Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Байкальский государственный университет

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСОВ В РОССИИ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ

Материалы Всероссийской научно-практической конференции
Иркутск, 16–17 декабря 2025 г.

Текстовое электронное издание

Иркутск
Издательский дом БГУ
2026

ISBN 978-5-7253-3354-1

УДК 630*9(470+571) (06)
ББК 43 (2Рос)

Издается по решению редакционно-издательского совета
Байкальского государственного университета

Интенсификация воспроизводства лесов в России: концептуальные основы и прикладные аспекты : материалы Всерос. науч.-практ. конф., Иркутск, 16–17 дек. 2025 г. / под науч. ред. А. А. Изместьева. — Иркутск : Изд. дом БГУ, 2026. — 194 с. — URL: http://lib-catalog.bgu.ru. — Текст: электрон.

ISBN 978-5-7253-3354-1.

В издании представлены результаты исследований, посвященных различным аспектам интенсификации использования и воспроизводства лесов в России. Цель конференции, в которой приняли участие ученые и специалисты образовательных, научных, производственных организаций лесного комплекса России, органов исполнительной власти в сфере лесных отношений, состояла в обсуждении интенсификации использования и воспроизводства лесов как стратегической задачи государственной лесной политики и парадигмы развития лесохозяйственной науки и практики в России.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов, работников органов государственной власти, специалистов организаций лесного комплекса, а также для широкого круга читателей, проявляющих интерес к проблемам развития лесного комплекса России.

Научное электронное издание

Минимальные системные требования:
Веб-браузеры: Microsoft Edge версии 79, Google Chrome версии 51,
Mozilla Firefox версии 52, Safari версии 11 (или более новые);
средства просмотра файлов Portable Documents Format:
Adobe Acrobat версии 7.0, Adobe Reader версии 7.0, Sumatra PDF версии 1.1
(или более новые), Foxit Reader всех версий, PDF24 Creator всех версий.
Доступ к сети Интернет.
Минимальные требования к конфигурации и операционной системе компьютера
определяются требованиями перечисленных выше программных продуктов.

Издается в авторской редакции

Подписано к использованию 05.03.2026. Объем 6,27 Мб.

Байкальский государственный университет.
664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11.
http://bgu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Леса России — это не только глобальный экологический щит планеты и бесценное национальное достояние, но и основа значительной части экономики страны. В современных условиях перед лесным комплексом стоят масштабные взаимосвязанные задачи: обеспечить социально ответственное, экономически эффективное и экологически устойчивое управление лесами, отвечая на растущий внутренний и мировой спрос на древесину, сохраняя при этом биологическое разнообразие и средообразующие функции лесов.

Ключом к решению этих многогранных задач является переход от экстенсивной к интенсивной модели ведения лесного хозяйства. Основами государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года интенсификация использования и воспроизводства лесов определена задачей государственной лесной политики. Для решения этой задачи Санкт-Петербургским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства в 2015 году была разработана Концепция интенсивного использования и воспроизводства лесов в Российской Федерации (далее — Концепция ИИВЛ). Этот документ содержит видение и ключевые принципы интенсивной модели ведения лесного хозяйства, стратегические цели и задачи интенсификации, а также направления действий для внедрения интенсивной модели, в числе которых указаны конкретные необходимые изменения нормативных правовых актов.

Интенсивная модель, согласно Концепции ИИВЛ, основана на систематическом уходе за растущим лесом, что позволяет поддерживать древостой на максимуме прироста и кардинально улучшать качество и товарную структуру лесов. В качестве еще одного неотъемлемого эффекта интенсификации называется возможность выращивания древостоев с заданными целевыми характеристиками в более короткие сроки. При этом мероприятия в лесу должны планироваться и обосновываться так, чтобы получить максимальную экономическую эффективность лесного цикла в целом — от лесовосстановления до рубки спелого древостоя — при соблюдении требований неистощительности лесопользования и сохранения биологического разнообразия.

Установку на осуществление планирования и экономической оценки в рамках полного цикла лесовыращивания следует рассматривать как системообразующую для реализации организационного-экономического механизма интенсивной модели. Как известно, цикл лесовыращивания беспрецедентно длителен в человеческой хозяйственной практике, что и ставит вопрос о формах организации воспроизводства в лесном хозяйстве. Воспроизводство леса здесь, как и в наименовании Конференции, трактуется в широком, классическим понимании — как органическое, диалектическое единство лесопользования и лесовыращивания. Установку на управление в рамках полного лесного цикла и обеспечение реализации этой установки можно отнести к концептуальным основам интенсификации воспроизводства леса.

Данный сборник составлен по итогам Всероссийской научно-практической конференции «Интенсификация воспроизводства лесов в России:

концептуальные основы и прикладные аспекты», организованной Байкальским государственным университетом при поддержке министерства лесного комплекса Иркутской области, «Рослесинфорга» и «Рослесозащиты» в декабре 2025 года. Конференция стала еще одной площадкой для диалога между представителями образовательных, научных и производственных организаций лесного комплекса России, продолжая традиции профессионального обсуждения этой стратегической темы, заложенные на предыдущих форумах в Хабаровске и Архангельске.

Целью конференции было всестороннее обсуждение интенсификации как стратегического вектора развития лесного хозяйства России. В фокусе внимания участников находились:

− разработка и совершенствование нормативной и методической базы интенсивного использования и воспроизводства лесов;

− элементы организационного-экономического механизма интенсивной модели;

− практический опыт и прикладные решения, включая лесоводственные мероприятия, новые технологии, средства механизации;

− критически важные экологические и климатические аспекты, обеспечение сохранения биоразнообразия при интенсификации.

С научной точки зрения, обусловленной парадигмой социально-экономического развития, интенсификация воспроизводства лесов — неизбежный путь развития лесного хозяйства, какими бы ни были текущие проблемы на этом пути.

Мы выражаем глубокую благодарность всем авторам, рецензентам, организаторам и участникам конференции, чья работа и конструктивная дискуссия легли в основу этого издания. Надеемся, что представленные материалы будут способствовать дальнейшему развитию научной мысли и лесохозяйственной практики, помогут в выработке эффективных управленческих решений и станут подспорьем для всех, кто заинтересован в создании современного, продуктивного и устойчивого лесного хозяйства России.

Организационный комитет конференции

УДК 630*23

Б. Д. Романюк

РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕНСИВНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСОВ

В статье представителя организации — разработчика Концепции интенсивного использования и воспроизводства лесов рассматриваются конкретные проблемы и задачи дальнейшего масштабного внедрения интенсивной модели для повышения качества лесного фонда России. Обосновывается тезис о том, что основой для обеспечения экономической эффективности полного цикла лесовыращивания является формирование молодняков с целевой породной структурой и оптимальным количеством стволов. В условиях доминирования естественного возобновления и наличия огромных площадей молодняков с преобладанием мягколиственных пород на первый план выходят рубки ухода в молодняках и их эффективность. По результатам моделирования на основе данных по пробным площадям показан высокий уровень лесоводственной эффективности рубок ухода в молодняках по нормативам интенсивной модели в сравнении с традиционными рубками ухода и естественным формированием молодняков.

Ключевые слова: интенсивное лесовосстановление; пилотные лесные районы; целевые породы; рубки ухода в молодняках; смена породного состава; экстенсивная модель.

B. D. Romanuk

DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF THE INTENSIVE MODEL FOR THE FORMING OF THE TARGET STRUCTURE OF FORESTS

The article by a representative of the organization that develops the Concept of Intensive Use and Reproduction of Forests discusses specific problems and tasks of further large–scale implementation of the intensive model to improve the quality of the Russian forest fund. The thesis is substantiated that the basis for ensuring the economic efficiency of a full cycle of forest cultivation is the forming of young stands with a target tree species structure and an optimal number of trunks. In conditions of the dominance of natural regeneration and the presence of huge areas of young stands with a predominance of soft-wooded broadleaved species, tending fellings in young stands and their effectiveness come to the fore. According to the results of modeling based on data on trial areas, a high level of silvicultural efficiency of tending fellings in young stands according to the standards of the intensive model is shown in comparison with traditional tending fellings and natural forming of young stands.

Keywords: intensive forest regeneration; pilot forest areas; target tree species; tending fellings in young stands; change of tree species composition; extensive model.

С 2014 года Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства выступал организацией, ответственной за разработку Концепции интенсивного использования и воспроизводства лесов, за реализацию дорожной карты Минприроды России и Рослесхоза по переходу на интенсивную модель, а также за практическую разработку новой системы нормативов и их внедрение на уровне регионов и в лесопромышленных компаниях. В течение шести лет были разработаны новые нормативы для шести пилотных лесных районов. Два из них находятся в Сибири — это Среднеангарский таежный лесной район Иркутской области и Байкальский горный лесной район, включающий территории отдельных районов Республики Бурятия, Иркутской области и Забайкальского края.

Эти нормативы были обсуждены, неоднократно апробированы на практике, доведены до Минюста России, утверждены им, после чего включены в нормативные правовые акты и плановые документы — лесные планы регионов и проекты освоения лесов. На уровне компаний также была проведена большая работа по обучению специалистов и практическому внедрению этих нормативов.

В течение прошедших 10 лет мы получили достаточно большой опыт и сформировали представление о том, как происходит внедрение интенсивной модели, каковы ее «плюсы» и «минусы», с какими трудностями приходится сталкиваться, как этот процесс развивается. И если говорить о крупных арендаторах, можно сказать, что для них переход на интенсивную модель предполагает, прежде всего, формирование насаждений определенного качества по прошествии цикла воспроизводства леса. Начинаться процесс формирования требуемых насаждений должен уже на этапе молодняков, которые создаются из так называемых целевых пород, как правило, хвойных. Но сейчас во многих регионах в число целевых часто включают и березу из-за ее экономической ценности. Это первое.

Далее, в процессе развития эти молодняки уже не должны существенно менять свой состав. И третье — в молодняках должен быть обеспечен наибольший прирост, который достигается за счет поддержания определенной оптимальной их густоты.

Реальная ситуация в части тенденций долгосрочной динамики породного состава лесного фонда контрастирует с названными установками по формированию насаждений с целевой породной структурой. Это подтверждается, в частности, данными о снижении в течение длительного времени доли хвойных пород в расчетной лесосеке.

В лесных планах четырех лесистых регионов страны с развитым лесопромышленным комплексом — республик Карелия и Коми, Иркутской области и Красноярского края — в качестве основного способа лесовосстановления заложено естественное возобновление, доля которого варьирует от 74,3 % в Республике Карелия до 95 % в Красноярском крае. Комбинированное возобновление в указанных регионах в сколько-нибудь значимом объеме предусмотрено только в Иркутской области (4,6 %). Соответственно, доля искусственного возобновления незначительна и колеблется по регионам от 5 до 25,7 %. То есть тенденция смены хвойных пород на лиственные, по сути, заложена на уровне

планирования мероприятий по лесовосстановлению и обусловлена низкой интенсивностью лесного хозяйства и экономическим состоянием лесного сектора.

Параметры молодняков, формирующихся в результате естественного возобновления после сплошных рубок, в том числе рубок с сохранением подроста, на примере четырех пилотных лесных районов приведены в табл. 1. Эти данные получены на основе моделирования по 1015 пробных площадей полевого обследования и повыдельным базам данных по пилотным лесным районам.

Таблица 1

Характеристика молодняков, полученных при естественном возобновлении после сплошных рубок, для четырех пилотных лесных районов

Лесной район	Доля площади фонда с преобладанием хвойных пород, проц.	в т.ч. с нормативным числом стволов, проц.	Доля хвойных пород в составе среднего насаждения, проц.	Число стволов на 1 га, шт./га
Двинско-Вычегодский таежный	7,3	0,1	15	25 001
Балтийско-Белозерский таежный	5,1	0,1	12	24 796
Карельский таежный	5,8	2,4	13	12 439
Карельский северо-таежный	42,5	15,7	33	8 246

Приведенные в табл. 1 данные свидетельствуют, что доля площади естественных молодняков с преобладанием хвойных пород очень небольшая — 5–7 %. Только в особых условиях Севера Карелии эта доля достаточно велика — более 40 %. При этом доля естественных молодняков с нормативным числом стволов, то есть таким, при котором достигается наибольший прирост и нет взаимного угнетения деревьев, по двум районам стремится к нулю, в одном районе очень незначительна (2,4 %) и только в Карельском северо-таежном районе составляет около 16 %. Таким образом, естественное возобновление лесов после сплошных рубок формирует перегущенные молодняки с очень низкой долей насаждений с преобладанием хвойных пород. При этом, не смотря на незначительную долю участия хвойных пород в составе среднего насаждения (12–33 %), абсолютное число хвойных стволов составляет от полутора до четырех тысяч штук на 1 га, что соответствует нормативному значению при искусственном лесовосстановлении.

Данные табл. 1 указывают, в первую очередь, на тенденцию массовой смены хвойных лесов на лиственные. Переломить эту тенденцию возможно путем увеличения доли искусственного лесовосстановления. При этом способе лесовосстановления наилучшие результаты для формирования нужной породной структуры молодняков обеспечивает использование посадочного материала с закрытой корневой системой.

Однако для того, чтобы переломить тенденцию массовой смены породного состава лесов, долю искусственного лесовосстановления нужно увеличить не на проценты, а многократно. Несмотря на достаточно жесткую политику Мин-

природы и Рослесхоза, проводимую ими в последние годы в части увеличения доли искусственного лесовосстановления в лесных планах регионов и в проектах освоения лесов арендаторов, достичь этого на практике пока не получилось и не получится в обозримой перспективе ввиду организационных, экономических и инфраструктурных ограничений. Для этого сейчас нет ни людских, ни организационных, ни финансовых ресурсов. В настоящее время, после интенсивных лесозаготовок в течение последних 30 лет, уже накоплены огромные площади естественных молодняков, которые в будущем сформируют леса с преобладанием лиственных пород.

