесничествами края отнесено к третьей группе лесничеств, характеризующихся наиболее частыми вспышками шютте. За 14-летний период (с 1997 по 2010 гг.) в питомниках и лесных культурах этих лесничеств регистрировалось более 5-6 очагов болезни в одном лесничестве. При этом в отдельные годы на территории этих лесничеств зараженность 1-4-летних сеянцев и молодых культур шютте достигала 100%.

В связи с цикличностью эпифитотий шютте уровень инфекционной нагрузки на хвою значительно изменяется по годам и зависит от возраста сеянцев, а также от климатических и погодных условий, оказывающих влияние на созревание и разлет спор возбудителя. Условия погоды определяют интенсивность прохождения патологического процесса, обуславливая возможность накопления инфекции, заражения растений и развитие гриба в растении.

Заключение

Шютте обыкновенное относится к одному из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний сеянцев. Проведенным обследованием выявлена зараженность шютте двухлетних сеянцев сосны обыкновенной в питомнике Канского лесничества. Болезнь характеризуется очаговым проявлением со средней распространенностью 43,0% и развитием болезни – 27,5%. Полученные данные согласуются с результатами предшествующих исследований других авторов о

частых вспышках шютте в питомнике этого лесничества и свидетельствуют о циклическом характере болезни.

Появление в питомнике шютте обыкновенного и прогрессирующее его развитие связано с совокупным влиянием комплекса факторов:

- несоблюдением фитосанитарных требований пространственной изоляции посевов от источников «дальней» и «ближней инфекции»;
- нарушением агротехники выращивания сеянцев (загущенность посевов, недостаточная борьба с сорняками);
- неблагоприятными почвенными условиями;
- отрицательным влиянием на рост и развитие сеянцев климатических факторов, ослабляющих растения и повышающих их восприимчивость к болезни.

Список использованных источников

1. Аминев, П.И. Обыкновенное шютте сосны / П.И. Аминев, И.И. Минкевич. – Л. : ЛТА, 1986. – 60с.
2. Аминев, П.И. Особенности развития инфекционного полегания и шютте обыкновенного и их влияние на рост сеянцев хвойных пород в питомнике Верхне-Манского лесхоза / П.И. Аминев, Е.А. Москалева // Непрерывное экологическое образование и экологические проблемы Красноярского края : 8-я межрегиональная научно-методическая конференция. – Красноярск : СибГТУ, 2003. – С. 345–348.
3. Бабич, Н.А. Сорная растительность лесных питомников : монография / Н.А. Бабич, И.С. Нечаева. – Архангельск : Северный (Арктический) федеральный университет, 2010. – 187с.
4. Ведерников, Н.М. Биофенология гриба *Lophodermium pinastri* Chev., его особенности и характер вызываемого им заболевания в условиях центральных районов Среднего Поволжья / Н.М.Ведерников // Сборник трудов по лесному хозяйству Татарской ЛОС. Вып.ХVI. – М., 1964. – С. 205–221.
5. Ведерников, Н.М. О возбудителях обыкновенного шютте сосны / Н.М. Ведерников // Лесное хозяйство. – 1990. – № 1. – С.54–56.
6. Ведерников, Н.М. Учет и прогноз очагов болезней сеянцев и меры борьбы с ними в питомниках / Н.М. Ведерников. – М. : ВНИИЛМ, 1988. – 27с.
7. Журавлев, И.И. Определитель грибных болезней деревьев и кустарников / И.И. Журавлев, Т.Н. Селиванова, Н.А. Черемисинов. – М. : Лесная промышленность, 1979. – 247 с.
8. Защита леса от вредителей и болезней : Справочник / Маслов А.Д. [и др.]. Под редакцией Маслова А.Д., 2-е изд. перераб. и дополн. – М. : Агропромиздат, 1988. – 414 с.
9. Кондаков, С.Ю. Экологическая характеристика и эпифитотическое районирование питомников Красноярского края / С.Ю. Кондаков, Т.П. Кондакова // Лесной вестник. – 2001. – № 5. – С.68–77.
10. Кузьмина, Н.А. Распространение видов шютте в насаждениях сосны обыкновенной в Средней Сибири / Н.А. Кузьмина, В.А. Сенашова, С.Р. Кузьмин // Лесоведение. – 2014. – № 6. – С. 49–55.
11. Макарова, Т.А. Особенности развития болезней типа шютте в условиях Крайнего Севера / Т.А. Макарова // Вестник Оренбургского гос. ун-та. – 2008. – № 5. – С.140–145.

12. Методы мониторинга вредителей и болезней леса : Справочник. Т. III. Болезни и вредители в лесах России. / Под общей редакцией Тузова В.К. – М. : ВНИИЛМ, 2004. – 200 с.
13. Мороз, В.К. Прогноз и профилактика фацидиоза и шютте сосны в питомниках и культурах Карельской АССР : автореф. дис. канд. биол. наук / В.К. Мороз. – Л., 1965. – 17 с.
14. Распопов, П.М. Шютте сосны обыкновенной и его профилактика в питомниках Южного Урала / П.М. Распопов, М.В. Петрова // Микология и фитопатология, Том 23. – Вып. 3. – 1989. – С. 281–288.
15. Римкус, А.Ю. К усовершенствованию мер борьбы с болезнью шютте / А.Ю. Римкус // Доклады научной конференции по защите растений. Вильнюс, 1959. – С. 329–333.
16. Римкус, А.Ю. Шютте сосны, ее распространение в Литовской ССР, фенологическое развитие ее возбудителя и уточнение мер борьбы с болезнью : автореф. дис. канд. биол. наук / Римкус А.Ю. – Вильнюс, 1960. – 23 с.
17. Родин, А.Р. Лесные культуры : учебник для студентов спец. 260400 / А.Р. Родин. – М. : МГУЛ, 2002. – 268 с.
18. Светогоров, Ю.П. Грибные заболевания в лесных питомниках бассейна озера Байкал / Ю.П. Светогоров // Лесное хозяйство. – 1974. – №12. – С. 74–76.
19. Шафранская, В.Н. Грибные болезни сеянцев хвойных пород и борьба с ними в питомниках / В.Н. Шафранская // Защита лесов от вредителей и болезней. – М., 1961. – С. 189–203.

УДК 630*.4

ДЕНДРОФИЛЬНЫЕ ИНВАЗИВНЫЕ ОРГАНИЗМЫ – ОПАСНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ

Гниненко Ю.И.

ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область, Российская Федерация

В статье рассмотрено значение появления новых дендрофильных вселенцев для жизни аборигенных лесных сообществ. Указаны различия между двумя типами вселения: расширение границ ареала вида и трансконтинентальная инвазия из мест первоначального обитания. Показано влияние этих фитофагов на осваиваемые ими лесные сообщества в зависимости от типов вселения.

Ключевые слова: *инвазивные организмы, лесные сообщества, меры защиты.*

DENDROPHILIC INVASIVE ORGANISMS – DANGERS AND PROBLEMS

Gninenko Yu.I.

FBU Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Pushkino, Moscow region, Russian Federation

The article considers the importance of the emergence of new dendrophilic invaders for the life of aboriginal forest communities. The differences between the two types of settlement are indicated: the expansion of the boundaries of the species' range and transcontinental invasion from the original habitat. The differences

in the influence of these two types of phytophagous infestation are shown by the peculiarities of their influence on the forest communities they develop.

Keywords: *invasive organisms, forest communities, protection measures.*

Цель работы

В последние годы XX века все чаще стали возникать проблемы по защите леса от чуждых вселенцев, которые появляются в аборигенных лесных сообществах на территории России. Появление инвазивных организмов оказало огромное вредоносное влияние на состояние лесов.

В начале XXI века этот процесс продолжился, что повлекло за собой необходимость разработки специальных подходов, позволяющих надёжно защитить леса от новых опасных обитателей.

Для понимания процессов, происходящих в лесу при вселении в него чуждых организмов, необходимо учитывать многочисленные аспекты, сопровождающие подобные вселения. Поэтому целью настоящей работы является попытка изучить типы вселения и показать их различия, что имеет важное значение для разработки мер защиты от дендрофильных фитофагов.

Решение проблемы

Нестабильность ареалов некоторых лесных насекомых или микромицетов является частью их биологических особенностей. Известно, что непарный шелкопряд *Lymantria dispar*, Linnaeus, 1758 (Lepidoptera, Erebidae) впервые обнаружен в лесах Восточной Азии, откуда его распространение пошло на запад [1-5]. Там же появился и сибирский коконопряд *Dendrolimus sibiricus* Tschetverikov, 1908 (Lepidoptera, Lasiocampidae) [6]. Но если непарный шелкопряд начал свою экспансию на запад примерно 50-70 тыс. лет назад, то сибирский коконопряд появился в таёжных лесах Восточной Сибири в XIX веке [6-7] и в начале XX века пересёк Уральские горы в западном направлении [8].

Современные генетические исследования показали, что *D. sibiricus* сравнительно недавно обособился как самостоятельный вид [9] и после этого его ареал распространяется на запад.

Известно также, что сосновая пяденица *Bupalus piniaria* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera, Lasiocampidae) вслед за расширением ареала [10-13] продвигается с запада на восток Евразии. Такой процесс вряд ли возможно считать инвазией. Это, скорее всего, экспансия сосновой пяденицы и целого ряда видов, связанных с ней трофическими и иными взаимодействиями, на новые территории. То есть фитофаг, расширяя свой ареал, как бы ведёт за собой в новые места обитания связанных с ним энтомофагов, для которых новые условия обитания вполне удовлетворительны.

Еще одним видом-экспансером является охридский минёр *Cameraria ohridella* Deshka et Dimic, 1986 (Lepidoptera, Gracollariidae). Ранее он был очень редким видом на Балканском полуострове [13-14], но в конце XX века стал быстро расширять свой ареал и вскоре освоил практически все территории в Европе, где произрастает его основная кормовая культура – конский каштан обыкновенный [15-17].

Подобные экспансии оказывают существенное влияние на лесные сообщества. Например, повсеместно, куда проникает сибирский коконопряд, он уничтожает однопородные леса своих кормовых пород. Это приводит к появлению смешанных хвойно-лиственных древостоев там, где ранее преобладали чистые лиственничники, кедрачи или пихтарники. Фактически такой экспансер перестраивает лесные сообщества, оказывая значительное влияние на состав древостоев. В большинстве случаев такие инвазивные организмы не уничтожают свои кормовые породы как вид, но однопородные леса из них на больших площадях более не могут формироваться.

Появление видов-инвайдеров принципиально отличается от подобных экспансий. Инвайдер появляется на новых территориях, часто расположенных на других континентах, и никак не связан с территориями первоначального его обитания. Чаще всего такие инвайдеры оказываются в новых местах обитания и среди новых для них кормовых растений без паразитоидов и патогенов, которые сопровождали их в прежней естественной среде.

Это создаёт совершенно необычную для них ценотическую обстановку в лесных сообществах, в которые они вселились, где отсутствуют лимитирующие рост численности особей факторы, а потребляемые ими растения исторически не имеют к ним устойчивости. Таким образом, виды, относимые нами к этим двум категориям вселенцев, имеют важные принципиальные различия (табл. 1).

Таблица 1

Основные различия между инвазивными и экспансивными видами-вселенцами

Категория вселенца	Наличие энтомофагов	Влияние на кормовые породы
Экспансивный вид	Присутствие нескольких, в т.ч. специфических энтомофагов	Изменение породного и возрастного состава лесов
Инвазивный вид	Отсутствие эффективных энтомофагов	Уничтожение аборигенных лесных сообществ и полное уничтожение древостоев кормовых пород

Инвайдер в новых для него местах обитания способен полностью уничтожать древостой своих кормовых пород, не имея регулирующих его численность факторов. Например, самшитовая огнёвка *Cydalima perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera, Gracollariidae) полностью уничтожила самшит на Северном Кавказе в 2012–2014 гг. Уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandford 1894 (Coleoptera: Curculionidae) фактически повсеместно, куда проникает, уничтожает пихтарники [18], ясеневая узкотелая изумрудная златка *Agrius planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera, Buprestidae) уничтожает ясень, как в озеленительных посадках городов, так и в лесах [19-20]. Перечисленные инвайдеры, вселившись в лесные сообщества, существенно изменили их и стали после этого их неотъемлемой частью, постоянно оказывая на них влияние.

Особенности этих двух типов вселенцев показывают, что необходимо разрабатывать различные подходы к защите от них аборигенных лесов. При этом следует иметь в виду, что любой инвайдер является возможным ликвидатором древостоев своих кормовых пород. Поэтому первостепенным мероприятием при выявлении таких вселенцев должны стать поиск и оценка природных энтомофагов в местах их естественного обитания, интродукция тех из них, которые наиболее эффективны и экологически безопасны, а также разработка технологии их производства и применения. Вторым важным действием при обнаружении инвайдера является как можно более раннее начало работ по испытанию пестицидов и их регистрация, чтобы была возможность эффективно защищать леса до того, как энтомофаги смогут начать регулировать численность инвайдера. Это важно также и потому, что после взаимной адаптации инвайдера и интродуцированных его энтомофагов, нельзя исключать вероятность формирования очагов фитофага.

Поскольку вид-экспансер обычно «приводит» за собой энтомофагов, то его появление не требует проведения их поиска и специальных работ по интродукции. Эти энтомофаги, как мы указали выше, в той или иной степени регулируют численность особей фитофага, и эти колебания приобретают характер возникающих с определённой частотой флюктуаций. Поэтому для защиты лесов необходимо, прежде всего, тщательно отслеживать динамику колебания численности и проводить защитные обработки до нанесения повреждений.

Совершенно иная ситуация всегда складывается при появлении вселенца с территорий других континентов. Он способен уничтожить полностью те растения, которыми питается. Одним из примеров развития событий по такому сценарию являются последствия появления в России самшитовой огнёвки [21]. Этот инвайдер полностью уничтожил все местные древостои самшита и, несмотря на это, смог закрепиться в озеленительных посадках населённых пунктов. Это происходит потому, что население самостоятельно применяет химические пестициды на своих участках фактически бесконтрольно. Такие обработки позволяют сохранить самшит, но они не способны полностью уничтожить огнёвку, и она на низком уровне численности продолжает жить в данном регионе. Рано или поздно это приведёт к формированию популяций, устойчивых к пестицидам. А когда в лесах начнутся работы даже на небольших площадях по искусственному восстановлению самшита, огнёвка вновь размножится в них. Но в этом случае уничтожить её будет сложнее из-за приобретённой устойчивости к ядохимикатам.

В настоящее время так же трудно проводить работы по защите дубрав от дубового клопа-кружевницы *Corythucha arcuata* Say, 1832 (Heteroptera: Tingidae) [22]. Его повреждения не причиняют дубравам непоправимого ущерба [23], но ежегодные сильные повреждения, причиненные дубравам, ухудшают их санитарное состояние и приводят к постепенному отмиранию деревьев. Вопрос защиты дубрав от этого инвайдера не может быть решён без интродукции тех энтомофагов, которые эффективно регулируют его численность в пределах природного ареала и не представляют угрозы для европейских экосистем.

Таким образом, в случае появления каждого нового инвазивного дендрофильного вселенца в лесных сообществах на территории России должен быть введён в действие алгоритм выполнения ряда важных мероприятий, которые минимизируют последствия такого вселения.

Примеров разрушающего действия лесных сообществ дендрофильными инвайдерами становится всё больше. Поэтому важно создать в стране систему отслеживания вероятности появления новых вселенцев и наладить работы по предотвращению ущерба от них ещё до того, как они появятся в лесах любой части страны.

Совершенно вне поля зрения лесоводов и лесозащитников находятся случаи инвазии растений в леса России. В результате таких вторжений в лесах разных регионов страны появляются и становятся обычными чуждые древесные породы, например, клён ясенелистный (*Acer negundo*), акация белая (*Robinia pseudoacacia*) и ряд других. Их появление переформатирует аборигенные лесные сообщества и создаёт условия как минимум для двух опасных явлений: сокращение численности аборигенных пород и создание условий для вселения инвазивных фитофагов из мест естественного обитания этих растений.

Таким образом, проблема появления новых чуждых для местных лесных сообществ организмов приобретает всё более острый характер и она должна стать важным направлением исследований лесных биологов различных направлений.

Выводы

Нами выделено два типа вселения ранее отсутствующих видов на новые территории. Экспансия – постепенное расширение ареала и связанное с этим появление вида на новых территориях. Такие вселения всегда сопровождаются приходом на новые территории не только фитофага, но и связанных с ним энтомофагов. Инвазия – трансконтинентальное появление вида на новых территориях. В таком случае у вселенца чаще всего отсутствуют связанные с ним энтомофаги и его размножение в новых местах обитания ничем не ограничено.

Такие различия требуют разработки разных систем защиты тех лесов, где произошло вселение нового дендрофильного фитофага.

Список использованных источников

1. Bogdanowicz S.M., Schaefer P.W., Harrison P.G. Mitochondrial DNA variation among worldwide population of *Lymantria dispar* // Molecular Phylogenetics and Evolution, 2000, № 15. – P. 487–495.
2. Tae Hwa Kang, Sang Hoon Han, Heung Sik Lee Genetics structural and demographic history of *Lymantria dispar*, Linnaeus, 1758 (Lepidoptera, Erebidae) in its area of origin and adjacent area // Ecology and Evolution, 2017, № 7(21). – P. 1–17.

-
3. Zahiri R., Schmidt B.C., Schintlmeister A., Yakovlev R.V., Rindoš M. Global phylogeography reveals the origin and the evolutionary history of the gypsy moth (Lepidoptera, Erebidae). *Molecular Phylogenetic Evolution*, 2019, 137. – P. 1–13.
 4. Wu Y., Molongoski J.J., Winograd D.F., Bogdanowicz S.M., Louyakis A.S., Lance D.R., Mastro V.C., Harrison R.G. Genetic structure, admixture and invasion success in a Holarctic defoliator, the gypsy moth (*Lymantria dispar*, Lepidoptera: Erebidae) // *Molecular Ecology*, 2015, 24 (6). – P. 1275–1291.
 5. Schaefer P.W. Diversity in form, function, behavior, and ecology: an overview of the Lymantriidae (Lepidoptera) of the world // *Proceedings. Lymantriidae: A comparison of features of New and Old World tussock moths*. New Haven. 1989. – P. 1–20.
 6. Рожков, А.С. Сибирский шелкопряд / А.С. Рожков. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – С. 175.
 7. Флоров, Д.Н. Сибирский шелкопряд в Восточной Сибири / Д.Н. Флоров. – Иркутск : ОГИЗ, 1938. – 56 с.
 8. Петерсон, В. Предварительный отчет о путешествии для изучения Lepidoptera и их распространения по Уральскому хребту в 1903 г. / В. Петерсон // *Изв. Русск. геогр. об-ва*, 1905, т. 40. – С. 631–634.
 9. Kononow A., Ustyantsev K., Wang B., Mastro V.C., Fet V., Dlinow A., Baranchikov Y. Genetics diversity among eight *Dendrolimus* species in Eurasia (Lepidoptera, Lasiocampidae) inferred from mitochondrial CO1 and COII and nuclear ITS2 markers // *BMC Genetics*, 2016, 17. – P 173–182.
 10. Побединский, А.В. Сосна / А.В. Побединский. – М. : Лесная промышленность, 1979. – 125 с.
 11. Лаур, Н.В. Происхождение, распространение, систематика и некоторые подходы при селекции *Pinus sylvestris* L. / Н.В. Лаур, А.П. Царев // *Лесной вестник*, 2018, № 2. – С. 8–13.
 12. Price R. A., Liston A., Strauss S. H. Phylogeny and systematic of *Pinus* // *Ecology and Biogeography of Pinus* / Edited by Richardson D. M. Cambridge University Press, 1998. – P. 49–68.
 13. Anikin, V.V. Present day bio-invasions in the Volga-Ural Region: From the South to the North or from the East to the West? *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in the Lower and Middle Volga. *Zootaxa* 2019, 4624, 583–588.
 14. Kirichenko, N.I.; Karpun, N.N.; Zhuravleva, E.N.; Shoshina, E.I.; Anikin, V.V.; Musolin, D.L. Invasion Genetics of the Horse-Chestnut Leaf Miner, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae), in European Russia: A Case of Successful Involvement of Citizen Science in Studying an Alien Insect Pest. *Insects* 2023, 14, 117. <https://doi.org/10.3390/insects14020117>
 15. Гниненко, Ю.И. Новые фитофаги древесных насаждений / Ю.И. Гниненко, Ф.Д. Орлинский // *Защита и карантин растений*. – 2004, № 4. – С. 33.
 16. Augustin, S.; Guichard, S.; Heitland, W.; Freise, J.; Svatos, A.; Gilbert, M. Monitoring and dispersal of the invading Gracillariidae *Cameraria ohridella*. *J. Appl. Entomol.* 2009. – P. 133, 58–66.
 17. Kirichenko, N.; Augustin, S.; Kenis, M. Invasive leafminers on woody plants: A global review of pathways, impact and management. *J. Pest Sci.* 2019. – P. 92, 93–106.
 18. Керчев, И.А. Экология полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западно-Сибирском регионе инвазии / И.А. Керчев // *Российский журнал биологических инвазий*. – 2014. – № 2. – С. 80–94.
-

19. Мозолевская, Е.Г. Очаги нового опасного вредителя ясеня – изумрудной узкотелой златки в Москве и Подмосковье / Е.Г. Мозолевская, А.И. Исмаилов, Н.А. Алексеев // Лесной вестник. – 2008. – Вып. 1. – С. 53–59.

20. Баранчиков, Ю.Н. Интродукция златки *Agrilus planipennis* в Европу: возможные экологические и экономические последствия / Ю.Н. Баранчиков // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 1. – С. 36.

21. Карпун, Н.Н. Новые виды вредной энтомофауны на декоративных древесных растениях во влажных субтропиках Краснодарского края / Н.Н. Карпун, Е.А. Игнатова, Е.Н. Журавлева // VIII Чтения памяти О.А. Катаева. – СПб. – 2014. – С. 36.

22. Гниненко, Ю.И. Методические рекомендации по защите от дубового клопа-кружевницы (для производственной проверки) / Ю.И. Гниненко, У.А. Чернова, А.Г. Раков и др. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2019. – 28 с.

23. Бибин, А.Р. Оценка негативного воздействия карантинного вредителя кружевница дубовой на Западном Кавказе / А.Р. Бибин, О.Г. Белоус, Н.Б. Платонов // Лесоведение. – 2023. – № 6. – С. 655–662.

УДК 630.27: 630.4

О РАЗВИТИИ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Лямцев Н.И., Комарова И.А.

ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область, Российская Федерация

Рассмотрены основные этапы превращения надзора за вредными насекомыми в лесопатологический мониторинг и его развитие. Дан общий анализ способов наземных наблюдений и дистанционной компоненты. Наиболее востребованными и изученными являются результаты инвентаризации очагов вредных организмов. Они характеризуют самый длинный период (около 70 лет), а регулярные наземные наблюдения – самый короткий. Для повышения эффективности мониторинга необходима интеграция различных способов наземных и дистанционных наблюдений с учетом особенностей экологических групп вредителей. Применение методов пространственного анализа, прежде всего результатов регулярных наблюдений, классификация и картирование территории значительно увеличивают информативность показателей мониторинга.

Ключевые слова: *лесопатологический мониторинг, регулярные стационарные и выборочные наблюдения, показатели санитарного состояния лесов, очаги вредных организмов.*

ON THE DEVELOPMENT OF FOREST PATHOLOGY MONITORING

Lyamtsev N.I., Komarova I.A.

*All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry
Pushkino, Russian Federation*

The main stages of the transformation of pest control into forest pathology monitoring and its development are considered. A general analysis of the methods of ground-based observations and the remote component is given. The most demanded and studied are the results of the inventory of foci of harmful organisms. To increase the effectiveness of monitoring, it is necessary to integrate various methods of ground-based and remote observations, taking into account the characteristics of environmental groups of pests.

Keywords: *forest pathology monitoring, regular stationary and selective observations, indicators of the sanitary condition of forests, foci of harmful organisms.*

Основные методические положения системы наблюдений за вредными лесными организмами были разработаны А.И. Ильинским (Надзор за хвое- и листогрызущими насекомыми в лесах и прогноз их массовых размножений, 1952), а с начала 50-х годов XX столетия стала осуществляться инвентаризация их очагов. В дальнейшем накопленный опыт и результаты исследований были обобщены в монографии [1]. В ней приведено методическое обеспечение и рассмотрены организационные вопросы функционирования системы общего и специального (рекогносцировочного и детального) надзора, которая в настоящее время превратилась в государственный лесопатологический мониторинг (ГЛПМ).

Система А.И. Ильинского принципиально не меняясь, просуществовала около 50 лет. Особую ценность имеют модели краткосрочного прогноза повреждения насаждений насекомыми и материалы по распространению очагов на территории Российской Федерации, основанные на многолетних исследованиях и данных лесопатологического надзора. Особенность системы заключается в осуществлении наблюдений и сигнализации о повреждении насаждений всеми работниками лесной охраны. В этом ее достоинства и определенный недостаток, связанный с привлечением значительного количества лесной охраны. Для повышения эффективности (сокращения трудозатрат) необходимо было больше использовать выборочные методы исследований и автоматизировать обработку получаемых данных [2]. Поэтому с начала 70-х годов XX столетия проводились интенсивные исследования по оптимизации способов учета, надзора и прогноза массовых размножений вредителей леса, а также оценки санитарного состояния древостоев, которые позволили усовершенствовать методические документы.

На основе оптимизации сбора исходной информации и закономерностей динамики численности насекомых составлены методическое руководство по надзору и комплекс программ по созданию и ведению базы данных [3, 4]. Рекомендуемые методы надзора и учета листогрызущих насекомых прошли опытно-производственную проверку. Многолетние исследования и анализ поступающей информации от предприятий лесного хозяйства позволили разработать инфор-

мационно-поисковую систему «Прогноз в защите леса» на базе ЭВМ, обеспечивающую повышение производительности труда при ведении надзора и точность прогноза.

Дальнейшее и наиболее важное развитие системы лесного мониторинга было связано с организационными изменениями. Приказом Госкомлеса СССР № 88 от 28 мая 1990 г. был организован Национальный центр лесопатологического мониторинга, функционирование которого обеспечивали специалисты нынешнего ФБУ «Рослесозащита». Центр осуществлял координацию ведения мониторинга по единой интернациональной методике (Международная программа ЕЭК ООН ICP Forests). В 500-километровой зоне вдоль западных границ СССР создавалась сеть постоянных пунктов наблюдения за состоянием лесов. Национальный центр стал готовить ежегодные Обзоры санитарного состояния лесов, которые до 1990 г. подготавливались соответствующим управлением Минлесхоза РСФСР.

Ведение мониторинга в отдельных регионах России с использованием наблюдений на основе регулярной сети или выделения страт привело к принятию Рослесхозом в 1997 г. Положения о лесопатологическом мониторинге. Однако на практике во многом сохранился и прежний подход, менялось только название: вместо «надзора» использовали «лесопатологический мониторинг». Например, в Наставлении [5] техника ведения лесопатологического мониторинга предусматривала осуществление общего надзора и сигнализации о повреждении лесов, рекогносцировочный надзор, детальный надзор и лесопатологические обследования. Тем не менее, важность наблюдений за санитарным состоянием лесов на стационарных участках на основе стратификации лесного фонда, позволяющей оптимизировать систему мониторинга на большой территории, не вызывала сомнений [6].

Результаты развития этой тенденции в связи с принятием нового Лесного кодекса РФ были зафиксированы в 2007 г. в Руководстве по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга [7]. Наиболее детальным современным документом, характеризующим основные положения и методы государственного лесопатологического мониторинга, являются Методические указания по осуществлению ГЛПМ [8].

Цель статьи

Проведение анализа основных изменений в методологии и способах лесопатологического мониторинга, чтобы предложить перспективные направления его развития.

Решаемые задачи

Анализ многолетнего опыта разработки и использования методов учета численности различных экологических групп вредных насекомых, оценки их популяционных показателей и показателей состояния древостоев. Систематизированы данные собственных исследований особенностей распределения насекомых в пространстве и факторов, влияющих на приуроченность очагов. Изучены многочисленные литературные источники, нормативные и методические документы по организации и ведению лесопатологического мониторинга. При этом необходимо отметить существенное снижение количества публикаций, посвященных анализу применяемых технологий на современном этапе ГЛПМ.

В настоящее время задачи информационного обеспечения защиты лесов решаются на всех этапах ГЛПМ при осуществлении: регулярных наземных наблюдений на постоянных пунктах наблюдений (ППН); выборочных наблюдений за популяциями вредных организмов; выборочных наземных наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов; инвентаризации очагов вредных организмов; экспедиционных обследований; дистанционных наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов [9].

Наземные регулярные наблюдения за состоянием объектов ГЛПМ осуществляются на сети ППН, размещенных по лесозащитным районам с учетом выделенных однородных групп (страт) лесных насаждений, сходных по основным таксационным показателям.

Оценка показателей санитарного и лесопатологического состояния лесов осуществляется с использованием методов послойной случайной выборки. Выборочным способом проводятся как детальные, так и рекогносцировочные наземные наблюдения. Количество учетных единиц (объем выборки) зависит от степени варьирования оценок и необходимой точности учетов. Объем выборки определяется с использованием стандартных статистических методов.

Необходимо учитывать, что оценка численности и состояния стволовых и хвое- и листогрызущих насекомых существенно отличается. Особенностью мониторинга популяций стволовых вредителей, как скрытноживущих насекомых, являются более трудоемкие наземные наблюдения в целом, включая и работы по учету их численности, в сравнении с хвое-листогрызущими насекомыми. В то же время очаги стволовых насекомых легче обнаружить дистанционно: поврежденные деревья усыхают в течение сезона, располагаются группами и на снимках имеют хорошо диагностируемые признаки. Это открывает возможность более эффективной интеграции наземных и дистанционных наблюдений для обеспечения охвата большой территории при необходимой точности и достоверности получаемых данных.

Это же относится и к наземным наблюдениям. Для выявления угрозы образования очагов стволовых насекомых более важны наблюдения за санитарным состоянием насаждений, а для хвое- и листогрызущих – за их популяциями. Поэтому планирование маршрутных ходов (МХ) рекогносцировочных наблюдений за популяциями стволовых вредителей обязательно должно учитывать результаты наблюдений за санитарным состоянием насаждений. Необходимо,

чтобы наблюдения за санитарным состоянием на максимально возможном количестве МХ при выявлении усыхания были продолжены и совмещены с закладкой временных пробных площадей для учета стволовых вредителей. Совмещение МХ рекогносцировочных наблюдений позволит существенно снизить затраты на передвижения и повысить эффективность работ. Также необходимо определять наиболее репрезентативные МХ, на которых следует выполнять задачи, предусмотренные для постоянного маршрутного хода и для закладки пунктов детальных наблюдений (ПДН), что будет наиболее оптимальным.

Для мониторинга за популяциями стволовых вредителей первостепенное значение имеет оценка санитарного состояния древостоев. Она позволяет установить встречаемость заселенных деревьев (текущий и общий патологический отпад) – основной показатель численности (запаса) стволовых вредителей. Отпад деревьев является также основным критерием очага стволовых насекомых и классификации насаждений по степени биологической устойчивости (с нарушенной и утраченной устойчивостью) [10, 11].

Второй важной характеристикой для стволовых вредителей является плотность их популяции, которая определяется как среднее количество насекомых на 1 дм² заселенной поверхности стволов или с учетом площади района поселения на одном дереве (модели). Модельные деревья необходимо отбирать из числа заселенных (отработанных) стволовыми вредителями (4-й и 5-й категорий состояния, при местном типе заселения – и 3-й), средних по размерам и типичных по состоянию для данного очага.

При наземных наблюдениях осуществляется перечет деревьев по категориям состояния и диаметрам, фиксируются заселенные и отработанные стволовыми насекомыми деревья. Используется шкала категорий санитарного состояния, утверждённая действующими Правилами санитарной безопасности в лесах. Главным признаком отнесения дерева к определённой категории является состояние кроны, а также наличие стволовых вредителей.

Маршрутные ходы приурочены к резервациям насекомых. Они охватывают группы лесотаксационных выделов с разными причинами ослабления (повреждения) древостоев: пожары, ветровалы (буреломы), дефолиация насекомыми, засухи, негативное антропогенное воздействие.

Отмечается характер усыхания. Критерием для определения характера усыхания (повреждения) является размещение сухостойных (повреждённых) деревьев в насаждении: единичное – повреждённые, усыхающие и погибшие деревья встречаются на обследуемом участке леса единично; диффузное – повреждённые, усыхающие и погибшие деревья составляют менее 10% от запаса насаждения и распределены равномерно по обследуемому участку леса; групповое – повреждённые, усыхающие и погибшие деревья встречаются небольшими группами от 3 до 10 шт.; куртинное – усыхание, повреждение или поражение деревьев наблюдается куртинами более 10 шт. площадью до 0,25 га; сплошное – усыхание деревьев и заселённость их вредителями или поражение возбудителями болезней наблюдается на участках площадью более 0,25 га.

Порядком осуществления ГЛПМ [9] не предусмотрено проведение аэровизуальных обследований (аэровизуальной лесопатологической таксации), что существенно ограничивает возможности дистанционных наблюдений, учитывая преимущества использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), в том числе для визуальной оценки состояния деревьев.

Для фиксации изменений в санитарном состоянии лесов на участках площадью 0,05-0,1 га (микроочагов стволовых вредителей) должны использоваться мультиспектральные аэрокосмические снимки пространственного разрешения от 3 до 10 метров. При использовании мультиспектральных аэрокосмических снимков пространственного разрешения от 10 до 30 метров изменения в санитарном и лесопатологическом состоянии насаждений выявляются, если их площадь от 0,25 до 1,0 га.

Для обнаружения отдельных поврежденных и погибших деревьев или их групп требуются цифровые снимки сверхвысокого разрешения (менее 1 метра). Наиболее эффективно использование беспилотных летательных аппаратов, которые позволяют проводить фото- и видеосъемку сверхвысокого разрешения, осуществлять авиалесопатологическую таксацию насаждений и оперативно выявлять очаги стволовых вредителей на начальных этапах их возникновения. Без такой технологии выявление очагов осуществляется с запаздыванием.

Правильная идентификация I-III категорий состояния деревьев и насекомых-вредителей по характеру повреждений на аэрофотоснимках возможна лишь в сочетании с наземными наблюдениями. При анализе аэрокосмических снимков для верификации получаемой информации также случайным методом подбирают эталонные участки для наземной оценки показателей мониторинга. Полученные данные используются для оценки точности и корректировки результатов дешифрирования.

При анализе результатов наземных наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием насаждений кроме средних значений показателей и оценок варьирования необходимо давать их распределение. Это позволит оценивать встречаемость (долю) древостоев с разной степенью повреждения (усыхания), что особенно важно для регулярных наземных наблюдений на ППН. С учетом координатной привязки ППН, МХ и ПН это даст возможность пространственного представления информации, зонирования территории и существенного повышения эффективности ГЛПМ.

Заключение

Мониторинг состояния лесов может осуществляться на основе двух базовых методик, когда для многократных периодических наблюдений используется регулярная сеть или пункты наблюдений закладываются с учетом стратификации (районирования) территории.

Вопросы выборочных наблюдений в локальном участке детально разработаны и используются в системе ГЛПМ. Требуется решение задачи оптимизации выборочных наблюдений на большой территории.

Для учета стволовых вредителей наблюдения за санитарным состоянием на максимально возможном количестве маршрутных ходов должны быть совмещены с закладкой временных пробных площадей (на наиболее репрезентативных МХ – пунктов детальных наблюдений), а для обнаружения поврежденных деревьев использоваться дистанционные средства.

Необходимо классифицировать территорию по степени отпада деревьев и другим показателям регулярных наблюдений, используя координатную привязку оценок, для картирования и выявления пространственных закономерностей.

Список использованных источников

1. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР. – Лесн. промышленность, 1965. – 525 с.
2. Берриман, А. Защита леса от насекомых вредителей [пер. с англ.] / А. Берриман. – М. : Агропромиздат, 1990. – 288 с.
3. Знаменский, В.С. Рекомендации по надзору за непарным шелкопрядом / В.С. Знаменский, Н.И. Лямцев, Е.Н. Новикова. – Пушкино : ВНИИЛМ, 1982. – 45 с.
4. Знаменский, В.С. Методическое руководство по надзору за главнейшими листогрызущими вредителями дубрав / В.С. Знаменский, Н.И. Лямцев, Е.Н. Новикова. – Пушкино : ВНИИЛМ, 1986. – 86 с.
5. Наставление по организации и ведению лесопатологического мониторинга в лесах России. МПР РФ, ВНИИЛМ. – М., 2001. – 86 с.
6. Методы мониторинга вредителей и болезней леса / Ю.Н. Баранчиков, А.Н. Бобринский, А.В. Голубев. Том III. – М. : ВНИИЛМ, 2004. – 200 с.
7. Руководство по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга с Приложением 1 к приказу Рослесхоза от 29.12.2007 № 523. – 98 с.
8. Методические указания по осуществлению государственного лесопатологического мониторинга : Приложение к приказу ФБУ «Рослесозащита» № 73-Р от 09.04.2021. – 79 с.
9. Порядок осуществления государственного лесопатологического мониторинга. Утв. приказом Минприроды России от 5 апреля 2017 года № 156 (зарегистрирован Минюстом России 30.06.2017, регистрационный № 47257).
10. Методические рекомендации по надзору, учёту и прогнозу массовых размножений стволовых вредителей и санитарного состояния лесов. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2006. – 108 с.
11. Лямцев, Н.И. Угрозы санитарной безопасности в лесах и опыт их оценки / Н.И. Лямцев, И.А. Комарова // Лесохозяйственная информация, 2021. – № 4. – С.83–96.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЛЕСА ОТ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА

Сергеева Ю.А., Долмонего С.О., Загоринский А.А., Гниненко А.Ю.
ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область, Российская Федерация

Для создания современного эффективного биологического средства защиты леса против непарного шелкопряда проведены лабораторные и полевые испытания вирусных изолятов, выделенных из разных географических популяций фитофага, в результате отобран штамм-продуцент. На его основе разработаны эффективные технологические режимы производства биологического средства в малотоннажном режиме. Опытно-производственная проверка применения вирусного биологического средства по кладкам яиц вредителя показала защитный эффект на уровне 80-95%.