Крупные арендаторы лесного фонда заинтересованы в воспроизводстве качественного леса. Однако, будучи представителями частного лесопромышленного бизнеса, арендаторы рассматривают создание лесных культур как долгосрочные инвестиции, которые при существующих коэффициентах дисконтирования могут окупаться только при достаточно коротких оборотах рубки. То есть экономическая целесообразность вложения средств в создание лесных культур может быть обеспечена только при снижении возрастов рубки до 50–60 лет. Но говорить об этом корректно только при условии, что будут выполняться все этапы ухода за лесами — рубки ухода в молодняках, в средневозрастных насаждениях — с тем, чтобы к указанному возрасту можно было получать, в том числе, крупный пиловочник. Сниженные до названного уровня возрасты рубки могут быть достигнуты только при очень интенсивном лесном хозяйстве, что в настоящее время является далекой перспективой.

Таким образом, по экономическим и организационным условиям лесного сектора, в настоящее время и в среднесрочной перспективе крайне сложно рассчитывать на лесные культуры как на основной инструмент формирования целевой породной структуры лесов.

Продолжая рассмотрение проблем формирования целевой породной структуры лесов, обобщим сказанное выше. Естественное лесовосстановление, практически не требующее затрат и реализуемое, в том числе, путем сохранения подроста при сплошных рубках, приводит преимущественно к формированию молодняков с преобладанием лиственных пород. Об этом свидетельствуют данные, представленные в табл. 1. Искусственное лесовосстановление способно обеспечить формирование лесов с целевой породной структурой, но требует высоких затрат и, как было показано выше, в среднесрочной перспективе не станет основным инструментом реализации этой задачи.

Еще одной проблемой искусственного лесовосстановления является практически стопроцентное вторичное зарастание лиственными породами культур, созданных, в том числе, с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой. Эта тенденция наиболее сильно проявляется в европейской части России и на глинах. Здесь на первый план выходят рубки ухода в молодняках и их эффективность. Уровень затрат на рубки ухода в молодняках можно оценить как средний. А если провести рубку ухода в лесоводственно оптимальные сроки, то затраты на рубку в один прием можно рассматривать как достаточно низкие.

Сейчас есть два варианта регулирования рубок ухода в молодняках. Это рубки ухода по новым нормативам интенсивной модели и регламентируемые по «обычным» нормативам — нормативам экстенсивной модели — рубки ухода. Как известно, основные изменения нормативной базы при переходе на интенсивную модель связаны с лесовосстановлением, но, в еще большей степени, касаются рубок ухода в молодняках. В части лесовосстановления основное изменение традиционной системы заключается в том, что арендатор вправе сам выбирать способ лесовосстановления, но оценка результатов лесовосстановления проводится не позднее, чем через три года после сплошной рубки[1].

Что касается рубок ухода в молодняках, то подходы к их регулированию в рамках интенсивной модели радикально отличаются от традиционных подходов. Сравнение нормативов рубок ухода в молодняках в рамках интенсивной и экстенсивной моделей приведено в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение нормативов рубок ухода в молодняках для экстенсивной и интенсивной моделей ведения лесного хозяйства

Показатель	Экстенсивная модель	Интенсивная модель
Цель проведения рубки	Формирование молодняков хвойных пород	Формирование молодняков целевых пород с максимальным приростом
Критерий назначения рубки	Возраст, минимальная сомкнутость крон до и после рубки	Возраст, минимальное число стволов целевых пород
Критерий выполнения рубки	Минимальная сомкнутость, интенсивность выборки	Число стволов целевых пород в диапазоне от минимально до максимально допустимого
Список целевых пород	Хвойные породы	Целевые породы, включая лиственные
На что ориентирован уход	Формирование хвойных насаждений с любым числом стволов или частичное освобождение хвои в лиственных насаждениях	Формирование насаждений целевых пород с равномерным размещением деревьев и их числом, обеспечивающим максимальный прирост
Метод изреживания	Все возможные, включая коридоры, кулисы и равномерный	Только равномерный
Ограничение по интенсивности рубки	Есть, с небольшими исключениями по районам и условиям	Нет, рубка ведется до достижения заданного числа стволов
Фактические требования по повторяемости применения рубки	Многократная	Как правило, однократная
Формат требования	Отличается для осветления и прочисток	Единый
Контроль рубки	Учет вырубленной древесины через складочные кубометры	Учет числа оставляемых стволов целевых пород на гектар, равномерность размещения целевых пород
Зависимость назначения от характеристик молодняков	Очень детальная в зависимости от доли хвойных пород в составе, от группы типов леса, от сомкнутости крон	От группы типов леса, целевой породы и числа стволов целевых пород

[1] Правила лесовосстановления : утверждены приказом Минприроды России от 29 декабря 2021 г. № 1024.

Можно сказать, что основное отличие интенсивной и экстенсивной моделей заключаются в применяемых критериях назначения и контрольных индикаторах рубок ухода в молодняках. При традиционном регулировании таковыми являются сомкнутость крон и интенсивность по запасу[1]. При этом за той или иной сомкнутостью крон может стоять совершенно любое число стволов — до десятков тысяч.

Главным критерием назначения и контрольным индикатором рубок ухода в молодняках в рамках интенсивной модели выступает число стволов целевых пород. Рубка проводится таким образом, чтобы после нее, вне зависимости от исходного числа стволов, оставалось нормативное число стволов — обычно это от двух до трех тысяч. При таком подходе интенсивность рубки перестает быть регулирующим параметром, не рассчитывается и не фигурирует.

В течение этого года нашим институтом была проделана работа для получения результатов, по поводу которых у нас давно идут дискуссии на уровне Минприроды, Рослесхоза, региональных правительств, а также с участием широкой среды экспертов и заинтересованных лиц, имеющих отношение к развитию лесного комплекса. Речь идет о том, насколько новый подход к организации рубок ухода может улучшить лесной фонд в части формирования насаждений с целевой породной структурой.

Проделанная работа технически была очень непростой, поскольку в рамках лесоустройства не формируются необходимые исходные данные, позволяющие ответить на вопрос об эффективности рубок ухода по нормативам интенсивной модели. Как было сказано выше, необходимые данные по числу стволов, по составам молодняков были получены на основе моделирования по 1015 пробных площадей полевого обследования и повыдельным базам данных по пилотным лесным районам. Репрезентативность данных обеспечивалась размерами исследуемых территорий в рамках пилотных лесных районов — от 1 до 4,5 млн га.

Таблица 3 позволяет сравнить результаты применения рубок ухода в молодняках по нормативам интенсивной модели с результатами применения рубок ухода по экстенсивной модели и с естественным развитием молодняков, формирующихся после сплошных рубок, в разрезе четырех пилотных лесных районов Европейской части России. В качестве целевых пород при формировании данных в этой таблице выбраны сосна, ель и береза.

Данные табл. 3 свидетельствуют о высоком уровне эффективности применения рубок ухода в молодняках по нормативам интенсивной модели при формировании не просто площадей с преобладанием целевых пород, а площадей с преобладанием целевых пород и с нормативным числом стволов на 1 га. Расчеты показали, что доля таких площадей по исследованным лесным районам должна составлять от 80 до 96 %.

Как уже было показано выше (табл. 1), в результате естественного возобновления лесов после сплошных рубок и естественного хода роста формируются перегущенные молодняки с низкой долей насаждений с преобладанием хвойных пород.

[1] Правила ухода за лесами : утверждены приказом Минприроды России от 30 июля 2020 г. № 534

Таблица 3

Результаты рубок ухода по нормативам интенсивной модели в сравнении с естественным развитием молодняков и результатами традиционных рубок ухода (целевые породы: сосна, ель, береза)

Способ формирования молодняков	Целевой состав: Сосна+Ель+Береза			Число стволов на 1 га, шт./га
	Доля площади фонда с преобладанием С, Е, Б, проц.	в т.ч. с нормативным числом стволов, проц.	Доля С, Е, Б в составе среднего насаждения, проц.	
Двинско-Вычегодский таежный лесной район				
Естественный ход роста	65,8	0,2	64	25 001
Экстенсивная модель рубок ухода	76,7	37,5	62	12 520
Интенсивная модель рубок ухода	96,5	96,4	88	3 131
Балтийско-Белозерский таежный лесной район				
Естественный ход роста	49,3	0,1	48	24 796
Экстенсивная модель рубок ухода	62,3	29,5	46	15 610
Интенсивная модель рубок ухода	93,6	93,1	82	3 101
Карельский таежный лесной район				
Естественный ход роста	59,0	5,4	54	12 439
Экстенсивная модель рубок ухода	66,6	20,1	55	9 871
Интенсивная модель рубок ухода	83,4	79,4	63	3 844
Карельский северо-таежный лесной район				
Естественный ход роста	81,4	18,1	71	8 246
Экстенсивная модель рубок ухода	86,9	43,2	75	6 656
Интенсивная модель рубок ухода	95,2	91,7	94	3 074

Доля лесных площадей с преобладанием целевых пород и с нормативным числом стволов молодняков, формируемых экстенсивными рубками ухода, составляет от 20 до 43 %.

Еще один момент, на который хотелось бы обратить внимание, касается такого, влияющего на успешность естественного возобновления хвойных пород, фактора, как минерализация почвы. В Карельском таежном, Карельском северо-таежном и Среднеангарском таежном лесных районах, где по естественно-историческим условиям всегда была велика доля сосновых насаждений, массовый переход на заготовку древесины многооперационной колесной техникой привел к ухудшению естественного возобновления сосны. Как ни парадоксально это звучит, но повреждения почвы гусеницами машин, трелюемыми по земле деревьями выполняли функцию минерализации почвы.

Подтверждения этому автор настоящей статьи неоднократно наблюдал и в Приангарье на примере молодняков 40–50-летнего возраста, которые формировались после рубок сосняков с использованием гусеничных валочно-

пакетирующих машин. Несмотря на то, что эти машины подвергались критике за разрушение почвы, после их применения, как правило, возобновлялись и формировались перегущенные, отличные, стопроцентные сосняки. Если смотреть сейчас на молодняки, которые естественно возобновились в течение последних 25 лет, то, в них огромная доля, в том числе, осины, которая забивает сосну. В этой связи можно рекомендовать массовое применение минерализации почв после проведения рубок с тем, чтобы обеспечить успешное естественное возобновление сосны.

Подводя итог всему сказанному, можно сформулировать ряд выводов. В условиях перехода на интенсивную модель ведения лесного хозяйства вопрос интенсивного лесовосстановления необходимо рассматривать в контексте формирования молодняков с целевой породной структурой и оптимальным количеством стволов. Формирование таких молодняков закладывает основу для обеспечения экономической эффективности полного цикла лесовыращивания от лесовосстановления до финальной рубки за счет увеличения прироста и получения большего объема и лучшего качества древесины при проходных рубках и рубке спелых насаждений. Интенсивные рубки ухода позволяют в большинстве лесных районов сформировать необходимую целевую породную структуру лесов с оптимальным количеством стволов из естественных молодняков.

Эффективность рубок ухода по экстенсивной модели составляет около половины от уровня эффективности рубок ухода по интенсивной модели, если рассматривать только формирование породного состава — прежде всего, насаждений с преобладанием хвойных пород. Если рассматривать задачу формирования хвойных насаждений с нормативным числом стволов, то эффективность рубок ухода по традиционной модели составляет лишь 20–30 % от уровня эффективности интенсивных рубок ухода.

В таежной зоне России в настоящее время сложилась следующая ситуация: после 30 лет интенсивных лесозаготовок накопились огромные площади естественно сформировавшихся молодняков с преобладанием лиственных пород при том, что доля искусственного лесовосстановления в таежной зоне низкая и не может быть быстро увеличена по экономическим и организационным причинам. Таким образом, созданы предпосылки для резкого ухудшения качества лесного фонда в последующие 40–60 лет на территориях лесного фонда, передаваемых арендаторам, что будет снижать эффективность лесной отрасли в целом.

Для районов с интенсивной моделью ведения лесного хозяйства выход может заключаться в значительном увеличении объема рубок ухода за естественными молодняками по новым нормативам, что позволит если не переломить тренд ухудшения качества лесного фонда, то существенно увеличить долю хвойных пород при минимальных затратах. Искусственное лесовосстановление в условиях дефицита ресурсов должно осуществляться, в первую очередь, на территориях с наиболее продуктивными лесорастительными условиями, где при естественном возобновлении начнут доминировать лиственные породы.

С учетом региональной специфики должны разрабатываться реалистичные планы воспроизводства лесов, сочетающие искусственное лесовосстанов-

ление и рубки ухода в молодняках. Реализация таких планов должна сформировать требуемую породную структуру лесов на значительной доле площадей.

Информация об авторе

Романюк Борис Дмитриевич — кандидат сельскохозяйственных наук, начальник научно-исследовательского отдела лесопользования и лесоустройства, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 194021, г. Санкт-Петербург, Институтский проспект, 21, borisroman@rambler.ru.

Author

Romanuk Boris Dmitrievich — Ph. D. in Agricultural Science, Head at the Research Department of Forest Exploitation and Forest Regulation, Saint Petersburg Forestry Research Institute, 21 Institutsky Ave., Saint Petersburg, 194021, borisroman@rambler.ru.

УДК 630*52:630*

А. А. Онучин,
И. М. Данилин,
И. А. Целитан

ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ С ПОВЫШЕННЫМ УГЛЕРОДДЕПОНИРУЮЩИМ ПОТЕНЦИАЛОМ

Рассматриваются существующие и перспективные способы создания лесных насаждений с повышенным углероддепонирующим потенциалом. Предлагается высокоэффективный метод формирования карбоновых ферм в сосновых молодняках и средневозрастных насаждениях естественного формирования, позволяющий кратно увеличить углероддепонирующие функции лесных экосистем, их природоресурсную, природоохранную и коммерческую ценность на российском и международных лесных рынках.