Ключевые слова: защита леса, непарный шелкопряд, биологический метод, вирусы, эффективность/

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION AND APPLICATION OF A BIOLOGICAL MEANS OF PROTECTING FORESTS FROM THE LYMANTRIA DISPAR

Sergeeva Yu.A., Dolmonego S.O., Zagorinsky A.A., Gninenko A.Yu.
*All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of
Forestry Pushkino, Moscow region, Russian Federation*

To create a modern, effective biological forest protection against the *Lymantria dispar*, laboratory and field tests of viral isolates isolated from different geographical populations of the phytophage were carried out, and as a result, a producer strain was selected. On its basis, effective technological modes for the production of biological agents in small-scale mode have been developed. A pilot production test of the use of a viral biological agent on pest egg clutches showed a protective effect of 80-95%.

Keywords: forest protection, *Lymantria dispar*, biological control, virus, effectiveness/

Непарный шелкопряд *Lymantria dispar* L. – один из широко распространенных, вредоносных и значимых видов для лесного хозяйства [1, 2, 3]. Площади вспышек массового размножения этого фитофага регулярно охватывают леса нескольких регионов страны и поражают их в среднем на площади порядка 800 тыс. га [4]. Непринятие своевременных мер по подавлению численности вредителя приводит к росту площади очагов, экологическому и экономическому ущербу [5]. В связи с процессами климатических изменений высказаны предположения, что в ближайшие годы может начаться процесс расширения ареала непарного шелкопряда, а зона его вредоносности существенно расширится [6].

В последние десятилетия общемировой тенденцией является стремление к снижению пестицидной нагрузки на лесные экосистемы и сохранение биологического разнообразия в лесах [7]. Использование биологических средств защиты

леса (БСЗЛ), в том числе на основе видоспецифичных вирусных энтомопатогенов, позволяет снизить общий уровень затрат на проведение защитных мероприятий как за счет их пролонгированного действия, так и возможности эффективного их применения для профилактики на небольших площадях формирующихся очагов [8, 9]. В бывшем СССР в 70-х годах прошлого века был создан препарат «ВИРИН-ЭНШ» против непарного шелкопряда (НШ) [8], который производили до 1000 л в год на базе Киргизской станции защиты растений. Также в небольших объемах выпускали препарат Вирин-НШ (г. Новосибирск) и несколько станций защиты растений в России нарабатывали вирус против непарного шелкопряда в небольших объемах для собственных нужд. В 80-х годах XX века вирусом обрабатывали от 53,7 до 81,1% всех очагов НШ, требовавших проведения мер борьбы в стране [10, 11]. Однако в 2003 году не была продлена регистрация ВИРИН-ЭНШ в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, поэтому в последние десятилетия в России такие работы не проводят.

Цель работы – разработка технологии малотоннажного производства и применения биологического средства защиты леса на основе вируса ядерного полиэдроza непарного шелкопряда.

Для создания современного эффективного БСЗЛ против непарного шелкопряда было проведено сравнение по эффективности 11 вирусных изолятов, которые прошли лабораторные испытания. Из них выбраны 3 наиболее эффективных штамма, в полевых мелкоделяночных опытах определена их эффективность. В результате выбран штамм-продуцент в качестве основы нового вирусного биологического средства. Штамм (авторское название S_{NPV916}) получен в результате проведения последовательных пассажей и селекции вируса ядерного полиэдроza, выделенного в 2016 году из погибших при лабораторном содержании гусениц непарного шелкопряда, собранных в Тюменской области. Штамм S_{NPV916} прошел 7 пассажей на гусеницах непарного шелкопряда из популяций разного географического происхождения – иркутской, алтайской, оренбургской, башкирской и московской. Стандартное культивирование: на гусеницах непарного шелкопряда, собранных в природе и зараженных перорально через кормовой субстрат. Достоверность данных по оценке эффективности штамма определяли на основе критерия χ^2 (хи-квадрат), данные для определения LC_{50} и LT_{50} обработаны с помощью пробит-анализа. Биологическую активность оценивали по результатам инфицирования гусениц 2 возраста алтайской и московской популяций: $LC_{50} = 2,4 \times 10^2$ полиэдров; $LT_{50} = 7,3$ суток. Продуктивность вируса (личиночный эквивалент) при культивировании на гусеницах непарного шелкопряда 4 возраста составляет $1,97 \times 10^9$ полиэдров.

Экспериментально отработаны эффективные режимы малотоннажной наработки биологического средства. Получены данные по технологическим этапам выделения вируса и последующей его очистки при малотоннажном производстве. Для оценки потерь вирусных полиэдров проведены их подсчеты в камере Горяева в фильтрате, осадке и фугате, и в опытном порядке отработаны режимы, позволяющие минимизировать эти потери.

Разработан способ обработки яйцекладок непарного шелкопряда, позволяющий повысить производительность работ за счет расширения периода проведения обработки на весь срок фазы яйца непарного шелкопряда при сохранении высокой смертности вредителя [12].

Опытно-производственная проверка эффективности вирусного биологического средства проведена в Шатурском лесничестве ГКУ МО «Мособллес» по кладкам яиц непарного шелкопряда. Экспериментальные участки (в смешанных лиственных древостоях с преобладанием березы 50-70 лет) имели разную заселенность вредителем. Рабочий состав БСЗЛ готовили непосредственно перед обработкой, титр вирусных частиц в рабочем составе БСЗЛ составляет 1×10^6 , использованы добавки (смачиватель (прилипатель) ЭТД-90 (20 мл / 10л) и смачиватель ОП-7 (4 гр. /10л) (табл. 1).

На участке № 1 обработано около 50% запаса кладок, по непровешенному маршрутному ходу с равномерным обходом всей площади. На участке № 2 проведена чересполосная обработка (обработанные полосы шириной 50 м чередовали с необработанными 50 м). На участке № 3 обработано более 90% кладок (сплошная обработка).

Таблица 1

Фактические данные о проведении опытно-производственной проверки эффективности применения БСЗЛ

№ участка	Расположение участка	Число кладок на дереву, шт. (мин.-макс.)	Площадь обработки, га	Рабочий состав БСЗЛ	Схема обработки
1	Белоозерское уч. л-во, кв.67, выд 1-15, 46-50	1,2 (0-4)	25	1×10^6 + ОП-7	частичная
2	Туголесское уч. л-во, кв.54, выд. 17 и 18	16 (5-42)	6	1×10^6 + ЭТД-90	чересполосная
3	Мещерское уч. л-во, кв.102, выд. 15,16,18-20, 23, 36-38	9,9 (4-21)	5	1×10^6 + ОП-7	сплошная
4	Контроль (не входящие в лесной фонд участки)	10,7 (5-16)	-	-	-

Учет эффективности работ выполнен через 14 дней после внесения вируса, по гусеницам 2-3 возраста наблюдалась смертность от вироза на уровне 40%. Как известно, у НШ возможна миграция гусениц 1 возраста, и сколько здоровых (с необработанных участков) или инфицированных гусениц мигрировало неизвестно. Поэтому «работу» вируса окончательно оценивали по старшим возрастам, когда восстановление крон еще не произошло – учет эффективности выполнен по дефолиации крон, когда гусеницы были 4 и 5 возрастов, а также по фазе яйца. Результаты приведены в табл. 2.

Дефолиация крон в необработанных участках составляла 90-100%; в вариантах с чересполосной схемой обработки повреждение крон – 20-60%; на

участке со сплошной обработкой яйцекладок – 5%, единично отмечено объедание 10% крон деревьев. На обработанных участках отмечены скопления погибших гусениц на стволах.

Полученные данные показали, что эффективность применения вируса целесообразно учитывать по дефолиации крон, поскольку миграционная особенность бабочек НШ не позволяет оценить эффективность по кладкам яиц. Кроме того, установлено, что использование вируса наземным очаговым методом, который применяли ранее [13] (на каждые 50 га создавали 1 очаг инфекции путем обработки 5-10 тыс. кладок), не приводит к затуханию вспышки НШ на всей площади очага. В находящихся рядом с обработанными участками древостоях дефолиация сокращается лишь на 10-20%. Это же мнение высказано и ранее [14], на примере обработки Вирином-НШ (выпускаемого в г. Новосибирск) в сибирском регионе. Было показано, что для подавления очагов фитофага требуется тотальная обработка всего защищаемого массива.

Таблица 2

Результаты оценки эффективности опытного применения обматки яйцекладок НШ вирусным биологическим средством

№ уч-ка	Расположение участка	Прогнозируемое повреждение, % *	Дефолиация после обработки, % (мин.-макс.)	Защитный эффект, %
1	Белоозерское уч. л-во, кв.67, выд 1-15, 46-50	58	5 (0-10)	90
2	Туголесское уч. л-во, кв.54, выд. 17 и 18	2000	20 (10-30) (обработанные участки) 60 (40-70) (не обработанные)	75 35
3	Мещерское уч. л-во, кв.102, выд. 15,16,18-20, 23, 36-38	1800	10 (5-30)	85
4	Контроль (не входящие в лесной фонд участка)	1700	95 (90-100)	-

* - по данным ГКУ МО «Мособллес»

В своих работах, посвящённых изучению свойств вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда, Е.В. Орловская [8, 15] отмечала, что в природных условиях вирус сохраняется до четырёх месяцев, не смывается 5-часовым дождеванием, 25% исходного вирусного препарата сохраняется в почве спустя 5 лет после обработки. При этом она подчёркивала, что вирус инактивируется солнечными лучами, но в том случае, если это очищенный препарат, а не ткани погибшего насекомого. Следовательно, погибшие в обработанных участках от вируса гусеницы будут служить источником инфекции отродившимися из кладок и поднимаящимися в крону гусеницам нового поколения весной следующего года.

Защиту лесов против непарного шелкопряда с использованием вирусного биологического средства экономически обосновано осуществлять способом обработки яйцекладок. БСЗЛ может быть использовано как для профилактики фор-

мирования очагов массового размножения НШ, так и для ликвидации действующих очагов в соответствии с общепринятым порядком планирования и проведения таких работ. С помощью БСЗЛ возможно осуществлять наземные обработки по гусеницам 1-2 возрастов. Такие работы целесообразно выполнять в особо ценных участках, поскольку они являются затратными. Технологические параметры внесения БСЗЛ в формирующиеся и действующие очаги НШ даны в табл. 3. Защитный эффект должен быть достигнут при однократном применении БСЗЛ.

Разработана Технология производства и применения вирусного биологического средства, которая включает: перечень работ по содержанию и инфицированию гусениц, перечень и инструкции работ по накоплению и очистке вирусной биомассы; описание манипуляций и обязательных требований к процессу приготовления биологического средства, методику определения титра, чистоты суспензии и контроль качества, а также регламент применения вируса в очагах непарного шелкопряда (условия и способы внесения, дифференцированные нормы расхода и сроки работ, технико-экономические показатели применения биологического средства), методику оценки эффективности, инструкцию по технике безопасности.

Таблица 3

Технологические параметры применения вирусного биологического средства против непарного шелкопряда

Фаза развития НШ	Срок обработки	Используемые добавки	Средняя норма расхода БСЗЛ (мл) на 1 га по способу внесения при численности НШ (кладок/дерево, шт.)					
			обмазка			опрыскивание		
			< 0,5	< 5	6 -20	< 0,5	< 5	> 6
Яйцо	август –ноябрь	смачиватель + УФ-протектор	не используется	5-20	0,2-0,5	1-5	не используется	
	март –апрель	смачиватель						
Гусеницы 1-2 возр.	конец апреля – начало мая	смачиватель + УФ-протектор	100					

Работа выполнена в рамках государственного задания ФБУ ВНИИЛМ «Проведение прикладных научных исследований».

Список использованных источников

1. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР [Текст] / Гос. ком. по лес., целлюлоз.-бумаж., деревообрабатывающей пром-сти и лес. хоз-ву при Госплане СССР, ВНИИ лесоводства и механизации лес. хоз-ва ; [сост. А.И. Ильинский и др.]; под ред. А.И. Ильинского, И.Т. Тропина. – М. : Лесная промышленность, 1965. – 525 с.
2. Пономарев, В.И. Непарный шелкопряд в Зауралье и Западной Сибири / В.И. Пономарев, А.В. Ильиных, Ю.И. Гниненко, Г.И. Соколов, Е.М. Андреева. – Екатеринбург : УрО РАН, 2012. – 320 с.
3. Лямцев, Н.И. Прогнозирование массовых размножений непарного шелкопряда, угрозы повреждения дубрав и необходимости защитных мероприятий / Н.И. Лямцев. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2018. – 84 с.
4. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов на землях лесного фонда Российской Федерации / ФБУ «Рослесозащита». – Пушкино : ВНИИЛМ, 2022. – 128 с.
5. Лямцев, Н.И. Динамика численности непарного шелкопряда в лесостепных дубравах Европейской России / Н.И. Лямцев. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2013. – 98 с.
6. Титкина, С.Н. Изменение распространения в России и соседних странах непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки (*Lymantria dispar* L. и *Lymantria monacha* L., Lymantriidae, Lepidoptera) под влиянием наблюдаемого и ожидаемого в XXI веке изменения климата / С.Н. Титкина, И.О. Попов и др. // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – М., 2013: ИГКЭ. – Т. 25. – С. 375–394.
7. Васильева, Л.В. Теоретические аспекты микробиологического метода защиты растений / Л.В. Васильева, В.Л. Кулиниченко // Защита растений на рубеже XXI века // Матер.науч.-пр. конф. – Минск, 2001. – С. 350–352.
8. Орловская, Е.В. Вирусные препараты для борьбы с вредителями леса / Е.В. Орловская // Достижения науки и передового опыта защиты леса от вредителей и болезней: Тез. докл. Всесоюз. науч.-пр. конф. 24-26 ноября 1987 г. – М., 1987 – С. 139–140.
9. Гниненко, Ю.И. Особенности применения вирусных препаратов для защиты леса / Ю.И. Гниненко // Лесное х-во. – 1993. – № 6. – С.48–49.
10. Гниненко, Ю.И. Прогноз потребления и перспективы применения Вирин-ЭНШ в России / Ю.И. Гниненко // Сохранение и защита горных лесов : матер. междунар. симп., Ош, 5–10 октября. – Ош, 1999. – С. 60–63
11. Орловская, Е.В. // Вирусные препараты в борьбе с насекомыми — вредителями сельского и лесного хозяйств / Е.В. Орловская, Т.А. Шумова. – М. : ОНТИТЭИ Микробиопром. – 1980. – 64 с.
12. Патент. RU2800128C1 Российская Федерация, МПК A01N63/40 A01N59/00 A01N25/02 A01N25/22 A01P7/04 Способ снижения численности непарного шелкопряда *Lymantria dispar* [Текст] / Сергеева Ю.А., Долмоного С.О.; заявитель и патентообладатель Всерос. Науч.-исслед. Ин-т лесоводства и механизации лесн. хоз-ва; заявл. 20.09.2022; опубл. 18.07.2023. – 8 с.
13. Методика полевых испытаний и применения препарата ВИРИН-ЭНШ (К) – концентрированная суспензия / Государственный комитет СССР по лесу, МЛТИ. – М., 1989. – 4 с.

14. Бахвалов, С.А. Состояние и перспективы использования вирусных препаратов в управлении популяциями лесных насекомых в России / С.А. Бахвалов, В.Н Жиме-рикин, В.В. Мартемьянов, М.В. Штерншис // Евразийский энтомолог. журн. – 2007. – 6 (1). – С. 10–18

15. Орловская, Е.В. Защита и охрана лесов Казахстана / Е.В. Орловская // Сб. науч. статей. – Алма-Ата : Кайнар, 1988. – С. 93–102

УДК 630.4

МЕТОДЫ ФЕРОМОННОГО НАДЗОРА КСИЛОФАГОВ В ЛЕСНОМ ФОНДЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Усеня В.В., Помаз Г.М.

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Гомель, Республика Беларусь

Приведены сведения о лесопатологическом состоянии насаждений хвойных лесобразующих пород в лесном фонде Беларуси под воздействием неблагоприятных абиотических и биотических факторов.

Изложены методы применения отечественных феромонных препаратов «ИПСВАБОЛ В» и «ИПСВАБОЛ Ш» с использованием барьерных ловушек для оперативного мониторинга численности вершинного и шестизубчатого короедов и территориального распространения очагов данных ксилофагов в хвойных насаждениях.

Разработаны шкалы оценки численности шестизубчатого и вершинного короедов в феромонных ловушках, которые являются основой прогнозирования угрозы возникновения их очагов с целью своевременного проведения лесозащитных мероприятий в сосновых и еловых насаждениях.

Ключевые слова: *лесной фонд Беларуси, сосновые и еловые насаждения, очаги ксилофагов, короед типограф, вершинный и шестизубчатый короеды, оценка численности, феромонный надзор.*

METHODS OF PHEROMONE SUPERVISION OF XYLOPHAGES IN THE FOREST FUND OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Usenya V., Pomaz G.

«Forest Institute Byelorussian NAS», Gomel, Republic of Byelorussia

Information is provided on the forest pathological state of plantings of coniferous forest-forming species in the forest fund of Belarus under the influence of unfavorable abiotic and biotic factors. Methods for using domestic pheromone preparations «IPSVABOL V» and «IPSVABOL SH» using barrier traps for operational monitoring of the number of apical and six-toothed bark beetles and the territorial distribution of foci of these xylophages in coniferous plantations are outlined. Scales have been developed to estimate the number of six-toothed and apical bark beetles in pheromone traps, which are the basis for predicting the threat of their outbreaks with the aim of timely implementation of forest protection measures in pine and spruce plantations.

Keywords: *forest fund of Belarus, pine and spruce plantations, foci of xylophages, typograph bark beetle, apical and six-toothed bark beetles, population assessment, pheromone surveillance.*

Леса в Республике Беларусь занимают 46,7% территории. Белорусские леса являются одним из ключевых возобновляемых природных богатств и важным компонентом экологического каркаса региона, представляют большую ценность не только как древесный ресурс, но имеют важное экономическое, социальное и природоохранное значение. В видовом составе лесов преобладают хвойные породы (57,4%), в том числе сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – 48,4% и ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst) – 9,0% [1].

На протяжении последних десятилетий наиболее значимые негативные патологические явления в лесном фонде наблюдаются в хвойных лесах. Лесопатологическое и санитарное состояние лесного фонда в значительной мере определял комплекс абиотических и биотических факторов, основными из которых явились погодные условия и уровень грунтовых вод в лесных насаждениях в вегетационный период. Неблагоприятные факторы внешней среды способствовали снижению биологической устойчивости хвойных насаждений с их последующим усыханием в результате образования очагов ксилофагов (преимущественно вершинного – *Ips Acuminatus* Gyll. и шестизубчатого – *Ips Sexdentatus* Boern. короедов и короеда-типографа – *Ips typographus* L.). В лесном фонде страны под воздействием различных неблагоприятных абиотических и биотических факторов только в 2023 году погибло 11945 га лесных насаждений (90% площади – хвойные леса) [2].

Высокоэффективная защита лесов от вредителей, оперативная локализация и ликвидация очагов их размножения возможны при оперативном выявлении поврежденных ими насаждений, что определяется результативностью лесопатологического мониторинга, составной частью которого является феромонный надзор. В настоящее время феромонные ловушки являются наиболее эффективным средством для контроля численности ксилофагов в сосновых и еловых насаждениях и их распространения во времени и пространстве, а также оперативного планирования и проведения соответствующих санитарно-оздоровительных мероприятий.

В лесном фонде Беларуси феромонный мониторинг проводится в сосновых насаждениях за двумя видами стволовых вредителей – вершинный и шестизубчатый короеды, еловых фитоценозах – короедом-типографом. В 2023 г. феромонный надзор за данными видами ксилофагов выполнен с использованием 6,5 тыс. феромонных ловушек [2].

Выпуск феромонных препаратов для мониторинга ксилофагов осуществляется в специализированной лаборатории Белорусского государственного университета в соответствии с заявками юридических лиц, ведущих лесное хозяйство на территории страны. С целью феромонного надзора за короедами применяется отечественная «Ловушка для отлова стволовых вредителей хвойных пород» (ТУ BY 100984088.004-2017) [2].

Для мониторинга численности вершинного и шестизубчатого короедов в сосновых насаждениях применяются отечественные агрегационные феромон-

ные препараты «ИПСВАБОЛ В» – для вершинного и «ИПСВАБОЛ Ш» – шестизубчатого короедов. В период 2016–2023 гг. для мониторинга численности вершинного и шестизубчатого короедов использовалось 28,2 и 23,5 тыс. феромонных диспенсеров соответственно. Методы применения данных феромонных препаратов регламентируются разработанным Институтом леса НАН Беларуси и Учреждением «Беллесозащита» техническим нормативным правовым актом Министерства лесного хозяйства Беларуси «Рекомендации по применению феромонов для контроля за численностью вершинного и шестизубчатого короедов» [3-4].

В лесном фонде юридических лиц, ведущих лесное хозяйство, закладывается не менее пяти пунктов феромонного надзора для каждого вида короедов на лесных участках, где, по данным лесопатологического надзора, выявлены признаки неблагополучного состояния хвойных насаждений. Основными условиями для получения достоверных данных мониторинга являются: соблюдение сроков вывешивания феромонных ловушек и правильная их установка, сохранение целостности феромонного диспенсера, обязательная заливка в приемник ловушки 3% раствора хлористого натрия.

Феромонный надзор за первым, вторым и третьим поколениями шестизубчатого и вершинного короедов проводится с третьей декады апреля по первую декаду октября. После окончания сроков проведения феромонного надзора численность отловленных насекомых-вредителей за весь период наблюдений по каждому пункту феромонного надзора сравнивается с ориентировочными критериями для оценки численности короедов в феромонных ловушках (табл. 1-2) [4].

Таблица 1

Ориентировочные критерии для оценки численности шестизубчатого короеда в феромонных ловушках

Количество отловленных жуков I поколения за весь период наблюдений (III декада апреля – III декада мая) в среднем на 1 ловушку	Оценка численности	Угроза возникновения очага
Менее 50	Очень низкая	Отсутствует
51-100	Низкая	Отсутствует
101-150	Средняя	Слабая
151-300	Повышенная	Средняя
301 и более	Высокая	Высокая

Таблица 2

Ориентировочные критерии для оценки численности вершинного короеда в феромонных ловушках

Количество отловленных жуков I поколения за весь период наблюдений (III декада апреля – III декада мая), в среднем на 1 ловушку	Оценка численности	Угроза возникновения очага
Менее 50	Очень низкая	Отсутствует
51-150	Низкая	Отсутствует
151-300	Средняя	Слабая
301-1000	Повышенная	Средняя
1001-3000	Высокая	Высокая
3001 и более	Очень высокая	Высокая

В случае установления «повышенной» и «высокой» численности ксилофагов дополнительно выполняется текущее лесопатологическое обследование непосредственно примыкающих к пунктам феромонного надзора хвойных насаждений и при необходимости в них планируются и проводятся санитарно-оздоровительные мероприятия в соответствии с Санитарными правилами в лесах Республики Беларусь [5].

Полученные результаты феромонного надзора, совместно с другими материалами лесопатологического мониторинга, являются основой для анализа численности ксилофагов в сосновых и еловых насаждениях на территории лесного фонда юридических лиц, ведущих лесное хозяйство, для прогнозирования угрозы повреждения лесов и принятия управленческих решений по назначению и проведению в них лесозащитных мероприятий.

Список использованных источников

1. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 1.01.2024 г. [Текст] / М-во лесного хозяйства Республики Беларусь. Лесоуправляющее республиканское унитарное предприятие «Белгослес». – Минск, 2024. – 87 с.
2. Обзор лесопатологического и санитарного состояния лесного фонда Республики Беларусь за 2023 год и прогноз развития патологических процессов в 2024 году [Текст] / Учреждение «Беллесозащита». – Аг. Ждановичи, 2024. – 110 с.
3. Усеня, В.В. Феромонный надзор стволовых вредителей в сосновых насаждениях [Текст] / В.В. Усеня, Н.С. Блинова // Лесное и охотничье хозяйство. – 2017. – № 7. – С. 14–19.
4. Рекомендации по применению феромонов для контроля за численностью вершинного и шестизубчатого короедов [Текст] : утв. М-вом лесного хоз-ва Респ. Беларусь 06.02.2018. – Минск : М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 2018. – 12 с.
5. Санитарные правила в лесах Республики Беларусь [Текст] : утв. постановлением М-ва лесного хозяйства Республики Беларусь от 19.12.2016 г. № 79 : введ. в действие с 31.12.2016. – Минск, 2016. – 21 с.

ЛЕСОУСТРОЙСТВО И ЛЕСНАЯ ТАКСАЦИЯ

УДК 631.417.1:630.90

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСОВ И ЦИФРОВЫХ РЕСУРСОВ ОТКРЫТОГО ДОСТУПА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ПУЛАХ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ И ПОЧВ

Малышева Н.В., Золина Т.А., Филипчук А.Н.,
Сильнягина Г.В., Попик С.А.
ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область,
Российская Федерация

Предложен оригинальный метод оценки запасов углерода в пулах лесной подстилки и почв по данным государственной инвентаризации лесов (ГИЛ) в сочетании с цифровыми ресурсами открытого доступа. Методические решения предусматривают использование инструментов пространственного анализа и геостатистического моделирования геоинформационных систем (ГИС). Метод экспериментально опробован на примере Сахалинской области. Общий запас углерода в пуле лесной подстилки составил 70,2 Мт С при средних значениях 10,8 т С/га. Полученный результат в ≈ 2 раза больше, чем показатель в национальной отчетности РКИК ООН по субъекту. Суммарный запас углерода в слое почв 0-30 см, исходя из распределения площадей с типами почв в стандартной классификации, получен для лесных земель Сахалинской области в размере 539,5 Мт С при средних 73,0 т С/га. Полученные общий и средний запасы углерода в слое почв 0-30 см практически совпадают с оценкой, приведенной в национальной отчетности РКИК ООН по субъекту.

Ключевые слова: запас углерода, лесная подстилка, лесные почвы, государственная инвентаризация лесов, ГИС, цифровые картографические ресурсы открытого доступа.

INTEGRATED APPLICATION OF THE STATE FOREST INVENTORY DATA AND OPEN-ACCESS DIGITAL SOURCES FOR ESTIMATING CARBON STOCKS IN THE POOLS OF FOREST LITTER AND SOIL

Malysheva N.V., Zolina T.A., Filipchuk A. N., Sil'nyagina G.V., Popik S.A.
FBU Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry,
Pushkino, Moscow region, Russian Federation

An original method of using the State Forest Inventory data in combination with open access digital resources for the estimation of carbon stock in the forest litter and soils has been proposed. The methodological solutions involve the spatial analysis and geostatistics modelling tools of geographic information systems (GIS). The method tested on the example of the Sakhalin Region. The total carbon stock in the forest litter is 70,2 Mt C with average of 10,8 t C/ha. The result obtained is ≈ 2 times higher than value in the UNFCCC national report for the administrative unit. The total carbon stock in the soil layer of 0-30 cm for the forest lands of the Sakhalin Region is 539,5 Mt C with an average of 73,0 t C/ha. The total and average amount of carbon in the 0-30 cm soil layer that we have obtained is almost the same as the UNFCCC national report for the region.

Keywords: carbon stock, forest litter, forest soils, state forest inventory, GIS, open access digital mapping resources.

Одно из востребованных применений результатов государственной инвентаризации лесов (ГИЛ) – обновление международной отчетности по лесам, в частности, по Рамочной конвенции об изменении климата (РКИК) ООН и переоценка запасов, поглощения, эмиссий и баланса углерода в лесных экосистемах. Отчетность в соответствии с национальными обязательствами по РКИК ООН представляют ежегодно и сводят по секторам экономики. Лесное хозяйство относят к сектору Землепользование, изменения землепользования и лесное хозяйство (ЗИЗЛХ). Отчетность дифференцирована по 5 пулам (резервуарам) углерода лесных экосистем: надземная фитомасса, подземная фитомасса (живые корни деревьев), мертвое органическое вещество (детрит – сухостойная и валежная древесина, хворост и пр.), лесная подстилка и почвы.

Запасы углерода в пулах почв и лесной подстилки остаются наименее согласованными среди всех углеродных пулов сектора ЗИЗЛХ и оцениваются с большой неопределенностью. Их количественные характеристики по стране и регионам варьируют в широких пределах.

Собранный в ходе реализации ГИЛ массив данных о качественных и количественных характеристиках лесов на постоянных пробных площадях – беспрецедентный по масштабу и актуальный источник информации – может и должен использоваться для оценки запасов углерода и годичного изменения запасов в компонентах лесных экосистем. Согласно нормативно-методическим документам при обследовании постоянных пробных площадей (ППП) ГИЛ оценивают следующие характеристики лесной подстилки и почв: мощность подстилки, тип подстилки, тип почв, их механический состав, гранулометрический состав, влажность, степень эрозии [1]. Расчеты запасов углерода в пулах лесной подстилки и почв не предусмотрены. Напрямую использовать измеренные и собранные на PPP параметры, характеризующие подстилку и почвы, для углеродных оценок не представляется возможным в силу ряда причин. Методическими документами ГИЛ [1] не предусмотрен сбор образцов подстилки и почв по слоям, анализ плотности сложения слоев и лабораторные анализы образцов на содержание органического вещества. Из-за этих ограничений для расчетов запасов углерода недостаточно исходной информации. Чтобы попытаться использовать собранный в ходе ГИЛ массив данных с характеристиками подстилки и почв, можно прибегнуть к косвенным методам, дополнив имеющиеся данные информацией из доступных цифровых ресурсов и литературных источников.

Цель исследования: разработать методику оценки запасов углерода в пулах лесной подстилки и почв, в основе которой сочетание данных ГИЛ и цифровых ресурсов открытого доступа, и провести экспериментальную апробацию методики на модельном объекте.

Объект исследования – Сахалинская область. На территории области к настоящему времени завершены работы двух циклов ГИЛ. В нашем исследовании использованы данные ГИЛ 1-го цикла, которые проведены в 2009 и 2017 г. и опубликованы в Аналитическом обзоре по субъекту в 2020 г. [2]. Всего обследовано 416 PPP.

Общая площадь лесных земель Сахалинской области, по данным 1-го цикла ГИЛ, составляет 6 497,1 тыс. га. Леса Сахалинской области отнесены к двум лесным районам – Дальневосточному таежному и Приамурско-Приморскому хвойно-широколиственному. Соотношение площадей лесных земель по лесным районам составляет 86,3 и 13,7% соответственно.

Исходной информацией в расчетах запасов углерода пула лесной подстилки служили данные по стратам ГИЛ в границах лесных районов субъекта. Страты дифференцированы по категориям лесных земель, а занятые древесной растительностью земли подразделены по группам древесных пород и группам возраста [2].

Экспериментальные расчеты запасов углерода в лесной подстилке с данными ГИЛ по стратам выполнены по уравнению [3]:

$$C_{LT} = \sum_k^n A_{ij} \times KCL_{ij} \quad ,$$

где:

C_{LT} – суммарный запас углерода в лесной подстилке территориального объекта (субъекта РФ), т С;

\sum_k^n – сумма запасов углерода в лесной подстилке в насаждениях древесной породы i группы возраста j по лесорастительным зонам (подзонам) n и лесным районам k в границах субъекта;

A_{ij} – площадь, занимаемая насаждениями древесной породы i группы возраста j в лесном районе k , га;

KCL_{ij} – средний запас углерода в лесной подстилке в насаждениях древесной породы i группы возраста j в лесном районе k , т С/га.

Общий запас углерода в подстилке лесных земель Сахалинской области рассчитан в размере 70,2 МтС при среднем 10,8 т С/га (табл. 1). Проведено сравнение рассчитанных запасов углерода с опубликованными коллективом Института прикладного системного анализа (IIASA) [4] и национальной отчетностью по РКИК ООН – Национальным докладом о кадастре [5].

Рассчитанные нами общий и средний запасы углерода в подстилке в целом согласуются с приведенными в публикации коллектива IIASA (77 Мт С при среднем значении 12,4 т С/га) [4], расхождение составляет порядка -9,7%. В сравнении с Национальным докладом о кадастре полученная нами оценка превосходит официально опубликованную на +97%. Заметим, что коэффициенты средних значений запасов углерода в подстилке по породам и группам возраста [6], которые используют для расчетов в национальной отчетности, и теми, что использованы нами [3], в среднем меньше на 1%, что в итоге для рассматриваемого объекта работ должно приводить к расхождению в +15%, а не в +97%.

Таблица 1

Сравнение итоговых запасов углерода в лесной подстилке по данным ГИЛ с ИААА [4] и Национальным докладом о кадастре [5], общий запас, Мт С, средний, т С/га. Сахалинская область

Запас углерода	Наши расчеты с данными ГИЛ	Результаты расчетов ИААА [4]	Результаты расчетов, приведенные в Национальном докладе о кадастре [5]
Всего, Мт С	70,2	77	36,7
Средние, т С/га	10,8	12,4	5,73

Методика оценки запасов углерода в пуле почв в программной среде ГИС с комплексом данных ГИЛ и цифровых ресурсов открытого доступа, разработанная нами, включает: 1) привязку ППП ГИЛ методом геокодирования к цифровой почвенной карте, подготовленной Почвенным институтом РАН имени В.В. Докучаева по аналоговой масштаба 1:2 500 000⁴ [7]; 2) отнесение типов почв, определенных в ходе ГИЛ, к стандартным типам почв [8]; 3) совмещение ППП с цифровой картой запасов углерода в слое почв 0-30 см с пространственным разрешением 250 м (SoilGrids250m)⁵ и базой данных Международного почвенного справочно-информационного центра (ISRIC); 4) добавление к атрибутам ППП средних запасов углерода с цифровой карты ресурса SoilGrids; 5) экстраполяция атрибутов ППП на площадь со стандартными типами почв и расчет суммарных запасов углерода по объекту исследования.

Для оценки запасов углерода в пуле почв ППП ГИЛ совмещены с цифровой почвенной картой Почвенного института РАН имени В.В. Докучаева [7]. Такое совмещение реализует два преимущества: соответствие типов почв ГИЛ принятой стандартной классификации [8] и принадлежность ППП к ареалам стандартных типов почв для последующей экстраполяции локальных значений на площадь ареала (рис. 1). Количественные характеристики средних запасов углерода почв на ППП ГИЛ получены в результате совмещения пробных площадей с картой ресурса SoilGrids250m в среде ГИС. Атрибуты ППП дополнены данными о средних запасах углерода в слое почв 0-30 см. Геостатистическое моделирование дает возможность провести интерполяцию средних запасов углерода почвенного пула, соотнесенных с местоположением ППП, использовать средневзвешенное значение, рассчитанное на основе автокорреляции по значениям в заданной окрестности, и создать непрерывную поверхность значений (рис. 2). В результате моделирования методом кригинга создана поверхность средних значений запасов углерода почв, оценена достоверность экстраполяции (прогноза) и ошибка модели. Наиболее распространенным типом почв на территории Сахалинской области являются буро-таежные иллювиально-гумусовые со средним запасом углерода 72-75 т С/га.

⁴ <https://soil-db.ru/map?lat=62.2054&lng=34.5947&zoom=8&legend=breeds>.

⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/International_Soil_Reference_and_Information_Centre#cite_note-9.

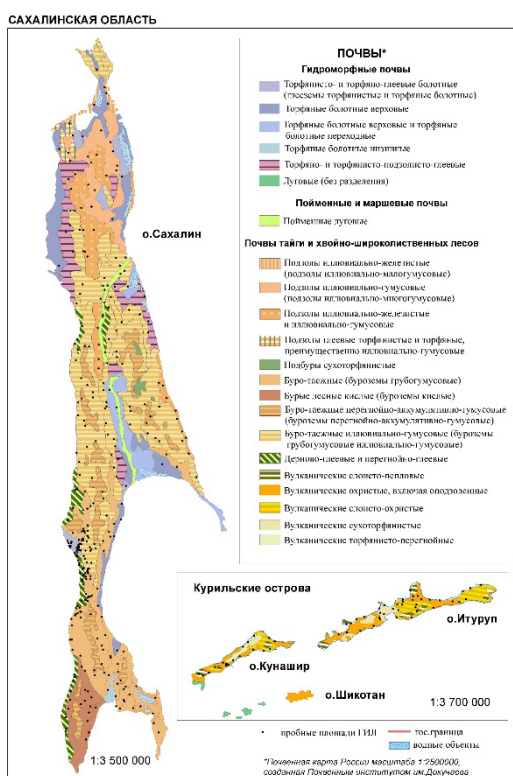


Рис. 1. Почвенная карта Сахалинской области с наложением ППП ГИЛ

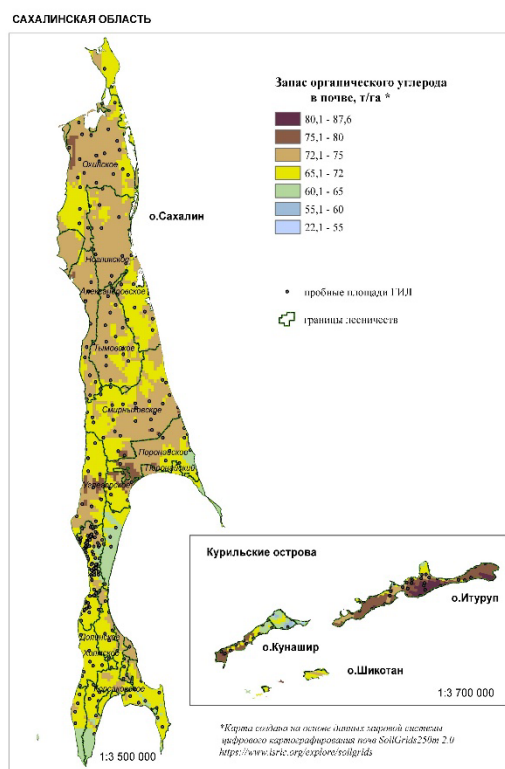


Рис. 2. Запасы органического углерода в слое почв 0-30 см Сахалинской области

Для верификации разработанного метода проведены экспериментальные расчеты общих запасов углерода в пуле почв Сахалинской области. Сопоставление результатов приведено в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение расчетных запасов углерода почв в слое 0-30 см с использованием:

- 1) данных ППП ГИЛ и карты почв ресурса SoilGrids,
 - 2) площадей страт ГИЛ и средних запасов углерода почв по [6]
 - 3) запасов углерода почв в Национальном докладе о кадастре ПГ [5].
- Сахалинская область

Запас углерода	Наш расчет с данными ГИЛ и картой почв ресурса SoilGrids	Наш расчет по площадям страт и нормативно-справочным материалам МПР [6]	Национальный доклад о кадастре [5]
ВСЕГО, Мт С	539,5	540,2	541,4
Средние, т С/га	73,0	83,14	86,88

Сравнительный анализ полученных разными методами результатов приводит к следующему заключению. Итоги расчетов с данными ГИЛ и ресурса SoilGrids, расчет по площадям страт ГИЛ и средним запасам углерода в слое

почв 0-30 см [6] и запас органического углерода в Национальном докладе о кадастре [5] практически совпадают: 539,5 Мт С, 540,2 Мт С и 541,4 Мт С соответственно (табл. 2).

Методика оценки запасов углерода в пуле лесной подстилки и ее экспериментальная апробация показали приемлемость использования данных ГИЛ по стратам, дифференцированным по группам древесных пород и группам возраста, в сочетании с нормативно-справочными материалами для оценок общих запасов углерода в лесной подстилке на уровне региона. Продемонстрированная согласованность результатов опробования методики оценки запасов углерода в пуле почв, в основе которой сочетание данных ГИЛ и цифровых ресурсов открытого доступа, свидетельствует о правомерности использования методики для оценки запасов углерода почвенного пула на уровне региона наряду с другими модельными методами.

Список использованных источников

1. Приказ Рослесхоза от 06.05.2022 № 556 «Об утверждении регламента организации и проведения мероприятий по государственной инвентаризации лесов центральным аппаратом Рослесхоза, территориальными органами Рослесхоза и подведомственными Рослесхозу организациями».
2. Аналитический обзор о состоянии лесов, их количественных и качественных характеристиках по Сахалинской области. – М. : Рослесинфорг, 2020. – 88 с.
3. Методика учета поглощения CO₂ в лесах Российской Федерации / А.А. Мартынюк, А.Н. Филипчук, Б.Н. Моисеев, Н.В. Малышева, В.В. Страхов [и др.]. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2017. – 82 с.
4. Запасы органического углерода в почвах России / Д.Г. Щепашенко, Л.В. Мухортова, А.З. Швиденко, Э.Ф. Ведрова // Почвоведение. – 2013. – № 2. – С. 123–132.
5. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2020 гг. [Электронный ресурс]. – Ч. 2. Приложения. – М. : ИГКЭ, Росгидромет, 2022. – 111 с. – Режим доступа: <https://unfccc.int/documents/461970>
6. Об утверждении методических указаний по количественному определению объема поглощения парниковых газов. Распоряжение Минприроды России от 30.06.2017 № 20-р (ред. от 20.01.2021 № 3-р).
7. Почвенная карта России (скорректированная цифровая версия Почвенной карты РСФСР масштаба 1 : 2 500 000) / под ред. В.М. Фридланда. – 2007.
8. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 342 с.

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЙ ЛЕСОТАКСАЦИОННОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Сидоренков В.М.¹, Астапов Д.О.¹, Ачиколова Ю.С.¹, Капиталинин Д.Ю.²,
Рябцев О.В.¹

¹ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область, Российская Федерация,

²Департамент лесного хозяйства по Центральному федеральному округу, Пушкино, Московская область, Российская Федерация

В статье представлены результаты многолетних исследований в области лесотаксационного дешифрирования данных спутниковой съемки. Разработаны методики, технологии и алгоритмы обработки оптических и радиолокационных изображений с космических аппаратов Sentinel-1,2, Landsat 8, Канопус-В, Метеор-М, Ресурс-П и Кондор-ФКА. Результаты исследований показали возможность использования данных космической съемки для определения таксационных показателей лесов с высокой точностью.

Ключевые слова: лесная таксация, лесоустройство, данные дистанционного зондирования Земли, спутниковая съемка, дешифрирование, характеристики насаждений.

EXPERIENCE IN DEVELOPING TECHNOLOGIES OF DECIPHERING SPACE IMAGERY DATA FOR FOREST INVENTORY

Sidorenkov V.M.¹, Astapov D.O.¹, Achikolova Iu.S.¹, Kapitalinin D.Yu.²,
Ryabtsev O.V.¹

¹FBU Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry,
Pushkino, Moscow region, Russian Federation

²Forestry Department for the Central Federal District, Pushkino, Moscow region,
Russian Federation

The article presents the results of long-term research in the field of forest inventory interpretation of satellite imagery data. Methods, technologies and algorithms for processing optical and radar images from the Sentinel-1,2, Landsat 8, Kanopus-V, Meteor-M, Resurs-P and Kondor-FKA have been developed. The study results demonstrate the possibility of using satellite imagery data to determine forest characteristics with high accuracy.

Keywords: forest taxation, forest inventory, remote sensing data, satellite survey, data interpretation, forest characteristics.

Разработка методов лесотаксационного дешифрирования является одним из важных направлений научных исследований отдела лесоводства и лесоустройства. Специалисты отдела совместно с сотрудниками Института космических исследований РАН (далее – ИКИ РАН) и Оператора российских космических средств – Научного центра оперативного мониторинга Земли АО «Российские космические системы» (далее – НЦ ОМЗ) проводят научные исследования по разработке методов лесной таксации и инвентаризации лесов на основе дешифрирования различных данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

Научно-исследовательские работы по созданию технологий лесотаксационного дешифрирования начаты в 2015 году в рамках поручений Рослесхоза и в

настоящее время продолжают по различным темам государственного задания. С 2016 по 2018 годы осуществлялись исследования по применению различных методов таксации лесов на труднодоступных территориях таежной зоны европейской части России и Западной Сибири по данным оптической космической съемки высокого и среднего пространственного разрешения с космических аппаратов Sentinel-2, Landsat 8 и Канопус-В.

Для разработки методов лесотаксационного дешифрирования создана база данных сети пробных площадей, представляющих по своей сути таксационно-дешифровочные участки. Полевые и экспериментальные работы проведены на территории Республик Карелия, Удмуртия, Бурятия, Хакасия, Алтайского и Красноярского краев, Архангельской, Костромской, Вологодской, Иркутской и Тюменской областей. Полученная сеть таксационно-дешифровочных участков (ТДУ) отражает разнообразие лесорастительных условий тайги.

Технологии лесотаксационного дешифрирования основаны на статистических моделях и алгоритмах машинного обучения, которые позволили определить связи спектрально-отражательных характеристик лесных насаждений с их таксационными показателями – запасом, полнотой, возрастом, количеством деревьев, а также доли участия различных пород деревьев в составе насаждения.

Результаты проведенных исследований показали, что высокая степень корреляционной зависимости и достоверности характерна для данных съемки зимнего периода – января-февраля. При этом величина корреляции между полевыми данными и прогнозом при обработке съемки с аппарата Landsat 8 оказалась ниже по сравнению с корреляцией, полученной при обработке данных аппаратов Sentinel-2 и Канопус-В, что связано с низким разрешением съемки с Landsat 8.

Для определения взаимосвязи таксационных характеристик со спектрально-отражательными параметрами спутниковой съемки применяли статистические модели множественной регрессии. Для сенсора Sentinel-2 предварительный анализ взаимосвязей таксационных показателей насаждений с их спектрально-отражательными характеристиками показал достаточно достоверные результаты для бонитета, запаса, возраста, полноты насаждений, а также для определения доли смешения пород в составе насаждения. Данные результаты определены для съемки за период январь-февраль (рис. 1).

Анализ данных спутника Landsat 8 позволил получить достоверные зависимости таксационных показателей со спектрально-отражательными характеристиками с точностью, не превышающей 75%. Сходные результаты наблюдались для сенсора Канопус-В. Исходя из полученных результатов, были сделаны выводы о возможности определения таксационных показателей в сложных насаждениях в соответствии с требованиями второго и третьего разрядов лесоустройства на основе спектральных характеристик насаждений в зимний период времени только по данным сенсоров Sentinel-2, Канопус-В.

Результаты исследований были отражены в Методических рекомендациях по проведению лесной таксации и инвентаризации лесов на труднодоступных территориях на основе анализа данных ДЗЗ.

Используя материалы исследований около 100 пробных площадей, заложенных на территории Алтайского края, а также материалы и методы ранее проведенных исследований [1; 2], был проведен анализ взаимосвязей таксационных показателей насаждений с показателями космических снимков зимнего периода (декабрь-февраль) 2016–2018 годов. Пробные площади были представлены насаждениями сосны, различными по возрасту, запасу и полноте. Используются данные с иностранного космического аппарата Sentinel-2.

Математическая обработка данных позволила установить связи запаса, полноты и количества деревьев с зеленым, красным и инфракрасным каналами [1] (рис. 2.1-2.4).

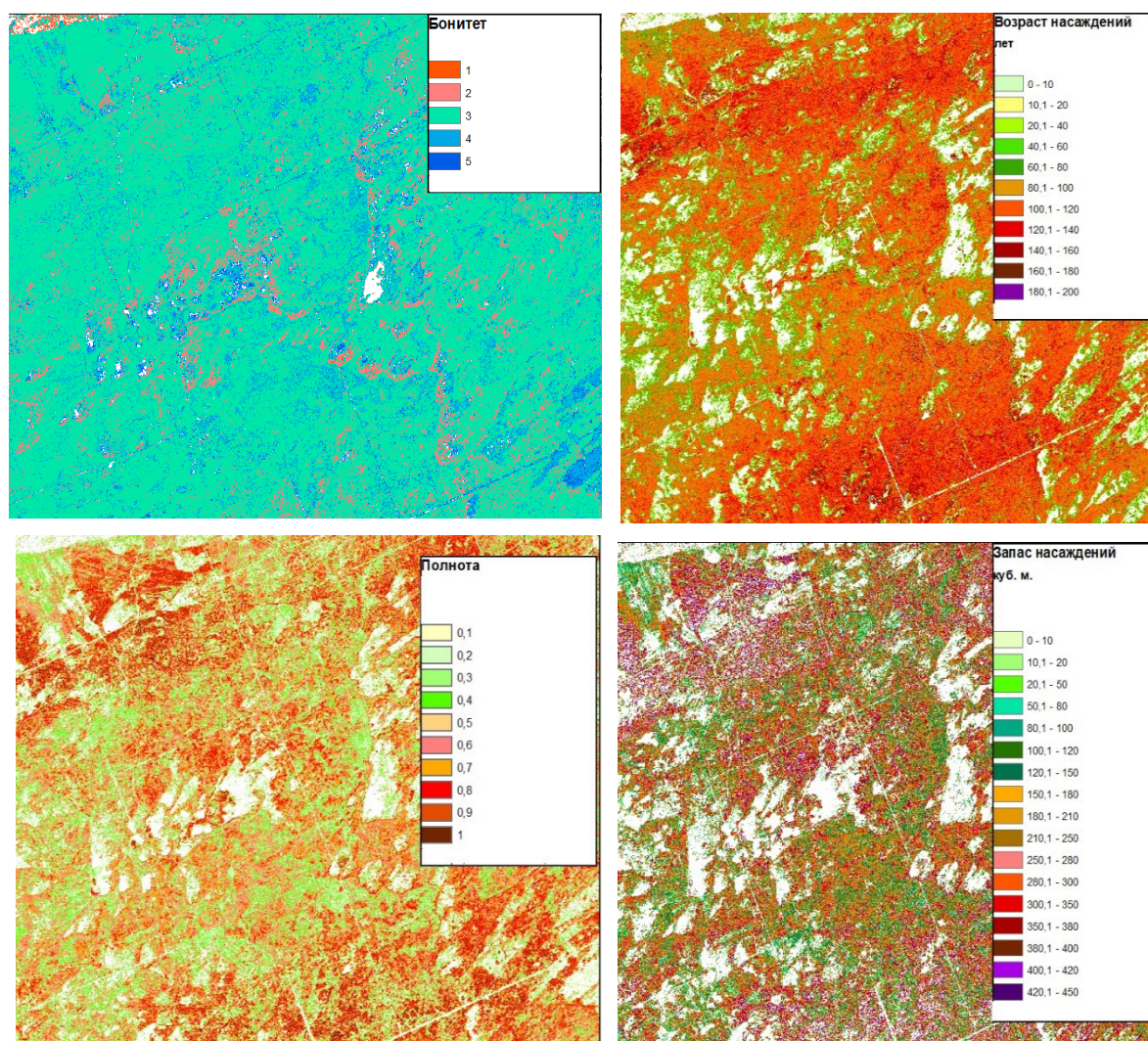


Рис. 1. Определение основных таксационных показателей насаждений по данным спутниковой съемки с сенсора Канопус-В (А – бонитет, В – возраст, С – полнота, Д – запас)

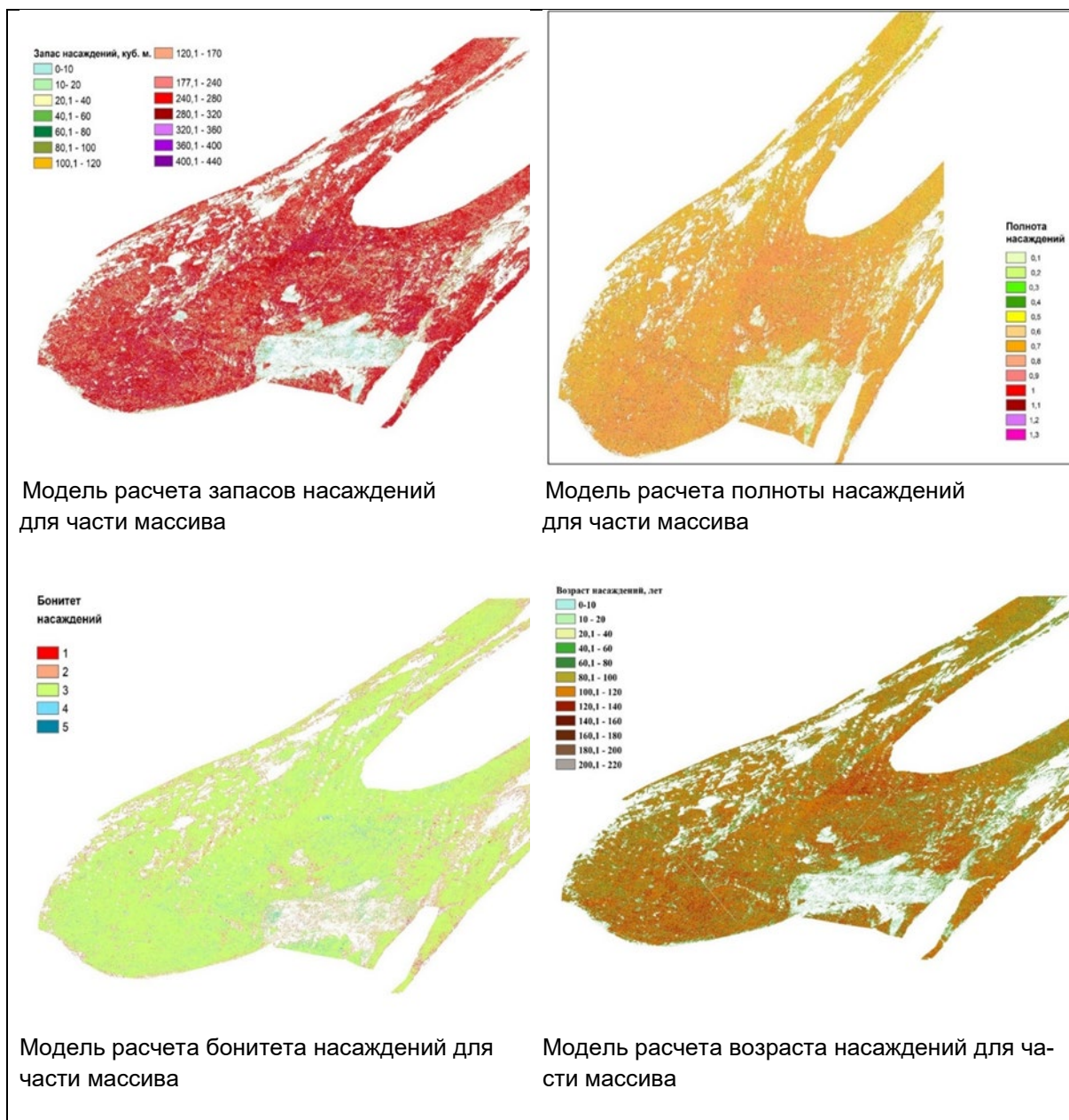


Рис. 2. Расчет основных таксационных показателей по данным дешифрирования съемки с аппарата Sentinel-2

Разработанные методы также применялись при исследовании возможности определения количественных и качественных показателей лесных насаждений по съемке с метеорологического спутника Метеор-М [3].

За основу исследования были взяты материалы комплекса многозональной спутниковой съемки (КМСС), характеризующиеся пространственным разрешением 60 метров, тремя спектральными каналами (зеленым, красным и ближним инфракрасным) и полосой захвата 900 км. Таксационной основой стали данные 419 пробных площадей, заложенных в Архангельской, Вологодской, Костромской, Московской, Новосибирской областях, Удмуртской Республике и Алтайском крае.

Определение взаимосвязей таксационных показателей насаждений – запаса, полноты и количества деревьев – со спектрально-отражательными характеристиками съемки проводилось с использованием статистических методов: алгоритмов многомерной полиномиальной регрессии, регрессии поверхности отклика.

Породный состав лесов определялся с использованием нейронных сетей [3]. Для оценки насаждений сосны наиболее точные результаты получены с помощью нейронной сети BFGS68 с коэффициентом детерминации $R^2=0,78$. Для оценки насаждений с различным процентом участия в составе березы наиболее точные результаты с коэффициентом детерминации $R^2=0,77$ получены с применением модели нейронных сетей BFGS10; по оценке доли участия осины в составе насаждения – с помощью модели нейронных сетей BFGS21 с коэффициентом детерминации $R^2=0,89$; ели – BFGS1 с коэффициентом детерминации $R^2=0,93$.

По результатам исследований была установлена возможность использования зимней съемки аппаратуры КМСС спутника Метеор-М для определения породного состава насаждений, запаса, полноты и количества деревьев (рис. 3) в пределах точности по третьему разряду лесоустройства. Наиболее точные результаты по анализу долевого участия пород получены при использовании нейронных сетей.

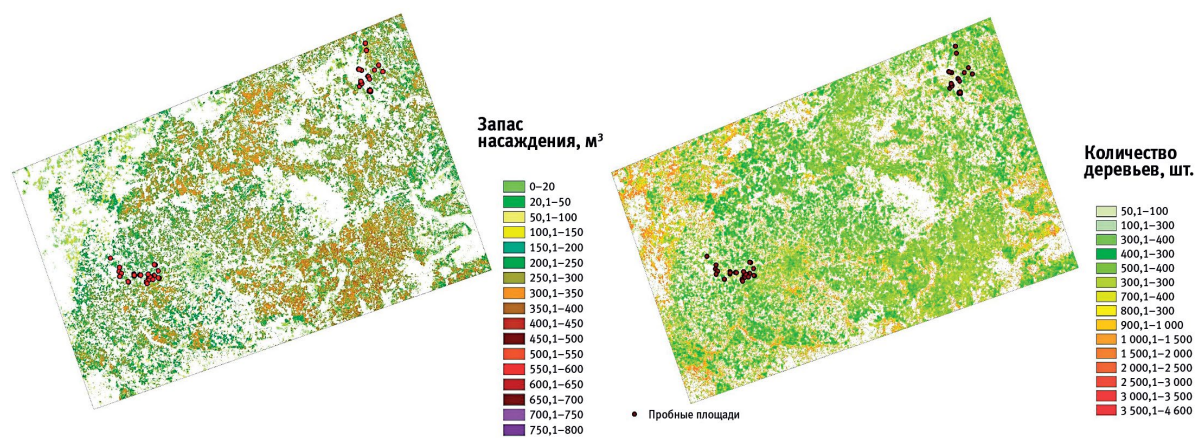


Рис. 3. Результаты определения запаса насаждения (слева) и количества деревьев (справа) по данным зимнего снимка со спутника Метеор-М для части территории Костромской области

В 2019 году начались научные исследования по разработке методов получения качественных и количественных характеристик лесных насаждений по общедоступным радиолокационным снимкам. На первых этапах работ использовались данные космического аппарата Sentinel-1 [4-6].

Совместно со специалистами НЦ ОМЗ были выделены характеристики радиолокационных изображений, пригодные к использованию при лесотаксационном дешифрировании. Была разработана методика подготовки радиолокационных изображений для дальнейшего дешифрирования, которая нашла отражение

в Методических рекомендациях по подготовке к лесотаксационному дешифрированию данных радиолокационной съемки, изданной в 2020 году [7].

Разработка технологий лесотаксационного дешифрирования данных радиолокационной съемки включала два основных направления, в зависимости от характеристики лесов: равнинные и горные леса. Материалы таксации для разработки алгоритмов получения таксационных характеристик насаждений были получены по данным более 250 пробных площадей, заложенных в различных лесорастительных условиях Иркутской, Нижегородской, Костромской, Тюменской областей, Красноярского края, Республик Тыва и Бурятия.

Для равнинных лесов были использованы разработки, полученные по результатам предыдущих исследований данных оптических снимков. Были определены 23 целевых показателя радиолокационных изображений (РЛИ) для создания матрицы признаков и анализа их взаимосвязей с данными таксации. Статистический анализ для зимних изображений показал слабую корреляцию по показателям запаса, полноты и возраста. Дальнейший анализ данных с привлечением методов машинного обучения, в частности нейронных сетей и сегментирования, позволил получить алгоритмы определения показателей запаса, полноты, возраста и состава насаждения для следующих 8 характеристик РЛИ для зимнего периода: удельная эффективная площадь рассеяния (далее – УЭПР) в значении гамма-ноль для согласованной поляризации ВВ (VV) и кросс-поляризации ВГ (VH), радарные индексы – сумма, разность и Radar Vegetation Index (Радарный вегетационный индекс, RVI), текстурные характеристики – суммарные средние, корреляция и вариативность [5].

Для исследования на территориях горных лесов были доработаны алгоритмы предварительной подготовки радиолокационных изображений, которые ранее применялись для подготовки данных по равнинным лесам. В частности, были подготовлены методы маскирования зон геометрических искажений – затенения и переналожения. Доработан перечень таксационных характеристик пробных площадей, необходимых для анализа взаимосвязей данных таксации и РЛИ.

В работу была введена информация с пробных площадей по рельефу местности и верхней границе леса. По итогам исследования с применением методов машинного обучения были получены доработанные алгоритмы определения количественных и качественных показателей лесных насаждений по данным с космического аппарата Sentinel-1.

Текущие исследования отдела лесоводства и лесоустройства в области дешифрирования лесов фокусируются вокруг перспективных космических аппаратов, разработанных отечественными конструкторами – радиолокационного космического аппарата S-диапазона «Кондор-ФКА» (рис. 4) и космического аппарата «Ресурс-П» №4, несущего на своем борту гиперспектральную аппаратуру и камеру сверхвысокого пространственного разрешения. Предварительные эксперименты по разработке методов получения качественных и количественных характеристик лесов на территории Саяно-Шушенского заповедника показали воз-

возможность получения зависимостей показателей РЛИ с таксационными показателями насаждений. В частности, данные КА «Ресурс-П» № 4 имеют высокий уровень корреляции ($R^2 > 0,7$) по показателям запаса, полноты, возраста и бонитета насаждений (рис. 5, 6).

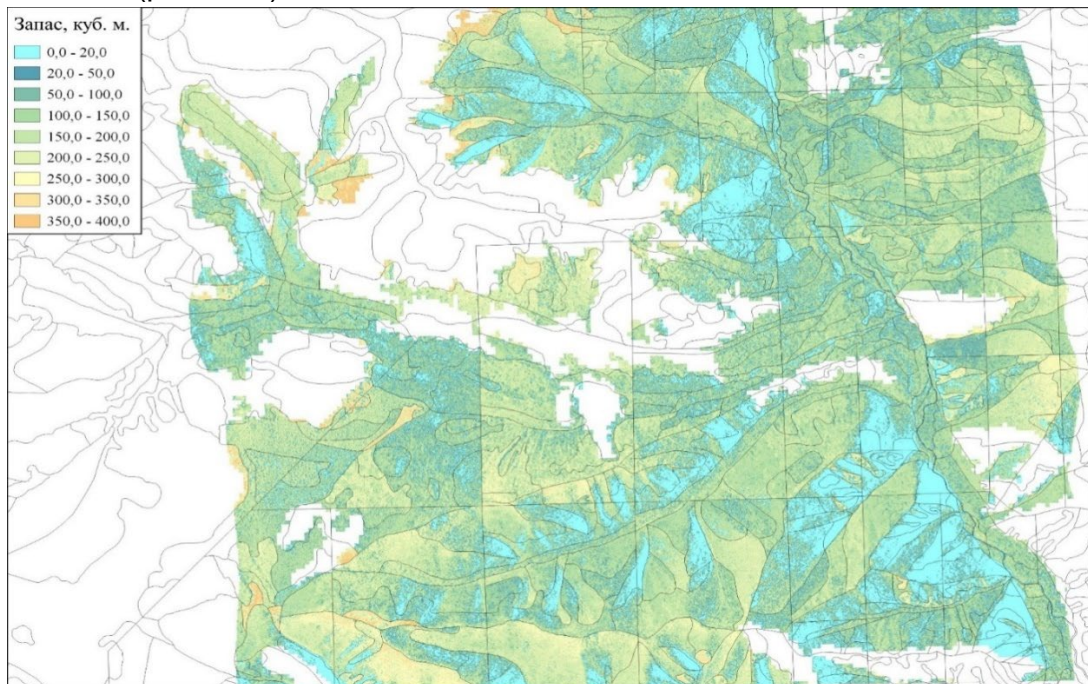


Рис. 4. Дешифрирование запаса насаждений по данным радиолокационной съемки со спутника Кондор-ФКА

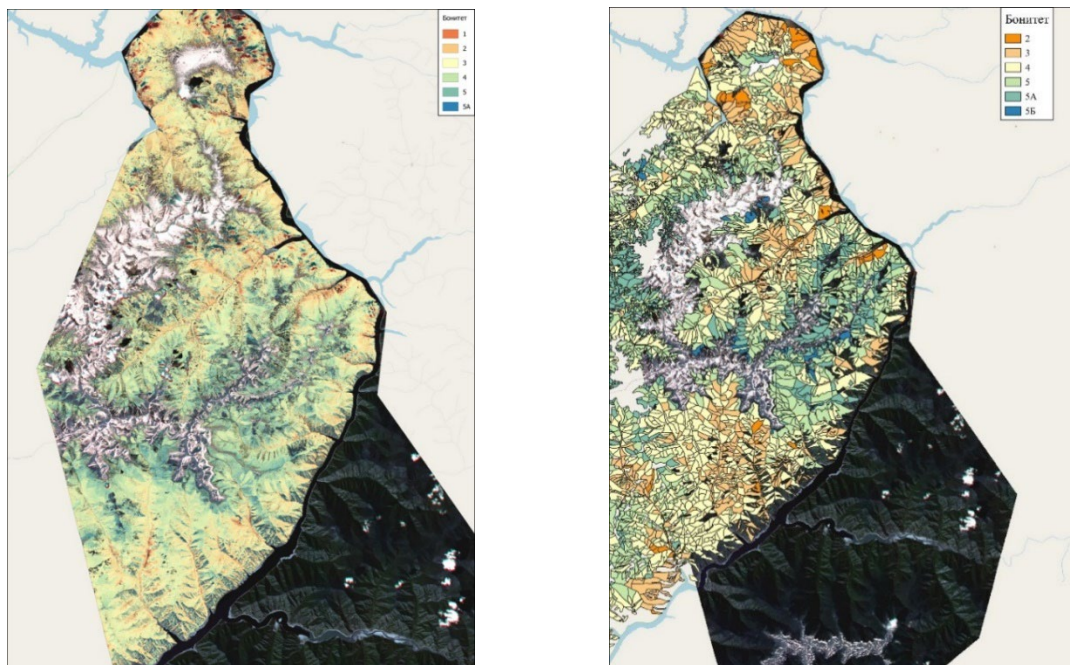


Рис. 5. Дешифрирование бонитета насаждений по данным съемки Ресурс-П4 (А), сравнение с материалами лесоустройства (В)

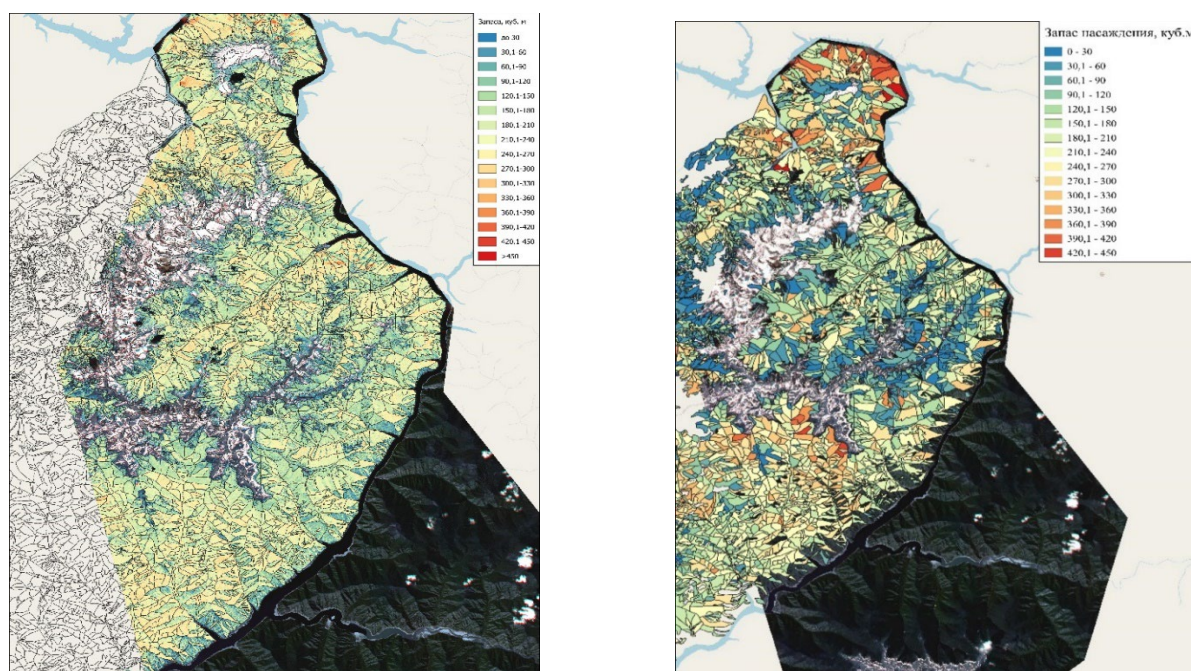


Рис. 6. Дешифрирование запаса насаждений по данным съемки Ресурс-П4 (А), сравнение с материалами лесоустройства (В)

Результаты многолетних исследований в области лесотаксационного дешифрирования демонстрируют возможность применения разработанной в отделе лесоводства и лесоустройства технологии для целей дешифрирования данных различной спутниковой съемки. В ходе проведенной работы собран уникальный материал, содержащий базы данных по таксационно-дешифровочным участкам, разработаны методические рекомендации по проведению лесотаксационного дешифрирования на основе данных оптической и радиолокационной спутниковой съемки. Разработанные методики апробированы в различных регионах России. Опыт применения полученных технологий при обработке данных ДЗЗ планируется интегрировать в развитие новых направлений лесотаксационного дешифрирования, в частности данных аэрофотосъемки.

Список использованных источников

1. Сидоренков, В.М. Определение таксационных показателей чистых насаждений сосны по данным спутника «Канопус-В» / В.М. Сидоренков, Д.О. Астапов, О.В. Перфильева, О.В. Рябцев, А.С. Рыбкин // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. – 2022. – Т. 9. – № 2. – С. 36–43.
2. Барталев, С.А. Спутниковое картографирование растительного покрова России / С.А. Барталев, В.А. Егоров, В.О. Жарко, Е.А. Лупян, Д.Е. Плотников, С.А. Хвостиков, Н.В. Шабанов. – М. : ИКИ РАН, 2016. – 208 с.
3. Сидоренков, В.М. Возможности использования спутниковой съемки с космического аппарата Метеор-М для определения количественных и качественных характеристик лесов / В.М. Сидоренков, Д.О. Астапов, Е.С. Рыбкин, Ю.С. Ачиколова, О.В. Рябцев // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 2. – С. 5–12. – DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2022.2.01.
4. Сидоренков, В.М. Возможности определения таксационных показателей смешанных насаждений по данным радиолокационной съемки со спутника Sentinel-1 / В.М.

Сидоренков, В.Н. Косицын, Л.А. Бадак, Д.О. Астапов, Ю.С. Ачиколова // Исследование Земли из Космоса, 2023. – № 1. – С. 53–65.

5. Сидоренков, В.М. Возможности таксации лесов на основе данных радиолокационной спутниковой съемки / В.М. Сидоренков, О.В. Кушнырь, Л.В. Бадак, Д.О. Астапов, А.В. Букась // Исследование Земли из Космоса. – 2021. – № 5. – С. 72–84.

6. Сидоренков, В.М. Современные методы таксации лесов на основе данных радарной спутниковой съемки / В.М. Сидоренков, Л.А. Бадак, О.В. Кушнырь, А.С. Рыбкин, Д.О. Астапов // Материалы 18-й Всероссийской открытой конференции Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – Москва : Институт космических исследований Российской академии наук, 2020. – С. 441.

7. Сидоренков, В.М. Методические рекомендации по подготовительным работам к лесотаксационному дешифрированию данных радиолокационной съемки/publisher / В.М. Сидоренков, В.Н. Косицын, О.В. Кушнырь, Д.О. Астапов, А.С. Рыбкин, Л.А. Бадак, Л.А. Костюк. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2020. – 88 с.

УДК 630.2

ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ ЛЕСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГИС–ТЕХНОЛОГИЙ В ЦЕЛЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА (НА ПРИМЕРЕ ЛЕСНОЙ ЮЖНО-ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Сидоренкова Е.М.¹, Папулов Е.С.², Сидоренков В.М.¹, Липкина Т.В.¹,
Тадорошко С.К.¹, Корягин М.В.³

¹ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область, Российская Федерация

²Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Сибирская лесная опытная станция», Тюмень,
Российская Федерация

³ФГУП ГлавНИВЦ Управления делами Президента, Москва,
Российская Федерация

В лесном хозяйстве, где затраты на транспортные расходы в себестоимости продукции значительные, а территории характеризуются наличием большого количества лесных площадей, особенно в регионах таежных зон Сибири, малодоступных, удаленных от промышленных центров и транспортных артерий, становится важным проведение актуализации лесных дорог в целях определения доступности лесов и рационального их использования.

Несмотря на наличие большого количества публикаций и разработок по транспортной доступности, послуживших основой данных исследований, в связи со стремительным развитием ГИС и систем обработки данных на основе искусственного интеллекта, увеличиваются возможности установления и обновления транспортной инфраструктуры территории южно-таежной зоны Тюменской области, включая определение плотности дорог лесных участков, выявление зависимостей доступности от орографических и гидрологических условий, почвенных характеристик местности и моделирования использования лесных ресурсов при различных режимах ведения лесного хозяйства.

Ключевые слова: транспортная доступность, данные спутниковой съемки, актуализация транспортной сети, плотность дорог, несущая способность грунтов, потенциальная продуктивность лесов, режимы ведения лесного хозяйства.

ASSESSMENT OF TRANSPORT ACCESSIBILITY OF FORESTS USING GIS-METHODS IN ORDER TO INTENSIFY FORESTRY (USING THE EXAMPLE OF THE FOREST OF THE SOUTH TAIGA ZONE OF THE TYUMEN REGION)

**Sidorenkova E.M.¹, Papulov E.S.², Sidorenkov V.M.¹,
Lipkina T.V.¹, Tadoroshko S.K.¹, Koryagin M.V.³**

¹*FBU Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry,
Pushkino, Moscow region, Russian Federation*

²*Branch of the Federal State Budgetary Institution VNIILM «Siberian Forest Ex-
perimental Station», Tyumen, Russian Federation*

³*Federal State Unitary Enterprise GlavNIVTS of the Office of the President,
Russian Federation*

In forestry, where transportation costs of production are significant, and the territories are characterized by the presence of a large number of forest areas, especially in the regions of the taiga zones of Siberia, poorly accessible from industrial centers and transport arteries, it becomes important to update forest roads in order to determine the accessibility of forests and their rational use.