Ключевые слова: лесное хозяйство; промышленная экология; климатические изменения; углеродная нейтральность продукции предприятий и компаний; лесоклиматические проекты.

A. A. Onuchin,
I. M. Danilin,
I. A. Tselitan

CREATION OF FOREST STANDS WITH INCREASED CARBON DEPOSITING POTENTIAL

This article examines existing and promising methods for creating forest stands with increased carbon sequestration potential. A highly effective method for establishing carbon farms in young and middle-aged pine stands of natural formation is proposed. This method allows for a significant increase in the carbon sequestration functions of forest ecosystems, as well as their natural resource, conservation, and commercial value in Russian and international forest markets.

Keywords: forestry; industrial ecology; climate change; carbon neutrality of enterprise and company products; forest climate projects.

При реализации лесоклиматических проектов в различных странах мира и в России в настоящее время используются различные подходы и приемы для достижения углеродной нейтральности[1] при производстве промышленной продукции и определении углероддепонирующих функций лесов [1–15].

[1] Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года : Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р. // СПС «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru.

В практике лесного хозяйства хорошо известен и широко применяется способ создания защитных лесных насаждений — лесных полос, почво- и водоохранных насаждений [16; 17], др. виды и типы искусственно созданных защитных лесных насаждений [18], в которых регулируется густота и схемы посадки деревьев, породный состав древесных растений.

Недостатком отмеченных выше способов является отсутствие достоверных критериев поглощения углерода, низкая лесоводственная, экологическая и климаторегулирующая эффективность, высокая стоимость создания и уходов за насаждениями.

Наиболее близким способом, являющимся прототипом лесных карбоновых ферм, является создание лесных культур и других видов искусственно созданных лесных насаждений, в которых регулируется возраст, густота и схемы посадки деревьев, породный состав древесных растений.

Вместе с тем, и данный способ обладает существенным недостатком, т. к. не обеспечивает получения достоверных и точных критериев поглощения углерода и достижения определенной климаторегулирующей эффективности.

Разработанный и апробированный в ИЛ СО РАН способ создания лесных карбоновых ферм позволяет осуществлять регулирование густоты и полноты насаждений посредством рубок ухода, направленных на формирование структуры насаждений, что позволит обеспечить в каждом возрасте максимальный текущий прирост и, соответственно, депонирование атмосферного углерода.

Основным результатом предлагаемого способа формирования карбоновых ферм является возможность кратного повышения углероддепонирующей способности насаждений и их климаторегулирующей эффективности.

Формирование лесных карбоновых ферм предлагается проводить в сосновых молодняках и средневозрастных древостоях естественного формирования, усиливающих и пролонгирующих углероддепонирующие функции насаждений.

В первый прием рубок удаляются деревья сопутствующих пород, угнетенные и усыхающие деревья. Если после первого приема рубки структура насаждения (густота и полнота) остается не соответствующей максиму депонирования углерода, проводится второй прием рубок ухода. Вторым приемом удаляются отстающие в росте деревья и формируется структура насаждения, соответствующая максимальному депонированию углерода в данном возрасте. Проведение рубок допускается как посредством маневренной агрегатной техники, так и с помощью бензопил.

Сущность предлагаемого способа заключается в использовании структурно-возрастных оптимумов продуктивности сосновых древостоев, позволяющих посредством регулирования их густоты в каждом возрасте обеспечивать максимальный текущий прирост и, соответственно, депонирование атмосферного углерода. Данный способ применим в сосняках с относительной полнотой не ниже 1,0.

Посредством анализа экспериментальных данных по текущему приросту древесины в сосняках первого класса бонитета различного возраста и структуры (густота, полнота), а также таблиц хода роста и данных из литературных источни-

ков, выявлена зависимость текущего прироста от густоты и относительной полноты древостоев. Оптимальная структура насаждений определяется по формуле:

$$P_r = 0{,}8 \cdot P \cdot (1{,}51 - 0{,}012 \cdot A + 0{,}000073 \cdot A^2) \cdot (0{,}865 + 0{,}645 \cdot N - 0{,}033 \cdot N^2 + 0{,}43 \cdot A + 0{,}071 \cdot A \cdot N - (0{,}0044 + 0{,}0007 \cdot N + 0{,}0002 \cdot N^2) \cdot A^2),$$

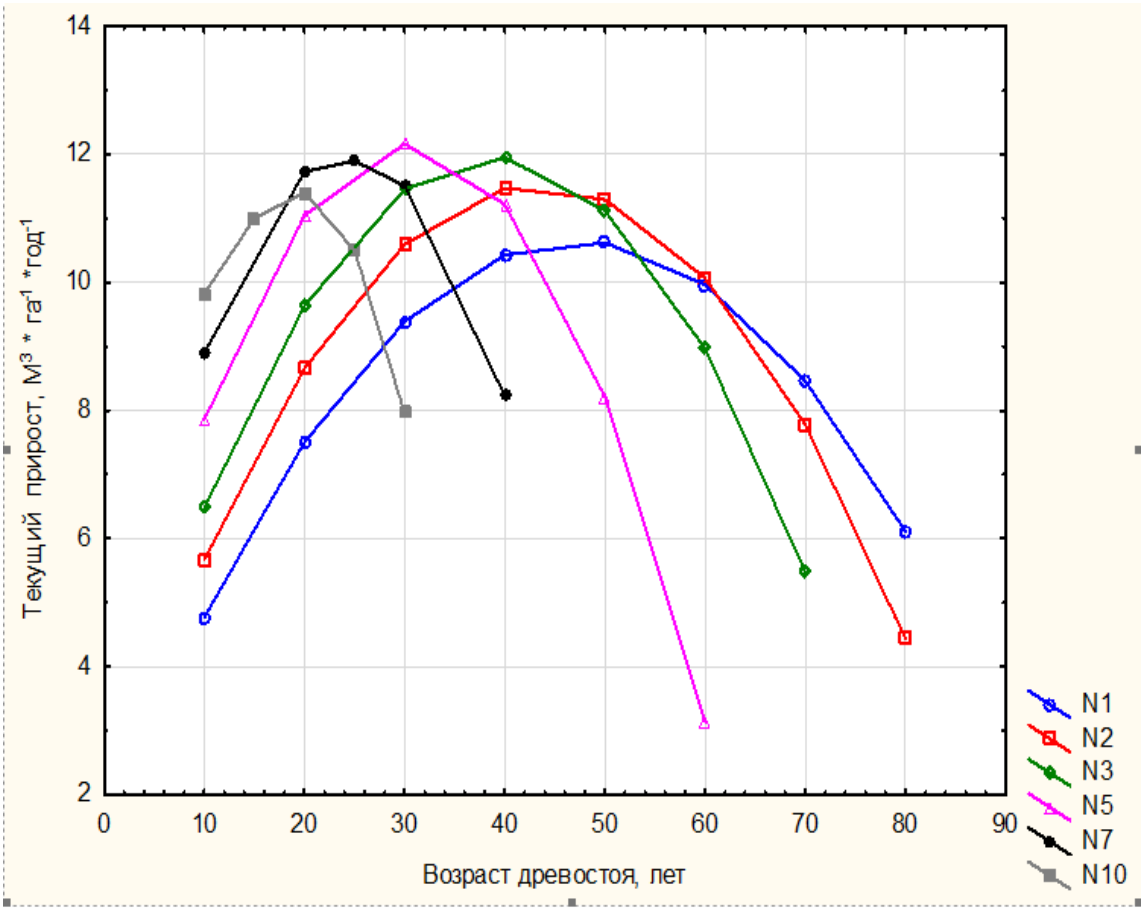
где P_r — текущий прирост по общей продуктивности, $м^3 \cdot га^{-1} \cdot год^{-1}$;

P — относительная полнота древостоя, в долях от единицы;

N — число деревьев на одном гектаре;

A — возраст древостоя, лет.

Графическое отображение зависимости, по которой определяется текущий прирост и соответственно депонирование атмосферного углерода при полноте 1,0 в соответствующем возрасте при различном количестве деревьев на одном гектаре, представлено на рисунке.



Зависимость текущего прироста полных сосновых древостоев (полнота 1,0) от возраста при разном количестве деревьев на одном гектаре: N1, N2, N3, N5, N7, N10, соответственно — 1 000, 2 000, 3 000, 5 000, 7 000 и 10 000 деревьев на одном гектаре

При полноте древостоя выше 1,0 значения прироста определяются по формуле с учетом актуальной полноты древостоев, либо графические значения умножаются на значение относительной полноты древостоев (рисунок).

Учитывая, что 1 м^3 древостоя поглощает 0,75 т атмосферного CO_2, представляется возможным рассчитать объемы поглощения CO_2 карбоновыми фермами через текущий прирост.

Предлагаемый способ позволяет посредством рубок сформировать таксационную структуру древостоев, обеспечивающую наибольший прирост и соответственно максимальное депонирование атмосферного углерода в соответствующем возрасте. Оценивая посредством рассчитанной модели динамику прироста сосновых древостоев, представляется возможным планировать и реализовывать лесохозяйственные мероприятия, направленные на усиление углероддепонирующих функций насаждений и обеспечить желаемый эффект депонирования углерода на каждом этапе роста формируемых карбоновых ферм. Наибольший эффект депонирования атмосферного углерода посредством формирования карбоновых ферм проявляется в возрасте от 20 до 60 лет, в период наиболее интенсивного роста сосновых древостоев, связанного с биологическими особенностями этого вида древесных растений.

Поэтапный разноприемный подход в формировании насаждений рубками в каждый возрастной период, позволяет достигать максимальных достоверных и контролируемых показателей депонирования углерода.

Предлагаемый способ формирования лесных карбоновых ферм будет содействовать получению новых знаний и выявлению закономерностей структурно-функциональной организации, биологической продуктивности и углероддепонирующих функций лесных экосистем, окажет существенное воздействие на развитие различных смежных областей науки и новых технологий. Результаты применения способа в практической сфере послужат основой для развития новой методологии лесовыращивания, формирования лесных экосистем высокого природоресурсного и природоохранного содержания, имеют высокую потенциальную коммерческую ценность на российском и международных лесных рынках.

Список использованной литературы

1. Федоров Б. Г. Поглощающая способность лесов России и выбросы углекислого газа энергетическими объектами / Б. Г. Федоров, Б. Н. Моисеев, Ю. В. Синяк // Проблемы прогнозирования. — 2011. — № 3 (126). — С. 127–142. — EDN OCPMUB.

2. Добровольные системы и стандарты снижения выбросов парниковых газов / М. А. Юлкин, В. А. Дьячков, А. В. Самородов, А. О. Кокорин. — Москва : Всемирный фонд дикой природы, 2013. — 100 с. — ISBN 978-5-9903641-6-5. — EDN RWHUMB.

3. Швиденко А. З. Углеродный бюджет лесов России / А. З. Швиденко, Д. Г. Щепащенко // Сибирский лесной журнал. — 2014. — № 1. — С. 69–92. — EDN SLRSSH.

4. Wallas-Wells D. The uninhabitable Earth: Life after warming. — New York, USA: Tim Duggan Books, 2019. — 320 p.

5. Битва за климат: карбоновое земледелие как ставка России: экспертный доклад // под ред. А. Ю. Иванова, Н. Д. Дурманова. — Москва : Изд. дом НИУ ВШЭ, 2021. — 120 с.

6. Демин М. В. Карбоновый полигон: Калининградская область. — Калининград : БФУ им. И. Канта, 2021. — 25 с.

7. Карбоновые полигоны. Минобрнауки России — Пилотный проект. Итоги первого года. — Москва : Инконсалт, 2021. — 26 с. — URL: https://carbon-polygons.ru/images/almanac-carbon-polygons-2021.pdf (дата обращения: 10.11.2025).

8. Помогаев В. Карбоновые полигоны открывают путь к колоссальным финансам / В. Помогаев // Омск-инфо. — 25 марта. — 2021. — URL: https://omskinform.ru/news/152989 (дата обращения: 22.10.2025).

9. Как Россия создает сеть карбоновых полигонов и зачем они нужны / Recicle. — 03 нояб. — 2021. — URL: https://recyclemag.ru/article/rossiya-sozdaet-karbonovih-poligonov-zachem-nuzhni (дата обращения: 24.10.2025).

10. Уфимцев В. И. Карбоновые фермы — отвалы угольных предприятий Кузбасса / В. И. Уфимцев, А. Н. Куприянов // Уголь. — 2021. — № 11 (1148). — С. 56–60.

11. Carbon sequestration leadership forum. Project summaries, 2022 / PSLF. — сайт : — URL: https://www.cslforum.org/cslf (дата обращения: 22.10.2025). https://usea.org/event/carbon-sequestration-leadership-forum-americas-regional-dialogue (дата обращения: 24.10.2025).

12. Карбон Поволжье // Казань: Казанский федеральный университет. — 2022. — URL: https://carbon.kpfu.ru (дата обращения: 22.10.2025).

13. Карбоновая ферма «Росянка» на торфянике Виттгирренском // Карбоновые полигоны Российской Федерации: Научно-образовательный проект по изучению климатически активных парниковых газов, 2022. — URL: https://rosyanka.kantiana.ru/farm (дата обращения: 24.10.2025).

14. Полигон Чашниково. — Москва : МГУ им. М. В. Ломоносова, 2022. — URL: https://carbon.msu.ru (дата обращения: 24.10.2025).

15. Лесоклиматические проекты, их углеродный потенциал, преимущества и недостатки // Климатическая платформа. Москва : Департамент природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы, 2022. — URL: https://climate-change.moscow/article/lesoklimaticheskie-proekty-ih-uglerodnyy-potencial-preimushchestva-i-nedostatki (дата обращения: 24.10.2025).

16. Защитные лесные насаждения / Лесная энциклопедия ; гл. ред. Г. И. Воробьёв. — Москва : Советская энциклопедия, 1986. — Т. 1. — 563 с.

17. Водоохранные леса / Лесная энциклопедия ; гл. ред. Г. И. Воробьёв. — Москва : Советская энциклопедия, 1986. — Т. 1. — 563 с.

18. Система защитных лесных насаждений / Лесная энциклопедия ; гл. ред. Г. И. Воробьёв. — Москва : Советская энциклопедия, 1986. — Т. 2. — 631 с.

Информация об авторах

Онучин Александр Александрович — доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией лесоведения и почвоведения, директор Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН — обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50/28, onuchin@ksc.krasn.ru.

Данилин Игорь Михайлович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории лесоведения и почвоведения, Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН — обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50/28, danilin@ksc.krasn.ru.

Целитан Ирина Анатольевна — кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории таксации и лесопользования, Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН — обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50/28, sjfs@ksc.krasn.ru.

Authors

Onuchin Alexandr Alexandrovich — D. Sc. in Biology, Professor, Head at the Laboratory of Forest and Soil Science, Director at the V. N. Sukachev Institute of Forest of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences – a Separate Division of the Krasnoyarsk Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 50/28 Akademgorodok Str., Krasnoyarsk, 660036, onuchin@ksc.krasn.ru.

Danilin Igor Mikhailovich — D. Sc. in Agricultural Sciences, Professor, Leading Research Scientist at the Laboratory of Forest and Soil Science, V. N. Sukachev Institute of Forest of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences – a Separate Division of the Krasnoyarsk Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 50/28 Akademgorodok Str., Krasnoyarsk, 660036, danilin@ksc.krasn.ru.

Tselitan Irina Anatolyevna — Ph. D. in Biology, Research Scientist at the Laboratory of Forest Inventory and Forest Exploitation, V. N. Sukachev Institute of Forest of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences – a Separate Division of the Krasnoyarsk Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 50/28 Akademgorodok Str., Krasnoyarsk, 660036, sjfs@ksc.krasn.ru.

УДК 630.51 (571.6)

В. С. Грек,
Н. В. Романова,
О. В. Гузеева

ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ СЛОЖНЫХ ЛЕСОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Разработана методика построения цифровых моделей сложных лесов Дальнего Востока. Исходными данными для цифровых моделей служат координаты и размеры деревьев. Параметры размещения деревьев получены на основе разбиения площади на полигоны Вороного. Основными определяемыми параметрами являются: число соседей, расстояния между деревьями, площадь ячейки. С помощью параметров размещения вычисляются индивидуальные показатели состава, густоты, полноты и запаса в насаждении.

Ключевые слова: цифровая модель леса; исходные данные; параметры размещения деревьев; индивидуальные показатели насаждения.

V. S. Grek,
N. V. Romanova,
O. V. Guzeeva

DIGITAL MODELS OF COMPLEX FORESTS IN THE FAR EAST

A method for constructing digital models of complex forests in the Far East has been developed. The initial data for the digital models are the coordinates and sizes of the trees. The parameters of tree placement are obtained based on the division of the area into Voronoi polygons. The main parameters that are determined are: the number of neighbors, the distances between the trees, the area of the cell. Using the placement parameters, individual indicators: species composition, quantity, the sum of the cross sections, stock in the plantation are calculated.

Keywords: digital forest model; initial data; parameters of tree placement; individual indicators of plantation.

Отличительными особенностями пространственного строения древостоев сложных лесов юга Дальнего Востока России являются: ярусность, разновозрастность и многопородность видового состава [1]. Сложность строения насаждений усугубляется последствиями разновременного ведения выборочного хозяйства, заготовкой древесины при реконструкции насаждений, преобладанием естественных методов лесовосстановления при минимальном количестве лесокультурных площадей, наличием подпологовых культур, а также повышенным содержанием в составе лесов эндемичных, реликтовых, редких и особо ценных видов растений и мест их обитаний. Основными задачами современных научных разработок по-прежнему остаются: сохранение уровня лесистости, восста-

новление коренных типов леса, улучшение породного состава и повышение ресурсной продуктивности дальневосточных лесов. Решение этих задач в лесной отрасли невозможно без ведения выборочного хозяйства и внедрения цифровизации на основе надежной методики моделирования пространственного строения древостоев — построения цифровой модели леса.

Методика построения цифровой модели леса опирается на представление о лесе как части биосферы или лесного биогеоценоза как целостного пространства, объектами моделирования в котором являются горизонтальные проекции объемных фигур, представляющие собой деревья с примыкающей к ним частью лесной среды. Геометрическая интерпретация представления о лесе как части надземного пространства приводит к построению цифровой модели леса, имеющей сложную внутреннюю структуру и строго определенные границы с конкретными количественными характеристиками площади, высоты и объема. При этом основными составляющими пространственной цифровой модели являются растущие деревья и внутренняя лесная среда, качественно отличающаяся от внешней среды. Внутренняя лесная среда является неотъемлемой частью леса. Из этого следует, что в пространственной модели элементарной частицей леса (порцией, квантом) нужно считать не декларируемую однородную совокупность деревьев, и даже не просто отдельное дерево в лесу, как эдификатора насаждения, а каждое из деревьев с частью внутренней лесной среды, примыкающей к нему ближе, чем к любому другому без разрывов и наложений. Таким образом, формируется ячейка в однородной части насаждения (пробной площади, выделе, лесном массиве), состоящая из центрального элемента (дерева или его геометрического центра) и примыкающего к нему пространства части лесной среды, имеющего определенные границы. Координаты всех центральных элементов, наименования пород (видов), размеры деревьев и сами полигоны (ячейки) в совокупности представляют цифровую пространственную (квантовую) модель леса. И тогда определение традиционных (средних) таксационных характеристик насаждений обусловлено не случайными, но вполне конкретными измерениями размеров, возраста, расстояний ближайшего соседства между деревьями, определением площадей и объемов элементарных ячеек, и расчетом на этой основе индивидуальных и средних показателей состава, густоты, полноты и запаса.

Одним из основных измеряемых параметров размещения является расстояние между деревьями, точнее центральным элементом и ближайшими соседями. Проблема измерения расстояний ближайшего соседства ставилась ещё в 1841 году Г. Кенигом в первом в России учебнике по таксации «Лесная математика»). Он же (Готлиб Кениг) для искусственных насаждений ввел понятие «числового расстояния» в качестве расстояния ближайшего соседства между деревьями «в округе», исправленного с учетом толщины соседних деревьев [2]. Известный лесовод Карл Францевич Тюрмер в своей практической деятельности широко пользовался «числовым расстоянием» Г. Кенига для формирования искусственных сосново-еловых древостоев оптимальной густоты и структуры при проходных рубках (Пятьдесят лет лесохозяйственной практики, 1891) [3].

Позднее Д. И. Менделеевым (Измерения дерев и другие данные о природе лесов в Уральских краях, 1899 г.) предложены «расстояния до ближайших 8–10 деревьев» [4]. Для обоснования методики построения цифровых моделей леса нами использованы так же материалы наблюдений Г. Р. Эйтингена [5], многолетний труд которого сопоставим, разве, с созданием каталога звездных координат Тихо Браге в астрономии. Григорий Романович Эйтинген проводил наблюдения на 44 постоянных пробных площадях, составив на них в разное время 296 координатных графических планов. Для анализа им были использованы, в том числе, данные наблюдений за длительный период в естественных и искусственных насаждениях сосны разной густоты на координатных пробных площадях, заложенных в Лесной опытной даче Тимирязевской академии. Многолетние наблюдения за естественным сосновым насаждением охватывают период от 43- до 100-летнего возраста (43, 48, 57, 64, 70, 76, 80, 94, 100 лет). Результаты наблюдений за 150-лет обобщены Н. Н. Дубовиком, В. В. Кузьмичевым, А. В. Лебедевым [6].

При создании цифровой модели из всех компонентов леса выделены два основных: среда и древостой. Наземное пространство леса, включающее в себя элементы среды и древостоя, при проецировании на плоскость дает план естественного размещения деревьев на лесной площади. Основания деревьев на плане обозначены точками, дифференцированными по ярусам. Деревья вместе с частью лесной среды (ячейки) представляют элементарные части древостоя. В отличие от предшествующих исследований, в общем случае рассмотрена неправильная система точек. Части плоскости вокруг точек, ограниченные линиями, представляют элементы среды. Каждая из точек с окружающей ее частью плоскости образует элементарную ячейку. Теоретические границы ячеек получены методом Вороного при разбиении плоскости на полигоны, известного так же при изучении морфоструктуры насаждений как метод симметрии [7]. При таком разбиении вся плоскость — среда, занимаемая точками — деревьями, разбивается без пробелов и наложений на полигоны (многоугольники). Центры симметрии многоугольников соответствуют местоположениям оснований стволов. Многоугольники, имеющие общие стороны, являются соседними. Число сторон многоугольника в элементарной ячейке равно числу соседей.

Исходные данные для определения параметров размещения деревьев основного яруса включают полевые материалы обследования координатных пробных площадей: координаты геометрических центров стволов (крон), наименования древесных пород (видов), таксационные показатели стволов (крон) деревьев (диаметр, высота, возраст). Нами использованы материалы обследования координатных пробных площадей на лесных объектах Хабаровского и Приморского краев, Сахалинской и Амурской областей (преобладающие породы: кедр, ель, пихта, лиственница — всего 23 координатных пробных площади).

Согласно планам размещения деревьев на координатных пробных площадях в сложных по составу и строению лесах Дальневосточного федерального округа цифровые модели разработаны с использованием программы STATISTICA 10. Для этого построены диаграммы Вороного точечной модели насаждения с целью получения индивидуальных параметров размещения: чис-

ла соседей, расстояний ближайшего соседства, площадей ячеек. Общий план горизонтальной проекции размещения оснований стволов растущих деревьев главного полога на пробной площади разбивался на полигоны (ячейки) различной формы таким образом, что каждому дереву на пробной площади соответствовала ячейка с геометрическим центром в месте расположения ствола.

Поляны, прогалины, окна, внеярусная растительность определяются по координатам в горизонтальной проекции. Парцеллы, синузии, растения-индикаторы при необходимости определяются по результатам картирования в горизонтальной проекции. Планы разбиения горизонтальной проекции деревьев в насаждениях на полигоны при необходимости могут нести дополнительную нагрузку с указанием древесных пород, номеров деревьев.

Определяемые параметры и формулы: число ближайших соседей в каждой ячейке (шт.), расстояния ближайшего соседства (м), периметр полигона отдельного дерева (м), длины смежных сторон между деревьями ближайшего соседства (м), площадь поперечного сечения ствола центрального элемента ($м^2$), площадь проекции кроны центрального дерева ($м^2$), площадь каждой ячейки ($м^2$), объем ствола ($м^3$), габитуальный объем кроны ($м^3$), объем ячейки ($м^3$), густота стояния деревьев для ячейки (шт./га), индивидуальная полнота ($м^2$/га), индивидуальная сомкнутость ($м^2$/га), индивидуальный запас ($м^3$/га), индекс объема ячейки ($м^3/м^3$).

Такие фундаментальные понятия современной таксации как элемент леса, разряд высоты, среднее дерево могут быть применимы к хвойно-широколиственному лесу на Дальнем Востоке лишь условно. Часто не представляется возможным методами аналитической таксации предсказать, что скрывается за средними показателями диаметра, высоты, полноты и запаса древостоев, особенно в тех случаях, когда в их составе заметное участие принимает кедр корейский. Характер распределения и изменчивость таксационных показателей древостоя в пределах выдела определяется многообразием пород, размерами и взаимным расположением деревьев.

По результатам наших исследований структуры древостоев в сложных дальневосточных лесах на подеревном уровне установлено, что число соседей для каждого дерева в древостое может изменяться независимо от яруса от 3 до 10 штук. Мода приходится на число 6. Число соседей является наиболее стабильной величиной. На каждое дерево независимо от породы и положения в пологе приходится в среднем 6 соседей. Изменчивость этого показателя наименьшая и лежит в пределах 19–25 %.

Расстояния между деревьями по ярусам варьируют больше, чем число соседей. Вариационный размах расстояний составил 1–19 м. Один из основных параметров размещения — среднее расстояние между центральным элементом ячейки и соседом. Среднее расстояние в ячейке определяется как средневзвешенное через примыкающую к центральному элементу площадь или длину смежной стороны многоугольника, что вызывает определенные трудности. Поэтому на основе анализа корреляционного отношения между значением среднего расстояния и первыми четырьмя расстояниями до ближайших соседей мето-

дом аппроксимации показатель среднего расстояния выражен как линейная функция от третьего расстояния ближайшего соседства.

Еще больше вариационный размах и изменчивость в пределах однородной части насаждения (выдела) наблюдаются для площади ячеек, подеревной полноты и запаса. Подеревная полнота, как отношение площади сечения ствола на высоте 1,3 м к площади ячейки, может принимать значения в однородном насаждении от 4 до 64 $м^2$/га. Еще больше вариационный размах подеревного запаса (отношение объема ствола к площади ячейки), значения которого варьируют от 20 до 340 $м^3$/га.

На примере хвойных древостоев в чистых и смешанных хвойно-широколиственных лесах Дальнего Востока установлено, что средние характеристики не дают достаточно полного представления о строении сложных лесов. Изучение структуры такого древостоя с учетом параметров размещения позволило раскрыть закономерность распределения средних таксационных показателей, выявить различие между средней и подеревной характеристиками насаждения. Изменчивость таксационных показателей и неравномерность размещения деревьев по площади в наибольшей степени отражаются на распределении значений полноты и запаса на подеревном уровне. В сложных древостоях нормативы оптимальной полноты и оптимального запаса должны учитывать неравномерность и изменчивость размещения деревьев на лесной площади.