Despite the presence of a large number of publications and developments on transport accessibility, which served as the basis for these studies, in connection with the rapid development of GIS and data processing systems based on artificial intelligence, the possibilities of establishing and updating the transport infrastructure of the territory of the southern taiga zone of the Tyumen region are increasing, including determining the density of forest roads, identifying the dependencies of accessibility on orographic and hydrological conditions, soil characteristics of the area and modeling the use of forest resources under various forestry regimes

Keywords: *transport accessibility, satellite imagery data, updating of the transport network, road density, bearing capacity of soils, potential productivity of forests, forest management regimes.*

Оценке транспортной доступности посвящено много исследований [1, 3-10], в том числе с применением методов геоинформационного анализа, специфика которых во многом зависит от поставленных целей и методов решения текущих лесохозяйственных задач.

Существующая система планирования и ведения лесного хозяйства в области транспортной доступности лесов основана на информации нормативных отраслевых документов, не соответствующих фактически реальным данным о дорогах, изменившимся за последние десятилетия.

Исследования по доступности лесов прошлых лет базировались на методологических подходах Б.И. Кувалдина [1], основная цель которых – определение показателя протяженности дорог (плотности дорог) как общей протяженности автомобильных и железных дорог, приходящихся на единицу площади (обычно на 1000 га). При этом практикой доказано, что достижение непрерывного и неистощимого использования лесного фонда возможно лишь при условии доведения плотности лесных дорог до значений выше 10 км/тыс. га.

Согласно данным региональных документов [2], при осуществлении лесохозяйственных мероприятий в Тюменской области задействовано 33638,0 км дорог различных категорий, средняя плотность которых равна 3,0 км на 1000 га территории лесного фонда, что ниже оптимального показателя в 3 раза. При

этом показатели плотности дорог по лесничествам могут быть превышены в несколько раз, например, плотность дорог лесных земель Уватского лесничества составляет всего лишь 0,5 км на 1000 га, в то время как плотность дорог Бердюжского лесничества достигает значений до 21,1 км на 1000 га.

Протяженность лесовозных дорог в области составляет 1764,7 км (8% от общего количества дорог), доля лесохозяйственных дорог всех категорий равна 52%, преобладающей категорией являются дороги общего назначения протяженностью 8371,6 км. (40%). Общая протяженность дорог круглогодичного действия с твердым покрытием составляет 8624,2 км, что является недостаточным для эффективного выполнения мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов.

Стремительное развитие современных технологий спутниковой съемки и систем обработки больших масштабов данных позволяет провести сбор оперативных показателей не только об исходном состоянии и расположении лесных дорог, но и оценить почвенно-гидрологические условия местности, необходимые для строительства дорог и поддержания их в пригодном для эксплуатации состоянии.

При актуализации транспортной сети лесных территорий широко используются данные снимков различных временных интервалов, включая период межсезонья и зимний период, российских спутниковых систем Ресурс-П и Канопус-В, обладающих высоким разрешением мультиспектральной съемки 1-2,5 м. на пиксель, с помощью которых, помимо актуализации дорожной сети, получают информацию об областях затопления и глубокого промерзания территории, границах дорог-зимников, снежных накатах, заросших и появившихся лесных дорогах.

Покрытие территории южно-таежного лесного района Тюменской области снимками российских сенсоров составило 92%, что позволило получить достаточно точную сеть дорог таежной зоны (рис. 1).

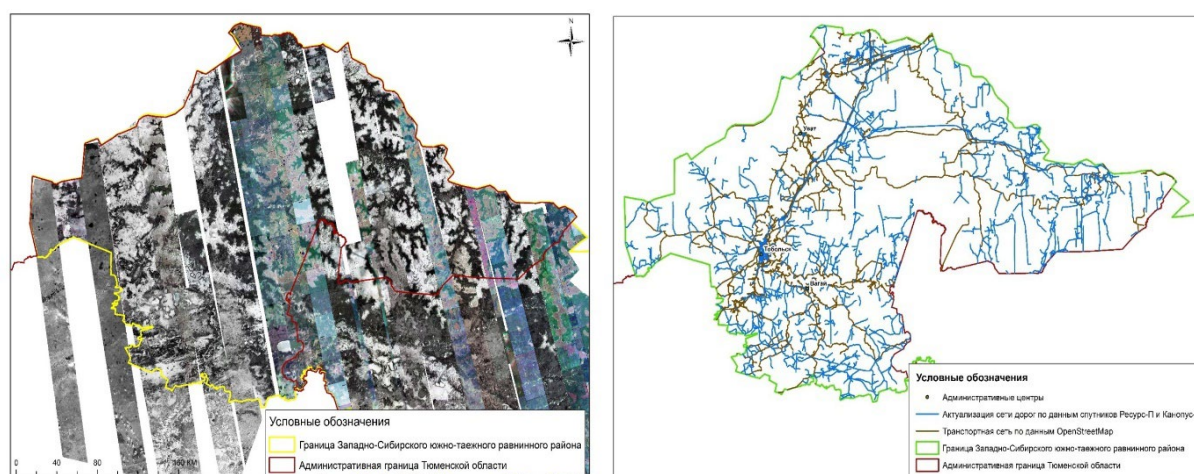


Рис. 1. Актуализация транспортной сети южно-таежной зоны Тюменской области, данные спутников Канопус-В и Ресурс-П

Согласно исследованиям, протяженность всех дорог района исследования составляет 16374,6 км, включая актуализированные (52%) с помощью спутниковых снимков дороги.

При классификации дорог по типу дорожного покрытия выявлено наличие большого количества проселочных дорог без покрытия, включая дороги-зимники, общей протяженностью 10633,5 км, что в процентном отношении составило более 64% от всех дорог таежной зоны, пропускная способность которых существенно зависит от сезона года, после завершения цикла лесозаготовок, теряющих свое назначение и зарастающих лесной растительностью.

Далее по преобладающему количеству следуют асфальтовые и бетонные дороги общей протяженностью 3471,4 км (21%). Протяженность грунтовых дорог и железнодорожных путей района исследований незначительна и составляет 1383,4 км (8,5%) и 886,3 км (5,4%) соответственно.

Помимо актуализации лесных дорог с помощью данных спутников, применение методов и алгоритмов ГИС позволяет определить факторы, влияющие на оценку доступности территории, включая исследования по плотности дорог, свойствам несущей поверхности грунтов, продуктивности лесов, позволяющих оценить доступность лесных земель в комплексе влияния природных и антропогенных факторов.

Оценка доступности территории по плотности дорог проводилась по градации, где высокими показателями транспортной доступности обладают территории 1-2 класса с плотностью дорог более 10 км на 1000 га лесной площади.

Лесные земли с плотностью дорог менее 10 км на 1000 га считаются малодоступными, при плотности дорог менее 6 км на 1000 га на лесных участках возможно только применение лесохозяйственных мероприятий традиционного типа с системой сплошных рубок и последующим естественным лесовосстановлением, территории с плотностью дорог менее 2 км на 1000 га являются труднодоступными землями, преобладающее количество которых наблюдается в южно-таежной зоне Тюменской области.

При оценке доступности территории по несущей способности почв использовались почвенные картографические материалы [6].

При расчете потенциальной продуктивности лесов применялся метод соответствия определенного типа почв определенному бонитету насаждений основных лесобразующих пород при оптимальных условиях роста.

Построены геоинформационные модели для оценки доступности территории по несущей способности почв и потенциальной продуктивности лесов.

На несущую способность грунтов особое влияние оказывает их разновидность. В частности, хорошей несущей способностью обладают скальные, каменистые грунты и сухие песчаные почвы. По мере увеличения влажности грунтов снижается их проходимость. Низкой несущей способностью обладают суглинистые почвы, торфяные виды почв, а на низинных болотах и пойменных комплексах почв с избыточным увлажнением несущая способность грунтов вовсе отсутствует.

При классификации территорий по несущей способности грунтов рекомендуется выделять 5 категорий, где наибольшей несущей способностью обладают почвы первых двух категорий, на которых возможно строительство лесных дорог

с минимальными экономическими затратами. На остальных видах грунтов, относящихся к 3-5 классам, строительство дорог затруднено по причине избыточной влажности почв, при прокладке трасс необходимо применение специализированной техники, адаптированной к работе в сложных условиях, что неизбежно приводит к увеличению себестоимости дорожных работ.

Результат анализа почвогрунтов показывает наличие практически на всей территории преобладающего количества торфяных болотных верховых (17%) и торфяных болотных переходных (16,5%), дерново-подзолистых глеевых, глинистых и среднесуглинистых почв, обладающих низкой несущей способностью почвогрунтов. В южной части территории присутствуют дерново-подзолистые иллювиально-железистые почвы песчаной фракции, которые в сочетании с повышенным уровнем грунтовых вод могут обладать хорошими показателями несущей способности грунтов.

Высокой потенциальной продуктивностью обладают хорошо дренированные легкосуглинистые почвы, запас насаждений которых достигает более 350 м³ на га. При увеличении влажности грунтов также прослеживается снижение потенциальной продуктивности лесов.

На различных переувлажненных торфяных почвах произрастают только фрагментированные лесные насаждения низкого бонитета, что наблюдается на лесных землях Тюменской области, характеризующейся наличием большого количества почв с избыточным увлажнением и наличием большого количества торфяных болот.

Результаты исследования по комплексной доступности, рассчитанной при помощи средневзвешенного показателя всех факторов влияния на доступность лесов, показывают наличие преобладающего количества лесных земель, обладающих низкими показателями доступности и большого количества труднодоступных мест (рис. 2).

Согласно лесному плану [2] больше половины запасов древесины эксплуатационных лесов (60,8% от общего запаса спелых и перестойных лесов) находится в Вагайском, Уватском, Тобольском лесничествах южно-таежной зоны Тюменской области.

Потенциально возможный ежегодный объем заготовки древесины определен в размере 9,5 млн м³. Однако из-за наличия большого количества труднодоступных мест и отсутствия объектов транспортной инфраструктуры в эксплуатационных лесах фактический объем заготовки древесины составил всего лишь 9,8% от расчетной лесосеки.

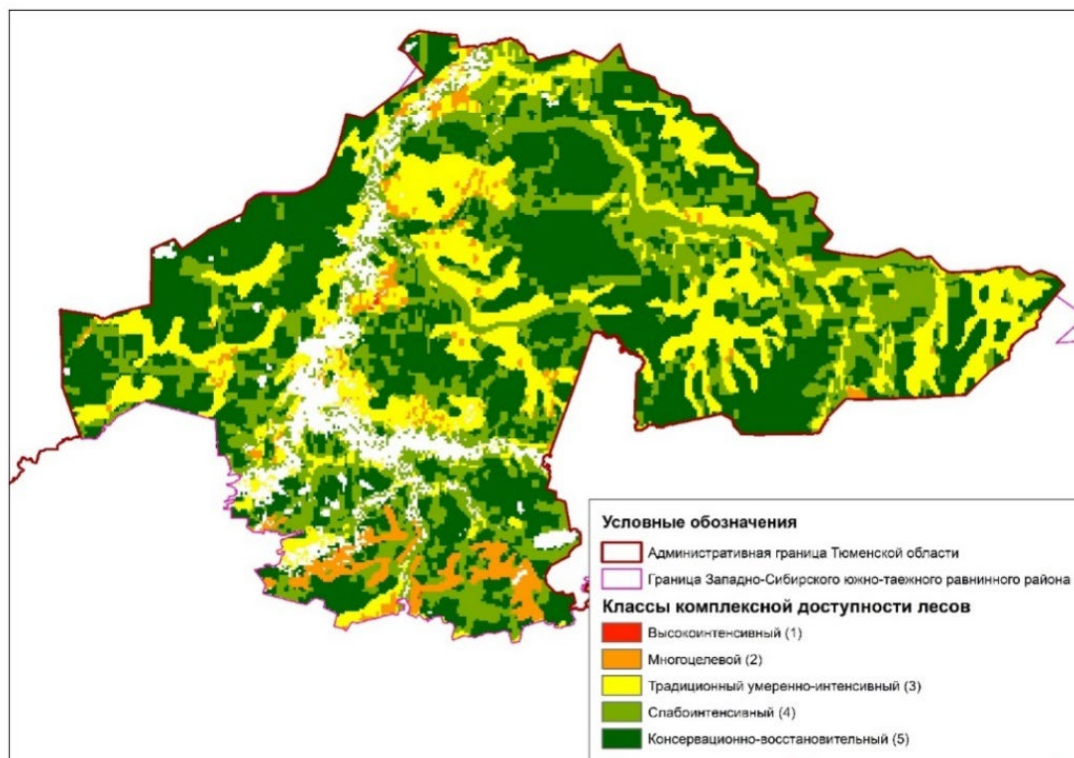


Рис. 2. Зонирование южно-таежной зоны Тюменской области по комплексной доступности лесов

Результаты зонирования территории по режимам использования и содержания лесов также подтверждают, что почти ко всей исследуемой территории применимо только традиционное умеренно-интенсивное (23% от общей площади) и слабоинтенсивное ведение лесного хозяйства (28% от общей площади), ориентированное в большей мере на использование различных систем рубок в спелых и перестойных лесах и последующего естественного восстановления лесных ресурсов [3,7-10].

В южной части таежной зоны допустимо применение моделей интенсивного многоцелевого использования и воспроизводства лесов, что связано с хорошей доступностью по плотности дорог и несущей поверхности почв, способствующей развитию транспортной инфраструктуры.

Наблюдается доминирование лесных земель южно-таежной зоны Тюменской области (44% от общей площади), на которых возможно только применение консервационно-восстановительного режима содержания лесов, подразумевающего мониторинг состояния и охрану малодоступных лесов.

Причина применения консервационно-восстановительного режима заключается в наличии большого количества труднодоступной местности, в связи с недостаточно развитой сетью дорог и наличием переувлажненных территорий: торфяных болот и глеевых почв, не позволяющих реализовывать режимы интенсивного содержания и использования лесов.

Список использованных источников

1. Кувалдин, Б.И. Лесохозяйственные дороги / Б.И. Кувалдин. – М. : Лесная промышленность, 1976. – 96 с.
2. Лесной план Тюменской области на 2019–2029 гг. Утв. Постановлением Губернатора Тюменской области от 27 августа 2021 года № 220.
3. Желдак, В.И. Системы лесоводственных мероприятий для моделей разного режима содержания лесов и лесопользования / В.И. Желдак // Лесотехнический журнал. 2017. – № 4. – С. 55–71.
4. Мохирев, А.П. Факторы, влияющие на пропускную способность лесовозных дорог / А.П. Мохирев, С.О. Медведев, О.Н. Смолина // Лесотехнический журнал. – 2019. – Т. 9. – № 3(35). – С. 103–113.
5. Мохирев, А.П. Использование географических информационных систем при оценке плотности дорог лесозаготовительных районов / А.П. Мохирев, С.Ю. Резинкин, С.О. Медведев, Н.А. Брагина // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2020. – Т. 25. – № 3. – С. 181–191.
6. Единый Государственный реестр почвенных ресурсов России почвенного института им. В.В. Докучаева /<http://egrpr.esoil.ru/>
7. Желдак, В.И. Лесоводственное обеспечение интенсификации лесовоспроизводства и лесопользования / В.И. Желдак, А.А. Кулагин, В.М. Сидоренков // Тр. Санкт-Петербургского НИИ лесн. хоз-ва. – 2011. – Вып. 1(24). – Ч. 2. – С. 27–30.
8. Желдак, В.И. Теоретические и методические вопросы эколого-лесоводственного обеспечения интенсивного и устойчивого лесопользования / В.И. Желдак // Устойчивое лесопользование. – 2011. – № 4. – С. 7–11.
9. Мартынюк, А.А. Зонирование территории Российской Федерации по интенсивности лесного хозяйства и лесопользования / А.А. Мартынюк, В.М. Сидоренков, Э.В. Дорощенко, Е.М. Сидоренкова, Ю.Г. Захаров // Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 1. – С. 3–12.
10. Желдак, В.И. Систематизация и учет факторов и условий доступности лесов для осуществления лесоводственных мероприятий [Электронный ресурс] / В.И. Желдак, Э.В. Дорощенко, Е.М. Сидоренкова, Т.В. Липкина, И.Ю. Прока // Лесохозяйственная информация. – 2021. – № 1. – С. 18–39. – DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2021.1.02.
11. Желдак, В.И. Лесоводственные принципы установления показателей основных факторов комплексной доступности лесов / В.И. Желдак, В.М. Сидоренков, Э.В. Дорощенко, Е.М. Сидоренкова, Т.В. Липкина. – Лесохозяйственная информация. – 2021. – № 2. – С.49–64. – DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2021.2.05.

УДК 630.4:528.85

ВЫЯВЛЕНИЕ И МОНИТОРИНГ ПОВРЕЖДЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ ПРИ ПОМОЩИ ДАННЫХ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ НА ПРИМЕРЕ ЛОКАЛЬНОГО ОБЪЕКТА

Соклаков Н.А., Слинкина О.А., Вайс А.А., Михайлов П.В.
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, Российская Федерация

В работе представлены методика и результаты выявления повреждённых древостоев от лесных пожаров и воздействия уссурийского полиграфа на территории Караульного лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М.Ф. Решетнева при помощи космических снимков. Работа выполнена с применением геоинформационной платформы ArcGIS. Исходные данные взяты из материалов съёмки спутников серии Landsat (Landsat 5, Landsat 7, Landsat 8), а также съёмки спутника серии Sentinel-2. Результаты исследования показали, что наиболее подверженными лесным пожарам являются сосновые древостои; возрастная структура играет важную роль при снижении устойчивости этих насаждений; средневозрастные пихтовые древостои являются основной кормовой базой для уссурийского полиграфа.

Ключевые слова: *гарь, лесной пожар, уссурийский полиграф, космоснимок, пихта, сосна, осина, береза, нарушенные насаждения.*

THE IDENTIFICATION AND MONITORING OF DAMAGED STANDS USING MULTISPECTRAL SATELLITE IMAGERY DATA, WITH A FOCUS ON A LOCAL CASE STUDY

Soklakov N.A., Slinkina O.A., Vais A.A., Mikhaylov P.V.
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russian Federation

The paper presents the methodology and results of identifying forests damaged by wildfires and the four-eyed fir bark beetle in the Karaul'noe Forestry (Educational and Experimental Forestry of the Reshetnev Siberian State University of Science and Technology) using satellite images. The research was performed using the ArcGIS mapping software. The initial data were obtained from satellite imagery, specifically from the Landsat 5, Landsat 7, and Landsat 8 satellites, as well as the Sentinel-2 satellite. The results of the study indicated that pine stands are the most susceptible to fires, and that the age structure plays an important role in reducing the sustainability of these forests. Furthermore, the four-eyed fir bark beetle has been observed to prefer medium-aged fir stands.

Keywords: *burnt area, forest fire, four-eyed fir bark beetle, satellite image, fir, pine, aspen, birch, disturbed forest.*

На примере локального объекта Караульного лесничества Красноярского края проведено исследование степени поврежденности древостоев различного состава. За последние 20 лет на данной территории наблюдалось два вида нарушений – лесные пожары и очаги поражения уссурийским полиграфом.

Работа выполнена с применением геоинформационной платформы ArcGIS. Исходные данные взяты из материалов съёмки спутников серии Landsat

(Landsat 5, Landsat 7, Landsat 8). Ежегодные снимки 1999–2021 гг. с пространственным разрешением 30 метров и ежегодные снимки 2016–2021 гг. с пространственным разрешением 10 метров получены в период вегетации (май–сентябрь); источник – архив Геологической службы США (USGS) [1]. Для данных снимков сгенерированы RGB композиты в комбинации каналов SWIR-NIR-RED (коротковолновый инфракрасный–ближний инфракрасный–красный).

В динамике обследованы полигоны нарушений (при помощи космоснимков). В используемом сочетании каналов свежие гари имеют цвет от яркого темно-розового до малинового. Древоостой, поврежденные насекомыми, имеют цвет ближе к бордовому. Неповрежденные темнохвойные леса выглядят темно-зелеными, светлохвойные и лиственные – светло-зелеными [1]. Также гари и повреждения насекомыми на космических снимках можно отличить по текстуре и форме. Гари имеют сложную форму, вытянутую в соответствии с направлением ветра, при соотношении длины к ширине, обычно не превышающем 3 к 1. Кроме того, насаждения, которые погибли от воздействия энтомовредителей можно определить по относительно медленной (в течение нескольких лет) гибели деревьев, с ежегодным увеличением площади. Эта динамика отслеживается по многолетней серии снимков [2-3].

С целью верификации результатов дешифрирования проведены выборочные маршрутные обследования нарушенных участков. Карта расположения обследованных участков показана на рис. 1.

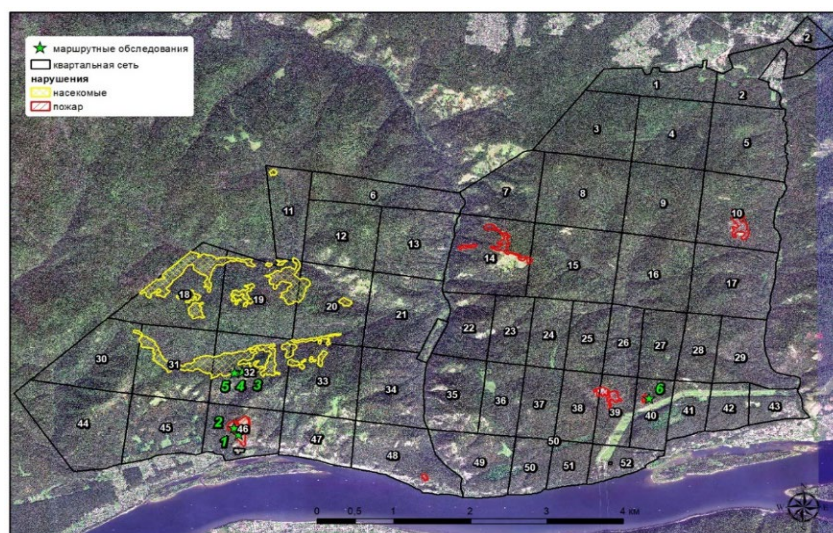


Рис. 1. Карта нарушенных лесных участков опытного объекта

В процессе камеральных и полевых работ определялся следующий набор показателей: географическая координата; вид нарушения; породный состав до нарушения и процент отпада (глазомерно); особенности рельефа; наличие возобновления; фотографии полного обзора по сторонам света и живого напочвенного покрова (ЖНП).

Для всех выявленных участков при полевых работах подтвердилось наличие и вид нарушения.

Общая площадь гарей составила 22 га, общее число – 7 участков. Абсолютно все гари расположены на выделах, где преобладала в составе сосна. Ниже приведены усреднённые таксационные характеристики сосновых насаждений, погибших от лесных пожаров на исследуемой территории: возраст – 100 лет, высота – 20,8 метра, диаметр – 31 см, полнота – 0,7, запас – 248 м³/га.

От воздействия уссурийского полиграфа погибли темнохвойные насаждения (преимущественно пихтовые древостои) на площади 96 га. При этом нарушения разной степени наблюдаются фактически у 100% темнохвойных насаждений, произрастающих на территории объекта работ. Начало вспышки инвазии уссурийского полиграфа наблюдалось в 2014 году.

Контуры нарушений на карте преобладающих пород показаны на рис. 2.

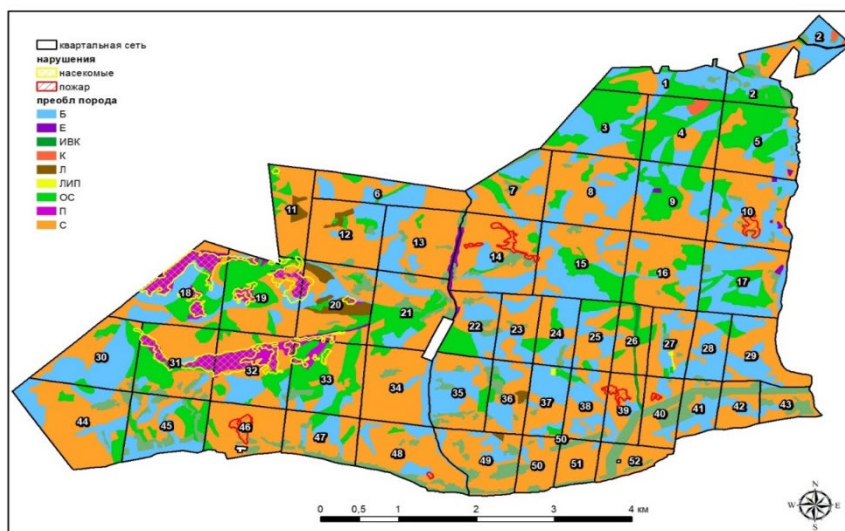


Рис. 2. Карта контуров нарушений со слоем породного состава

Для более детальной характеристики насаждений, в которых наблюдались нарушения от лесных пожаров и воздействия уссурийского полиграфа, выполнен анализ таксационных показателей насаждений по данным инвентаризации лесов периода 2001–2002 гг.

Исходя из полученных данных, сформулированы следующие выводы:

- древостои, где прошли в последующем лесные пожары (кв. 14), являются преимущественно сосновыми, кроме одного березового участка. В состав входили такие породы как лиственница, береза, осина, сосна младшего возраста;
- практически все древостои, вне зависимости хвойные или лиственные, характеризовались перестойной группой возраста. Это указывало на то, что возрастная структура являлась одной из причин снижения устойчивости этих насаждений;
- все насаждения характеризовались как среднеполнотные (0,5-0,8);
- насаждения сосновые, березовые, осиновые имели разнообразные типы леса (с покровом спирейно-осочковым, осочково-разнотравным, вейниково-разнотравным, зеленомошно-кисличным, вейниково-крупнотравным, крупнотравно-папоротниковым);

- качество условий местопроизрастания достаточно благоприятное, средний класс бонитета составляет II, III;

- подрост также достаточно разнообразен как по составу, так и густоте (0,5-7 тыс. шт./га). После нарушения материнского древостоя (лесной пожар, естественный распад, инвазивный очаг) подрост занимает основной вертикальный полог. Возраст подростка в настоящее время составляет 40-50 лет. Такие средневозрастные древостои могут служить кормовой базой для уссурийского полиграфа;

- почвенные условия достаточно однообразны. Сосняки и березняки произрастают на дерново-подзолистых свежих почвах. Пихтачи и осинники встречаются как на дерново-подзолистых, так и на серых лесных почвах, предпочитая влажные, среднемощные почвенные условия;

- все древостои располагались на склоновых участках крутизной от 10° до 27°. Сосняки занимали южные и западные склоны. Пихтачи, березняки и осинники растут на северных, северо-восточных и северо-западных участках. Строгая орграфическая принадлежность свойственна древостоям данной территории.

В результате можно констатировать, что насаждения с определённым набором таксационно-лесоводственных показателей впоследствии подверглись воздействию лесных пожаров и уссурийского полиграфа.

Исследование проводилось в рамках государственного задания, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, для реализации проекта «Динамика восстановления таёжных лесов Центральной Сибири, нарушенных энтомовредителями» (№ FEFЕ-2024-0029) коллективом научной лаборатории «Лесных экосистем».

Список используемых источников

1. Рис, У.Г. Основы дистанционного зондирования / У.Г. Рис. – М. : Техносфера, 2006. – 336 с.

2. Девятова, Н.В. Определение масштабов усыхания хвойных лесов Европейского севера России по данным спутниковых наблюдений / Н.В. Девятова, Д.В. Ершов, Н.И. Лямцев, Б.С. Денисов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2007. – Т. 4. – № 2. – С. 204–211.

3. Крылов, А.М. Дистанционный мониторинг состояния лесов по данным космической съёмки / А.М. Крылов, Н.А. Владимирова // Геоматика. – 2011. – № 3. – С. 53–58.

УДК 630.162.5:630.9

ДАННЫЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСОВ В ГЛОБАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ ФАО

Филипчук А.Н.¹, Югов А.Н.¹, Федоров С.В.², Бердов А.М.², Поваров Е.Д.²
¹ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область, Российская Федерация,
²ФГБУ «Рослесинфорг», Москва, Российская Федерация

Представлены результаты расчетов площади лесов и запаса древесины для Глобальной оценки лесных ресурсов ФАО 2025 г. (ГОЛР 2025), выполненные на основе данных первого цикла государственной инвентаризации лесов (ГИЛ). В соответствии с определениями термина «лес», принятого ФАО, площадь лесов Российской Федерации определена в размере 828,4 млн га, что на 1,6% больше по сравнению с отчетным значением в ГОЛР 2020 г. (815,3 млн га). Общий запас древесины в лесах, пересчитанный по данным ГИЛ, составил 114 млрд м³, что почти на 30% больше по сравнению с данными государственного лесного реестра (ГЛР), которые сообщались в ГОЛР 2020.

Ключевые слова: *глобальная оценка лесных ресурсов, государственная инвентаризация лесов, государственный лесной реестр, площадь лесов, запас древесины.*

STATE FOREST INVENTORY DATA IN THE GLOBAL FOREST RESOURCES ASSESSMENT FAO

Filipchuk A.N.¹, Iugov A.N.¹, Fedorov S.V.², Berdov A.M.², Povarov E.D.²
FBU VNIILM, Pushkino, Moscow region, Russian Federation,
FGBU «Roslesinforg», Moscow, Russian Federation

The results of forest area and timber stock calculations for the FAO Global Forest Resources Assessment 2025 (FRA 2025) based on the first cycle of the State Forest Inventory (SFI) are presented. In accordance with the FAO definition of the term «forest», the forest area of the Russian Federation is defined as 828,4 million hectares, which is 1,6% more than the reported value in the FRA 2020 (815,3 million hectares). The total timber stock in forests, recalculated using SFI data, was 114 billion m³, which is almost 30% more than the State Forest Registry (SFR) data reported in the FRA 2020.

Keywords: *forest resources assessment, state forest Inventory, state forest register, forest area, timber stock.*

Введение

Глобальная оценка лесных ресурсов (ГОЛР) считается надежным источником информации о лесах мира, которая используется во всех международных информационных системах. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) осуществляет оценки лесных ресурсов, начиная с 1947 года с периодичностью 5-10 лет⁶. Первоначально оценки опирались на национальные данные стран, полученные разными способами с различной погрешностью определения показателей, характеризующих лесные ресурсы. Первая ГОЛР, выполненная на основе единых стандартов, включающих методику, правила представ-

⁶ <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/background/ru/>

ления информации, термины и определения, была проведена в 1990 году. Начиная с ГОЛР 2020 года, действуют цифровая платформа и сервисные инструменты для ввода данных, расчета итоговых показателей, удобного доступа пользователей к данным. Российская Федерация представила национальные отчеты для ГОЛР в 1990, 2000, 2005, 2010, 2015 и 2020 гг. Базовой информацией для подготовки отчетов Российской Федерации служили данные отраслевой отчетности Рослесхоза, Государственный учет лесного фонда (ГУЛФ) до 2008 года, Государственный лесной реестр (ГЛР) после 2008 года, а также данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат).

В 2022 г. стартовал очередной цикл Глобальной оценки лесных ресурсов, который планируется завершить в 2025 г. Национальный отчет Российской Федерации впервые был подготовлен на основе результатов первого цикла государственной инвентаризации лесов (ГИЛ), завершено в 2020 году. Показатели ГОЛР, характеризующие площади лесов и запасы древесины, были пересчитаны за все годы отчетности, начиная с 1990 года, по новым данным ГИЛ.

Опыт проведения ГОЛР показывает, что наиболее точные и достоверные национальные оценки представляют страны, в которых проводятся национальные инвентаризации лесов (НИЛ), на основе наземных измерений деревьев и других компонентов лесных экосистем на пробных площадях. Российская система ГИЛ является полным аналогом НИЛ зарубежных стран и использование ее данных для международной отчетности России по лесам, в частности ГОЛР, является предпочтительным по мнению экспертов ФАО.

Цель настоящей работы

Показать возможности и преимущества использования данных ГИЛ первого цикла для Глобальной оценки лесных ресурсов ФАО 2025 года.

Материал и методика

ГИЛ России – выборочно статистический метод учета лесов на основе стратифицированной выборки [1]. На первом этапе стратификация территории страны выполнялась по лесным районам, для которых были установлены пороговые значения погрешности определения запаса древесины. Далее, на основе актуализированных материалов лесоустройства, были выделены однородные участки лесов – страты, внутри которых случайным образом размещались постоянные пробные площади (ППП). Всего было заложено 69,1 тыс. пробных площадей, измерено около 1 млн модельных деревьев. Измерения на ППП проводили с помощью электронных и лазерных приборов. Всего на каждой ППП было измерено и определено 117 параметров, характеризующих древостой, мертвую древесину, подрост и подлесок, подстилку и почву. Определение площади лесов осуществлено по материалам дистанционного зондирования. Все собранные данные были объединены в единую информационную базу, позволяющую выполнять заданные операции, контролировать полноту и корректность исходной информации.

Результаты обработки данных первого цикла ГИЛ по площади лесов и запасам древесины соответствовали 2020 году и были использованы в качестве

базовой информации для расчетов за все отчетные годы ГОЛР 2025, начиная с 1990 года. Определение площади лесов выполнялось на основе актуализированной на 2020 год цифровой основы, составленной ФГБУ «Рослесинфорг», с учетом имеющихся данных ГУЛФ и ГЛР. Алгоритм расчета запаса древесины за отчетные годы основан на использовании моделей хода роста модальных насаждений основных лесобразующих пород [2]. Таксационные показатели (порода, запас древесины, возраст, бонитет) и принадлежность к лесорастительной зоне (субъекту РФ), определенные в первом цикле ГИЛ, служили параметрами входа в модели хода роста. Далее по выбранной модели хода роста запасы древесины каждой древесной породы определяли для каждого отчетного года ГОЛР 2025, с учетом изменения их площади и возраста. Все расчеты выполнялись на уровне субъектов Российской Федерации с дальнейшим обобщением до уровня страны.

Результаты

На начальном этапе подготовки отчета Российской Федерации для ГОЛР 2025 были приведены в соответствие национальные и международные термины. «Лес» в трактовке ФАО соответствует национальной категории «лесные земли», исключая категорию «кустарники» и «леса на землях населенных пунктов». По данным ГИЛ первого цикла, к категории «лес» по ФАО отнесено 828,4 млн га лесных земель, что на 1,6% больше по сравнению с отчетным значением в ГОЛР 2020 г. (815,3 млн га). Площади категорий земель лесного фонда и земель, не входящих в лесной фонд, определенные в рамках ГИЛ, отличаются от аналогичных показателей в ГЛР незначительно. Тем не менее, эта разница была учтена в расчетах площади лесов за все отчетные годы (табл. 1).

Таблица 1

Площадь лесов по данным ГОЛР 2025 (ГИЛ) и данным ГОЛР 2020 (ГЛР), тыс. га

Год отчетности	Площадь (1000 га)					
	1990	2000	2010	2015	2020	2025
ГОЛР 2025	811641,29	812445,37	821501,93	823206,17	828432,20	828432,20
ГОЛР 2020	808949,90	809268,50	815135,60	814930,46	815311,60	-
Разница площадей	2691,39	3176,87	6366,33	8275,71	13120,60	-

Запас древесины как общий, так и его распределение по основным лесобразующим древесным породам, по данным ГИЛ, изменился значительно больше, чем площадь лесов. Общий запас древесины в лесах увеличился по сравнению с данными ГЛР с 82 млрд м³, которые сообщались в ГОЛР-2020, до 114 млрд м³, полученные после коррекции на основе данных ГИЛ на тот же отчетный год.

Первый цикл ГИЛ не предусматривал определение текущего прироста запаса древесины, поэтому дать оценку запаса древесины за отчетные годы можно только на основе модельных расчетов. Для ретроспективной оценки запаса древесины были разработаны методы и алгоритмы расчета с использованием действующих моделей хода роста [2] с учетом площади, средних значений возраста,

класса бонитета и полноты основных лесообразующих пород. Все расчеты были выполнены для субъектов Российской Федерации с последующим сводом для страны в целом (табл. 2).

Таблица 2

Общий запас древесины по данным ГОЛР 2025 (ГИЛ) и ГОЛР 2020 (ГЛР), млн м³

Год отчетности	Общий запас древесины, млн м ³					
	1990	2000	2010	2015	2020	2025
ГОЛР 2025	89585,37	97905,34	107548,25	111242,34	114647,54	118701,65
ГОЛР 2020	80039,64	80270,39	81522,85	81488,06	81071,31	-
Разница запасов	9545,73	17834,95	26382,49	29754,28	33576,23	-

Выводы

1. Впервые для подготовки национального отчета Российской Федерации для глобальной оценки лесных ресурсов ФАО были использованы данные ГИЛ первого цикла, завершено в 2020 году.

2. Оценка площади лесов (в терминах ФАО), полученная по данным ГИЛ первого цикла 2020 года, на 1,6% больше по сравнению с отчетным значением, которое сообщалось в ГОЛР 2020. Запас древесины в лесах страны на 35% больше, чем сообщалось в ГОЛР 2020.

3. Разработаны методика и алгоритмы, позволяющие в динамике определять запас древесины в лесах на основе моделей хода роста основных лесообразующих пород, которые могут быть использованы в последующих циклах ГОЛР, а также для отчетности Российской Федерации по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата, других международных процессах и программах, связанных с данными о лесных ресурсах.

4. Проведенное исследование подтвердило возможность и преимущества данных ГИЛ для международной отчетности по лесам в соответствии с международными обязательствами Российской Федерации.

Список использованных источников

1. Аналитический обзор количественных и качественных характеристик лесов Российской Федерации: итоги первого цикла государственной инвентаризации лесов [Электронный ресурс] / А.Н. Филиппук, Н.В. Малышева, Т.А. Золина, С.В. Федоров, А.М. Бердов, В.Н. Косицын [и др.] // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 1. – С. 5–34. – DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.01. – Режим доступа: URL : <http://lhi.vniilm.ru/>

2. Швиденко, А.З. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы). Издание второе, дополненное / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепаченко, С. Нильссон, Ю.И. Булуй. – М. : Рослесхоз; Международный институт прикладного системного анализа, 2008. – 886 с.