Стабильность числа соседей в элементарной ячейке дает возможность использовать третье ближайшее расстояние между деревьями для выявления связей с площадью ячеек, а, следовательно, и с подеревными показателями полноты и запаса. Статистические модели для расчета таксационных таблиц показателей индивидуальной полноты, индивидуального запаса получены методом множественного регрессионного анализа. Проведенный анализ множественной регрессии показателей параметров размещения выявил тесную связь между площадью ячейки и третьим расстоянием ближайшего соседства. Это означает, что такие трудоемкие для определения значений параметры размещений, как площадь ячейки и среднее расстояние, имеют для таксации насаждений вспомогательное нормативное значение. Определять индивидуальные таксационные характеристики густоты, полноты, запаса в насаждении для принятия решений в практических целях с помощью цифровых моделей леса можно опираясь на корреляционные связи по легко определяемым значениям: одного из расстояний ближайшего соседства, диаметру и высоте ствола.

Список использованной литературы

1. Ивашкевич Б. А. Девственный лес, особенности его строения и развития / Б. А. Ивашкевич // Лесное хоз-во и лесная промышленность. — 1929. — № 10. — С. 36–44; № 11. — С. 40–47; № 12. — С. 41–46.

2. Кениг Г. Лесная математика. / Г. Кениг. — Санкт-Петербург : Типография императорской академии наук, 1841. — 687 с.

3. Пятьдесят лет лесохозяйственной практики / сост. К. Ф. Тюрмер, лесничий Порецкой дачи наследников гр. А. С. Уварова. — Москва : Тип. Э. Лисснера и Ю. Романа, 1891. — Т. VIII. — 183 с.

4. Менделеев Д. И. Измерения деревьев и другие данные о приросте лесов в Уральских краях / Д. И. Менделеев // Работы по сельскому и лесному хозяйству. — 1954. — С. 312–380.

5. Эйтинген Г. Р. Избранные труды / Г. Р. Эйтинген. — Москва : Сельхозиздат, 1962. — 500 с.

6. Дубовик Н. Н. Результаты экспериментальных работ за 150 лет в Лесной опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии / Н. Н. Дубовик, В. В. Кузьмичев, А. В. Лебедев. — Москва : Наука, 2020. — 382 с.

7. Лебединский В. В. Метод симметрии в изучении морфоструктуры насаждений / В. В. Лебединский // Использование и воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока : тез. докл. всесоюз. конф. ноябрь 1972 г. — Хабаровск, 1972. — Ч. 1. — С. 203–205.

Информация об авторах

Грек Виктор Степанович — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела экономики, инвентаризации и воспроизводства лесов, Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 680020, г. Хабаровск, ул. Волочаевская, 71, greckviktor@yandex.ru.

Романова Наталья Васильевна — старший научный сотрудник отдела экономики, инвентаризации и воспроизводства лесов, Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 680020, г. Хабаровск, ул. Волочаевская, 71, dalniilh.fbu@yandex.ru.

Гузеева Ольга Викторовна — инженер отдела экономики, инвентаризации и воспроизводства лесов, Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 680020, г. Хабаровск, ул. Волочаевская, 71, dvniilh@gmail.com.

Authors

Grek Viktor Stepanovich — PhD in Agricultural Science, Leading Researcher at the Department of Economics, Inventory and Forest Reproduction, Far East Forestry Research Institute, 71 Volochaevskaya Str., Khabarovsk, 680020, greckviktor@yandex.ru.

Romanova Natalya Vasil'evna — Senior Researcher at the Department of Economics, Inventory and Forest Reproduction, Far East Forestry Research Institute, 71 Volochaevskaya Str., Khabarovsk, 680020, dvniilh@gmail.com.

Guzeeva Olga Viktorovna — Engineer at the Department of Economics, Inventory and Forest Reproduction, Far East Forestry Research Institute, 71 Volochaevskaya Str., Khabarovsk, 680020, dvniilh@gmail.com.

УДК 630*24

А. С. Ильинцев

РУБКИ УХОДА КАК ИНСТРУМЕНТ АДАПТАЦИИ ЛЕСОВ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА И УСИЛЕНИЯ ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА

Обобщены результаты современных научных исследований по влиянию рубок ухода на баланс углерода, продуктивность и устойчивость лесов. Выявлен значительный пробел в знаниях о долгосрочной и сложной реакции экосистем, обусловленной комплексным изменением динамики углерода в надземной биомассе, лесной подстилки и почве. Сформулированы перспективные направления будущих исследований, включая необходимость долгосрочного мониторинга, закладки экспериментов в различных лесорастительных условиях и создания унифицированной базы данных по существующим объектам. Обоснована ключевая роль умеренной интенсивности рубок ухода как компромиссной стратегии управления, способной повышать устойчивость лесов к изменению климата и поддерживать долгосрочное депонирование углерода.

Ключевые слова: почвенный органический углерод; надземная биомасса; рост деревьев; депонирование углерода; устойчивость; биоразнообразие; стратегии управления.

A. S. Ilintsev

THINNING AS A MANAGEMENT TOOL FOR ENHANCING FOREST CLIMATE ADAPTATION AND CARBON SEQUESTRATION

This paper summarizes recent scientific research on the impact of thinning operations on the carbon balance, productivity and sustainability of forests. A significant knowledge gap has been identified regarding the long-term and complex response of ecosystems, driven by intricate changes in carbon dynamics across above-ground biomass, forest litter, and soil. Promising directions for future research are outlined, including the need for long-term monitoring, establishing experiments across diverse forest site conditions, and creating a unified database of existing research plots. The key role of moderate-intensity thinning as a compromise management strategy is substantiated; this approach enhances forest resilience to climate change while supporting long-term carbon sequestration.

Keywords: soil organic carbon; aboveground biomass; tree growth; carbon sequestration; sustainability; biodiversity; management strategies.

Рубки ухода являются ключевым лесоводственным методом, непосредственно влияющим на структуру насаждения, рост деревьев, качество древесины, содержание углерода [1; 2], а также на отпад и восприимчивость деревьев к стихийным бедствиям [3].

В более широком смысле рубки ухода рассматриваются как более устойчивая альтернатива исторически сложившейся практике проведения только сплошных рубок. Понимание совместного влияния характеристик древостоя и рубок ухода, а также их взаимодействия на валовую продуктивность, отпад и, следовательно, чистую продуктивность, имеет решающее значение для правильного планирования лесоводственных мероприятий [4]. Рубки ухода также являются ключевым элементом стратегий адаптивного управления лесами [5–7] и частью интенсивного лесопользования, которое считается одним из ключевых естественных способов смягчения последствий изменения климата [8].

Хотя положительное влияние рубок ухода на рост деревьев хорошо известно, сохраняется неопределенность относительно продолжительности и видовой специфики их последствий. Также сохраняется значительный пробел в знаниях о влиянии рубок ухода на углеродный баланс лесной экосистемы, поскольку они изменяют динамику углерода во многих её компонентах.

Цель данного исследования — обобщить результаты современных научных исследований по влиянию рубок ухода на баланс углерода, продуктивность и устойчивость для выявления ключевых пробелов в знаниях и формирования перспективных направлений будущих научных исследований.

Для достижения цели проведен анализ научных статей с использованием баз данных Science Direct и Google Scholar по ключевым словам.

Рубки ухода, изменяя структуру полога и плотность насаждений, усиливают проникновение света и воды к почве, что изменяет ее температуру и влажность [9]. Эти микроклиматические сдвиги трансформируют почвенные микробные сообщества и ускоряют разложение опада, высвобождая питательные вещества для роста мелких корней [10].

Реакция лесных экосистем на изреживание многогранна и затрагивает надземные, подземные процессы и микроклимат (см. табл.). Баланс углерода экосистемы определяется валовой первичной продукцией и экосистемным дыханием, которое, в свою очередь, состоит из респираторных потерь, связанных с метаболизмом растений (автотрофное дыхание: надземное и подземное дыхание) и микробного дыхания, возникающего при разложении отмершего органического вещества (гетеротрофное дыхание (Rh)).

Недавние исследования показали, что рубки ухода оказывают значительное влияние на круговорот углерода, азота и фосфора в лесных экосистемах, изменяя поступление органического вещества, питательных веществ в почву, рост микроорганизмов и минерализацию [11–13]. Хотя рубки ухода снижают поступление питательных веществ в растения [14], они увеличивают содержание питательных веществ в почве [12].

Как правило, на компоненты почвенного органического углерода после рубок ухода влияют их интенсивность, период восстановления, климатические условия и глубина почвы [17; 18; 31]. Умеренная интенсивность рубок оптимизирует структуру насаждения и увеличивает поступление опада и корневых выделений, повышая содержание лабильных фракций углерода [17].

Влияние рубок ухода на различные компоненты лесных экосистем

Объект воздействия	Характер и направленность воздействия	Ключевые факторы, влияющие на результат	Ссылка на источник
Почвенный органический углерод	Неоднозначный и противоречивый: – краткосрочное увеличение (1–3 года) или уменьшение; – в долгосрочной перспективе (>5–15 лет) часто незначительное изменение или восстановление; – снижение в лесной подстилке возможно в холодных регионах на бедных почвах	– интенсивность прореживания; – период восстановления; – тип леса (хвойные, лиственные, смешанные); – климат и свойства почвы (температура, влажность, плодородие); – глубина почвенных горизонтов.	15–18
Надземная биомасса и рост деревьев (текущий прирост древесины)	В основном положительный: – временное снижение общей биомассы насаждения. – ускорение радиального прироста и увеличение диаметра оставшихся деревьев. – повышение жизнеспособности и качества древесины, в том числе физико-механических свойств	– видовой состав древостоя и их экологическая пластичность; – размер и положение дерева в пологе (доминантные выигрывают больше); – продолжительность эффекта (10–20 лет)	5, 6, 15, 19
Продуктивность насаждений (чистый прирост)	Сложный, зависит от типа насаждения: – в чистых насаждениях сильное прореживание может снизить общий прирост; – в смешанных насаждениях отмечается большая пластичность, возможность поддержания или увеличения продуктивности	– тип насаждения (чистое или смешанное); – интенсивность прореживания; – учет отпада (смертности) при инвентаризации	20, 21
Устойчивость к климатическим стрессам	В основном положительный: – повышение устойчивости к засухе (снижение стресса, ускорение восстановления); – снижение риска пожаров и уязвимости к насекомым-вредителям; – изменение чувствительности к температурным аномалиям	– интенсивность прореживания; – доступность воды на участке; – видовой состав древостоя	5, 7, 22, 23
Биоразнообразие и структура насаждений	Неоднозначный: – положительно: увеличение структурной сложности, развитие подлеска и нижних ярусов растительности, создание дополнительных экологических ниш; – отрицательно: возможная гомогенизация древостоя, снижение запасов мертвой древесины (местообитаний)	– интенсивность и тип прореживания (низовой, верховой, комбинированный); – цели управления	24, 25
Водный режим и микроклимат	В основном положительный: – увеличение влажности почвы; – повышение температуры почвы; – снижение транспирации на уровне экосистемы	– интенсивность прореживания; – начальный индекс листовой поверхности	7, 22, 23

Окончание таблицы

Объект воздействия	Характер и направленность воздействия	Ключевые факторы, влияющие на результат	Ссылка на источник
Экономические аспекты	Положительный при оптимальном планировании: – увеличение стоимости насаждения и доходности; – повышение товарности насаждений; – сокращение оборота рубки; – снижение затрат на заготовку при финальной рубке	– динамические цены на древесину; – количество и период повторяемости рубок ухода; – продуктивность участка	26–28
Рекомендуемые стратегии управления	Адаптивные, основанные на условиях конкретного участка. – интенсивность: предпочтительна умеренная (максимальная до 50 %); – региональный подход: учет климата, типа леса и почв (осторожность в северных регионах); – минимизация нарушений: сокращение площади трелевочных волоков, сохранение порубочных остатков	– климатическая зона; – тип леса; – тип почвы и ее плодородие; – целевые породы и состав насаждения	18, 29, 30

Однако высокая интенсивность увеличивает скорость минерализации углерода [32] и снижает стабильность почвенного органического углерода [33]. Тем не менее, влияние рубок на почву остается противоречивым и зависит от местных условий. Рубки ухода, напрямую снижая надземную биомассу, одновременно стимулируют рост оставшихся деревьев и подлеска, компенсируя потери углерода со временем. Динамика накопления углерода в насаждениях варьируется в зависимости от типа леса, климата и почвенных условий [15]. Краткосрочное снижение накопления углерода из-за удаления деревьев [34; 35] сменяется его восстановлением в последующие годы благодаря усилению роста оставшихся деревьев [36]. Этот эффект обусловлен снижением конкуренции за ресурсы, улучшающим условия роста всех компонентов насаждения.

Интенсивность рубок ухода влияет на густоту древостоя, что, в свою очередь, косвенно влияет на продуктивность и устойчивость насаждений [30]. В частности, при изъятии 40 % площади поперечного сечения различий с контрольными участками не выявлено, что подтверждает ключевую роль густоты и структурной сложности полога, которые являются критическими факторами изменений продуктивности и устойчивости леса. Нахождение правильного баланса между интенсивностью рубок ухода и чистой первичной продуктивностью надземной части насаждения требует компромисса, который уравновешивает приемлемое количество крупных доминирующих деревьев позволяя молодым деревьям расти в насаждении [37]. В непрореженных смешанных насаждениях значительная часть прироста может быть потеряна из-за отмирания, связанного с конкуренцией.

Рубки ухода повышают устойчивость деревьев к изменению климата, стимулируя их рост и снижая уязвимость к насекомым-вредителям [24]. Они также усиливают сопротивляемость к лесным пожарам и засухе, предотвращая значительные потери углерода [38]. Таким образом, хорошо спланированные рубки ухода балансируют задачи лесопользования, обеспечивая как производство древесины, так и долгосрочное депонирование углерода в лесах.

В целом, рубки ухода могут способствовать росту целевых пород деревьев и обогащать биоразнообразие [24]. Хотя решения о возрасте рубок спелых и перестойных лесов, и рубок ухода принимаются, в первую очередь, для максимизации производства древесины [3], они могут влиять на биоразнообразие, формируя сложность структуры древостоя и доступность критически важных местообитаний. В частности, многие критически важные для биоразнообразия местообитания, такие как крупные живые и мертвые деревья, могут развиваться только в насаждениях, достигших определенного возраста. Рубки ухода также могут привести к гомогенизации живого насаждения [39], и сократить места обитания мертвой древесины [40].

Проведение рубок ухода оптимизирует водопользование за счет регулирования ключевых гидрологических процессов, таких как распределение осадков, транспирации и влажности почвы [41]. На уровне насаждения рубки ухода также могут усилить структурную и видовую неоднородность, создавая микроклиматические изменения, которые поддерживают различные предпочтения в среде обитания [42; 43]. В частности, рубки ухода улучшают доступ оставшихся деревьев к воде, снижают стресс, вызванный засухой, и способствуют устойчивости насаждений, как поддержанию роста во время засухи, так и восстановлению после засухи [22].

Рубки ухода последовательно усиливают рост различных видов сосен, причем эффект сохраняется до 20 лет, и изменяют чувствительность видов к климатическим стрессорам, усиливая эффекты гидрологических аномалий и негативное воздействие летней жары [7]. Кроме того, рубки ухода ослабляют влияние весенних температур на ксеричные (засухоустойчивые) породы, но усиливают его на мезофильные виды. Эти данные подчеркивают необходимость учета видовых особенностей реакции на климат и лесоуправление при разработке адаптивных стратегий лесоуправления. Несмотря на преимущества рубок ухода для адаптации к изменению климата, роль их в стимулировании роста лесов и поддержании водных ресурсов в условиях экстремальных климатических явлений (тепловых волн) довольно ограничена [44].

Рубки ухода являются распространенной лесоводственной практикой в бореальной Фенноскандии с целью усиления роста деревьев и увеличения выхода пиломатериалов [27]. Исследования в сосновых лесах [45] показали, что высокая интенсивность рубок, хотя и дает больший объем пиловочника, снижает общий запас древесины и углеродный баланс к моменту сплошной рубки. Нейтральный углеродный баланс достигается после умеренных рубок ухода за 5 лет, а после интенсивных — только через 15 лет.

Проведение рубок ухода, особенно в условиях меняющихся цен на древесину, приводит к существенно более высокой стоимости земли и выгодам от ру-

бок ухода, чем без рубок ухода [28]. Включение недревесных выгод еще больше повысит оценки за счет учета более широких экологических и экономических ценностей в стратегиях управления лесами. Оптимальная стратегия управления лесами зависят от выбранной ценовой модели [26].

Мета-анализ показал, что рубки ухода являются ключевой стратегией лесоуправления, но их интенсивность необходимо тщательно учитывать в будущих практиках [46]. Глобальный анализ выявил оптимальную интенсивность рубок ухода в размере 50 % удаления деревьев в качестве порогового значения для значительных изменений гидрологических процессов, основанный на 251 наблюдениях по всему миру [23]. Рубки ухода средней интенсивности наиболее эффективны для увеличения запасов углерода [29].

Рубки ухода формируют мозаичную структуру из технологических коридоров и пасек (могут составлять до 25 % площади лесосеки) [18]. Эта неоднородность существенно влияет на динамику почвенного углерода из-за: уменьшения поступления опада, отмирания корней и физического нарушения почвы [47; 48], что необходимо учитывать для точной оценки углеродного баланса.

Как подчеркивает Navarro-Cerrillo с соавторами [6], рубки ухода можно считать эффективными, если их воздействие сохраняется по крайней мере в течение десятилетия. Мониторинг играет ключевую роль в оценке влияния рубок на лесные экосистемы. Долгосрочные экспериментальные участки предоставляют необходимые данные для оценки реакции лесов на изменения среды [20; 21], что важно для практического применения рубок ухода.

Таким образом, управление лесами должно основываться на адаптированных к региону технологиях рубок ухода, учитывающих климат, почву и растительность. Умеренная интенсивность рубок является сбалансированным компромиссом, повышающим долгосрочный потенциал насаждений и снижающим риск потери чистого запаса углерода. Этот компромисс может быть достигнут ранним проведением рубок ухода, способствующих ускоренному росту деревьев и развитию нижних ярусов растительности. Для фундаментального понимания взаимосвязи между рубками ухода и накоплением углерода в лесных экосистемах будущие исследования должны опираться на комплексный подход, сочетающий преемственность и расширение географического охвата. Критически важным является не только закладка новых экспериментов для учета разнообразия климатических, эдафических и гидрологических условий, но и продолжение долгосрочного мониторинга на уже существующих объектах. Необходимо создать унифицированную базу данных по таким историческим и современным объектам для построения более надежных моделей углеродного баланса лесов при различных сценариях лесопользования.

Публикация подготовлена по результатам НИР, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ». Регистрационный номер темы: 125021202048-9.

Список использованной литературы

1. Ruiz-Peinado R. Do thinnings influence biomass and soil carbon stocks in Mediterranean maritime pinewoods? / R. Ruiz-Peinado, A. Bravo-Oviedo, E. López-Senespleda, G. Montero, M. Río // European Journal of Forest Research. — 2013. — Vol. 132. — P. 253–262.

2. Russo D. Does thinning intensity affect wood quality? An analysis of Calabrian Pine in Southern Italy using a non-destructive acoustic method / D. Russo, P. A. Marziliano, G. Macri, A. R. Proto, G. Zimbalatti, F. Lombardi // Forests. — 2019. — Vol. 10. — P. 1–16.

3. Zeide B. Thinning and growth: a full turnaround / B. Zeide // Journal of Forestry. — 2001. — Vol. 99. — No. 1. — P. 20–25.

4. Pretzsch H. Competition-based mortality and tree losses. An essential component of net primary productivity / H. Pretzsch, M. del Río, C. Arcangeli, K. Bielak, M. Dudzinska, D. I. Forrester, U. Kohnle, T. Ledermann, R. Matthews, R. Nagel, F. Ningre, T. Nord-Larsen, H. Szeligowski, P. Biber // Forest Ecology and Management. — 2023. — Vol. 544. — P. 1–12.

5. Moreau G. Opportunities and limitations of thinning to increase resistance and resilience of trees and forests to global change / G. Moreau, C. Chagnon, A. Achim, J. Caspersen, L. D'Orangeville, M. Sánchez-Pinillos, N. Thiffault // Forestry. — 2022. — Vol. 95. — No. 5. — P. 595–615.

6. Navarro-Cerrillo R. M. Developing alternatives to adaptive silviculture: Thinning and tree growth resistance to drought in a Pinus species on an elevated gradient in Southern Spain / R. M. Navarro-Cerrillo, A. M. Cachinero-Vivar, O. Pérez-Priego, R. A. Cantón, S. Begueria, J. J. Camarero // Forest Ecology and Management. — 2023. — Vol. 537. — P. 1–15.

7. Manrique-Alba À. Adaptive responses to thinning: Growth and sensitivity to hydric and thermal stress in four widely planted pine species / À. Manrique-Alba, S. Beguería, J. J. Camarero, A. J. Molina, G. G. Barberá, J. A. Blanco, A. M. Cachinero-Vivar, V. M. Castillo, A. D. del Campo, Á. Hernández, J. B. Imbert, M. N. Jiménez, Y.-H. Lo, M. E. Lucas-Borja, G. Moreno, F. B. Navarro, R. M. Navarro-Cerrillo, M. Á. Ripoll, Á. Sánchez-Miranda // Agricultural and Forest Meteorology. — 2025. — Vol. 373. — P. 1–17.

8. IPCC. Summary for policymakers: synthesis report. Climate Change 2023: Synthesis Report Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. — Geneva, Switzerland, 2023. — P. 1–34.

9. Tian D.-L. Effects of thinning and litter fall removal on fine root production and soil organic carbon content in masson pine plantations / D.-L. Tian, Y.-Y. Peng, W.-D. Yan, X. Fang, W.-X. Kang, G.-J. Wang, X.-Y. Chen // Pedosphere. — 2010. — Vol. 20. — P. 486–493.

10. Ye Y. Establishing a soil quality index to assess the effect of thinning on soil quality in a Chinese fir plantation / Y. Ye, X. Sun, J. Zhao, M. Wang, Q. Guan // European Journal of Forest Research. — 2022. — Vol. 141. — P. 999–1009.

11. Mosca E. Enzymatic activities of three ectomycorrhizal types of Quercus robur L. in relation to tree decline and thinning / E. Mosca, L. Montecchio, L. Scattolin, J. Garbaye // Soil Biology and Biochemistry. — 2007. — Vol. 39. — No. 11. — P. 2897–2904.

12. Zhou Z. Impacts of thinning on soil carbon and nutrients and related extracellular enzymes in a larch plantation / Z. Zhou, C. Wang, Y. Jin, Z. Sun // Forest Ecology and Management. — 2019. — Vol. 450. — P. 1–9.

13. Zhao J. Root exudation patterns of Chinese fir after thinning relating to root characteristics and soil conditions / J. Zhao, Y. Ye, X. Sun, L. Shi, X. Chen, Q. Guan // Forest Ecology and Management. — 2023. — Vol. 541. — P. 1–10.

14. Zhang X. Plantations thinning: A meta-analysis of consequences for soil properties and microbial functions / X. Zhang, L. Chen, Y. Wang, P. Jiang, Y. Hu, S. Ouyang, H. Wu, P. Lei, Y. Kuzyakov, W. Xiang // Science of The Total Environment. — 2023. — Vol. 877. — P. 1–9.

15. Vesterdal L. Effects of thinning and soil properties on accumulation of carbon, nitrogen and phosphorus in the forest floor of Norway spruce stands / L. Vesterdal, M. Dalsgaard, C. Felby, K. Raulund-Rasmussen, B. B. Jørgensen // Forest Ecology and Management. — 1995. — Vol. 77. — P. 1–10.

16. Zhou D. A meta-analysis on the impacts of partial cutting on forest structure and carbon storage / D. Zhou, S. Q. Zhao, S. Liu, J. Oeding // Biogeosciences. — 2013. — Vol. 10. — No. 6. — P. 3691–3703.

17. Li Y. Temporal effects of thinning on soil organic carbon and carbon cycling-related enzyme activities in oak-pine mixed forests stocks / Y. Li, F. H. Ajloon, X. Wang, S. Malghani, S. Yu, X. Ma, Y. Li, W. Wang // Forest Ecology and Management. — 2023. — Vol. 545. — P. 1–9.

18. Ratsimandresiarivo M. D. Regional characteristics drive thinning effects on boreal soil organic carbon stocks / M. D. Ratsimandresiarivo, A. DesRochers, J. Laganière, V. Poirier, X. Cavard // Forest Ecology and Management. — 2026. — Vol. 600. — P. 1–10.

19. Manrique-Alba À. Long-term thinning effects on tree growth, drought response and water use efficiency at two Aleppo pine plantations in Spain / À. Manrique-Alba, S. Beguería, A. J. Molina, M. González-Sanchis, M. Tomàs-Burguera, A. D. del Campo, M. Colangelo, J. J. Camarero // Science of The Total Environment. — 2020. — Vol. 728. — P. 1–14.

20. Pretzsch H. Density and growth of forest stands revisited. Effect of the temporal scale of observation, site quality, and thinning / H. Pretzsch // Forest Ecology and Management. — 2020. — Vol. 460. — P. 1–14.

21. Thurm E. A. Growth–density relationship in mixed stands — results from long-term experimental plots / E. A. Thurm, H. Pretzsch // Forest Ecology and Management. — 2021. — Vol. 483. — P. 1–11.

22. Bréda N. Effects of thinning on soil and tree water relations. Transpiration and growth in an oak forest (Quercus petraea (Matt.)) / N. Bréda, A. Granier, G. Aussenac // Tree Physiology. — 1995. — Vol. 15. — P. 295–306.

23. del Campo A. D. A global synthesis on the effects of thinning on hydrological processes: Implications for forest management / A. D. del Campo, K. Otsuki,

Y. Serengil, J. A. Blanco, R. Yousefpour, X. Wei // Forest Ecology and Management. — 2022. — Vol. 519. — P. 1–15.

24. Chase C. W. The response of light, water, and nutrient availability to pre-commercial thinning in dry inland Douglas-fir forests / C. W. Chase, M. J. Kimsey, T. M. Shaw, M. D. Coleman // Forest Ecology and Management. — 2016. — Vol. 363. — P. 98–109.

25. Liang Z. Structural diversity enhances the temporal effects of thinning on carbon storage in pine-oak mixed forests / Z. Liang, X. Wang, Y. Li, X. Ma, Y. Li, L. Li, W. Dong, Q. Sheng, W. Wang // Journal of Environmental Management. — 2025. — Vol. 381. — P. 1–9.

26. Gong P. Impact of risk aversion on the optimal rotation with stochastic price / P. Gong, K. Lofgren // Natural Resource Modeling. — 2008. — Vol. 21. — No. 3. — P. 385–415.

27. Kuuluvainen T. Even-aged and uneven-aged forest management in boreal fennoscandia: a review / T. Kuuluvainen, O. Tahvonen, T. Aakala // AMBIO. — 2021. — Vol. 41. — P. 720–737.