ЭКОНОМИКА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 630.6

ДЕТАЛИЗАЦИЯ ЛЕСОТАКСОВОГО РАЙОНИРОВАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ АДАПТИВНОГО ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ

Корякин В.А., Дегтев В.В., Русова И.Г.

ФБУ ВНИИЛМ, г. Пушкино, Московская область, Российская Федерация

Рассмотрены теоретические и практические аспекты детализации лесотаксового районирования как методического инструмента адаптивного ценообразования на лесные ресурсы. Выделены природно-экономические и рентообразующие факторы, которые учитываются при формировании лесотаксовых районов. Описаны направления развития методического инструментария лесотаксового районирования и результаты практической апробации в федеральных округах Российской Федерации.

Ключевые слова: *суверенная экономика, адаптивное ценообразование, лесотаксовое районирование, монорегиональные лесотаксовые районы, полирегиональные лесотаксовые районы.*

SPECIFICATION OF FOREST USE PAYMENT RATES ZONING AS AN INSTRUMENT OF ADAPTIVE PRICING FOR FOREST RESOURCES

Koryakin V.A., Degtev V.V., Rusova I.G.

*All-Russian Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Pushkino,
Moscow Region, Russian Federation*

The article describes theoretical and practical aspects of the specification of forest use payment rates zoning as a methodological tool for creating adaptive pricing for forest resources. The authors identify environmental, economic and forest rent-shaping factors which are to be considered while shaping forest use payment rates zones. The article also describes the directions of a further development of methodological tools of forest use payment rates zoning as well as the results of its practical application in the federal regions of the Russian Federation.

Keywords: *sovereign economy, adaptive pricing, forest use payment rates zoning, monoregional payment rates regions, polyregional payment rates regions.*

Сложившаяся в последние годы сложная геополитическая ситуация в мире и политика активного санкционного давления создает в Российской Федерации условия для формирования суверенной экономики, которая предполагает импортозамещение, расширение ассортимента выпускаемой продукции и наращивание объемов производства с формированием спроса внутри страны при увеличении размера экспорта. Суверенная экономика в настоящее время – это еще и формирование современной инфраструктуры «бережливого» производства, в базисе которого лежит внедрение высокопроизводительной энергоэффективной техники и технологий, а также комплексное и безотходное использование сырья и материалов. По этой причине большой интерес представляют научно обоснованные подходы по формированию суверенной экономики в отдельных отраслях, в частности, в лесном хозяйстве.

Применительно к лесному хозяйству суверенная экономика, в первую очередь, должна обеспечить расширение номенклатуры лесных товаров и платных экологических услуг, которые предполагают использование лесов без заготовки лесных ресурсов, с гибким инструментарием ценообразования, позволяющим обеспечить наибольшие доходы бюджетной системы при соблюдении всех действующих экологических нормативов устойчивого управления лесами. Освоение лесов должно быть комплексным, а все ресурсы леса должны использоваться в производстве продукции без образования отходов, подлежащих специальной утилизации или хранению.

Цель работы

Разработка гибкого инструментария ценообразования, позволяющего использовать детализацию лесотаксового районирования для адаптивного ценообразования на лесные ресурсы в современных экономических условиях.

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие **задачи**:

- выявить экономико-географические факторы, необходимые для детализации лесотаксового районирования на уровне субъектов Российской Федерации и сформировать их перечень;

- выявить экономико-географические факторы, необходимые для проведения лесотаксового районирования внутри субъекта Российской Федерации и сформировать их перечень;

- выявить количество и перечень показателей, которые можно использовать на современном этапе выделения лесотаксовых районов в пределах субъекта Российской Федерации, которые могут быть использованы как отдельно, так и в совокупности;

- определить критерии выделения лесотаксовых районов в зависимости от доли использования расчетной лесосеки на различных уровнях агрегирования расчетов;

- разработать механизм стимулирования более полного использования расчетной лесосеки путем изменения ставок платы за заготовку древесины, устанавливаемых Правительством РФ;

- разработать механизм использования резерва стартовой цены при проведении лесных торгов для повышения ставок платы за заготовку древесины, устанавливаемых Правительством РФ;

- определить информационную базу для проведения расчетов.

Расширение номенклатуры лесных товаров и платных экологических услуг, а также совершенствование инструментария гибкого ценообразования, в настоящее время подразумевает использование оптимальных методов управления на основе баз данных и алгоритмов искусственного интеллекта. Обеспечение полного и комплексного освоения лесов при этом будет затруднено без полной открытости и прозрачности актуальной и детальной информации о возможных для освоения лесных ресурсах, таксационных характеристиках древостоев,

параметрах природно-экономических и рентообразующих факторов, а также значениях действующих минимальных ставок платы.

Одним из ключевых аспектов совершенствования инструментария гибкого ценообразования в рамках суверенной экономики должно стать стимулирование инвестирования в освоение лесов как в рамках существующих приоритетных инвестиционных проектов, так и в рамках иных перспективных форм, в том числе с активным привлечением субъектов малого и среднего предпринимательства для заготовки и обработки древесины. При этом необходимо обеспечить учет полноты освоения лесов и спроса на лесные ресурсы, то есть адаптировать подходы к определению цен в зависимости от решаемых экономических задач ценообразования в области лесных отношений. Стоит упомянуть, что адаптивное ценообразование позволяет решать и прикладные экономические задачи суверенной экономики для отдельных субъектов Российской Федерации и федеральных округов страны при соблюдении всех действующих в настоящее время принципов устойчивого управления лесами.

Развитие суверенной экономики в Российской Федерации предполагает не только развитие отечественного производства, но и активное импортозамещение в области услуг. Поэтому в лесном хозяйстве импортозамещение актуально также в части развития рекреационной деятельности в лесах как в видах, так и формах отдыха. Стоит отметить, что действующее законодательство рассматривает рекреационную деятельность в лесу в крайне ограниченном формате и не предусматривает возможность краткосрочной аренды лесных участков для рекреационной деятельности, что значительно сокращает спектр возможностей для предпринимательской деятельности, в том числе для местного населения и малого бизнеса [1, 2]. Кроме того, минимальные ставки платы за аренду лесов для рекреационной деятельности в лучшем случае дифференцированы по группам административно-территориальных образований в границах субъекта Российской Федерации, что приводит к нерациональному использованию потенциальной доходной базы федерального бюджета [2, 3]. К сожалению, не решен вопрос методического и правового обеспечения совместного освоения лесов для заготовки лесных ресурсов и рекреационной деятельности, а также развития промышленного туризма, который во всем мире в последние годы получил бурное развитие.

Развитие информационных технологий и массовое внедрение во всех отраслях экономики цифровой картографии, цифровых источников передачи, получения, хранения и анализа больших массивов данных позволяет решать задачу адаптивного ценообразования на лесные ресурсы. Возможность объединить различные цифровые массивы и потоки информации в единую цифровую среду, в которую входит описательная часть данных не только о лесном фонде, но и в целом об экономических условиях, местах складирования древесины и переработки сырья, транспортной и дорожной инфраструктурах и т.д., позволяет полностью модернизировать систему лесотаксового районирования, увязав ее с текущими природными и экономическими условиями конкретной территории. Количественные изменения в лесотаксовом

районировании и более дробная дифференциация лесотаксовых районов в информационном обеспечении ценообразования позволят актуализировать значения минимальных ставок платы за использование лесов, не менявшиеся с 2007 г.

В настоящее время в лесном хозяйстве имеются определенные теоретические наработки в создании единой цифровой среды на базе ЛесЕГАИС для повышения ситуационной осведомленности в части лесотаксового районирования [4]. Совокупность сведений как о самом лесном фонде, так и в целом об экономической обстановке, местах складирования и переработки древесины, транспортной инфраструктуре и т.д., позволит существенно повысить эффективность ценообразования на лесные ресурсы. Однако не решены еще в полной мере вопросы методического обеспечения использования данных ЛесЕГАИС для целей ценообразования на лесные ресурсы в общем и для детализации лесотаксового районирования в частности.

Развитие информационных технологий, включая геоинформационные системы, нейросетевые технологии, математические методы обработки больших данных и т.д., позволят разработать новые алгоритмы, показатели и критерии, которые существенно повысят эффективность мероприятий по выделению лесотаксовых районов, ценообразованию на лесные ресурсы и повышению инвестиционной привлекательности расширенного освоения лесов. Необходимо особо отметить, что в настоящее время в лесном хозяйстве внедрение цифровых технологий происходит зачастую бессистемно и по этой причине до сих пор не реализована схема обмена статистической информацией по отраслевой вертикали (рис.).

В трудах по лесотаксовому районированию Российской Федерации констатируется, что именно детализация системы лесотаксовых районов позволит повысить эффективность ценообразования и ликвидировать полирегиональные лесотаксовые районы, площадь которых в настоящее время превышает площади нескольких государств Европы, вместе взятых [5, 6, 8]. При этом детализация лесотаксового районирования возможна как в разрезе лесничеств, так и в разрезе административно-территориальных единиц [1, 6, 7].

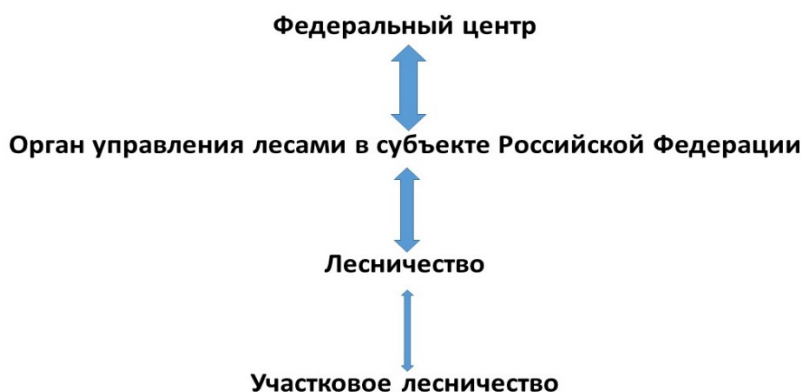


Рис. Схема обмена статистической информацией в лесном хозяйстве по отраслевой вертикали

Монорегиональные лесотаксовые районы в настоящее время являются базовыми для всей системы лесотаксового районирования Российской Федерации [2, 7]. Однако создание только монорегиональных лесотаксовых районов в Российской Федерации ограничено из-за того, что многие субъекты Российской Федерации имеют очень значительную площадь лесов и установление цены для всего региона в целом не позволяет повысить эффективность ценообразования, так как площадь лесотаксового района по-прежнему остается очень большой.

В методический инструментарий лесотаксового районирования в части его детализации на уровне субъектов Российской Федерации в перечень экономико-географических факторов входят:

- принадлежность субъектов Российской Федерации к федеральному округу Российской Федерации;
- принадлежность субъектов Российской Федерации к экономическому району Российской Федерации;
- принадлежность субъектов Российской Федерации к природно-климатическим районам страны;
- принадлежность территории субъектов Российской Федерации к лесорастительным районам, выделенных в рамках действующего лесного законодательства;
- наличие локализованных территорий, на которых экономическая деятельность осуществляется на отличных от национальных условий, установленных государством или территорий с особым режимом экономической деятельности – территорий опережающего социально-экономического развития (ТОР или ТОСЭР), особые экономические зоны (ОЭЗ) и свободный порт (СПВ);
- густота железнодорожных путей общего пользования в субъекте Российской Федерации;
- плотность дорог общего пользования в субъекте Российской Федерации;

-
- плотность населения в субъекте Российской Федерации и особенности его распределения по территории региона;
 - емкость рынка основных лесоматериалов в субъекте Российской Федерации;
 - лесистость субъекта Российской Федерации;
 - средняя действующая минимальная ставка платы за использование лесов для заготовки древесины;
 - средняя цена основных лесоматериалов, сложившаяся в регионе.

Исследования ФБУ ВНИИЛМ доказали, что в каждом субъекте Российской Федерации возможно сформировать минимум один лесотаксовый район и это является действенным инструментом дифференциации цен на лесные ресурсы [5, 7]. Для выделения лесотаксовых районов внутри субъекта Российской Федерации дополнительно используются следующие факторы:

- площадь лесов в субъекте Российской Федерации должна быть не меньше площади зоны установления разрядов такс по расстоянию вывозки в настоящее время (минимальные ставки платы установлены на расстояние вывозки до 120 км и зону тяготения площадью 4521,6 тыс. га);
- экономическая доступность лесов в субъекте Российской Федерации (при наличии резервных лесов из них формируется один или несколько лесотаксовых районов с определением минимальной ставки платы без использования рентного подхода);
- плотность населения в административно-территориальных образованиях субъекта Российской Федерации (при расположении лесов на территории с неравномерной плотностью населения и наличием высокоурбанизированных мегаполисов формируются отдельные лесотаксовые районы (Москва, Санкт-Петербург, Севастополь и др.));
- преобладающий рельеф в административно-территориальных образованиях субъекта Российской Федерации или лесничествах (горный, гористый, равнинный);
- расположение в субъекте Российской Федерации пунктов складирования и переработки древесины (явно выраженная концентрация пунктов складирования и переработки древесины в отдельных населенных пунктах и территориях является основанием для выделения отдельных лесотаксовых районов);
- среднее фактическое расстояние вывозки от лесосек до пунктов складирования и переработки древесины, определяемое на основе фактических данных ЛесЕГАИС для конкретных лесничеств;
- преобладающий породный состав лесных насаждений в разрезе лесничеств (формула среднего состава);
- товарность спелых и перестойных лесных насаждений (при разнице средних значений между лесничествами более 1,0);
- средний запас спелых и перестойных лесных насаждений (при разнице фактических значений по данным ЛесЕГАИС для конкретных лесничеств более 50 м³ на га);
- полнота освоения расчетной лесосеки в разрезе лесничеств;

- среднее значение минимальной ставки платы в разрезе лесничеств.

В перспективе основным критерием распределения лесных кварталов по лесотаксовым районам, возможно, станет минимальное расстояние от центра лесного квартала до геометрического центра совокупности пунктов складирования и переработки древесины или конкретного пункта складирования и переработки древесины. Расчет данного показателя необходимо осуществлять на этапе проектирования лесных участков для передачи в аренду. Стоит отметить, что при объеме заготовки древесины арендатором в объеме более 1 млн м³ в год в пределах одного лесничества для него могут быть определены индивидуальные минимальные ставки, которые не должны быть меньше минимальных ставок лесотаксового района, в который входит лесничество.

Расстояние от центра лесного квартала до геометрического центра совокупности пунктов складирования и переработки древесины определяется на основе картографических материалов по кратчайшему расстоянию между ними. Расстояние от центра лесного квартала до пункта складирования и переработки древесины определяется в километрах по существующим автомобильным дорогам местного, регионального и федерального значения (за исключением платных дорог и дорог, по которым запрещен проезд лесовозных автомобилей).

Если два или больше пунктов складирования и переработки древесины находятся друг от друга на расстоянии менее 10 км, они могут рассматриваться как один пункт, а примыкающие к ним лесные кварталы объединяются в соответствующие подрайоны и районы. Расстояние вывозки при этом определяется до ближайшего пункта складирования и переработки древесины.

Для разделения лесотаксового района на подрайоны расстояние между лесным кварталом и пунктом складирования и переработки древесины разделяется на градации-разряды такс следующим образом:

- 1-й разряд такс – менее 10 км;
- 2-й разряд такс – от 10,1 км до 25 км;
- 3-й разряд такс – от 25,1 км до 40 км;
- 4-й разряд такс – от 40,1 км до 60 км;
- 5-й разряд такс – от 60,1 км до 80 км;
- 6-й разряд такс – от 80,1 км до 100 км;
- 7-й разряд такс – от 100,1 км до 120 км и далее.

Если к компактной группе лесных кварталов общей площадью более 100 тыс. га отсутствует дорога от ближайшего пункта складирования и переработки древесины, а расстояние превышает 130 км, то эти кварталы можно объединить в отдельный лесотаксовый район, в противном случае эти кварталы присоединяются к ближайшему лесотаксовому району.

Особые признаки исследуемой территории (платные дороги, зимники, ледяные переправы, вахтовый метод работы), которые оказывают влияние на величину удельных затрат лесопользователя при заготовке и вывозке древесины, учитываются в тех случаях, когда их наличие:

- свойственно не менее 50% площади одного и более лесотаксовых районов и изменяет уровень удельных затрат, принятый для базовых условий, не менее, чем на 10%.

При соблюдении условий, указанные выше лесотаксовые районы с наличием таких особых признаков разделяются на части, образующие новые лесотаксовые районы.

На современном этапе научного обоснования выделения лесотаксовых районов в пределах субъекта Российской Федерации можно пользоваться сокращенным количеством показателей, которые могут быть использованы как отдельно, так и в совокупности. В число таких показателей входят:

- наличие локализованных территорий, на которых экономическая деятельность осуществляется на отличных от национальных условий, установленных государством или территорий с особым режимом экономической деятельности – территорий опережающего социально-экономического развития (ТОР или ТОСЭР), особые экономические зоны (ОЭЗ) и свободный порт (СПВ) – Арктическая зона Российской Федерации;

- площадь лесов в субъекте Российской Федерации;
- экономическая доступность лесов в субъекте Российской Федерации;
- лесистость территории лесничеств субъекта Российской Федерации;
- полнота освоения расчетной лесосеки в лесничествах;
- размер минимальной ставки платы;
- особенности расположения в субъекте Российской Федерации пунктов складирования и переработки древесины.

При разнице в доле использования расчетной лесосеки более 10% субъекты Российской Федерации, входящие в один лесотаксовый район, должны быть разделены на отдельные лесотаксовые районы. При разнице в доле использования расчетной лесосеки более 10% в лесничествах, входящих в один монорегиональный лесотаксовый район, также целесообразно выделять новые лесотаксовые районы. Если доля использования расчетной лесосеки у регионов, входящих в один полирегиональный лесотаксовый район, отличается менее чем на 10%, учитывается разница в значении средней минимальной ставки платы. При разнице в размере средней минимальной ставки платы более 10% субъекты Российской Федерации, входящие в один лесотаксовый район, также могут быть разделены на отдельные лесотаксовые районы.

При детализации лесотаксового районирования субъекта Российской Федерации всегда предполагается значительное снижение средней площади лесотаксового района не менее, чем в два раза. При этом предусматривается повышение минимальной ставки платы для лесничеств, где расчетная лесосека осваивается более полно и обоснованное снижение размера минимальной ставки платы для лесничеств, освоение расчетной лесосеки в которых менее определенного нормативного значения. Такие лесничества планируется выделять в отдельные лесотаксовые районы, для которых рассчитанный с использованием рентного подхода размер минимальных ставок корректируется

с понижающим коэффициентом с целью повышения их инвестиционной привлекательности и экономической доступности.

При ценообразовании в лесничествах с благоприятными условиями заготовки древесины, где превышение действующей ставки платы над минимальной достаточно велико, необходимо учитывать и так называемый резерв стартовой цены. Шаг аукциона ограничен Лесным кодексом – не более 5% стартовой цены, что дает лесопользователям возможность в процессе аукциона на право заготовки ресурсов невысокого качества ограничиться небольшой надбавкой к стартовой цене. Существенное превышение действующей ставки платы над минимальной (а именно такая картина наблюдается в большинстве субъектов Российской Федерации) может говорить о том, что ресурсы хорошего качества и стартовая цена может быть повышена внутри этого превышения безболезненно для лесопользователей. Повышение минимальной ставки платы повлечет за собой повышение стартовой цены аукциона или нижней планки торгов. Появляется возможность того, что конкурирующие между собой лесопользователи, чтобы добиться победы на аукционе, будут делать более высокие предложения, отталкиваясь от более высокой нижней планки торгов.

В итоге в лесничествах с более благоприятными условиями для заготовки древесины и хорошим качеством ресурса доход от заготовки древесины в целом может увеличиться. Если повышение минимальной ставки платы останется внутри резерва стартовой цены и не повлечет за собой повышения фактической ставки платы, объем заготовки не изменится, так как для лесопользователей условия заготовки останутся прежними. Произойдет перераспределение дохода от заготовки древесины между уровнями бюджетной системы – доход в федеральный бюджет увеличится в соответствии с увеличением минимальной ставки платы, а доход в бюджет субъекта Российской Федерации несколько уменьшится.

В случаях, когда увеличение минимальной ставки платы при неизменном объеме заготовки повлечет за собой увеличение фактической ставки платы, произойдет увеличение поступлений дохода от заготовки древесины и в федеральный бюджет, и в бюджет субъекта Российской Федерации. Для большинства субъектов Российской Федерации оснований для опасений, что повышение минимальной ставки платы не повлечет за собой повышения фактической ставки платы, нет – в лесотаксовых районах с благоприятными условиями заготовки и ресурсами хорошего качества следует ожидать повышения действующей ставки по отношению к существующей пропорционально повышению стартовой цены. В районах, в которых условия для заготовки древесины менее благоприятные, ныне отсутствующий доход появится за счет привлечения туда лесопользователей и начала заготовки по очень низким ставкам.

Определение процента изменения минимальной ставки платы в зависимости от доли освоения расчетной лесосеки осуществляется исходя из среднего значения доли освоения расчетной лесосеки по региону и данных о доле освоения расчетной лесосеки в каждом из лесничеств. При этом средняя

доля освоения расчетной лесосеки по региону округляется до целых десятков и является точкой отсчета процента изменения минимальной ставки как в большую, так и в меньшую сторону.

Процент изменения минимальной ставки платы для каждого из лесничеств определяется пропорционально отношению доли освоения расчетной лесосеки конкретного лесничества к средней доле освоения расчетной лесосеки по региону в пропорции на десять процентов изменения доли расчетной лесосеки и пять процентов изменения минимальной ставки платы. Наименьшее значение изменения минимальной ставки платы при использовании такого подхода составляет 5%, что соотносится с действующим в настоящее время в лесном законодательстве правилом изменения стартовой цены - не менее чем на 5%. Наибольшее значение изменения минимальной ставки платы при использовании такого подхода составляет 45%.

В случаях, когда доля освоения расчетной лесосеки в конкретном лесничестве меньше доли освоения расчетной лесосеки в регионе, процент изменения расчетной лесосеки принимает отрицательное значение – необходимо снижение размера минимальной ставки, а когда доля освоения расчетной лесосеки в конкретном лесничестве больше доли освоения расчетной лесосеки в регионе, процент изменения расчетной лесосеки принимает положительное значение – необходимо повышение размера минимальной ставки.

Информационную базу для проведения вышеупомянутых расчетов составляют актуальные цифровые данные, приведенные в формах отраслевого статистического наблюдения 8-ГЛР в разрезе лесничеств, и размер минимальной ставки платы, установленный для существующего лесотаксового района постановлением Правительства Российской Федерации от 22 мая 2007 г. № 310 «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности».

В ходе проводимых в настоящее время ФБУ ВНИИЛМ исследований было выявлено, что в Центральном федеральном округе выделение лесотаксовых районов внутри субъектов Российской Федерации обосновано в Костромской и Тверской областях. В Северо-Западном федеральном округе выделение лесотаксовых районов внутри региона обосновано в Республиках Карелия и Коми, Архангельской, Вологодской, Ленинградской и Мурманской областях, в Приволжском федеральном округе – в Республике Башкортостан, Пермском крае и Кировской области, в Уральском федеральном округе – Свердловской и Тюменской областях. Также необходимо выделить лесотаксовые районы внутри Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и Ямало-Ненецкого автономного округа, во всех регионах Сибирского федерального округа за исключением Республики Хакасия и Алтайского края, во всех регионах Дальневосточного федерального округа за исключением Еврейской автономной области.

Выводы

В результате проведенной работы был сформирован новый инструментарий, который может быть использован для адаптивного ценообразования на лесные ресурсы в современных экономических условиях путем детализации лесотаксового районирования.

В процессе проведения работы были:

- выявлены экономико-географические факторы, необходимые для детализации лесотаксового районирования на уровне субъектов Российской Федерации и внутри субъектов Российской Федерации;

- определены критерии выделения лесотаксовых районов в зависимости от доли использования расчетной лесосеки на различных уровнях агрегирования расчетов и разработаны механизмы стимулирования более полного использования расчетной лесосеки путем целенаправленного изменения ставок платы за заготовку древесины, устанавливаемых Правительством РФ, а также использования резерва стартовой цены при проведении лесных торгов;

- определена информационная база для проведения расчетов.

Своевременная дифференциация существующих крупных полирегиональных и монорегиональных лесотаксовых районов на более мелкие, а также внутрисубъектовое лесотаксовое районирование позволят успешно адаптировать действующие ставки платы, утвержденные Правительством Российской Федерации, к меняющимся экономико-политическим условиям. Целенаправленное изменение ставок платы путем их увеличения для территориальных единиц с высокой долей освоения расчетной лесосеки и понижения для территориальных единиц с низкой ее долей позволит стимулировать заготовку древесины в малоосвоенных в настоящее время регионах. Так называемый «резерв стартовой цены» может выполнять при этом роль определенной страховки, которая позволит избежать резких потрясений и дисбаланса в сфере заготовки древесины.

Список использованных источников

1. Голотовская, А.В. Необходимость нового районирования лесов Тверской области для осуществления рекреационной деятельности / А.В. Голотовская, И.Г. Русова, В.В. Дегтев // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. – 10–13.

2. Русова, И.Г. Оценка существующей системы лесотаксового районирования территории лесного фонда Российской Федерации для недревесных видов использования лесов / И.Г. Русова, А.В. Голотовская, В.В. Дегтев // Государственное управление лесами: проблемы и пути решения : материалы III Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 240–256.

3. Русова, И.Г. Необходимость нового районирования лесов для осуществления рекреационной деятельности / И.Г. Русова, В.В. Дегтев, А.В. Голотовская // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 32–35.

4. Корякин, В.А. Реализация балансового метода на базе ЛесЕГАИС при использовании лесов для заготовки древесины / В.А. Корякин // Цифровые технологии в лесном

секторе : материалы III Всероссийской научно-технической конференции-вебинара, под редакцией А.А. Добровольского. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 41–44.

5. Корякин, В.А. Освоение расчетной лесосеки как фактор системы лесотаксового районирования территории субъектов Российской Федерации / В.А. Корякин, И.Г. Русова // Государственное управление лесами: проблемы и пути решения : материалы III Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 80–88.

6. Корякин, В.А. Реализация концепции лесотаксового районирования на примере Вологодской области и Красноярского края / В.А. Корякин // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 18–21.

7. Корякин, В.А. Проблемы лесотаксового районирования территории Дальневосточного федерального округа / Корякин В.А. // Интенсификация использования и воспроизводства лесов Сибири и Дальнего Востока : материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. – Хабаровск, 2023. – С. 31–36.

8. Воронков, П.Т. Зачем России нужен рентный подход к ценообразованию на лесные ресурсы? [Электронный ресурс] / П.Т. Воронков, И.Г. Русова // Лесохозяйственная информация : электронный сетевой журнал. – 2019. – № 3. – С. 61–72.

УДК 630.6

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО КОРРЕКТИРОВКЕ СТАВОК ПЛАТЫ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Русова И.Г., Дегтев В.В., Голотовская А.В.
ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область, Российская Федерация

На основании анализа динамики ставок платы за использование лесных участков для осуществления рекреационной деятельности, доходов от этого вида использования лесов, рыночных цен предложения, размещенных в сети «Интернет», на земельные участки различных категорий, предложено внести изменения в распределение муниципальных образований по группам районов Тверской области и создать распределение муниципальных районов по группам районов Челябинской области для корректировки ставок платы. Выбор пилотных регионов (Тверская и Челябинская области) обусловлен привлекательностью их природных условий и доступностью для осуществления рекреационной деятельности. Предложения позволят государству оперативно реагировать на изменения экономической ситуации в данной сфере, обеспечивать повышение привлекательности данного вида использования лесов и, как следствие, увеличивать его доходность.

Ключевые слова: *ставки платы, доход от использования лесов, рыночные цены, районирование, факторы-маркеры.*

SUGGESTIONS ON AMENDMENTS TO FOREST PAYMENT RATES FOR USING FOREST LAND LOTS FOR RECREATIONAL PURPOSES

Rusova I.G., Degtev V.V., Golotovskaya A.V.

*All-Russian Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Pushkino,
Moscow region, Russian Federation*

Based on the analysis of the dynamics of forests payment rates for using forest land lots for recreational purposes, the revenue yielded by this type of forest use as well as the supply market prices posted on the Internet for land lots of different categories, the authors suggest making changes to municipal unit zoning within groups of districts in Tver Region and creating municipal region zoning for groups of districts in Chelyabinsk Region in order to make amendments to forests payment rates. The choice of pilot (Tver and Chelyabinsk) regions is mainly due to their appealing natural conditions and a high potential for recreational use. These suggestions will enable the government to react promptly to the changes in the economic situation in this area and will add to the appeal of this type of forest use contributing as a consequence to its revenue yield.

Keywords: *payment rates, forest use revenue, market prices, zoning, marker factors.*

Ставки платы, утвержденные Правительством РФ [1], в рамках действующего лесного законодательства являются базой для формирования цены на лесные ресурсы и от их уровня во многом зависит окончательная цена торгов и интенсивность использования лесов [2, 3]. Оптимальный уровень ставок платы стимулирует здоровую конкурентную борьбу между лесными предпринимателями и способствует пополнению государственного бюджета при соблюдении принципа неистощительности использования лесных ресурсов [3]. Объективность ставок платы зависит от уровня их агрегирования, т.е. величины площади, для которой установлены одинаковые ставки платы. Идеальным случаем мог бы стать расчет ставки платы для каждой единицы лесного ресурса, но практически это невыполнимо. Формирование лесных участков с однородными характеристиками лесного ресурса и условиями его использования позволит установить одинаковые ставки платы для каждого из выделенных районов, которые адекватно будут отражать ценность ресурса для покупателя. Одним из наиболее перспективных видов использования лесов для проведения районирования, кроме заготовки древесины, является использование лесных участков для осуществления рекреационной деятельности: несмотря на то, что в целом по РФ доля доходов от этого вида использования лесов невелика и составляет 3-4%, в отдельных субъектах РФ она существенно больше и достигает 80%, являясь доходобразующей.

Существующее в настоящее время районирование лесного фонда РФ для осуществления рекреационной деятельности [1] устарело. Оно было проведено в 2007 году. В отдельных субъектах РФ при этом проводилась большая аналитическая работа; в других – районирование было основано на предложениях территориальных органов государственной власти, уполномоченных в области лесного хозяйства, и с тех пор не обновлялось. Поэтому в настоящее время прямой

зависимости между наличием районирования внутри субъекта РФ и уровнем дохода от осуществления рекреационной деятельности зачастую не наблюдается.

Цель работы

В рамках разработки предложений по корректировке ставок платы за использование лесных участков для рекреационной деятельности разработать предложения по районированию лесного фонда двух пилотных субъектов РФ – Тверской (ЦФО) и Челябинской (УрФО) областей.

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи: проанализировать рекреационную привлекательность пилотных субъектов РФ, динамику ставок платы и доход от осуществления рекреационной деятельности; проанализировать рыночные цены предложения на земельные участки различных категорий, близких к рекреационной деятельности; осуществить группировку муниципальных образований пилотных субъектов РФ по районам для установления ставок платы.

Несмотря на то, что доля дохода от рекреационной деятельности в лесном доходе Тверской области невелика и составила в 2023 г. всего 4%, регион очень привлекателен для рекреационной деятельности. Он граничит с Московской областью, легко доступен, имеет множество природных и исторических памятников, православных святынь. На территории области расположены курорты местного значения, красивейшие водные объекты: озера Селигер, Сиг, исток Волги, Ивановское водохранилище и др. Есть множество круглогодичных кемпингов, турбаз и домов отдыха. В зимний сезон летние водные виды отдыха (рыбалка, катание на катерах, лодках) заменяют катание на лыжах и снегоходах [3].

Анализ спроса на земельные участки в Тверской области свидетельствует о том, что с начала 2021 г. до конца 2022 г. в области наблюдался взрывной спрос на земельные участки, используемые для целей индивидуального жилищного строительства и ведения личного подсобного хозяйства [4]. В течение 2023 г. спрос стабилизировался и вернулся к уровню 2019–2020 гг. Тем не менее, Тверская область остается очень привлекательной для жителей столицы – за счет высокой транспортной доступности, а также возможности удаленной работы многие москвичи используют регион круглогодично, регулярно выезжая туда для работы и отдыха: «За семь лет турпоток в Тверской области вырос с 1,3 млн до 2,6 млн человек. Целевой показатель – минимум 4 млн гостей в год» [5]. Развитие туризма обеспечивается мерами государственной поддержки: «...правительство Тверской области подписало ряд соглашений на общую сумму инвестиций 46,4 млрд рублей, которые будут направлены на строительство технологичных производств и инфраструктуры, на реализацию проектов в сфере туризма и комплексного развития территорий» [5]; «...На развитие инвестиционных проектов в этом сегменте Тверская область получит более 243 млн рублей из федерального бюджета» [6]. На цели поддержки малого и среднего бизнеса в сфере сельского туризма в 2024 г. «запланирован бюджет 34,8 млн рублей» [6].

Доход от использования лесов для ведения рекреационной деятельности в Челябинской области составляет гораздо большую часть всего дохода от использования лесов – 20% (табл.1). Рекреационные ресурсы Челябинской области достаточно привлекательны, климат комфортный. По продолжительности солнечного сияния центр и юг области сравнимы с южным берегом Крыма, а весной и в начале лета даже превосходят его. «Погодные условия благоприятны для развития всех видов местной рекреации: купания, пляжного отдыха, пешеходного, водного и конного туризма, сбора ягод, грибов» [7]. В озерно-лесной зоне предгорий Урала расположены федеральные курорты «Кисегач и Увильды. Благоприятный климат степной зоны ... в комплексе с традиционно развитым коневодством обусловили формирование Троицкого климатокумысолечебного рекреационного района» [7].

Самый посещаемый рекреационный район области – Миассово-Чебаркульский с озерами Большой Кисегач, Еловое, Теренкуль, Тургояк, Чебаркуль и др. Много крупных озер в лесостепном Зауралье. Самые большие водохранилища созданы на реках Миасс и Уй, где «... получили развитие как организованные, так и самодеятельные виды отдыха: летом они используются для купания, катания на катамаранах, гидроциклах, моторных катерах, для виндсерфинга, дайвинга, яхтинга; в зимний период здесь организуются катание на буерах, прогулки на лыжах. По берегам размещается большинство рекреационных учреждений области: базы отдыха, пансионаты, санатории» [7]. Горный рельеф области подходит для зимних видов спорта – катания на лыжах, санях, горных лыжах, создания специальных слаломных трасс. Большие возможности для организации спелеотуризма предоставляют карстовые пещеры и карстовые комплексы в Саткинском, Катав-Ивановском, Ашинском, Нязепетровском, Увельском районах.

Таблица 1

Величина дохода от использования лесов для рекреационной деятельности в Тверской и Челябинской областях в 2023 г.

Субъект РФ	Доход от использования лесов, тыс. руб.			Доход от использования лесов, %	
	всего	в т.ч.		заготовка древесины	рекреационная деятельность
		заготовка древесины	рекреационная деятельность		
Тверская область	1665513	1538697	68051	92,4	4,1
Челябинская область	428597	185198	89196	43,2	20,8

Государство активно стимулирует развитие туризма и рекреации в области. В 2020 г. в Челябинской области был создан туристско-рекреационный кластер «Горный Урал», «объединивший территории Ашинского, Катав-Ивановского, Кусинского, Саткинского, Чебаркульского районов, а также Златоуста, Карабаша, Миасса, Трехгорного и Усть-Катава» [8]. В 2023 г. на развитие сельского

туризма область получила 2,8 млн руб. В 2024 г. в рамках госпрограммы «Развитие туризма» на развитие туристической инфраструктуры и создание других крупных туристических кластеров область получит более миллиарда рублей.

Динамика дохода от использования лесов и ставок платы за осуществление рекреационной деятельности по Тверской и Челябинской областям показаны на рисунке. Стабильный рост доходов и ставок платы в течение последних пяти лет свидетельствуют о наличии резервов для повышения ставок платы по отдельным муниципальным образованиям. Для Тверской области, с учетом личных наблюдений авторов за количеством отдыхающих зимой текущего года, мы предлагаем не повышать ставки платы, а ограничиться новым районированием. Для Челябинской области можно предложить одновременно с введением районирования, в настоящий момент отсутствующего, осторожное повышение ставок платы для отдельных групп муниципальных образований. В основе предложений лежат результаты анализа рыночных цен на земельные участки различных категорий землепользования, близких к рекреации (сельскохозяйственное использование, индивидуальное жилищное строительство и личное подсобное хозяйство, садоводство и огородничество). Предложения по корректировке ставок платы приведены в табл. 2 и 3. Для Тверской области анализ проводился по данным рыночных цен предложения 2021 г. и 2023 – начала 2024 г. Для Челябинской области – по данным рыночных цен предложения по состоянию на начало июня 2024 г.