28. Susaeta A. Optimizing Douglas-fir management in the U.S. Pacific northwest: Integrating timber prices, thinning strategies, and harvest age decisions / A. Susaeta // Forest Policy and Economics. — 2025. — Vol. 174. — P. 1–9.

29. Zhang H. L. Thinning increases forest ecosystem carbon stocks / H. L. Zhang, S. R. Liu, J. Y. Yu, J. W. Li, Z. P. Shangguan, L. Deng // Forest Ecology and Management. — 2024. — Vol. 555. — P. 1–14.

30. Cheng F. Effects of thinning on canopy structure, forest productivity, and productivity stability in mixed conifer-broadleaf forest: Insights from a LiDAR survey / F. Cheng, X. Zhao, Y. Luo, J. Tian, Y. Sun, H. Wang, Q. Wang, J. Zhu, C. Yang, H. He, G. Liu // Journal of Environmental Management. — 2025. — Vol. 385. — P. 1–10.

31. Xiao J. Moderate thinning is more conducive to soil organic carbon stability of planted forests / J. Xiao, Y. Zhu, J. Chen, S. Yang, M. Xu, B. Li, H. Hu // Forest Ecology and Management. — 2025. — Vol. 596. — P. 1–11.

32. Chen L.-F. The long-term effects of thinning on soil respiration vary with season in subalpine spruce plantations / L.-F. Chen, Z.-B. He, W.-Z. Zhao, L. Ma, S.-E. Liu, L.-W. Zhao, S.-P. Yang, X.-Y. Feng // Agricultural and Forest Meteorology. — 2023. — Vol. 342. — P. 1–10.

33. Rocci K. S. Soil organic carbon response to global environmental change depends on its distribution between mineral-associated and particulate organic matter: a meta-analysis / K. S. Rocci, J. M. Lavallee, C. E. Stewart, M. F. Cotrufo // Science of The Total Environment. — 2021. — Vol. 793. — P. 1–12.

34. Aun K. Short-term effect of thinning on the carbon budget of young and middle-aged Scots pine (pinus sylvestris L.) stands / K. Aun, M. Kukumägi, M. Varik, H. Becker, J. Aosaar, M. Uri, G. Morozov, M. Buht, V. Uri // Forest Ecology and Management. — 2021. — Vol. 492. — P. 1–12.

35. Aun K. Short-term effect of thinning on the carbon budget of young and middle-aged silver birch (betula pendula Roth) stands / K. Aun, M. Kukumägi, M. Varik, H. Becker, J. Aosaar, M. Uri, M. Buht, V. Uri // Forest Ecology and Management. — 2021. — Vol. 480. — P. 1–11.

36. Meng Y. The effect of thinning management on the carbon density of the tree layers in Larch–Birch mixed natural secondary forests of the greater Khingan range, northeastern China / Y. Meng, Y. Zhang, C. Li, Z. Wang, Y. Li // Forests. — 2022. — Vol. 13. — P. 1–17.

37. Mahatara D. Changes in wood density, growth, and carbon storage of the main stem of planted white spruce (Picea glauca) after commercial thinning / D. Mahatara, J. Barrette, B. Dufour, L. Sirois, A. Achim, R. Schneider // Forest Ecology and Management. — 2025. — Vol. 580. — P. 1–14.

38. Seidl R. Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage / R. Seidl, M. J. Schelhaas, W. Rammer, P. J. Verkerk // Nature Climate Change. — 2014. — Vol. 4. — P. 806–810.

39. Dieler J. Effect of forest stand management on species composition, structural diversity, and productivity in the temperate zone of Europe / J. Dieler, E. Uhl, P. Biber, J. Müller, T. Rötzer, H. Pretzsch // European Journal of Forest Research. — 2017. — Vol. 136. — No. 4. — P. 739–766.

40. Vanderwel M. C. Long-term snag and downed woody debris dynamics under periodic surface fire, fire suppression, and shelterwood management / M. C. Vanderwel, J. R. Malcolm, S. M. Smith // Canadian Journal of Forest Research. — 2009. — Vol. 39. — No. 9. — P. 1709–1721.

41. Gebhardt T. The more, the better? Water relations of Norway spruce stands after progressive thinning / T. Gebhardt, K.-H. Häberle, R. Matyssek, C. Schulz, C. Ammer // Agricultural and Forest Meteorology. — 2014. — Vol. 197. — P. 235–243.

42. Lettenmaier L. Beetle diversity is higher in sunny forests due to higher microclimatic heterogeneity in deadwood / L. Lettenmaier, S. Seibold, C. Bässler, R. Brandl, A. Gruppe, J. Müller, J. Hagge // Oecologia. — 2022. — Vol. 198. — No. 3. — P. 825–834.

43. Uhl B. Achieving structural heterogeneity and high multi-taxon biodiversity in managed forest ecosystems: a European review / B. Uhl, P. Schall, C. Bässler // Biodiversity and Conservation. — 2024. — Vol. 34. — P. 3327–3358.

44. Hou Y. Impact of heatwave and thinning on tree growth and soil water content in young lodgepole pine forests / Y. Hou, X. Wei, Z. Xu, S. A. Spencer, M. Qiu, S. Lyu, W. Liu // Forest Ecosystems. — 2026. — Vol. 15. — P. 1–12.

45. Bianchi S. Comparing wood production and carbon sequestration after extreme thinnings in boreal Scots pine stands / S. Bianchi, S. Huuskonen, J. Hynynen, P. Niemistö // Forest Ecology and Management. — 2024. — Vol. 553. — P. 1–10.

46. Fan C. Thinning intensity influences the C:N:P stoichiometry in forest ecosystems: A global synthesis / C. Fan, G. Zhou, H. Chen, Z. Du, R. Liu, Y. He, C. Huang, S. Qiu, Y. Zhu, J. Li, X. Zhou // Geoderma. — 2025. — Vol. 460. — P. 1–9.

47. Carrasco J. J. Modeling physical and biogeochemical controls over carbon accumulation in a boreal forest soil / J. J. Carrasco, J. C. Neff, J. W. Harden // Journal of Geophysical Research: Biogeosciences. — 2006. — Vol. 111. — No. G2. — P. 1–11.

48. Teramage M. T. Litterfall-associated carbon deposition and vertical profiles of soil organic carbon in different land-use systems / M. T. Teramage, B. Bassango, G. Sime // Applied and Environmental Soil Science. — 2024. — Vol. 2024. — No. 1. — P. 1–9.

Информация об авторе

Ильинцев Алексей Сергеевич — кандидат сельскохозяйственных наук, начальник научно-исследовательского отдела, Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 163062, г. Архангельск, ул. Никитова, 13, a.ilintsev@narfu.ru.

Author

Ilintsev Aleksey Sergeevich — Ph. D. in Agricultural Sciences, Head at the Research Department of the Northern Research Institute of Forestry, 13 Nikitov Str., Arkhangelsk, 163062, a.ilintsev@narfu.ru.

УДК 630*26

А. А. Ершов,
Д. Р. Замураев,
Е. С. Багаев,
Н. В. Ермолаева

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ В КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Необходимость и целесообразность лесокультурного освоения березы карельской (БКА) определена увеличением спроса на ее узорчатую древесину в условиях интенсивного развития мебельного, фанерного и сувенирного производства. Кроме того, как показал опыт, разведение БКА целесообразно для решения ряда лесоводственно-экологических задач: рекультивация техногенно нарушенных земель, в т.ч. выработанных торфяников и мест добычи полезных ископаемых, рекультивация неиспользуемых сельхозугодий, реабилитация площадей в условиях больших рекреационных нагрузок, озеленение населенных пунктов. В связи с этим актуальной проблемой является сохранение генофонда и воспроизводство ресурсов БКА в Центральной России [1]. Главным направлением является целевое выращивание БКА в целях ускоренного получения ценной древесины.

Ключевые слова: карельская береза; опытные объекты; лесные культуры; лесосеменные объекты; целевое выращивание; биометрические показатели; таксационные показатели.

A. A. Ershov,
D. R. Zamuraev,
E. S. Bagaev,
N. V. Ermolaeva

THE EFFECTIVENESS OF THE CREATION OF KARELIAN BIRCH FOREST CROPS IN THE KOSTROMA REGION

The necessity and expediency of forest cultivation of Karelian birch (BKA) is determined by the increase in demand for its patterned wood in the context of intensive development of furniture, plywood and souvenir production. In addition, experience has shown that BCA breeding is advisable for solving a number of forestry and environmental tasks: recultivation of artificially disturbed lands, including depleted peat bogs and mining sites, recultivation of unused farmland, rehabilitation of areas under heavy recreational loads, landscaping of settlements. In this regard, the conservation of the gene pool and reproduction of BC resources in Central Russia is an urgent problem [1]. The main focus is the targeted cultivation of BCA in order to accelerate the production of valuable wood.

Keywords: Karelian birch; experimental facilities; forest crops; forest-seed facilities; target cultivation; biometric indicators; taxation indicators.

Эффективность закладки лесных культур БКА с использованием ценных форм изучалась в Костромском и Судиславском лесничествах Костромской области на 11 опытных участках лесных культур и лесосеменных объектов (рисунки 1–4). 10 опытно-производственных участков (ОПУ) — с № 1 по № 10 — расположены в Костромском лесничестве, Пригородном участковом лесничестве (квартал 59, выделы 4, 9, 12, 13, 14, 15, 18; квартал 55, выделы 30, 31), ОПУ № 11 — в Судиславском лесничестве, Калинкинском участковом лесничестве (квартал 55, выдел 11). Общая площадь опытных участков составила 16,2 га, общая площадь учетных площадок — 2,3 га.

На участках закладывались постоянные и временные пробные площади [2], на которых делался сплошной перечет деревьев с определением форм березы и измерением биометрических и таксационных показателей с использованием общепринятых методик. Определялась сохранность лесных культур БКА.

Экспериментальные и аналитические работы выполнялись на основании как уже имеющихся научных данных, так и достигнутых практических результатов. Исходными данными для проведения научного исследования являлись: материалы экспериментальных научных исследований, данные литературных источников, методические материалы, научные разработки филиала и другие материалы.

Рис. 1. ОПУ № 3

Рис. 2. ОПУ № 9

Рис. 3. ОПУ № 10

Рис. 4. ОПУ № 11

Опытные лесные культуры БКА создавались в 1962–1977 годах: на ОПУ № 1, № 3–8 — отсортированными саженцами 3–4 лет, на ОПУ № 2 — привитыми саженцами, на ОПУ № 9–11 — крупными 2-х летними сеянцами. Лесные культуры были заложены по разной схеме посадки в оптимальных лесорастительных условиях (тип леса — Е кис, $С_3$).

Исследования показали, что на 9 участках лесные культуры имеют I класс бонитета, на 2 участках — II класс бонитета, полнота варьирует от 0,4 до 0,7, запас — от 100 до 250 м^3/га. Средние размеры БКА по насаждениям составляют: высота — 17,1–29,2 м, диаметр на высоте 1,3 м — 13,5–32,2 см. Состояние насаждений удовлетворительное.

БКА в составе древостоев на разных участках составляет от 60 до 100 %. Максимальная 100 % представленность БКА наблюдается в лесных культурах, заложенных отсортированными саженцами 3–4 лет (ОПУ № 3–8). Наибольшие средние высоты (от 27 до 29 м), диаметры на высоте 1,3 м (от 26 до 32 см) отмечены на ОПУ № 5 и ОПУ № 7. На этих же участках и ОПУ № 8 отмечен максимальный запас древесины — от 160 до 210 м^3/га.

В лесных культурах, заложенных сеянцами, доля БКА составила 60–70 % (ОПУ № 9–11). При общих запасах насаждений от 230 до 250 м^3/га (ОПУ № 9–10) запас БКА составляет 150–160 м^3/га. Наибольшая средняя высота (29 м) и диаметр на высоте 1,3 м (23 см) отмечены на ОПУ № 10.

Исследования показали, что при закладке лесных культур БКА как отсортированными саженцами, так и крупными сеянцами, наибольшее участие форм с узорчатой древесиной отмечается при посадке с междурядиями 3,0–4,0 м и шагом посадки 1,5–2,0 м.

Представленность разных форм БКА жизнеспособной категории в опытных культурах показана в таблице. На большинстве участков лесных культур БКА наиболее жизнеспособны высокоствольная и короткоствольная формы. Наименее жизнеспособна кустовидная форма, за исключением клоновой лесосеменной плантации (ОПУ № 2), где 89 % кустовидных форм являются жизнеспособными. На данном опытном участке проводилось формирование низкого штамба обрезкой ветвей.

При анализе биометрических показателей разных форм БКА в опытных культурах можно отметить, что на большинстве ОПУ (№ 1, № 3–10) высокоствольная форма березы карельской превосходит другие формы и не уступает обыкновенной березе по росту в высоту и диаметру на высоте 1,3 м. Наибольшая средняя высота составила от 28 до 32 м, диаметр на высоте 1,3 м — от 25 до 44 см. На ОПУ № 11 данные показатели составили 19 м и 15 см, что также превышает соответствующие показатели короткоствольных и кустовидных форм. Протяженность бессучковой зоны ствола, характеризующая очищаемость стволов от сучьев, — один из важных показателей, влияющий на выход и качество фанерного и облицовочного кряжа [3].

На опытных участках наибольшая протяженность бессучковой зоны ствола наблюдается у высокоствольной формы БКА (до мертвых сучьев от 5 до 11 м, до живых сучьев — от 12 до 15 м). По данному показателю высокоствольная форма БКА приближается к березе повислой безузорчатой формы (до мертвых сучьев от 5 до 9 м, до живых сучьев — от 10 до 15).