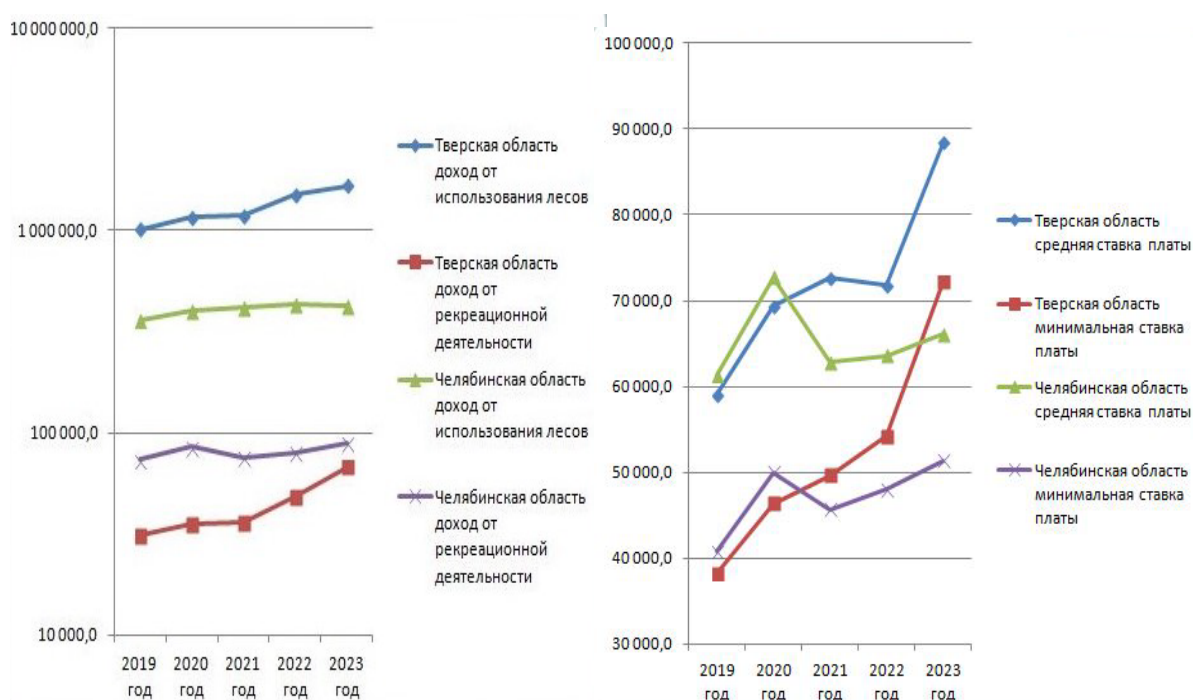


Рис. Динамика дохода от использования лесов и ставок платы за осуществление рекреационной деятельности по Тверской и Челябинской областям

Районирование осуществлялось методом простой группировки земельных участков из разных районов по ценовым интервалам с присвоением каждому интервалу определенного шага в зависимости от нижней и верхней ценовых границ и отнесением каждого участка к тому или иному ценовому интервалу; углубленный анализ проводился с использованием известных статистических методов (укрупнения интервалов, скользящей средней и др.). В Тверской области предложения по корректировке ставок платы состоят в изменении распределения муниципальных образований по районам, в результате чего в некоторых районах ставка платы обоснованно увеличится, в некоторых – уменьшится, в некоторых – останется без изменений. В Челябинской области предложения состоят в распределении муниципальных образований области по трем районам и повышении ставки платы для двух районов с высокими ценовыми показателями, соответственно на 15 и 30% по отношению к действующей ставке платы.

Таблица 2

Предложения по корректировке ставок платы за использование лесных участков для рекреационной деятельности (Тверская область)

Перечень районов согласно ППРФ от 22 мая 2007 г. №310	Перечень районов (предложения)	Ставка платы согласно ППРФ от 22 мая 2007 г. № 310, руб./ га в год
Калининский, Конаковский, Осташковский	Конаковский, Калининский, Кимрский	7870
Калязинский, Кимрский, Кашинский, Кесовогорский, Пеновский, Селижаровский	Осташковский	7160
Бологовский, Вышневолоцкий, Максатихинский, Торопецкий, Андреапольский, Весьегонский, Зубцовский, Ржевский, Рамешковский, Торжокский, Западнодвинский, Жарковский, Нелидовский	Бологовский, Вышневолоцкий, Калязинский, Кашинский, Лихославльский, Молоковский, Пеновский, Ржевский, Фировский	5110
Бежецкий, Сонковский, Бельский, Старицкий, Лихославльский, Спировский, Кувшиновский, Краснохолмский, Молоковский, Сандовский, Лесной, Оленинский, Удомельский, Фировский	Андеапольский, Бежецкий, Бельский, Зубцовский, Кесовогорский, Краснохолмский, Кувшиновский, Лесной, Максатихинский, Нелидовский, Оленинский, Рамешковский, Сандовский, Селижаровский, Сонковский, Спировский, Торопецкий, Удомельский, Старицкий, Торжокский	3400

Таблица 3

Предложения по корректировке ставок платы за использование лесных участков для рекреационной деятельности (Челябинская область)

Группы муниципальных образований	Ставка платы (ППРФ от 22 мая 2007 г. № 310), руб./га в год	
	действующая	предлагаемая
Магнитогорский, Миасский	6270	8151
Челябинский, Чебаркульский, Южноуральский, Трехгорный, Сосновский, Усть-Катавский, Агаповский	6270	7210
Саткинский, Ашинский, Кусинский, Верхнеуфалейский, Карабашский, Аргаяшский, Пластовский, Увельский, Красноармейский, Еткульский, Верхнеуральский, Кунашакский, Чебаркульский, Карталинский, Каслинский, Катав-Ивановский, Уйский, Варненский, Чесменский, Нагайбакский, Брединский, Кизильский, Октябрьский, Нязепетровский	6270	6270

Выводы

Результаты исследований свидетельствуют о том, что показатели рыночной стоимости земельных участков под близкие к рекреации виды землепользования являются достаточно достоверным маркером, возможным для использования в сфере формирования ставок платы за лесные участки.

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

Необходимо определить ограниченное количество факторов-маркеров, наиболее адекватно отражающих экономическую ситуацию на рынке земельных участков, используемых для осуществления рекреационной деятельности, и проводить их постоянный мониторинг. Полученные массивы данных должны быть подвергнуты углубленному статистическому анализу с целью определения тенденций изменения ситуации на рынке. Результаты позволят регулярно формировать предложения по изменению действующих ставок платы за осуществление рекреационной деятельности, в том числе и путем изменения районирования, что позволит государству чутко реагировать на изменения экономической ситуации в регионах.

Список использованных источников

1. Постановление Правительства РФ от 22 мая 2007 г. № 310 «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности». [Эл. ресурс] // Режим доступа: URL : <https://base.garant.ru/12153804/> (дата обращения: 05.06.2024).
2. Воронков, П.Т. Зачем России нужен рентный подход к ценообразованию на лесные ресурсы? [Эл. ресурс] / П.Т. Воронков, И.Г. Русова // Лесохозяйственная информация : Элект. сетевой журнал. – 2019 г. – № 3. – С. 61–72.

3. Русова, И.Г. Оценка существующей системы лесотаксового районирования территории лесного фонда РФ для недревесных видов использования лесов / И.Г. Русова, А.В. Голотовская, В.В. Дегтев // Сб. «Гос. управление лесами: проблемы и пути решения. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции». – С.-Пб., 2023. – С. 240–256.

4. Цена продажи участков в Тверской области [Эл. ресурс] // Режим доступа: URL : <https://tverskaya-oblast.restate.ru/graph/ceny-prodazhi-zemli/> (дата обращения: 07.06.2024).

5. По итогам трех кварталов 2023 года спрос на загородную недвижимость в Тверской области растет [Эл. ресурс] // Режим доступа : URL : <https://ria.city/tver/364337645/> (дата обращения: 05.06.2024).

6. Москва едет в Тверь: интерес покупателей к региону растет [Эл. ресурс] // – Режим доступа: URL : <https://www.bankdelo.ru/news/pub/9525> (дата обращения: 03.06.2024).

7. Рекреационные ресурсы Челябинской области [Эл. ресурс] // Режим доступа : URL: <https://u.to/Q8y5IA> (дата обращения: 03.06.2024).

8. Более 800 млн рублей получит Челябинская область на развитие туризма в 2024 году [Эл. ресурс] // – Режим доступа: URL: <https://www.1obl.ru/news/ekonomika/bolee-800-mln-rublej-poluchit-chelyabinskaya-oblast-na-razvitie-turizma-v-2024-godu/> (дата обращения: 03.06.2024).

УДК 338.012

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ И ДИНАМИКА ЦЕН НА ЛЕСОПРОДУКЦИЮ

Сушко О.П.

ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», Москва, Российская Федерация

Процессы формирования внутренних, внешнеторговых (экспортных) и мировых цен на лесопroduкцию зависит от множества факторов, включая экономические, политические, природно-географические, демографические, культурные и научно-технологические. Анализ динамики цен на лесопroduкцию внутри страны, на экспорт и на мировом рынке за период с 1968 по 2023 гг. показал, что ценообразование на лесопroduкцию проходит несколько этапов. После первого длительного этапа плавного изменения цен на лесопroduкцию началась значительная волатильность цен, которая сохраняется и в последующие периоды.

Ключевые слова: *лесной комплекс, динамика цен на лесопroduкцию, факторы ценообразования.*

ANALYSIS OF FACTORS AND DYNAMICS OF PRICES FOR TIMBER PRODUCTS

Sushko O.P.

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

The processes of formation of domestic, foreign trade (export) and world prices for forest products. It depends on many factors, including economic, political, natural and geographical, demographic, cultural, and scientific and technological. An anal-

ysis of the dynamics of prices for the main types of forest products within the country, for export and on the world market for the period from 1968 to 2023 showed that pricing for forest products goes through several stages. After the first long stage of smooth price changes for timber products, significant price volatility began, which persists in subsequent periods.

Keywords: *the forest complex, the dynamics of prices for forest products, pricing factors.*

Лесопродукция является важным ресурсом для хозяйственной деятельности и конечного потребления. Для лесобеспеченных стран это значимый экономический потенциал и часть народного богатства. Для оценки развития лесного комплекса важна динамика цен на лесопродукцию, отражающая процессы на лесном рынке. Ценообразование играет важную роль в хозяйственной деятельности всех субъектов лесного комплекса, отражая спрос и предложение, экономические риски, степень конкуренции и другие аспекты рыночной экономики. Цены влияют на спрос и предложение, на структуру рынка и другие рыночные процессы. Развитие системы цен зависит от множества факторов, включая экономические, политические, природно-географические, демографические, культурные и научно-технологические. Исследование движения цен на разных рынках и их связь имеет важное значение для бизнеса и государственных органов, а ценовой анализ необходим для разработки финансовых планов и планов продаж продукции.

На современном этапе цены на лесопромышленную продукцию играют важную роль в отраслевой экономике и являются основой доходов для регионов с большими лесными ресурсами. Однако в экономике лесного комплекса существует противоречие между возможностью увеличения производства и необходимостью сохранения лесных ресурсов и проведения полноценного лесовосстановления. Вопрос рационального распределения продукции на внутреннем рынке и экспорт лесопродукции также вызывают дискуссии, особенно в отношении необработанной и малообработанной продукции. Однако экспорт лесопродукции имеет свои экономические преимущества, такие как извлечение природной ренты в доход государства и необходимость международной интеграции в мировую экономику. Для лесного комплекса России, ориентированного на мировой рынок, экспорт лесопродукции является важным фактором для сохранения устойчивости и развития отрасли. Кроме того, экспорт лесопродукции способствует выравниванию мировых и внутренних цен. В данном контексте целью является определение факторов, влияющих на цены лесопродукции на внутреннем и мировом рынках в настоящее время.

Исследований по ценообразованию на продукцию лесного комплекса пока недостаточно, однако вопросы ценовой динамики сложны и многогранны. Среди работ на эту тему стоит отметить публикации З.И. Фетищевой и И.Н. Назаренко, которые изучали ценовую политику предприятий лесного комплекса [9]. Особенности изменения цен на лесоматериалы в различных регионах исследовали П.Т. Воронков, Л.В. Борисова и А.Н. Белов [1]. Ученые пришли к выводу, что для

обеспечения конкурентоспособности предприятиям лесного комплекса необходимо иметь разнообразный ассортимент, что обеспечивает стабильное состояние, учитывая различия в ценах на лесопroduкцию. Исследование, проведенное Е.В. Чеблаковой [11], показало, что факторы оказывают влияние на лесопroduкцию и формирование лесных тарифов. Автор отметила, что при низких тарифах наблюдается неэффективное использование лесных ресурсов, а при высоких тарифах увеличивается себестоимость производства, что в итоге влияет на цены конечной продукции лесного комплекса. Исследование тенденций ценообразования на продукцию лесного комплекса, проведенное И.В. Евсеевой и А.Н. Махаловым, показало, что формирование цен сильно зависит от каналов товародвижения и налогообложения в стране. В ходе исследования была выявлена структура и различные виды цен [9]. Ученые из Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва (Т.Г. Рябова, А.П. Мохирев, С.О. Медведев, А.С. Лышко) выяснили, что на производство древесной продукции влияют как общие факторы ценообразования, так и специфические, связанные с использованием лесных ресурсов [3]. В соавторстве с А.В. Пластининым, мы проводили исследование цен длительный период, а также анализ совмещенной динамики цен на разные виды лесопroduкции [5]. М.В. Сергеева провела анализ ценообразования в лесозаготовительном секторе России и выяснила, что используются две модели формирования цен – рыночная и договорная. Особое внимание автор уделила исследованию первой модели, где цена определяется на основе анализа спроса и предложения [6]. Однако при моделировании цен на древесину больше внимания уделяется предложению и определению оптимального времени для рубки. Э.У. Османова и А.В. Кулакова провели исследование особенностей регионального ценообразования в лесном комплексе на примере Республики Крым [8]. Исследование системы затрат и калькулирования себестоимости продукции в деревообрабатывающей промышленности с последующим улучшением методики учета было проведено Е.С. Замбжицкой и Е.Ю. Щепотьевой [4]. Трансформацию добавленной стоимости продукции в лесном комплексе проследили ученые В.И. Григорьев и Н.А. Ермакова [2]. В 2022–2023 годах особое внимание к анализу цен было уделено из-за санкций на российскую лесопroduкцию, что привело к резким колебаниям цен на различные виды продукции лесного комплекса [13]. М. Фролова исследовала снижение цен на пиломатериалы [10]. Т.В. Шаронова, М.С. Абросимова и Т.П. Виеру провели исследование динамики цен на деревообрабатывающих предприятиях в условиях санкций [12].

Таким образом, исследования ценообразования и анализ динамики цен на лесопroduкцию показывают комплекс факторов ценообразования (рис. 1).

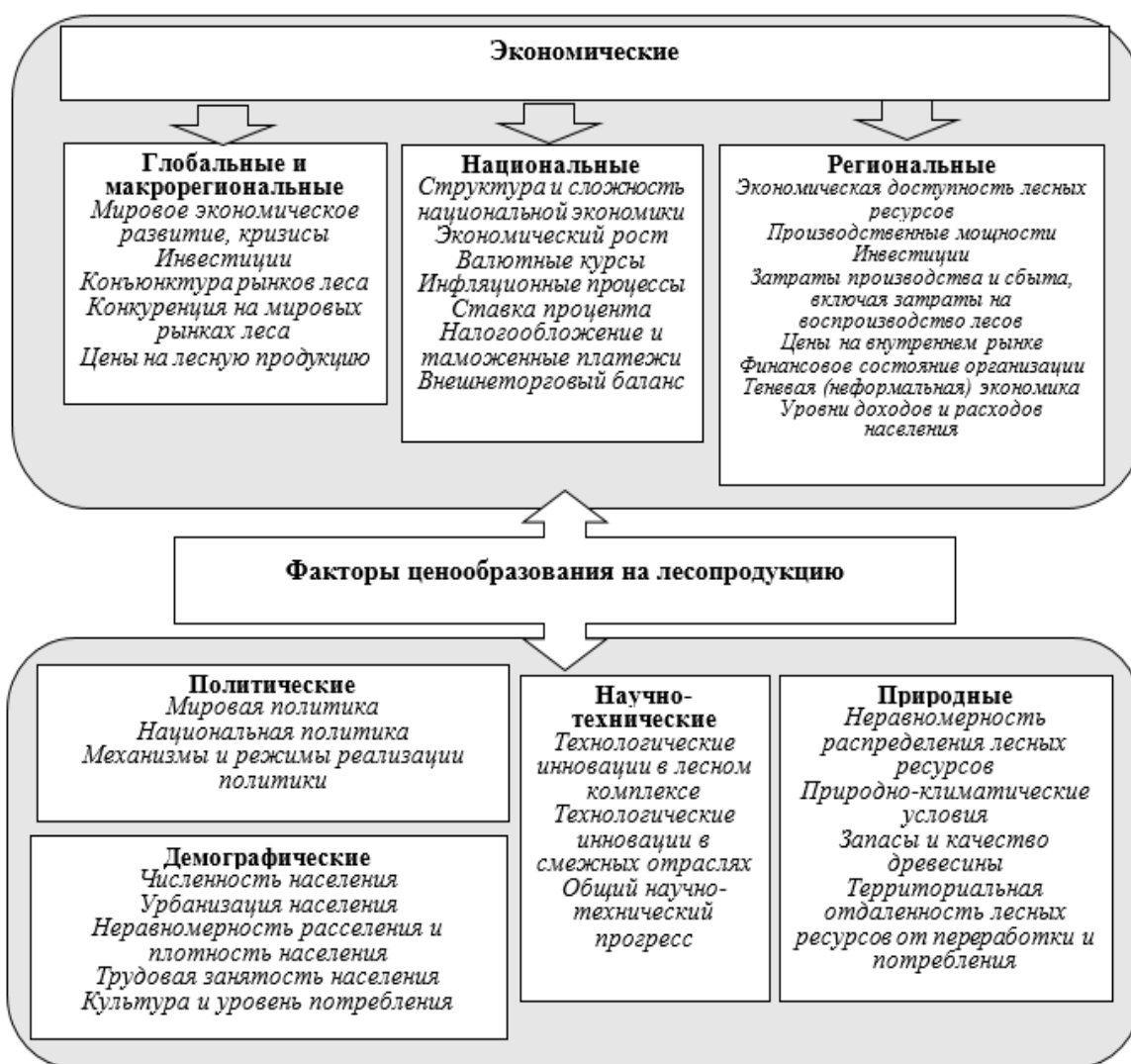
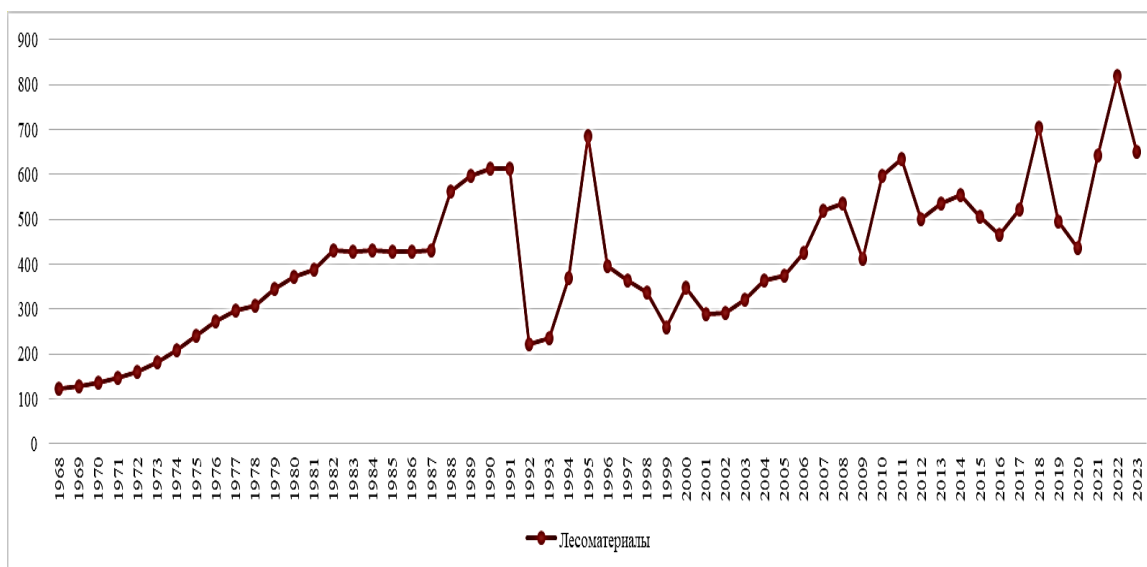


Рис. 1. Факторы ценообразования на лесопroduкцию
 Источник: разработано автором на основе открытых данных

Для полного анализа были изучены изменения цен на основные виды продукции всех отраслей лесного комплекса – лесозаготовительной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной. Исследование включало вариации внутренних, экспортных и мировых цен на лесопroduкцию, что позволило выявить индивидуальные, средние и обобщающие уровни цен, а также направленность и силу корреляции.

Анализ динамики цен на основные виды лесопroduкции внутри страны, на экспорт и на мировом рынке за период с 1968 по 2023 год показал, что ценообразование на лесопroduкцию проходит через несколько этапов. Первый этап, продолжавшийся до 1987 года, характеризовался постепенным ростом цен без существенных колебаний (рис. 2). Второй непродолжительный этап продлился до 1991 г. – наблюдалось значительное повышение цен. После началась значительная волатильность цен, которая сохраняется и в последующие периоды.

На данный момент происходит формирование цен с резкими колебаниями, что связано с более сложной структурой динамики. В динамике цен на лесопroduкцию появились краткие циклы с периодом 3-4 года (рис. 2), помимо трендовой и сезонной составляющих. Трендовая составляющая ценовой динамики связана с фундаментальными факторами, такими как баланс спроса и предложения на лесном рынке, которые формируют циклические изменения цен. Сезонная составляющая ценовой динамики лесопroduкции определяется природно-географическими особенностями лесных территорий, а также спецификой производственных и логистических процессов (см. рис. 1).



*Рис. 2. Динамика цен на лесоматериалы на мировом рынке за 1968 – 2023 гг.
Источник: разработано автором на основе данных: FAQ (foex.fi). — URL:
<https://www.foex.fi/index.php?page=faq> (дата обращения 14.01.2024).*

Таким образом, исследование показало, что цены на лесопroduкцию на данный момент очень нестабильны. На данном этапе формирования цен наблюдаются резкие колебания, которые связаны с более сложной динамикой, включающей тренды, сезонные и циклические колебания, а также случайные изменения. В будущем нестабильность и волатильность цен на лесопroduкцию на национальных и мировых рынках будут продолжаться из-за воздействия множества факторов. Колебания цен влияют на доход лесобеспеченных стран в разных направлениях и имеют неоднозначное влияние на устойчивость экспортеров и импортеров лесопroduкции. Формирование цен на лесопroduкцию на мировом рынке отличается от внутренних ценовых механизмов государства тем, что не существует системы и органов контроля и регулирования цен. Различия между российскими внутренними и внешними ценами на лесопroduкцию связаны с различием внешнеторговой и внутриторговой политики стран, которые используют различные барьеры для обеспечения национальной безопасности. Таможенные тарифы, пошлины, кредитно-налоговые ставки, государственная поддержка отраслей – все это основные инструменты барьеров. При снижении внешнеторго-

вых барьеров наблюдается согласованность внутренних и внешних цен на лесопродукцию. Особенности мирового рынка лесопродукции включают главенствующую роль ведущих стран-экспортёров и стран-импортёров, которые определяют ценовую конкуренцию. Обычно основные экспортёры лесопродукции имеют более низкие издержки и могут снижать цены при сокращении спроса. Остальные участники рынка вынуждены следовать за лидером по ценам. Таким образом, соотношение спроса и предложения является ещё одним важным фактором ценовой конъюнктуры на рынке лесопродукции.

Результаты исследования ценовых факторов, уровня цен, их динамики, согласованности и связанности внутренних, экспортных и мировых цен лесопродукции имеют практическое значение при планировании и прогнозировании цен в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 24-28-01250).

Список использованных источников

1. Воронков, П.Т. Исследование особенностей динамики средних региональных цен лесоматериалов круглых в федеральных округах Российской Федерации / П.Т. Воронков, Л.В. Борисова, А.Н. Белов // Лесохозяйственная информация. – 2014. – № 1. – С. 3–10.
2. Григорьев, В.И. Трансформация цепочек добавленной стоимости в российской лесной промышленности / В.И. Григорьев, Н.А. Ермакова // Инновационная экономика. – 2020. – № 4(25). – С. 4–19.
3. Рябова, Т.Г. Динамика и факторы стоимости лесоматериалов в лесной промышленности России / Т.Г. Рябова, А.П. Мохирев, С.О. Медведев, А.С. Лышко // Фундаментальные исследования. – 2020. – № 4. – С. 94–98.
4. Замбрицкая, Е.С. Совершенствование методики учета затрат и калькулирования себестоимости продукции в деревообрабатывающей промышленности / Е.С. Замбрицкая, Е.Ю. Щепотьева // Корпоративная экономика. – 2015. – № 3(3). – С. 30–37.
5. Пластинин, А.В. Исследование совмещенной динамики цен на целлюлозу и пиломатериалы / А.В. Пластинин, О.П. Сушко // Проблемы прогнозирования. – 2017. – № 6(165). – С. 87–92.
6. Сергеева, М.В. Анализ ценообразования в лесозаготовительной отрасли Российской Федерации / М.В. Сергеева // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2017. – Т. 6, № 10. – С. 63–72.
7. Терентьева, В.Д. Перспективы развития лесопромышленного комплекса РФ в условиях санкций / В.Д. Терентьева // Бизнес. Образование. Право. – 2022. – № 3(60). – С. 203–209.
8. Османова, Э.У. Особенности ценообразования в лесопромышленном комплексе Российской Федерации, Республики Крым / Э.У. Османова, А.В. Кулакова // Проблемы национальной экономики в цифрах статистики : Материалы VIII международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Тамбов, 07 декабря 2021 года. Том 2. – Тамбов : Издательский дом им. Г.Р. Державина, 2022. – С. 102–110.
9. Фетищева, З.И. Инфляция и ценовая политика на предприятиях лесного сектора экономики / З.И. Фетищева, И.Н. Назаренко // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. – 2016. – № 40-1. – С. 167–174.

10. Фролова, М. Спрос на пиломатериалы сокращается, цены продолжают падать / М. Фролова // Бюллетень Ассоциации ЛЕСТЕХ. – 2022. – № 4(10). – С. 16–20.

11. Чеблакова, Е.В. Лесные тарифы: особенности и перспективы / Е.В. Чеблакова // Вектор экономики. – 2019. – № 11(41). – С. 57.

12. Шаронова, Т.В. Формирование цен на деревообрабатывающих предприятиях / Т.В. Шаронова, М.С. Абросимова, Т.П. Виеру // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства : Материалы V Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 28 февраля 2023 года. – Чебоксары : Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 371-377.

13. Sushko, O., Plastinin, A. Model of determination and forecasting of prices of forest products using the example of pulp./ O. Sushko, A. Plastinin // E3S Web of Conf., Volume 402, 2023, International Scientific Siberian Transport Forum – TransSiberia 2023. – doi.org/10.1051/e3sconf/202340213007. – [сайт] – URL : <https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/39/contents/contents.html>

ЭКОЛОГИЯ, РАДИОЭКОЛОГИЯ, МОНИТОРИНГ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ

УДК 634.0:614.876(470.333)

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛЕСАХ

Раздайвовин А.Н., Радин А.И., Ромашкин Д.Ю.
ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область,
Российская Федерация

В статье рассмотрены актуальные проблемы обеспечения радиационной безопасности в лесах. Обосновывается необходимость сохранения радиационного мониторинга лесов как самостоятельной системы наблюдения и контроля радиационной обстановки в лесах, подвергшихся различным видам радиоактивных воздействий. Главной проблемой обеспечения радиационной безопасности в лесах является правовая коллизия лесного законодательства и законодательства в области радиационной безопасности. Предлагается решение данной коллизии: единую систему государственного экологического мониторинга следует дополнить подсистемой радиационного мониторинга лесов.

Ключевые слова: радиационная безопасность, лес, радиоактивное загрязнение, радиоэкология, радиационный мониторинг лесов, государственный экологический мониторинг, авария радиационная, Чернобыльская АЭС, ПО «Маяк».

RADIOECOLOGICAL, SOCIO-PSYCHOLOGICAL AND LEGAL ASPECTS OF ENSURING RADIATION SAFETY IN FORESTS

Razdaivodin A.N., Radin A.I., Romashkin D.Yu.
All-Russian Research Institute of Forestry and Mechanization, Moscow region,
Pushkino, Russian Federation

The article discusses the current problems of ensuring radiation safety in forests. The necessity of maintaining radiation monitoring of forests as an independent system for monitoring and controlling the radiation situation in forests exposed to various types of radioactive influences is substantiated. The main problem of ensuring radiation safety in forests is the legal conflict between forest legislation and legislation in the field of radiation safety. A solution to this conflict is proposed: The Unified system of state environmental monitoring should be supplemented with a subsystem of radiation monitoring of forests.

Key words: radiation safety, forest, radioactive contamination, radioecology, forest radiation monitoring, state environmental monitoring, radiation accident, Chernobyl NPP, PO «Mayak».

Проблема радиационной безопасности в лесах, в первую очередь, связана с радиоактивным загрязнением природных экосистем в результате разработки и активного использования в XX-XXI веках ядерных технологий. Радиоактивное загрязнение лесов возникло в результате ряда аварий и инцидентов на предприя-

тиях атомной отрасли, проведения испытаний ядерного оружия и мирных ядерных взрывов. Наибольший урон экологии нанесли аварии на ПО «Маяк», Чернобыльской АЭС и АЭС Фукусима-1 [1, 2]. Также определенный ущерб наносят предприятия горно-добывающей отрасли, при работе которых на поверхность из недр поступает большое количество естественных радионуклидов (^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{232}Th) [3].

Загрязненные радионуклидами леса являются источником радиационной опасности для человека, в то же время они выполняют функцию биогеохимического барьера. Ограничения по ведению хозяйственной деятельности в загрязненных лесах приводят к изменению состояния лесных экосистем [4]. Эти изменения выражаются в снижении биологической и противопожарной устойчивости лесных экосистем, деградации и разрушении лесной среды, возникновении радиоактивных лесных пожаров и т.п. Многие процессы, происходящие в загрязненных лесах, ещё недостаточно изучены и требуют дальнейших исследований.

Цель работы

Рассмотрение радиоэкологических, социально-психологических и правовых аспектов обеспечения радиационной безопасности в лесах, анализ современного состояния системы радиационного контроля в лесах Российской Федерации, предложения его совершенствования.

Радиоэкологические аспекты

Леса играют особую роль в условиях радиоактивного загрязнения, выполняя роль биогеохимического барьера и накапливая значительные количества радионуклидов. Обеспечение радиационной безопасности в лесах требует понимания протекающих в них природных процессов. Важными направлениями научных исследований в области лесной радиоэкологии являются: изучение путей поступления радионуклидов в лесные экосистемы, миграция радионуклидов [5], накопление радионуклидов различными биологическими видами и компонентами лесных экосистем [6].

Малоизученным остается влияние ионизирующего излучения на отдельные виды лесных организмов и лесные экосистемы в целом, в том числе возникновение морфологических изменений и генетических эффектов, динамика популяций в условиях радиоактивного загрязнения и т.д. [7].

Леса Российской Федерации, подвергшиеся радиоактивному загрязнению, являются уникальными объектами исследований. Они расположены в различных природных зонах от притундровых редколесий на севере до лесостепных колков, имеют разнообразный радионуклидный состав загрязнения. Радиационно-экологическая информация, получаемая с таких территорий, может иметь уникальную научную и практическую ценность как для понимания процессов и явлений в загрязненных радионуклидами экосистемах, так и для разработки защитных контрмер по обеспечению радиационной безопасности на различных стадиях радиационных аварий и инцидентов.

Социально-психологические аспекты

Радиоактивное загрязнение лесов вынуждает прибегать к ограничительным защитным мероприятиям, что приводит к снижению хозяйственной активности, уменьшению рабочих мест в лесной отрасли, общему обезлюживанию загрязненных территорий. Часть населения во время радиационных аварий и в

длительный период времени после них подвергается дополнительному внешнему [8] и внутреннему облучению за счет проживания на загрязненных территориях и потребления загрязненных продуктов [9, 10].

Изучение опыта преодоления последствий радиационных аварий позволяет сделать вывод, что наиболее тяжелые последствия реализовались не в радиологической области, а в социально-экономической сфере [11]. Поставарийный дистресс может наблюдаться как у лиц, подвергшихся воздействию ионизирующих излучений и их потомков, так и у лиц, испытавших только информационное воздействие. Для многих территорий, подвергшихся различным видам радиационных воздействий, характерно снижение хозяйственной активности местного населения и экономической привлекательности для предпринимателей.

Организационные и правовые аспекты

На территориях, загрязненных радионуклидами, меняется целеполагание всего комплекса мероприятий по ведению лесного хозяйства, использованию, охране, защите и воспроизводству лесов. Главной целью в таких насаждениях становится обеспечение защитной и экосистемной функции лесов, поэтому на первый план выходит не продуктивность насаждений и их хозяйственная ценность, а устойчивость и пластичность лесных экосистем, существующих в условиях хронического воздействия радиационного фактора.

Наиболее актуальной проблемой является несовершенство нормативного и правового обеспечения радиационной безопасности населения и охраны окружающей среды в лесах, загрязнённых техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности [12, 13]. В настоящее время существует правовая коллизия лесного законодательства и законодательства в области радиационной безопасности, суть которой заключается в следующем: в соответствии со статьей 83 Лесного кодекса Российской Федерации (далее – ЛК РФ)⁷ полномочия в области лесных отношений на «осуществление на землях лесного фонда охраны лесов ..., защиты лесов (за исключением ... государственного лесопатологического мониторинга)» переданы органам государственной власти субъектов Российской Федерации. Особенности охраны лесов от радиоактивного загрязнения изложены в статье 60.13, входящей в главу 3.2 «Охрана лесов от загрязнения и иного негативного воздействия». В соответствии с логикой ЛК РФ любая деятельность, связанная с охраной лесов, находится в ведении субъекта. В то же время статья 7 Федерального закона № 3-ФЗ от 09.01.1996 «О радиационной безопасности населения»⁸ устанавливает, что государственное управление в области обеспечения радиационной безопасности осуществляется Правительством Российской Федерации, федеральными органами исполнительной власти.

Указанная коллизия возникла вследствие коренного преобразования системы управления лесным хозяйством, связанного с принятием ЛК РФ в 2006 г. Новый лесной кодекс, хотя и был принят на 10 лет позже Федерального закона «О радиационной безопасности населения», не учитывал его требований. Кроме того, в лесном кодексе охрана лесов от радиоактивного загрязнения излагается

⁷ «Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024)

⁸ Федеральный закон № 3-ФЗ от 09.01.1996 «О радиационной безопасности населения» (в ред. Федеральных законов от 22.08.2004 N 122-ФЗ, от 23.07.2008 N 160-ФЗ, от 18.07.2011 N 242-ФЗ, от 19.07.2011 N 248-ФЗ, от 08.12.2020 N 429-ФЗ, от 11.06.2021 N 170-ФЗ, от 18.03.2023 N 67-ФЗ)

как потенциальное событие, а не как результат многолетней разнообразной прошлой деятельности, включающей не только крупнейшие радиационные аварии, такие как чернобыльская (1986 г.) и НПО «Маяк» (1957 г.), но и более мелкие радиационные аварии и инциденты, в т.ч. результаты проведения мирных ядерных взрывов, радиоактивные выпадения на Алтае вследствие испытаний ядерного оружия, технологическую деятельность предприятий ядерно-топливного цикла и горнодобывающей промышленности и т.п.

Кроме того, загрязнение территорий как чернобыльского, так и южно-уральского следа возникло в результате деятельности организаций и учреждений, действовавших от имени государства. Ответственность за последствия радиоактивного загрязнения и за приведение территорий в безопасное состояние в соответствующий исторический период принял на себя СССР. Загрязнение территорий радионуклидами носит долговременный характер, а правопреемником СССР, в том числе в части подобных обязательств, стала на своей территории Российская Федерация. В соответствии с действующим Земельным кодексом приведение земельных участков в пригодное для использования состояние и возмещение причиненного вреда осуществляются в полном объеме юридическими лицами, допустившими земельное правонарушение, или за их счет. Другими словами, приведение загрязненных лесных участков в пригодное для использования состояние является расходным обязательством Российской Федерации (пункты 1 и 3 статьи 76 Земельного кодекса РФ)⁹.

Чернобыльская авария явилась серьезным вызовом для всей системы лесного хозяйства, в котором, в отличие от сельского, не существовало лабораторий радиационного контроля. Хроника основных мероприятий, проведенных Министерством лесного хозяйства УССР в 1986–1989 гг. по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, демонстрирует колоссальную работу и постепенное осознание масштабов проблемы [14]. Для ее решения потребовалось создание системы радиационного контроля и радиационного мониторинга лесов.

Первые рекомендации по ведению лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения появились в 1988–1989 гг. [15, 16], рекомендации по технологии залесения загрязненных территорий – в 1989 г. [17], в 1991 г. появилась Инструкция по обследованию лесов и лесной продукции загрязненных радионуклидами в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС [18].

В Российской Федерации нормативной основой для создания системы радиационного контроля и радиационного мониторинга лесов послужили Закон Российской Федерации «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»¹⁰ от 15.05.1991 № 1244-1, Постановление Правительства РФ от 25 декабря 1992 г. № 1008 «О режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»¹¹, а также ведомственные акты Федеральной службы лесного хозяйства России: Положение о радиационном контроле в системе государственных органов управления лесным хозяйством

⁹ "Земельный кодекс Российской Федерации" от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 14.02.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2024)

¹⁰ Закон РФ от 15 мая 1991 г. N 1244-I "О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС" (с изменениями и дополнениями)

¹¹ Постановление Правительства РФ от 25 декабря 1992 г. N 1008 "О режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС" (с изменениями и дополнениями)

России¹² и Положение об отделе (лаборатории) радиационного контроля в системе государственных органов управления лесным хозяйством России¹³. Лаборатории радиационного контроля создавались в Управлениях лесами и лесхозах, являвшихся территориальными органами Федеральной службы лесного хозяйства России, лесной фонд которых попал в зоны радиоактивного загрязнения. К концу 1990-х годов усилиями руководителя Федеральной службы лесного хозяйства России В.А. Шубина и начальника Управления химизации и радиационной экологии леса И.И. Марадудина, лаборатории радиационного контроля, которые занимались радиационным обследованием и радиационным мониторингом лесов, появились не только в лесах, подвергшихся чернобыльским выпадениям, но и на Урале, Алтае и Сибири. В 2007 г. в связи с реорганизацией лесхозов и передачей их имущества иным собственникам эти лаборатории вошли в состав региональных филиалов федерального бюджетного учреждения «Российский центр защиты леса» (ФБУ «Рослесозащита»), центральная лаборатория, выполняющая научно-исследовательские и методические работы, осталась во Всероссийском научно-исследовательском институте лесоводства и механизации лесного хозяйства (ФБУ ВНИИЛМ).

Выводы

Сложность проблемы обеспечения радиационной безопасности в лесах, загрязненных радионуклидами, обусловлена сложностью леса как системы, объединяющей на одном гектаре сотни видов древесных, кустарниковых и травянистых растений, множество видов почвенной микрофлоры, грибов, насекомых, различных иных беспозвоночных, земноводных, мелких млекопитающих, птиц и т.д. Всё это разнообразие жизни взаимопроникает друг в друга и осуществляет бесконечный перенос вещества и энергии. Лесные радиоэкологи одновременно являются специалистами в области лесного хозяйства, экологии леса и ядерной физики.

В одном из первых Декретов Советской власти от 5 апреля 1918 г. Совет Народных Комиссаров считал необходимым сообщить, «что лесных специалистов нельзя заменить другими без ущерба для леса и тем самым – для всего народа: лесное хозяйство требует специальных технических знаний»¹⁴. Потеря специалистов в области радиационного мониторинга лесов чревата тяжелыми последствиями.

Радиационный мониторинг лесов (РМЛ) является самостоятельной системой наблюдения и контроля радиационной обстановки в лесах, подвергшихся различным видам радиоактивных воздействий. Информация о состоянии лесных экосистем в условиях радиоактивного загрязнения, получаемая в ходе РМЛ, является специфической и не дублируется другими системами наблюдения. РМЛ не может быть заменен другими видами радиационного мониторинга.

¹² Положение о радиационном контроле в системе государственных органов управления лесным хозяйством России. Утверждены Руководителем Федеральной службы лесного хозяйства России В.А. Шубиным 29.07.1993 года. 05.08.93. 9-П/190

¹³ Положение об отделе (лаборатории) радиационного контроля в системе государственных органов управления лесным хозяйством России. Утверждены Руководителем Федеральной службы лесного хозяйства России В.А. Шубиным 29.07.1993 года. 05.08.93. 9-П/191

¹⁴ Предписание всем Советам о недопустимости увольнения лесных специалистов 5 апреля 1918 г. Председатель Совета Народных Комиссаров В. Ульянов (Ленин). За народного комиссара земледелия А. Колегаев. Выверено по изданию: Декреты Советской власти. Том II. 17 марта – 10 июля 1918 г. М.: Госиздат-во политической литературы, 1959.<http://www.hist.msu.ru/ER/Etext/DEKRET/18-04-05.htm>

Правовая коллизия лесного законодательства и законодательства в области радиационной безопасности препятствует функционированию системы радиационного мониторинга лесов.

Решение данной коллизии находится в области экологического законодательства: Единая система государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) в части лесного хозяйства включает подсистемы государственного лесопатологического мониторинга и государственного мониторинга воспроизводства лесов. Учитывая, что информация, получаемая в ходе радиационного мониторинга лесов, уникальна и представляет большую важность для обеспечения радиационной безопасности. Единую систему государственного экологического мониторинга следует дополнить подсистемой радиационного мониторинга лесов. Для этого необходимо внести соответствующие изменения в Лесной кодекс РФ, Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»¹⁵, Постановление Правительства РФ от 09.08.2013 N 681 (ред. от 01.11.2023) О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды)¹⁶ и другие необходимые нормативные и методические документы.

Список использованных источников

1. Алексахин, Р.М., Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Р.М. Алексахин, Л.А. Булдаков, В.А. Губанов [и др.]. Под общей ред. Л.А. Ильина и В.А. Губанова. – М., ИздАТ, 2001. – 752 с.
2. Steinhäuser, G., Brandl, A., Johnson, T.E., 2014. Comparison of the Chernobyl and Fukushima nuclear accidents: a review of the environmental impacts. *Sci. Tot. Env.* 470-471, 800–817.
3. Перевошиков, Р.Д. Влияние добывающих и топливно-энергетических предприятий на радиационный фон территорий / Р.Д. Перевошиков, А.А. Перевошикова, Е.А. Меньшикова // *Радиационная гигиена*. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 70–83. – DOI 10.21514/1998-426X-2023-16-4-70-83. – EDN FKWSTQ.
4. Раздайводин, А.Н. Итоги и перспективы реабилитации лесов, загрязненных радионуклидами / А.Н. Раздайводин, А.И. Радин, Д.Ю. Ромашкин // *Радиоэкологические последствия радиационных аварий – к 35-ой годовщине аварии на ЧАЭС : Сборник докладов международной научно-практической конференции, Обнинск, 22–23 апреля 2021 г.* / Под ред. чл.-корр. РАН Н.И. Санжаровой, д.т.н. В.М. Шершакова. – Обнинск : ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2021. – С. 18–22.
5. Щеглов, А.И. Радиоэкология: прошлое, настоящее, будущее / А.И. Щеглов, О.Б. Цветнова, Г.И. Агапкина [и др.] // *Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение*. – 2023. – Т. 78, № 4. – С. 44–54. – DOI 10.55959/MSU0137-0944-17-2023-78-4-44-54. – EDN GCFFUI.
6. Анисимов, В.С. Радиоэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС: биологические эффекты, миграция, реабилитация загрязненных территорий / В.С.

¹⁵ Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "Об охране окружающей среды" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2024)

¹⁶ Постановление Правительства РФ от 09.08.2013 N 681 (ред. от 01.11.2023) О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) (вместе с Положением о государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды))

Анисимов, С.А. Гераськин, И.В. Гешель [и др.] // Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии. – М. : Российская академия наук, 2018. – 278 с. – ISBN 978-5-906906-81-6. – EDN XUBZYT.

7. Гниненко, Ю.И. Новый подход к лесопатологическим исследованиям в зонах радиоактивного загрязнения / Ю.И. Гниненко, В.В. Калнин, В.В. Кучук [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 8. – С. 34–40.

8. Рамзаев, В.П. Оценка годовой эффективной дозы внешнего облучения в лесах юго-западных районов Брянской области России: 2015–2021 гг. / В.П. Рамзаев, А.Н. Барковский, А.А. Братилова [и др.]. // Радиационная гигиена. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 58–71.

9. Фесенко, С.В. Динамика содержания ^{137}Cs в сельскохозяйственной продукции Брянской области после аварии на ЧАЭС: зерно, картофель и овощи / С.В. Фесенко, П.В. Прудников, Е.С. Емлютина [и др.] // Радиационная гигиена. – 2022. – Т. 15, № 4. – С. 45–57. – DOI 10.21514/1998-426X-2022-15-4-45-57. – EDN LJIBSW.

10. Панов, А.В. Особенности формирования дозовых нагрузок на население наиболее пострадавших после Чернобыльской аварии районов России / А.В. Панов, Л.Н. Комарова, Е.Р. Ляпунова, А.А. Мельникова // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2023. – № 3. – С. 73–84. – DOI: <https://doi.org/10.26583/npe.2023.3.06>.

11. Марченко, Т.А. Международные проекты МАГАТЭ по преодолению последствий аварии на Чернобыльской АЭС / Т.А. Марченко // Технологии гражданской безопасности. – 2023. – Т. 20, № 5. – С. 23–27. – EDN JPUEFM.

12. Панов, А.В. Анализ национальной системы нормативного и правового обеспечения радиационной безопасности населения и охраны окружающей среды вблизи объектов и территорий, загрязнённых техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности / А.В. Панов, Н.И. Санжарова, А.Н. Переволоцкий [и др.] // «Радиация и риск». – 2017. – Том 26. – № 2. – С. 107–121. – DOI 10.21870/0131-3878-2017-26-2-107-121.

13. Раздайводин, А.Н. Актуальные проблемы радиационной безопасности в лесах, загрязнённых радионуклидами / А.Н. Раздайводин, Т.А. Марченко, А.И. Радин, Д.Ю. Ромашкин // Технологии гражданской безопасности. – 2024. – Т. 21, № 51. – С. 79–85. – EDN MXRMTG.

14. Хроника основных мероприятий, проведенных Министерством лесного хозяйства УССР в 1986–1989 годах по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. – Киев : Министерство лесного хозяйства УССР, 1989. – 9 с.

15. Временные рекомендации по ведению лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения. Утверждены 15.01.1988 г. Заместителем Председателя Государственного комитета СССР по лесному хозяйству Б.Д. Отставновым. – М. : Государственный комитет СССР по лесу, 1988. – 33 с.

16. Рекомендации по ведению лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения. – М. : Государственный комитет СССР по лесу, 1989. – 33 с.

17. Рекомендации по технологии залесения части территорий РСФСР, Украинской ССР и Белорусской ССР с плотностью радиоактивного загрязнения цезием-137 80 Ки/км² и более. Утверждены Первым заместителем Председателя Государственного Комитета СССР по лесу А.И. Писаренко 04.05.1989 г. – М. : Государственный комитет СССР по лесу, 1989. – 27 с.

18. Инструкция по обследованию лесов и лесной продукции загрязнённых радионуклидами в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС (вводится на период 1991–1992 гг.). – Государственный комитет СССР по лесу. ВНИИхимизации лесного хозяйства, 1991. – 11 с.

ОХРАНА ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ

УДК 630.161

АНАЛИЗ ОПРАВДЫВАЕМОСТИ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В ЛЕСАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ПОГОДЫ

Котельников Р.В. Брюханов А.В. Иванов В.С. Ястребков Д.А.
*Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центр лесной пирологии», Красноярск,
Российская Федерация*

Условия погоды являются одним из наиболее важных факторов, влияющих на пожарную опасность лесов. По состоянию на 2023 г. в России утверждена классификация пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды, основанная на методике В.Г. Нестерова [1] (далее – методика Нестерова). В Информационной системе дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз) на основании прогнозных значений метеопараметров, поступающих из Гидрометцентра России, ежедневно рассчитываются прогнозные значения индекса пожарной опасности (ИПО) и класс пожарной опасности (КПО) в лесах, в зависимости от условий погоды на 5 дней вперед (в разрезе метеостанций).

Цель исследования - проведение оценки оправдываемости подобных краткосрочных прогнозов отдельно для разных горизонтов прогнозирования (на один, два и т.д. дней) за период 2022–2023 гг. Так как значение ИПО является непрерывной величиной, то для оценки совпадений выбран показатель корреляции значений. Учитывая, что форма распределения значений ближе к логнормальному закону, чем к нормальному, то сравнение было выполнено для преобразованных значений (натуральным логарифмом) по корреляции Пирсона. Получены следующие показатели корреляции Пирсона ИПО для методики Нестерова: на 1 день в будущее – 0,82, на 2 – 0,77, на 3 – 0,73, на 4 – 0,68, на 5 – 0,64. В качестве критериев сравнения для оценки классов (дискретная величина) выбран процент совпадений. Получены следующие показатели оправдываемости для КПО Нестерова: на 1 день в будущее 80%, на 2 – 73%, на 3 – 68%, на 4 – 62%, на 5 – 54%.

Ключевые слова: лесные пожары, прогноз пожарной опасности, пожарная опасность по погоде, оправдываемость прогноза погоды.

ANALYSIS OF THE RELIABILITY OF THE SHORT-TERM FORECAST OF FIRE DANGER IN FORESTS, DEPENDING ON WEATHER CONDITIONS

Kotelnikov R.V. Bryukhanov A.V. Ivanov V.S, Yastrebkov D.A.
*VNIILM, The Branch «Center of the forest pyrology», Krasnoyarsk,
Russia Federation*

Meteorological are one of the most important factors influencing the wildfire hazard. As of 2023, Russia has approved the classification of fire danger in forests depending on weather conditions, based on the methodology of V.G. Nesterov [1949] (hereinafter referred to as the Nesterov methodology). In the Information System of remote Monitoring of the Federal Forestry Agency (ISDM-Rosleskhoz), based on the forecast values of meteorological parameters coming from the Hydrometeorological Center of Russia, forecast values of indices (IPO) and fire hazard classes in forests are calculated daily,

depending on weather conditions (KPO) for 5 days ahead (in the context of weather stations). The purpose of our study was to assess the feasibility of such short-term forecasts separately for different forecasting horizons (for one, two, etc. days) for the period from 2022 to 2023. Since the value of the "index" is a continuous value, the correlation indicator of the values is selected to evaluate the coincidences. Considering that the shape of the distribution of values is closer to the lognormal law than to the normal one, the comparison was performed for the transformed values (by natural logarithm) according to the Pearson correlation. The following Pearson correlation indicators for IPO for the Nesterov method were obtained: 0.82 for 1 day into the future, 0.77 for 2, 0.73 for 3, 0.68 for 4, 0.64 for 5. The percentage of matches is selected as the comparison criteria for evaluating classes (discrete value). The following indicators of justification for Nesterov's KPO were obtained: 80% for 1 day in the future, 2 – 73%, 3 – 68%, 4 – 62%, 5 – 54%.

Keywords: *forest fires, fire danger forecast, fire weather threat, weather forecast accuracy.*

Ключевым мероприятием по охране лесов от пожаров является мониторинг пожарной опасности в лесах. На пожарную опасность в лесах влияет несколько факторов, ключевым из которых является погода [2]. В отличие от природной пожарной опасности лесов, которая характеризуется типом леса, породным составом древостоя и рядом других сравнительно медленно меняющихся таксационных показателей насаждений, пожарная опасность лесов в зависимости от условий погоды¹⁷ (далее – пожарная опасность по условиям погоды) меняется ежедневно. Именно поэтому в России регламентацию работ лесопожарных формирований устанавливают исходя из пожарной опасности по метеорологическим показателям.

К настоящему времени существует большое количество различных методик расчета индексов, характеризующих пожарную опасность в лесах, как российских [3-6], так и зарубежных авторов [7-11]. При этом необходимо учитывать, что существенные зонально-географические и лесопирологические особенности территорий России требуют индивидуального подхода к оценке пожарной опасности лесов [12].

Классы пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды автоматически рассчитываются в Информационной системе дистанционного мониторинга лесных пожаров (ИСДМ-Рослесхоз) [13] и доступны всем пользователям. Кроме фактических значений, в ИСДМ-Рослесхоз реализован расчет прогнозных значений.

Целью работы является численно оценить качество краткосрочного прогноза класса пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды, который формируется в ИСДМ-Рослесхоз на каждый день, на 5 дней вперед на прогнозных метеоданных, поступающих от Гидрометцентра России в ИСДМ-Рослесхоз.

¹⁷Приказ Рослесхоза от 05.07.2011 № 287 «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды».

Для достижения указанной цели необходимо было решить следующие задачи:

- выбрать показатели для оценки качества прогноза;
- сформировать выборку данных для анализа;
- разработать программное обеспечение для расчета требуемых показателей;
- проанализировать полученные результаты.

Базовые метеоданные (температура воздуха, температура точки росы, количество осадков) поступают в ИСДМ-Рослесхоз от Гидрометцентра России в ежедневном режиме, в разрезе каждой метеостанции, на 5 дней вперед с шагом в 1 день. Таким образом, появляется возможность отдельно анализировать качество прогноза на 5 дней, 4 дня и т.д. до одного дня. Кроме того, средствами ИСДМ-Рослесхоз происходит расчет показателей пожарной опасности отдельно для трех разных методик: классической методики Нестерова (для большинства регионов с границами, соответствующими федеральной шкале, а для некоторых по региональным шкалам¹⁸); методики ПВ-1; методики ПВ-2 [14].

Существует несколько различных показателей, характеризующих качество прогноза, выбор которых во многом определяется особенностями исходных данных. Так как прогнозные значения рассчитываются в виде классов (целых значений от 1 до 5) и в виде индексов пожарной опасности (непрерывное значение от 0 и до потенциально неограниченного значения), то оптимальным выбором могут быть два показателя:

- коэффициент корреляции между фактическим индексом пожарной опасности и прогнозным значением индекса пожарной опасности (1);
- оправдываемость прогноза (процент случаев, когда прогнозный класс соответствует фактическому классу) (2).

$$c_n = \text{corr}(\ln(ac), \ln(fc_n)), \quad (1)$$

где:

c_n – коэффициент корреляции;
 n – горизонт прогнозирования ($n=1,2...5$);
 $\text{corr}()$ – функция расчета корреляции Пирсона;
 ac – фактическое значение ИПО;
 fc_n – прогнозное значение КПО.

$$op_n = \frac{Nt_n}{N} \times 100, \quad (2)$$

где:

op_n – оправдываемость прогноза КПО, выраженная в %;
 n – горизонт прогнозирования ($n=1,2...5$);
 Nt_n – количество случаев совпадения факта и прогноза;
 N – общее количество случаев.

Для реализации выбранной методики был разработан программный скрипт на языке PostgreSQL, который рассчитывал выбранные значения.

¹⁸Приказ Рослесхоза от 09.10.2013 № 288 «О применении региональных классов пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды».

К сожалению, в ИСДМ-Рослесхоз не доступен архив прогнозных значений КПО (более свежий прогноз записывается поверх предыдущего прогноза и пользователю увидеть прогноз, который поступил ранее, невозможно). В связи с этим в Центре лесной пирологии сформировали собственную базу данных, которая обновлялась ежедневно. Поэтому глубина доступных ретроспективных данных ограничена, и в исследовании использовалась выборка 2022–2023 гг. Вместе с тем с учетом общего количества метеостанций, по которым поступали данные (больше двух тысяч), получилось собрать за 2022 год 331963 случаев (прогнозов), а за 2023 год – 372393 случаев, что позволяет получить оценку качества прогнозов.

Предварительный анализ формы распределения значений индексов пожарной опасности показал, что в больших выборках они распределены не по нормальному закону распределения, а по статистическому закону, который ближе к логнормальному. Таким образом, для получения более точного результата целесообразно преобразовать исходную выборку (натуральным логарифмом) и после этого можно будет использовать коэффициент корреляции Пирсона.

Полученные результаты сведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчета качественных показателей краткосрочного прогноза пожарной опасности в лесах

Год	Показатель	Методика	Горизонт прогнозирования				
			1	2	3	4	5
2022	Корреляция индексов	Нестерова	0,64	0,82	0,77	0,73	0,68
		ПВ-1	0,69	0,86	0,81	0,77	0,72
		ПВ-2	0,8	0,91	0,87	0,85	0,82
	Оправдываемость класса	Нестерова	80	73	68	62	54
		ПВ-1	77	71	66	62	53
		ПВ-2	83	77	73	68	60
2023	Корреляция индексов	Нестерова	0,63	0,81	0,76	0,72	0,68
		ПВ-1	0,67	0,85	0,8	0,75	0,71
		ПВ-2	0,8	0,91	0,88	0,85	0,82
	Оправдываемость класса	Нестерова	80	73	67	62	54
		ПВ-1	76	70	64	60	53
		ПВ-2	84	77	73	69	61
Средние значения	Корреляция индексов	Нестерова	0,82	0,77	0,73	0,68	0,64
		ПВ-1	0,86	0,81	0,76	0,72	0,68
		ПВ-2	0,91	0,88	0,85	0,82	0,80
	Оправдываемость класса	Нестерова	80,0	73,0	67,5	62,0	54,0
		ПВ-1	76,5	70,5	65,0	61,0	53,0
		ПВ-2	83,5	77,0	73,0	68,5	60,5

Как видно из таблицы, значения за 2022 и 2023 гг., соответствующие одним и тем же показателям, схожи, что говорит об адекватности полученных результатов. Лучшие результаты (хоть и с небольшим перевесом) показывает прогноз,

выполненный для КПО по методике ПВ-2, что, вероятнее всего, связано с тем, что данный показатель из-за особенностей алгоритма изменяется очень медленно.

Для большей наглядности анализа динамики качества прогноза при увеличении горизонта прогнозирования построим соответствующие графики. Анализ изменения корреляции между фактическими и прогнозными значениями индекса пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды (рис. 1) показал постепенное ухудшение взаимосвязи при увеличении горизонта прогнозирования (3-6% на 1 день).

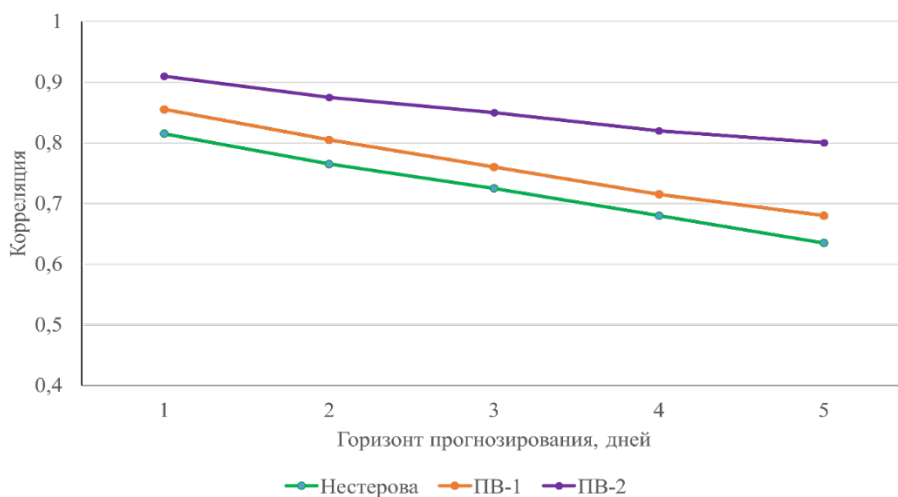


Рис. 1. Корреляция прогноза индекса пожарной опасности в лесах, в зависимости от условий погоды

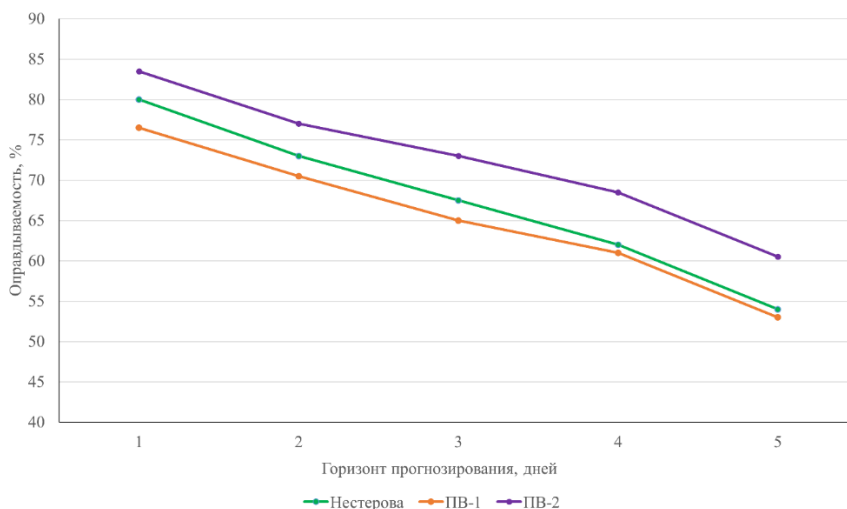


Рис. 2. Оправдываемость прогноза класса пожарной опасности в лесах, в зависимости от условий погоды

Как видно из рис. 2, значение оправдываемости прогноза равномерно для всех методик и падает с увеличением горизонта прогнозирования (в среднем на 8-9% на 1 день) примерно от 76-83% до 53-61%. В сравнении с корреляцией такие ухудшения более выражены.

Следует обратить внимание, что качество самого прогноза еще не означает, что тот или иной индекс пожарной опасности адекватно оценивает реальную пожарную опасность в лесу. Вместе с тем результаты позволяют повысить доверие к указанным данным, что в целом повысит качество управленческих решений в области охраны лесов от пожаров.

Вывод

Для оценки качества краткосрочного прогноза класса пожарной опасности в зависимости от условий погоды целесообразно оценивать оправдываемость прогноза значений класса и корреляцию между фактическими и прогнозными значениями индекса пожарной опасности. При этом значения индексов для возможности применения корреляции Пирсона требуется предварительно логарифмировать.

Полученные результаты подтверждают корректность формируемого прогноза, а также оптимальность выбранного горизонта прогнозирования (на сколько дней вперед даётся прогноз). Увеличение данного значения на величину более 5 суток (при том же алгоритме прогнозирования) нецелесообразно, прежде всего из-за существенного снижения точности качества прогноза, связанного в первую очередь со сложностью прогноза осадков.

Список используемых источников

1. Нестеров, В.Г. Горимость леса и методы ее определения / В.Г. Нестеров. – Москва : Гослесбумиздат, 1949. – 74 с.
2. Hayasaka, H. Fire Weather Conditions in Boreal and Polar Regions in 2002–2021 / H. Hayasaka // Atmosphere. – 2022. – Vol. 13. – No. 7. – P. 1117.
3. Софронова, Т.М. Совершенствование оценки пожарной опасности по условиям погоды в горных лесах Южного Прибайкалья : монография / Т.М.Софронова, А.В. Волокитина, М.А. Софронов. – Красноярск : ин-т леса им. В.Н. Сукачева, Красноярский гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2007. – 236 с.
4. Иванов, В.А. Региональные шкалы пожарной опасности по условиям погоды для лесов Амурской области / Иванов В.А., Горошко А.А., Бакшеева Е.О. и др. // Хвойные бореальной зоны. – 2020. – Т. 38. – № 1-2. – С. 34–42.
5. Torres-Rojo, J.M. Index for the estimation of the occurrence of forest fires in large areas / J.M. Torres-Rojo // Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. – 2020. – Vol. 26. – Índice para la estimación de ocurrencia de incendios forestales en superficies extensas. – №. 3. – P. 433–449.
6. Плотникова, А.С. Шкала природной пожарной опасности лесных экосистем И.С. Мелехова. Обзор современных российских методических подходов / А.С. Плотникова // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4. – № 2. – С. 1–13.
7. Губенко, И.М. Сравнительный анализ методов расчета индексов пожарной опасности / И.М. Губенко, К.Г. Рубинштейн // Труды Гидрометеорологического Научно-Исследовательского Центра Российской Федерации. – 2012. – № 347. – С. 207–222.
8. Ziel R.H., Bieniek P.A., Bhatt U.S., Strader H., Rupp T.S., York A. A Comparison of Fire Weather Indices with MODIS Fire Days for the Natural Regions of Alaska // Forests. – 2020. – Vol. 11. – No. 5. – P. 1–18.

9. Pezzatti G.B., De Angelis A., Bekar Í., Ricotta C., Bajocco S., Conedera M. Complementing daily fire-danger assessment using a novel metric based on burnt area ranking // *Agricultural and Forest Meteorology*. – 2020. – Vol. 295.
10. Srock A.F., Charney J.J., Potter B.E., Goodrick S.L. The Hot-Dry-Windy Index: A new fireweather index // *Atmosphere*. – 2018. – Vol. 9. – No. 7.
11. Šturm T., Fernandes P.M., Šumrada R. The Canadian fire weather index system and wildfire activity in the Karst forest management area, Slovenia // *European Journal of Forest Research*. – 2012. – Vol. 131. – № 3. – P. 829–834.
12. Buryak L., Kukavskaya E., Ivanov V., Malykh O., Kotelnikov R. Assessment of Fire Hazard and Its Dynamics in Forest Areas of Siberia // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2021. – Т. 14. – С. 803–814.
13. Котельников, Р.В. Космический мониторинг лесных пожаров: история создания и развития ИСДМ-Рослесхоз / Р.В. Котельников, Е.А. Лупян, С.А. Барталев, Д.В. Ершов // *Лесоведение*. – 2019. – С. 399–409.
14. Вонский, С.М. Определение природной пожарной опасности в лесу : методические рекомендации / С.М. Вонский, В.А. Жданко, В.И. Корбут и др. – Ленинград : ЛениИЛХ, 1981. – 51 с.

УДК 630.43

ЗАВИСИМОСТЬ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

Кузнецов Л.Е., Залесов С.В.

*Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Российская Федерация*

В статье проанализированы причины и последствия лесных пожаров за последние 5 лет на территории Тюменской области. Рассмотрены причины возникновения лесных пожаров и длительность пожароопасного сезона на территории области с 2020 по 2024 годы. В ходе исследований обобщены сведения о количестве и площади, пройденной огнем, а также температурный режим.

Ключевые слова: Тюменская область, лесные пожары, пожароопасный сезон, пройденная огнем площадь, причины возникновения пожаров, погодные условия.

DEPENDENCE OF FOREST FIRES ON WEATHER CONDITIONS

Kuznetsov L.E., Zalesov S.V.

Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russian Federation

The article analyzes the causes and consequences of forest fires over the past 5 years in the Tyumen region. The causes of forest fires and the duration of the fire season in the territory of the region from 2020 to 2024 are considered. In the course of the research, information on the amount and area traversed by fire, as well as the temperature regime, has been summarized.

Keywords: Tyumen region, forest fires, fire season, the area traversed by fire, causes of fires, weather conditions.

Введение

Эффективная организация охраны лесов от пожаров может быть обеспечена только при наличии объективных данных о горимости лесов [1]. Анализ горимости позволяет определить районы повышенной опасности, установить основные причины возникновения лесных пожаров и выявить другие показатели для обоснования противопожарных мероприятий и оценки уровня организации охраны лесов от пожаров [2]. Лесные пожары оказывают существенное влияние на биоразнообразие, экосистемы и здоровье человека [3]. Климатические изменения приводят к увеличению количества засушливых дней, что, в свою очередь, повышает пожарную опасность [4], и наоборот, холодные дождливые дни существенно её уменьшают.

Цель и объекты исследования

Цель исследования – проанализировать количество и площадь лесных пожаров на территории Тюменской области с 2020 по 2024 годы, а также установить основные причины их возникновения и связь между климатическими изменениями и лесными пожарами.

Решаемые задачи

Пожароопасный сезон 2024 года на территории Тюменской области наступил на 2 дня позже, чем годом ранее. При этом температурный режим существенно отличался от прошлых лет: 5 апреля в лесных массивах Тюменской области еще лежал снег, тогда как в 2023 году в это время погода по температуре воздуха уже приближалась к летним показателям.

Анализируя табл. 1, видим, что в 2023 году пожароопасный сезон открыт 3 апреля и закрыт 27 октября, в 2021 году пожароопасный сезон был открыт только 15 апреля, а в 2022 году он продолжался целых 212 дней. Стоит отметить, что в 2023 году лесные пожары на территории Тюменской области были зафиксированы после закрытия пожароопасного сезона в начале ноября, что свидетельствует об увеличении пожароопасного сезона в связи с погодными условиями и показывает связь погодных условий и лесных пожаров.

Таблица 1

Анализ продолжительности пожароопасного сезона на территории Тюменской области с 2020 по 2024 годы

Год	Пожароопасный сезон		
	дата начала	дата окончания	кол-во дней, шт.
2020	10 апреля	26 октября	199
2021	15 апреля	1 ноября	200
2022	12 апреля	10 ноября	212
2023	03 апреля	27 октября	207
2024	05 апреля	Продолжается	-

Анализируя табл. 2, следует отметить, что наименьшее количество пожаров (222 шт.) по итогам года зафиксировано в 2023 году, при этом наименьшая площадь пройденная огнем была в 2020 году и составила всего 1557,91 га, а самое большое количество пожаров (686) шт. по итогам года зафиксировано в 2021 году. При этом в 2021 году и средняя площадь 1 пожара была более 282 га, а в целом за год лесные пожары охватили площадь 193460,44 га на территории области. На 31 мая 2024 года на территории области зафиксировано 24 лесных пожара на общей площади 97,04 га, средняя площадь 1 пожара составляет 4,04 га.

Таблица 2

Анализ данных о лесных пожарах на территории Тюменской области с 2020 года по 31 мая 2024 года

Год	Всего с начала года		
	количество, шт.	общая площадь, га	средняя площадь 1 пожара, га
2020	226	1557,91	6,89
2021	686	193460,44	282,01
2022	214	15958,44	74,57
2023	222	28526,63	128,50
2024	24	97,04	4,04

Анализируя табл. 3, следует отметить, что в большинстве случаев причиной возникновения пожара являются неосознательные граждане, при этом не происходит снижения количества лесных пожаров, произошедших по вине местного населения. Такая ситуация свидетельствует о недостаточном внимании со стороны контролирующих органов к профилактике, направленной на работу с гражданами, пребывающими в лесах, и о захламленности лесных массивов буреломом, валежником и мусором. Также стоит отметить недостаточно развитую инфраструктуру в виде лесных дорог. Выполнение этих простых мероприятий повысит оперативность предупреждения, выявления и пресечения нарушений действующего законодательства. Не стоит забывать, что лесной пожар гораздо легче предупредить, чем ликвидировать.

Таблица 3

Причины возникновения лесных пожаров на территории Тюменской области с 2020 года по 31 мая 2024 года

Год	Количество пожаров по причинам возникновения, шт.					
	лесозаготовители	грозы	граждане	граница	с иных категорий	линейные объекты
2020	0	37	167	10	7	5
2021	2	172	435	8	56	13
2022	1	12	148	8	39	6
2023	0	51	117	6	34	14
2024	0	1	20	1	2	0

Средняя температура воздуха с апреля по октябрь на территории Тюменской области представлена на рисунке.

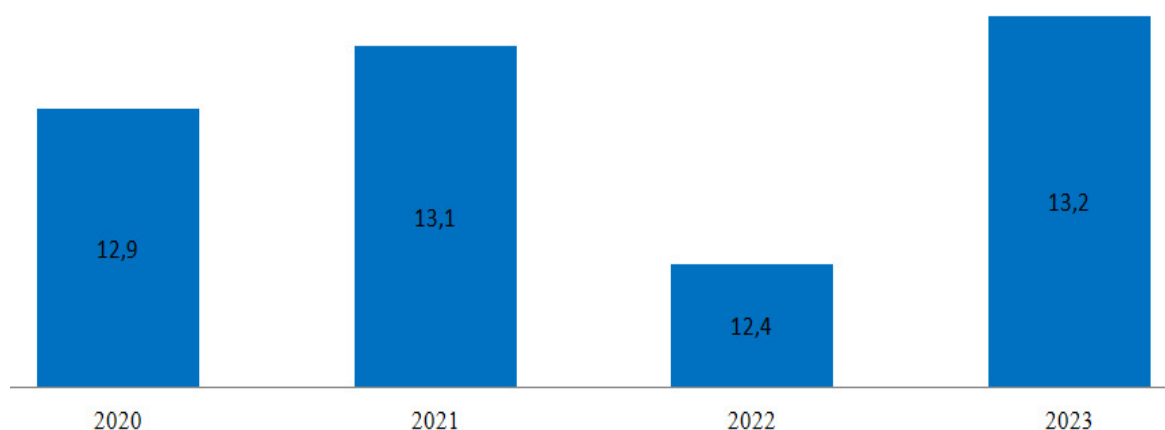


Рис. Средняя температура воздуха с апреля по октябрь на территории Тюменской области, °С

Анализируя рисунок, можно сделать вывод, что средневзвешенная температура воздуха с 2020 года по 2023 год в период пожароопасного сезона колеблется от 12,4 °С в 2022 году до 13,2 °С в 2023 году. При этом наблюдается чередование, когда холодный год сменяется более теплым.

Пожароопасный сезон 2024 года на территории Тюменской области сопровождается низкой температурой воздуха и обильными осадками. Майские праздники прошли при снежном покрове. Снег на территории области периодически продолжался до конца мая. Таким образом, можно сделать вывод о том, что 2024 год будет похож по температурным показателям на 2020 и 2022 годы.

Следует отметить, что на распространение лесных пожаров погода оказывает особое влияние, несмотря на то, что большинство лесных пожаров происходят по вине местного населения. Дождливая и холодная весна 2024 года внесла свои коррективы и, как следствие, – 24 лесных пожара на площади чуть более 97 га, тогда как годом ранее к концу мая площадь пожаров была уже более 20 000 га.

Выводы

1. На территории Тюменской области в 2024 году пожароопасный сезон начался 5 апреля, при этом погодные условия сдержали лесные пожары.
2. Климатические изменения приводят к увеличению количества засушливых дней, что, в свою очередь, повышает пожарную опасность, так и наоборот – холодные дождливые дни существенно её уменьшают.
3. Требуется усиление лесного контроля со стороны государственных органов, направленное на предупреждение нарушений действующего законодательства и проведение профилактических мероприятий с гражданами, пребывающими в лесах.

Список использованных источников

1. Залесов, С.В. Лесная пирология : учебное пособие / С.В. Залесов. – Екатеринбург : УГЛТА, 1998. – 296 с.
2. Taylor S.W., Woolford D.G., Dean C.B., Martell D.L. Wildfire Prediction to Inform Fire Management: Statistical Science Challenges. *Journal of the Institute of Mathematical Statistics*, 2013, vol. 28, no. 4, pp. 586–615.
3. Шубин, Д.А. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края / Д.А. Шубин, С.В. Залесов // *Аграрный вестник Урала* № 5 (111), 2013. – С. 39–41.
4. Котельников, Р.В. Математическая оценка достоверности информации о лесных пожарах / Р.В. Котельников, А.А. Мартынюк // *Изв. вузов. Лесной журнал*, 2023. – № 3. – С. 21–34.

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРНЫХ

Перминов А.В., Коршунов Н.А., Конюшенков М.Е.
ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область, Российская Федерация

Питание оказывает существенное влияние на физическое состояние лесного пожарного, следовательно, на его работоспособность. Обеспечение работников, занятых на тушении лесных пожаров, полноценным питанием и питьевой водой способствует предупреждению травматизма и возникновению несчастных случаев. Специалистами ВНИИЛМ проведены исследования современного состояния проблемы. Выполнено анкетирование работников лесопожарных формирований в различных регионах, выявлены критические организационные и научно-методические направления проблемы. Разработаны предложения по организации обеспечения работников, занятых на тушении лесных пожаров, сбалансированным питанием и питьевой водой.

Ключевые слова: *питание лесных пожарных, обеспечение питьевой водой, травматизм, усталость, энергозатраты работника.*

PROBLEMS OF FOREST FIREMEN RATIONAL NUTRITION ORGANIZATION

Perminov A.V., Korshunov N.A., Konashenkov M.E.
*Russian Scientific Research Institute for Silviculture and Mechanization
of Forestry, Pushkino, Moscow region, Russian Federation*

Nutrition strongly impacts forest fireman physical condition and therefore his performance. Provision of officers involved in forest fire suppression with adequate nutrition and portable water promotes injury and accident prevention. VNIILM specialists studied the problem state-of-art. They conducted survey of forest firemen units in various regions and identified crucial organizational and methodological areas of the problem. Proposals on organization of forest firemen involved in forest fire suppression supply with balanced nutrition and portable water have been developed.

Keywords: *forest firemen nutrition, portable water provision, injury rate, fatigue, officer energy consumption.*

Научные исследования по теме «Разработка научно-обоснованных рекомендаций по обеспечению жизнедеятельности лесных пожарных при проведении работ, связанных с обнаружением и тушением лесных пожаров», проведены в период 2022–2024 гг. по инициативе Федерального агентства лесного хозяйства.

Одной из задач исследований 2022–2023 гг. являлась разработка научно-обоснованных рекомендаций по обеспечению продуктами питания и питьевой водой работников, занятых на работах по обнаружению и тушению лесных пожаров, с учетом актуальных правовых и технологических условий.

Для чего проведены:

- анализ нормативно-правовых актов, регламентирующих обеспечение питанием работников лесопожарных организаций, сотрудников Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России), Министерства обороны РФ, Методических рекомендаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, санитарных правил и других документов;

- анализ публикаций и научных исследований по жизнеобеспечению лесных пожарных, зарубежного опыта;

- анкетирование работников, занятых на работах по обнаружению и тушению лесных пожаров, полевые исследования с получением экспертных мнений;

- разработаны предложения по обеспечению продуктами питания и питьевой водой работников, занятых на работах по обнаружению и тушению лесных пожаров.

Условия труда рабочих, занятых на тушении лесных пожаров, характеризуются рядом особенностей, отличающихся от других видов трудовой деятельности [1-5]. К этим особенностям относятся:

- воздействие на организм человека опасных факторов лесных пожаров и внешней среды (задымленность, угарный газ, углекислый газ, повышенная температура, открытое пламя пожара, искры, тепловое излучение, кровососущие насекомые, нервно-психологические и физические перегрузки);

- неравномерность и напряженность труда в отдельные периоды времени;

- увеличение рабочего дня при тушении лесных пожаров;

- большие физические нагрузки;

- дробление рабочего времени (утро, вечер, ночь);

- проживание и ночлег в лесу в полевом лагере;

- отдаленность работы от места проживания и другие особенности.

В настоящее время питание лесных пожарных во многих случаях нельзя считать удовлетворительным: имеются значительные отклонения от физиологических норм по калорийности и содержанию основных пищевых веществ.

Изменение структуры и качества питания является основной из причин возникновения общего утомления, низкой работоспособности и различных заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых, эндокринных, онкологических, болезней органов пищеварения и др. Самая большая опасность этих процессов в том, что из-за утомляемости снижается уровень контроля работником опасных факторов на пожаре, вследствие чего происходит рост производственного травматизма, иногда с тяжелыми последствиями.

Это свидетельствует о том, что существующий комплекс социально-гигиенических условий деятельности лесных пожарных не обеспечивает оптимального состояния их здоровья.

Питание оказывает существенное влияние на физическое состояние лесного пожарного и, следовательно, на его работоспособность. Питательные вещества нужны организму ежесуточно и потребность в них зависит от массы человека, возраста, пола, занятий, интенсивности работы, физиологических особенностей, климатических условий и других факторов. Организм человека нуждается в постоянном притоке питательных веществ (белков, жиров, углеводов, микроэлементов), необходимых для нормальной работы организма.

Дефицит каких-либо питательных или биологически активных веществ в условиях интенсивной физической нагрузки и под влиянием стресс-факторов может привести к снижению работоспособности, нарушению метаболических процессов и развитию многих заболеваний.

Было проведено анкетирование 167 работников лесопожарных формирований Республик Саха (Якутия), Бурятия, Красноярского края, Вологодской, Рязанской, Иркутской, Архангельской областей. Также проведены полевые исследования в местах пребывания лесных пожарных непосредственно на пожарах в Рязанской области, Красноярском крае, где получены экспертные мнения работников и материальные подтверждения ситуаций (рис. 1, 2).



Рис. 1. Неорганизованное (бессистемное) питание в полевом лагере при краткосрочном пребывании на пожаре



Рис. 2. Организация питания в полевом лагере при длительном пребывании на пожаре

В ходе анкетирования и опросов установлено, что недостаточную кратность потребления пищи имеют 67% от числа опрошенных.

В целом режим питания лесных пожарных характеризуется нерегулярностью, которая обусловлена несоблюдением интервалов и отсутствием установленного времени приема пищи, нерациональным распределением ее калорийности, а также постоянным потреблением пищи непосредственно перед сном.

Допускают постоянный или периодический отказ от приема пищи утром до работы 9% и 12% работников соответственно. Установлена недостаточная калорийность завтрака и обеда при избыточном количестве поглощаемой энергии во второй половине дня. Выявлена распространенность постоянного (21%) или периодического (18%) отказа от приема пищи на кромке лесного пожара, что приводит к увеличению интервалов между приемами пищи. Около 20% лесных пожарных съедают свой паек в течение первого часа нахождения в местах выполнения работ (на кромке лесного пожара), а 15% питаются бессистемно. Лесные пожарные (75%) недостаточно информированы в вопросах питания.

Результаты анкетирования позволяют сделать следующие выводы:

- у многих лесных пожарных выявлены грубые нарушения режима питания;
- промежутки времени между приемами пищи бывают различными;
- большое количество лесных пожарных в силу различных причин не обедают (питаются преимущественно сухомятку, а то и просто остаются голодными, хотя известно, что регулярное принятие пищи способствует повышению трудоспособности, снижению заболеваемости, увеличению физической активности и производительности труда);

- у большинства лесных пожарных обильные приемы пищи приходится на ужин, непосредственно перед сном, что также характеризует нерациональность питания.

Таким образом, важным элементом организации рационального питания является правильное распределение объема дневного потребления пищи между отдельными ее приемами.

При организации рационального питания лесных пожарных необходимо учитывать не только расход энергии, но и степень физического и нервного напряжения, которые значительно увеличивают энергозатраты организма, а также предусматривать сбалансированный состав и разнообразие продуктов.

Норма физиологических потребностей взрослого человека, работающего в тяжелых и вредных условиях труда, составляет (средние значения) [6-8]:

- белки 96-117 г в сутки;
- углеводы 499-586 г в сутки, при повышенных нагрузках до 700-800 г в сутки;
- пищевые волокна 30-40 г в сутки;
- жиры 113-154 г в сутки;
- микроэлементы 2,5 г в сутки, соль 4-5 г в сутки;
- витамины в виде овощей до 400 г в сутки.

Энергозатраты работающих на тушении лесных пожаров зависят от тяжести и интенсивности труда. Степень энергетических затрат при физической активности определяется коэффициентом физической активности, который

представляет собой отношение общих затрат на все виды трудовой деятельности за сутки к величине основного обмена [9-10]. Работающие на тушении лесных пожаров в течение суток тратят энергии от 21500 до 22900 кДж, или от 5100 до 5500 ккал [11-12].

Для поддержания здоровья, высокой физической активности и работоспособности лесные пожарные должны питаться так же, как спортсмены видов спорта с высокой интенсивностью, таких как марафон, триатлон и шоссейный велоспорт [13].

По рекомендациям Национальной координационной группы по лесным пожарам США (National Wildfire Coordinating Group (NWCG)) [13,14] калорийность питания лесных пожарных, в зависимости от физической нагрузки, составляет от 4000 до 6000 килокалорий в сутки. Для поддержания работоспособности и уровня глюкозы в крови рекомендуется употреблять от 150 до 200 килокалорий каждые два часа в течение рабочей смены.

Кроме того, помимо питания немаловажным фактором, влияющим на работоспособность лесного пожарного, является потребление воды. Особое значение питьевого режим приобретает при изменениях водно-солевого обмена в результате воздействия тепловых и физических нагрузок [15,16]. При перегреве организма повышается температура тела, увеличивается частота сердечных сокращений. По мере того, как тело продолжает накапливать тепло, человек начинает терять концентрацию и испытывает трудности с сосредоточением на какой-либо задаче, становится раздражительным.

Считается, что при выполнении тяжелой физической работы следует выпивать около 1-1,5 литра жидкости каждый час, чтобы поддерживать объем крови и способность организма сохранять прохладу за счет потоотделения, но не более 6 литров в день, так как при интенсивном потреблении воды возможно обезвоживание организма [14].

Следует отметить, ранее в лесной отрасли для формирования запасов продуктов службами обеспечения длительное время применялся приказ Рослесхоза от 18.05.1999 № 109 «Об обеспечении бесплатным питанием» [17], где был предложен один вариант состава продовольственного набора с указанием конкретных наименований продуктов. Выполнение данных норм было затруднительно, так как перечень и наименования доступных продуктов в различных регионах отличались, также имелись проблемы бухгалтерского учета.

Обеспечение бесплатным питанием работников, непосредственно осуществляющих тушение лесных пожаров, и экипажей воздушных судов, участвующих в обнаружении и тушении лесных пожаров, закреплено в «Отраслевом соглашении по лесному хозяйству Российской Федерации на 2022–2024 гг.» [18].

По результатам исследований были разработаны «Рекомендации по обеспечению продуктами питания и питьевой водой работников, занятых на работах по обнаружению и тушению лесных пожаров».

Основные требования к питанию: суточная (дневная) энергетическая ценность продуктов питания на 1 работника составляет не менее 4500 ккал при

8-часовой рабочей смене (не менее 5900 ккал при увеличенной, 12-часовой рабочей смене); соотношение белков, жиров и углеводов к общей массе продуктов – 1:1,2:4,6 (или 15-20%, 18-20%, 60-68% соответственно).

Химический состав рекомендуемого рациона должен содержать: полноценные животные белки, жиры, в том числе полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), углеводы, в том числе пищевые волокна, а также витамины, минеральные вещества и микроэлементы, биологически активные вещества. В рацион рекомендуется включать следующие продукты питания (включая биологически активные добавки (БАД)):

- хлеб, хлебобулочные изделия, крупы и макаронные изделия;
- молоко и молочные продукты в свежем (консервированном, сухом) виде, сливочное (топленое) масло;
- мясо, птицу и рыбу в консервированном виде и/или после кулинарной обработки;
- растительные масла (подсолнечное, кукурузное, соевое, оливковое);
- фрукты и овощи в свежем (консервированном, сушеном) виде и/или после кулинарной обработки;
- соль, сахар, перец и другие специи;
- чай, кофе, какао-порошок.

При этом важно соблюдать максимальное разнообразие пищевых продуктов по источнику белков, жиров, углеводов и микронутриентов, обеспечивать питьевой водой не менее 4 л в день на человека.

Соответствующие предложения внесены в проект приказа Минприроды России «Об утверждении Методических указаний по организации лесопожарных формирований с учетом лесопожарного зонирования лесов», предусмотренного распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 июля 2019 г. № 1605-р [19]. Часть рекомендаций была использована при подготовке приказа Минприроды России от «Об утверждении Правил тушения лесных пожаров» [20] и приказа Минприроды России об организации работы команд пожаротушения на особо охраняемых территориях [21].

По результатам исследований получены актуальные данные о современной ситуации с обеспечением питания и питьевой водой работников лесопожарных формирований непосредственно на тушении пожаров. Впервые предложено использовать математическую формулу для расчета оптимального состава продовольственного набора (пайка) для лесных пожарных, парашютистов и десантников-пожарных службами обеспечения региональных и федеральных лесопожарных организаций с учетом местных условий и возможностей приобретения продуктов.

Список использованных источников:

1. Коршунов, Н.А. Оценка состояния охраны труда при тушении лесных пожаров за 2016–2022 гг. [Электронный ресурс] / Н.А. Коршунов, М.Е. Конюшенков, А.В. Перминов и др. – Пушкино : ВНИИЛП, 2023. – 48 с.

-
2. Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасных факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. – М.: Агрохим, 2000. – 162 с.
 3. Классификация основных видов работ и профессий по степени вредности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса в лесном хозяйстве. – М., 1997. – 140 с.
 4. Коршунов, Н.А. Защитим людей — защитим и лес / Н.А. Коршунов, В.А. Савченкова // Охрана труда и социальное страхование. – 2017. – № 4. – С.53–63.
 5. The problem of fire fighting during the hours of darkness / Savchenkova V A, Korshunov N A, Perminov A V, Voinash S A IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 421 (2020) 062002. doi:10.1088/1755-1315/421/6/062002
 6. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».
 7. Цугленок, Н.В. Оптимизация сбалансированного ассортимента продуктов и нормативы питания для лесных пожарных / Н.В. Цугленок, Ю.Т. Цай. – Красноярск : Вестник КрасГАУ. – 2005. – №11 – С 230–235.
 8. Цай, Ю.Т. Оценка энергозатрат рабочих при тушении лесных пожаров / Ю.Т. Цай, В.М. Груманс. – ИВУЗ : «Лесной журнал». – 2009. – № 3. – С 25–28.
 9. Цугленок, Н.В. Методика расчета суточных энергетических затрат работающих на тушении лесных пожаров / Н.В. Цугленок, Ю.Т. Цай. – Красноярск : Вестник КрасГАУ». – 2005. – №11. – С 227–230.
 10. Шимановский, В.Ф. Питание в туристическом путешествии [Текст] / В.Ф.Шимановский, В.Н. Ганопольский. – М. : Профиздат, 1986. – 176 с.
 11. Главацкий, Г.Д. Оптимизация системы мероприятий по охране труда и технике безопасности лесных пожарных / Г.Д. Главацкий, Ю.Т. Цай, В.М. Груманс. – ИВУЗ : «Лесной журнал». – 2007. – № 5. – С 17–20.
 12. Цай, Ю.Т. Определение оптимального суточного рациона питания лесных пожарных / Ю.Т. Цай, В.М. Груманс. – ИВУЗ : Лесной журнал. – 2007. – № 3. – С 28–44.
 13. Электронный ресурс <https://www.nwccg.gov/print/19691> дата обращения 21.09.2022.
 14. A Publication of the National Wildfire Coordinating Group, Fitness and Work Capacity 2009 Edition, PMS 304-2, December 2009.
 15. Большая медицинская энциклопедия. Электронный ресурс https://бмэ.орг/index.php/ПИТЬЕВОЙ_РЕЖИМ дата обращения 21.09.2022.
 16. Чвырев, В.Г. Тепловой стресс / В.Г. Чвырев, А.Н. Ажаев, Г.Н. Новожилов. – М. : Медицина, 2000.
 17. Приказ Рослесхоза от 18.05.1999 № 109 «Об обеспечении бесплатным питанием».
 18. Отраслевое соглашение по лесному хозяйству Российской Федерации на 2022-2024 годы». – Москва, 2022.
 19. Распоряжение Правительства РФ от 19.07.2019 N 1605-р (ред. от 3.11.2023) «Об утверждении нормативов обеспеченности субъекта Российской Федерации лесопожарными формированиями, пожарной техникой и оборудованием, противопожарным снаряжением и инвентарем, иными средствами предупреждения и тушения лесных пожаров».
 20. Приказ Минприроды России от 01.04.2022 N 244 «Об утверждении Правил тушения лесных пожаров».
-

21. Приказ Минприроды России от 29.12.2022 N 934 «Об организации охраны лесов от пожаров в лесах, расположенных на землях особо охраняемых природных территорий федерального значения, находящихся в ведении Минприроды России, за исключением выполнения авиационных работ по охране лесов от пожаров в лесах, расположенных на землях особо охраняемых природных территорий федерального значения, входящих в состав Байкальской природной территории» (вместе с «Порядком организации групп (команд) пожаротушения, групп (команд) пожаротушения в составе лесопожарных станций и лесопожарных станций, а также обеспечение их техникой, оборудованием и снаряжением для предупреждения, обнаружения и тушения лесных и других природных пожаров на землях особо охраняемых природных территорий федерального значения, находящихся в ведении Минприроды России»).

УДК 630.435

СПОСОБ ТУШЕНИЯ ЗИМУЮЩИХ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ

Секерин И.М.¹, Залесов С.В.¹, Куксин Г.В.²

¹ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, Российская Федерация

²ФБУ ВНИИЛМ, Пушкино, Московская область, Российская Федерация

Описан оригинальный способ тушения торфяных пожаров в зимний период, позволяющий ликвидировать тление торфа с минимальными трудовыми и финансовыми затратами. Отмечается, что использование предлагаемого способа минимизирует риски развития торфяных пожаров и перехода их в низовые, а также улучшит экологическую обстановку и создаст комфортные условия для проживания населения.

Ключевые слова: торфяной пожар, тление, перемешивание торфа, способ тушения, снижение температуры.

METHOD OF EXTINGUISHING WINTERING PEAT FIRES

Sekerin I.M.¹, Zalesov S.V.¹, Kuksin G.V.²

¹Ural State Forestry University, Yekaterinburg, Russian Federation

²All-Union Scientific Research Institute of Forestry and Forestry Machinery, Pushkino, Russian Federation

An original method of extinguishing peat fires in winter is described, which allows to eliminate peat decay with minimal labor and financial costs. It is noted that the use of the proposed method minimizes the risks of peat fires in the grassroots, as well as improves the environmental situation and creates comfortable living conditions for the population.

Keywords: peat fire, smoldering, peat mixing, extinguishing method, temperature reduction.

Изменения климата, наблюдающиеся в последние годы, проявляются в ряде регионов в сокращении количества осадков. Указанное, в свою очередь, приводит к снижению уровня грунтовых вод, высыханию лесной подстилки и верхних горизонтов почвы. На участках с торфяными почвами это создает усло-

вия для развития низовых лесных пожаров и перехода в почвенные или торфяные [1]. Если в прежние годы торфяные пожары возникали преимущественно осенью или в конце лета [2] как одноочаговые и были связаны с разведением костров на участках с торфяными почвами, то в последние годы в Свердловской области фиксируются многоочаговые торфяные пожары в апреле-мае после прохода низовых лесных пожаров.

Специфика горения торфяных пожаров такова, что тление торфа может происходить при его влажности до 500%. При этом в атмосферу выбрасывается значительная масса продуктов неполного сгорания торфа, что не только резко ухудшает экологическую обстановку, но и представляет реальную опасность для здоровья населения.

Сложность и высокая трудоемкость проведения работ тушения торфяных пожаров обуславливают низкую эффективность современных способов их ликвидации и высокую вероятность ухода их в зиму непотушенными. При этом надежда на самоликвидацию торфяных пожаров чаще всего является иллюзорной. Торфяные пожары, или зомби-пожары по зарубежной классификации, могут тлеть не только зимой, но и многие годы. Весной торфяные пожары, успешно перезимовавшие под снегом, выходят на поверхность, формируя очаги низовых лесных пожаров и создавая легенду о самовозгорании торфа.

Целью нашего исследования является разработка эффективного способа ликвидации зимующих торфяных пожаров.

В основу работы положен способ тушения торфяных пожаров без использования воды, разработанный В.А. Сретенским [3, 4]. Однако, если В.А. Сретенский рекомендовал тушение в летний период, то в процессе наших исследований проанализирована эффективность тушения зимующих торфяных пожаров.

Установлено, что абсолютное большинство торфяных пожаров, зафиксированных в 2022–2023 гг. на территории Свердловской области, являются многоочаговыми. Ликвидация указанных пожаров традиционными способами малоэффективна из-за значительного объема работ. Так, в частности при окружении пожара противопожарной канавой, окарауливание локализованного пожара растягивается на месяцы. Применение стволов-пик ТС-1 и ТС-2 также оказалось малоэффективно и при этом работа пожарных при данном способе тушения очагов тления связана с высоким риском для пожарных. Проведенные исследования показали, что наиболее эффективным способом ликвидации торфяных пожаров является подтопление очагов тления и подъем уровня грунтовых вод.

Особо следует отметить, что чаще всего торфяные пожары возникают на осушенных торфяниках. Так, на территории Свердловской области было осушено более 80 тыс. га торфяников с целью добычи торфа, который использовался на топливо и в качестве удобрения. В связи с изменением экономической политики большинство торфодобывающих предприятий обанкротилось и в настоящее время осушенные торфяники характеризуются повышенной пожарной опасностью. Осушительная сеть продолжает сбрасывать воду, что приводит к снижению влажности верхних слоев торфа. Известно [5], что заглублиение тления происходит при влажности торфа 200%. Влажность верхних слоев торфа на

осушенных торфяниках значительно ниже указанной величины. Кроме того, осушенные торфяники заросли травянистой и древесно-кустарниковой растительностью, что создает оптимальные условия для распространения низовых пожаров весной и осенью.

Наличие значительных площадей осушенных торфяников в сочетании с недостатком осадков привело к тому, что в 2023 г. доля торфяных пожаров составила 9,7% от общего количества лесных пожаров.

Как отмечалось ранее, наиболее эффективным способом тушения торфяных пожаров на осушенных торфяниках является подтопление очагов тления и подъем уровня грунтовых вод. При этом способе перекрывается осушительная сеть у очагов тления и каналы заполнятся водой либо из выше расположенных по рельефу источников воды, либо перекачиванием воды из ближайших водоемов с использованием насосных станций типа ПНС-110 или переносных мотопомп с диаметром рукавных линий 150 мм. Пример ликвидации торфяного пожара способом подтопления подробно изложен в опубликованной ранее работе [6]. Однако при недостатке воды ликвидировать торфяные пожары в летний период часто не удается. Кроме того, в экстремальные по условиям погоды годы силы и средства пожаротушения в летний период используются прежде всего на ликвидацию верховых и низовых лесных пожаров, особенно если они угрожают населенным пунктам и объектам экономики. В результате торфяные пожары уходят в зиму, что создает реальную опасность всплеска весенних пожаров на следующий год.

В целях недопущения последнего нами рекомендуется тушение торфяных пожаров в зимний период. Эффект тушения достигается за счет снижения температуры тлеющего торфа до 40°C, при которой тление прекращается.

Перед началом тушения производится обнаружение и разведка торфяных пожаров. Обнаружение эффективно проводить с использованием беспилотного воздушного судна (БВС) мультикоптерного типа, оснащенного тепловизионной камерой. Это позволяет обнаружить очаги тления при многоочаговом пожаре и зафиксировать их в инфракрасном диапазоне.

После обнаружения очагов тления производится их обследование с использованием ручных инструментов (ручных тепловизоров, инфракрасных пирометров, щупов термометров и торфяных буров-пробоотборников). В процессе обследования устанавливаются границы конкретных очагов тления, глубина тления и другие параметры торфяного пожара. Выполнение обследования необходимо, поскольку распространение кромки торфяного пожара имеет свою специфику. Так, в частности, тление быстрее распространяется вдоль корней растущих деревьев [7, 8]. В результате очаги торфяных пожаров имеют, как правило, не округлую, а неправильную форму.

После проведения разведки осуществляется непосредственное тушение торфяного пожара. При этом бульдозером вскрывается очаг тления и вначале выкорчевываются и перемещаются на выгоревшую площадь растущие вокруг очага тления деревья. Выкорчевывание производится по периметру на расстоянии 5 м от очага.

После завершения выкорчевывания деревьев вынимается бульдозером торф из очагов тления и размещается слоем 25-30 см на прилегающей территории. При этом тлеющий торф одновременно перемешивается с прилегающим влажным торфом и снегом, что в сочетании с низкой температурой воздуха и испарением снеговой воды способствует быстрому охлаждению тлеющего торфа.

Работа выполняется двумя бульдозерами, поскольку слабая несущая способность торфа может обусловить застревание техники. В процессе работы целесообразно уплотнение вынутого торфа отвалом или траками бульдозера [9, 10].

При тушении глубоко расположенных очагов тления или караванов хранящегося торфа целесообразно использовать вместо бульдозеров экскаваторы на гусеничном ходу. При этом, как при использовании бульдозеров, так и экскаваторов, цель работы снизить температуру тлеющего торфа до 40°C. В процессе работы разбиваются крупные комья тлеющего торфа.

Опыт ликвидации торфяных пожаров показал, что при создании слоя перемешанного тлеющего и нетлеющего торфа толщиной 20 см восстановление тления не наблюдается.

Ликвидацию зимующих торфяных пожаров лучше всего производить в конце февраля и до начала апреля. Указанное объясняется тем, что к этому времени часть мелких очагов тления может самоликвидироваться. Кроме того, к концу февраля увеличивается световой день, что облегчает и упрощает проведение работ.

Выводы

Наблюдающиеся изменения климата вызывают необходимость повышенного внимания к проблеме торфяных пожаров.

Снижение количества осадков и наличие осушенных заброшенных торфяников привело к тому, что доля торфяных пожаров в 2023 г. в Свердловской области увеличилась до 9,7%.

Большинство торфяных пожаров являются многоочаговыми и развиваются от низовых пожаров на участках с торфяными почвами.

Современные способы тушения торфяных пожаров трудоемки и малоэффективны, поэтому значительное количество торфяных пожаров уходит в зиму, создавая опасность всплеска весенних пожаров.

Эффективным способом ликвидации зимующих торфяных пожаров является вскрытие очагов тления торфа бульдозером или экскаватором с размещением перемешанного тлеющего и влажного торфа и снега слоем 20-30 см на прилегающей поверхности с их уплотнением.

За счет низкой температуры воздуха и испарения снежной воды температура тлеющего торфа снижается ниже 40°C и тление прекращается.

Зимний способ тушения очагов тления обеспечивает их эффективную ликвидацию при минимальных затратах трудовых и финансовых ресурсов.

Для широкого внедрения указанного способа в практику необходим пересмотр ряда нормативно-правовых документов по охране лесов от пожаров.

В целях минимизации опасности возникновения торфяных пожаров невосстановленные осушенные торфяники должны быть возвращены в исходное состояние.

Список использованных источников

1. Залесов, С.В. Лесная пирология. Термины, понятия, определения : Учебный справочник / С.В. Залесов, Е.С. Залесова. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 54 с.
2. Залесов, С.В. Обнаружение и тушение лесных пожаров / С.В. Залесов, М.П. Миронов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. – 138 с.
3. Сретенский, В.А. Тушение торфяных пожаров / В.А. Сретенский // Лесное хозяйство. – 1980. – № 7. – С. 54–56.
4. Сретенский, В.А. Экстренное тушение низовых лесных пожаров и торфяников без воды / В.А. Сретенский. – Пермь : Изд-во Перм. ун-та, 2004. – 188 с.
5. Залесов, С.В. Лесная пирология / С.В. Залесов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2021. – 396 с.
6. Секерин, И.М. Опыт тушения торфяных пожаров подтоплением / И.М. Секерин, С.В. Залесов, А.А. Кректунов // Сибирский лесной журнал. – 2023. – № 6. – С. 119–127. – DOI 10.15372/SJFS 20230612
7. Секерин, И.М. Специфика распространения и тушения торфяных пожаров в зимний период / И.М. Секерин, Г.А. Годовалов, А.М. Ерицов, С.В. Залесов // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2022 б. – Т. 26. – № 5. – С. 44–70.
8. Куксин, Г.В. Особенности развития очагов торфяных пожаров в зимний период / Г.В. Куксин, И.М. Секерин, С.В. Залесов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 3. – DOI <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.141.43>.
9. Секерин, И.М. Опыт тушения торфяных пожаров на Среднем Урале / С.М. Секерин, А.М. Ерицов, А.А. Кректунов, С.В. Залесов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022 а. – № 5. – Ч. 2. – С. 81–85.
10. Секерин, И.М. Эффективный способ тушения торфяных пожаров в зимний период / И.М. Секерин, А.М. Ерицов, А.А. Кректунов, С.В. Залесов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2023. – Вып. 245. – С. 23–35. – DOI 10.21266/2079-4304.2023.245.23-35.

Содержание

Мартынюк А.А., Родин С.А. 90–ЛЕТНИЙ ВКЛАД ВНИИЛМ В РАЗВИТИЕ ЛЕСНОЙ НАУКИ	3
ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ, СОХРАНЕНИЕ ЛЕСОВ	
Антонов Е.И., Коренев И.А., Дорощенко Э.В. УЧАСТИЕ ПОДРОСТА ЕЛИ В ФОРМИРОВАНИИ НАСАЖДЕНИЙ НА СВЕЖИХ ВЫРУБКАХ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ	10
Безденежных И.В., Гавриленко А.Н., Залесов С.В. УВЕЛИЧЕНИЕ ПЛОЩАДИ КЕДРОВНИКОВ ВНЕДРЕНИЕМ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК	14
Гревцова В.В., Соколова В.В. ДУБ ЧЕРЕШЧАТЫЙ В СОСТАВЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ БИОГРУПП	18
Дубенок Н.Н., Лебедев А.В., Гостев В.В. ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕСОТАКСАЦИОННЫХ НОРМАТИВОВ ДЛЯ СОРТИМЕНТАЦИИ НАСАЖДЕНИЙ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ	21
Желдак В.И., Дорощенко Э.В., Сычева А.Н., Сидоренкова Е.М., Липкина Т.В. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЯ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ РУБОК И НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ	25
Желдак В.И. ЛЕСОВОДСТВЕННЫЕ РУБКИ В ОБЩЕЙ СИСТЕМЕ ПРАВИЛ УХОДА ЗА ЛЕСАМИ	32
Коптев С.В., Ярославцев С.В. ИНТЕНСИВНОСТЬ РУБКИ И ТОВАРНАЯ СТРУКТУРА ЕЛЬНИКОВ ВЫБОРОЧНОГО ХОЗЯЙСТВА СУХОПУТНОЙ ТЕРРИТОРИИ АРКТИКИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	38
Корчагов С.А., Конюшатов О.А., Беляков Д.В., Евдокимов И.В. ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА МЕР ПО СОХРАНЕНИЮ КЛЮЧЕВЫХ БИОТОПОВ НА СПЛОШНЫХ ВЫРУБКАХ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	42
Лебедев А.В., Гостева Д.Ю. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ	48
Митрофанов Е.М., Митрофанова С.А. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ	53
Сурина Е.А., Демидова Н.А. О ЛЕСАХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ (ЕВРОПЕЙСКАЯ ЧАСТЬ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ)	57
Теринов Н.Н. МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ	62
ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ, ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ, ВЫРАЩИВАНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА	
Багаев Е.С., Ермолаева Н.В., Коренев И.А., Ершов А.А., Замураев Д.Р. ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАКЛАДКИ ЛЕСОСЫРЬЕВЫХ ПЛАНТАЦИЙ ТРИПЛОИДНОЙ ОСИНЫ НА НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДЬЯХ	69
Егоров А.Б., Павлюченкова Л.Н., Постников А.М., Бубнов А.А. ХИМИЧЕСКИЙ УХОД ЗА МОЛОДНЯКАМИ БЕРЕЗЫ И КУЛЬТУРАМИ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ВКЛЮЧАЯ БОРЩЕВИК СОСНОВСКОГО	74
Заварин М.А., Хамитов Р.С. РОСТ И СОСТОЯНИЕ КУЛЬТУР КЕДРА СИБИРСКОГО В ВЕЛИКО-УСТЮГСКОМ РАЙОНЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	79
Зубик И.Н., Сахоненко А.Н., Кульчицкий А.Н. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДВУЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ ГОЛУБИКИ УЗКОЛИСТНОЙ (<i>VACCINIUM ANGUSTIFOLIUM</i> AIT.) В УСЛОВИЯХ Г. МОСКВЫ	83
Казаков И.В., Казаков В.И. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАДЕЛКИ СЕМЯН В ПОЧВУ В ПОСЕВНОЙ БОРОЗДКЕ	88
Крючков С.Н., Соломенцева А.С., Егоров С.А., Горбушова Д.А. РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ <i>TAMARIX LAXA</i> В УСЛОВИЯХ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ	95
Макеев В.А., Макеева Г.Ю., Коренев И.А., Ершов А.А., Замураев Д.Р. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСУШЕННЫХ И ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ НА ЗЕМЛЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА	98
Проказин Н.Е., Родин С.А., Казаков В.И., Лобанова Е.Н. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНИИЛМ В ОБЛАСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА	104
Проказин Н.Е., Лобанова Е.Н., Родин С.А. ПОЛУВЕКОВОЙ ОПЫТ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВНИИЛМ В ОБЛАСТИ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА	109

Пахарькова Н.В., Гетте И.Г. ФЕНОТИПИРОВАНИЕ РАСТЕНИЙ СОСНЫ СИБИРСКОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРАМЕТРОВ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА ХВОИ.....	115
Тюкавина О.Н., Демина Н.А. ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ В ЛЕСНОМ ПИТОМНИКЕ ОТКРЫТОГО ГРУНТА ОТ ПТИЦ.....	117
ЗАЩИТА ЛЕСА ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ	
Аминев П.И., Карпенко О.П. О ПРИЧИНАХ ПОРАЖЕННОСТИ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ШЮТТЕ ОБЫКНОВЕННЫМ.....	122
Гниненко Ю.И. ДЕНДРОФИЛЬНЫЕ ИНВАЗИВНЫЕ ОРГАНИЗМЫ – ОПАСНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ.....	127
Лямцев Н.И., Комарова И.А. О РАЗВИТИИ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА.....	133
Сергеева Ю.А., Долмоного С.О., Загоринский А.А., Гниненко А.Ю. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЛЕСА ОТ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА.....	140
Усенья В.В., Помаз Г.М. МЕТОДЫ ФЕРОМОННОГО НАДЗОРА КСИЛОФАГОВ В ЛЕСНОМ ФОНДЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	146
ЛЕСОУСТРОЙСТВО И ЛЕСНАЯ ТАКСАЦИЯ	
Мальшева Н.В., Золина Т.А., Филипчук А.Н., Сильнягина Г.В., Попик С.А. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСОВ И ЦИФРОВЫХ РЕСУРСОВ ОТКРЫТОГО ДОСТУПА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ПУЛАХ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ И ПОЧВ.....	150
Сидоренков В.М., Астапов Д.О., Ачиколова Ю.С., Капиталинин Д.Ю., Рябцев О.В. ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОТАКСАЦИОННОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ.....	156
Сидоренкова Е.М., Папулов Е.С., Сидоренков В.М., Липкина Т.В., Тадорошко С.К., Корягин М.В. ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ ЛЕСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ЦЕЛЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА (НА ПРИМЕРЕ ЛЕСНОЙ ЮЖНО-ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ).....	164
Соклаков Н.А., Слинкина О.А., Вайс А.А., Михайлов П.В. ВЫЯВЛЕНИЕ И МОНИТОРИНГ ПОВРЕЖДЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ ПРИ ПОМОЩИ ДАННЫХ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ НА ПРИМЕРЕ ЛОКАЛЬНОГО ОБЪЕКТА.....	171
Филипчук А.Н., Югов А.Н., Федоров С.В., Бердов А.М., Поваров Е.Д. ДАННЫЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСОВ В ГЛОБАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ ФАО.....	175
ЭКОНОМИКА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА	
Корякин В.А., Дегтев В.В., Русова И.Г. ДЕТАЛИЗАЦИЯ ЛЕСОТАКСОВОГО РАЙОНИРОВАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ АДАПТИВНОГО ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ.....	179
Русова И.Г., Дегтев В.В., Голотовская А.В. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО КОРРЕКТИРОВКЕ СТАВОК ПЛАТЫ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	190
Сушко О.П. АНАЛИЗ ФАКТОРОВ И ДИНАМИКА ЦЕН НА ЛЕСОПРОДУКЦИЮ.....	197
ЭКОЛОГИЯ, РАДИОЭКОЛОГИЯ, МОНИТОРИНГ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ	
Раздайводин А.Н., Радин А.И., Ромашкин Д.Ю. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛЕСАХ.....	204
ОХРАНА ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ	
Котельников Р.В., Брюханов А.В., Иванов В.С., Ястребков Д.А. АНАЛИЗ ОПРАВДЫВАЕМОСТИ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В ЛЕСАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ПОГОДЫ.....	211
Кузнецов Л.Е., Залесов С.В. ЗАВИСИМОСТЬ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ.....	217
Перминов А.В., Коршунов Н.А., Конюшенков М.Е. ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРНЫХ.....	221
Секерин И.М., Залесов С.В., Куксин Г.В. СПОСОБ ТУШЕНИЯ ЗИМУЮЩИХ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ.....	229

**ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ.
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НАУЧНЫЕ РЕШЕНИЯ**

**Сборник статей, посвященный 90-летию
Всероссийского научно-исследовательского института
лесоводства и механизации лесного хозяйства**

*Ответственный за выпуск заместитель директора по научной и инновационной работе
ФБУ ВНИИЛМ, кандидат сельскохозяйственных наук Сидоренков В.М.*

Текстовое электронное издание

В авторской редакции

Корректор *Е.Б. Кузнецова*
Компьютерная верстка *С.А. Трушенкова*

Подписано к использованию 29.08.2024
Объем 8.0 МБ, Тираж 10 CD-ROM

Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства
и механизации лесного хозяйства.
Московская область, г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15
www.vniilm.ru, e-mail: info@vniilm.ru
Тел.: +7 (495) 993-30-54