Представленность форм березы карельской в опытных культурах (жизнеспособные)

Наименование опытно-производственного участка (ОПУ, №)	Всего, шт./га	в том числе по формам, (шт./га) / проц.		
		высокоствольная	короткоствольная	кустовидная
1. Лесные культуры (ПЛСУ) «Андриановская роща»	466	20/4	220/47	226/49
2. Клоновая лесосеменная плантация	265	–	30/11	235/89
3. Лесные культуры (ПЛСУ)	192	88/46	48/25	56/29
4. Лесные культуры (ПЛСУ)	184	23/13	65/35	96/52
5. Лесные культуры (ПЛСУ) «Ритина роща»	270	45/17	195/72	30/11
6. Лесные культуры	533	111/21	422/79	–
7. Лесные культуры (участок 1)	424	168/40	204/48	52/12
8. Лесные культуры (участок 2)	800	160/20	593/74	47/6
9. Лесные культуры	550	220/40	295/54	35/6
10. Лесные культуры	470	170/36	275/59	25/5
11. Лесные культуры	793	13/2	653/82	127/16

На большей части ОПУ величина бессучковой зоны по всем формам БКА превышает 40 % от общей высоты ствола (от 42 до 56 %), что свидетельствует об удовлетворительной очищаемости стволов от сучьев. Высокоствольные формы БКА отличаются более развитыми кронами (средний диаметр кроны от

17 до 20 м), чем короткоствольные и кустовидные формы (средний диаметр кроны от 5 до 15 м).

Проведенный анализ материалов и существующих рекомендаций по закладке лесных культур березы карельской свидетельствует о возможности их использования при целевом выращивании березы карельской в условиях южно-таежного района европейской части России (ЕЧР). Вместе с тем, ряд вопросов по технологии создания лесных культур и выращивания посадочного материала требуют дополнительной проработки и уточнения для условий района исследований.

Исследования показали, что наиболее быстрым ростом и качеством стволов отличаются высокоствольные формы БКА. Создание лесных культур БКА посадочным материалом высокопродуктивных форм обеспечит ускоренное формирование целевых насаждений для получения ценной декоративной древесины.

Разработанные по итогам проработки темы технологии будут внедряться как в практику лесопользования в южно-таежном лесном районе Центральной зоны ЕЧР, так и раскрываться в учебном процессе при подготовке специалистов в области лесного хозяйства.

Список использованной литературы

1. Багаев Е. С. Проблемы сохранения и воспроизводства березы карельской в Центральной России / Е. С. Багаев, А. И. Чудецкий // Лесохозяйственная информация. — 2022. — № 3. — С. 5–17. — DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.01.

2. ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки. — Москва : ЦБНТИлесхоз, 1984. — 60 с.

3. Технические указания по селекции и разведению березы карельской в лесах Нечерноземной зоны РСФСР / сост. С. Н. Багаев, В. И. Ермаков, А. Я. Любавская [и др.]. — Москва : Гослесхоз СССР, 1985. — 47 с.

Информация об авторах

Ершов Александр Алексеевич — руководитель группы лесоводства, филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция», 156605, г. Кострома, проспект Мира, 134, ce-los-np@mail.ru.

Замураев Даниил Романович — руководитель группы недревесной продукции, филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция», 156605, г. Кострома, проспект Мира, 134, ce-los-np@mail.ru.

Багаев Евгений Сергеевич — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция», 156605, г. Кострома, проспект Мира, 134, ce-los-lh@mail.ru.

Ермолаева Надежда Вениаминовна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий инженер, филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция», 156605, г. Кострома, проспект Мира, 134, ce-los-lh@mail.ru.

Authors

Ershov Alexander Alekseevich — Head at the Forestry Group, Branch of the Central European Forestry Experimental Station, 134 Mira Ave., Kostroma, 156605, ce-los-np@mail.ru.

Zamuraev Daniil Romanovich — Head at the Non-wood products Group, Branch of the Central European Forestry Experimental Station, 134 Mira Ave., Kostroma, 156605, ce-los-np@mail.ru.

Bagaev Evgeny Sergeevich — Ph. D. in Agricultural Sciences, Senior Researcher, Branch of the Central European Forestry Experimental Station, 134 Mira Ave., Kostroma, 156605, ce-los-lh@mail.ru.

Ermolaeva Nadezhda Veniaminovna — Ph. D. in Agricultural Sciences, Senior Engineer, Branch of the Central European Forestry Experimental Station, 134 Mira Ave., Kostroma, 156605, ce-los-lh@mail.ru.

УДК 630.6

В. А. Соколов,
О. П. Втюрина,
А. А. Злобин

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДОСТУПНОСТЬ И ОЦЕНКА ДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ

Экономическая оценка лесных ресурсов рассматривается как задача прикладного характера и основа для принятия правильных хозяйственных решений. Рационализация природопользования не может быть решена вне оценки эффективности использования различных видов природных, в том числе лесных ресурсов. Экономическая оценка лесных ресурсов требует разработки специальных методических подходов, учитывающих их специфические особенности (длительность производственного цикла, воспроизводимость, многоцелевой характер использования). Система экономических оценок леса на корню должна стать основой для создания экономического механизма стимулирования лесопользования. Являясь важнейшей предпосылкой повышения эффективности управления лесопользованием, разработка такого механизма позволит обеспечить материальную заинтересованность всех производственных звеньев предприятий лесного комплекса в бережном и рациональном использовании лесных богатств.

Ключевые слова: оценка древесных ресурсов; экономическая доступность; расчетная лесосека; экологические факторы; экономические методы.

V. A. Sokolov,
O. P. Vtyurina,
A. A. Zlobin

ECOLOGICAL AND ECONOMIC ACCESSIBILITY AND TIMBER RESOURCES ASSESSMENT

The economic assessment of forest resources is considered as an applied task and the basis for making good economic decisions. Rationalization of environmental management cannot be solved without assessing the efficiency of the use of various natural resources, including forest resources. The economic assessment of forest resources requires the development of special methodological approaches that take into account their specific characteristics (duration of production cycle, reproducibility, multi-purpose use). The system of economic valuation of standing timber should be the basis for establishing an economic mechanism to stimulate forest management. As an essential prerequisite for improving the efficiency of forest management, the development of such a mechanism will ensure the material interest of all production units of forest complex enterprises in the careful and rational use of forest resources.

Keywords: timber resources assessment; economic accessibility; annual allowable cut; environmental concerns; economic instruments.

Понятие эколого-экономической доступности древесных ресурсов возникло в результате развития теории многоцелевого лесопользования и повышающейся экологической роли лесов. Переход на модель интенсивного лесного хозяйства и лесопользования в версии Рослесхоза потребует изменения подходов к определению расчетных лесосек, базирующихся на идеальной модели нормального леса. Существующая более 200 лет модель нормального леса не была реализована в естественных лесах. Лесопользование подчиняется законам экономики, не допускающим заготовку древесины, не имеющую спроса. Поэтому лесоводственные правила, повторяющиеся в нормативно-технических актах, не могут доминировать над экономическими реалиями [1; 2].

Подходы к определению расчетных лесосек должны обеспечивать экономически эффективное использование имеющей спрос спелой древесины, т. е. необходимо учитывать эколого-экономическую доступность лесных ресурсов. Поэтому величину расчетной лесосеки необходимо определять в двух вариантах: 1) лесоводственном; 2) экономически доступном. Первый вариант является лесоводственным пределом при достижении условий полного сбыта заготовленной древесины. Второй вариант принимается за основу.

Расчет норм пользования древесиной на многие десятилетия вперед совершенно необъективен, оторван от экономических реалий. Понятно, что расчет должен стремиться к обеспечению непрерывности и относительной равномерности лесопользования, но последнее зависит от конкретных природно-экономических условий в определенных времени и месте.

Определение эколого-экономической доступности лесных ресурсов позволит объективнее выявлять стоимостную оценку лесных земель, попенную плату и арендные платежи, организовать рациональное лесопользование на принципах непрерывного неистощительного пользования лесом и оптимизировать экономические отношения между лесопромышленным и лесохозяйственным производством.

Экологические факторы влияют на доступность лесных ресурсов для лесопользования прямо и косвенно. Приведем некоторые примеры. Распределение лесов на виды целевого назначения и категории защитности производится государственными законодательными актами. Для категорий защитности соответствующими правилами устанавливаются разные режимы лесопользования из-за нормирования рубок (способы рубок, приемы, повторяемость, размер выборки и т. д.). В некоторых категориях лесов (орехопромысловые зоны, заповедники и др.) эксплуатационные рубки запрещены. Следовательно, в данном случае один из ведущих лесных ресурсов — древесный — фактически недоступен для использования из-за законодательного запрета со ссылкой на экологические факторы. В других категориях защитных лесов (леса зеленых зон, запретные полосы лесов вдоль рек и др.) использование древесного ресурса промышленными (концентрированными) рубками запрещается, поэтому здесь экологические факторы косвенно снижают доступность или делают древесный ресурс не-

доступным для пользования по комплексным эколого-экономическим соображениям. В эксплуатационных лесах, имеющих, как известно, промышленное значение, в определенных условиях экологические факторы могут существенно ограничивать доступность древесного ресурса, например, в горных лесах из-за значительной доли в составе их особо защитных участков (леса на крутых склонах, участки леса с выходом на поверхность каменистых россыпей и др.).

Таким образом, экологические факторы в сочетании с экономическими регламентируют доступность лесных ресурсов или делают их недостижимыми для использования в конкретных условиях. Ретроспективный анализ эколого-экономических условий работы лесозаготовительных предприятий Сибири, обладающей самым крупным потенциалом в стране, показал, что лишь 40 % его можно отнести к ресурсам достаточно эффективной степени освоения (высокой и средней доступности).

В перспективе эта цифра безусловно уменьшится ввиду все возрастающей тенденции выборки лучших запасов и экологических ограничений [3].

В процессе экономических изменений в нашей стране происходит постепенное признание объективных экономических законов, в ряду которых главное место принадлежит закону стоимости. Долгое игнорирование его привело в недавнем прошлом к формированию и укреплению в экономике затратного механизма хозяйствования, который и теоретически, и практически противоречил интенсификации производства и даже противодействовал ей. В настоящее время произошел глубокий перелом в оценке управления экономикой и присущие затратному механизму административно-командные методы управления заменяются экономическими.

Экономические методы управления, считавшиеся до недавнего времени методами лишь косвенного централизованного планового регулирования, сейчас выходят на передний план в управлении хозяйственным механизмом страны. Экономические методы включают в себя две подсистемы: планово-экономические нормативы и хозрасчет, находящиеся в прямой неразрывной связи. Ценообразование — часть этой единой системы, а цены — основной, главный экономический норматив, который в одинаковой мере влияет на плановую деятельность предприятий и государственные интересы в целом. Поэтому в период реформ экономических производственных отношений цена как объект изучения должна быть в центре пристального внимания [4–6].

Современный этап развития отечественной экономики, характеризующийся сменой большинства сложившихся ранее экономических стереотипов, выдвинул в число ключевых задач создание концепции экономической оценки продукции лесной отрасли с учетом критериев зависимости от производственных факторов складывающегося рынка и региональных аспектов.

Критерии экономической оценки лесов обусловлены спецификой лесохозяйственного производства, сложным анализом формирующихся рыночных отношений в нестабильной экономической системе, наличием актуальной информации о состоянии лесного фонда и производственной деятельности предприятий, осуществляющих лесозаготовки.

Несмотря на многочисленные публикации и широкий поиск путей совершенствования ценообразования на продукцию лесного хозяйства, мы до сих пор не располагаем общепринятой методикой построения отпускных цен на лес на корню. Теперь, когда осуществляются первые шаги по внедрению нового оценочного механизма в лесном хозяйстве, весьма важно учесть причины неудач прежних методических разработок, чтобы более уверенно и обоснованно проводить дальнейшие преобразования.

Экономическая оценка лесов — это завершающий этап в изучении закономерностей всей хозяйственной деятельности в лесу, начиная с лесовыращивания и кончая изъятием готовой продукции. Она сводит воедино многочисленные природные и экономические условия и через них отражает относительную ценность для общества того или иного участка леса. В целом совершенствование ценообразования на продукцию лесной отрасли имеет конечной целью разработку методов определения платы за лесные ресурсы с учетом позитивного мирового опыта и анализа результативности производств по их использованию и воспроизводству. Плата за ресурсы должна не только выступать стимулом их рационального использования, но может рассматриваться как норматив эффективности использования ресурсов, обеспечивающий изъятие дифференциальной ренты.

Лесные таксы (лесные подати, арендная плата) должны разрабатываться с учетом потребительской стоимости древесины, выявление которой — один из аспектов эксплуатационной доступности лесных ресурсов. В настоящее время эколого-экономические критерии эксплуатационной доступности лесов определены, но еще недостаточно проверены практикой. По мнению большинства отечественных экономистов, в основу кадастровой оценки лесов должна быть положена их лесоэксплуатационная ценность, что конечно не относится к тем регионам, где резко нарушено экологическое равновесие и приоритетными функциями лесов являются средозащитные функции и полезности. Лесоэксплуатационная ценность определяется максимально возможным экономическим эффектом, т. е. максимально возможной величиной ренты, получаемой при эксплуатации леса с учетом фактора времени.

О правомерности и необходимости изъятия избыточного (дифференциального) дохода при оценке леса на корню наиболее аргументированно излагается в работах многих лесных экономистов. Отсутствие необходимой стабильности производственно-хозяйственной деятельности как лесохозяйственных, так и лесозаготовительных предприятий в значительной степени связано с действующей практикой организации расчетов по реализации продукции, точнее с неимением достаточно простой и надежной методики определения дифференциального дохода, сверхприбыли, т. е. ренты как фактора экономического прогресса в новых условиях хозяйствования. В работах А. П. Петрова [7], Г. Я. Починкова [8] приводятся формулы по определению корневой цены (ренты). По своему экономическому содержанию они сходны с формулами целого ряда авторов — сторонников рыночного подхода к определению корневых цен на лес как у нас в стране, так и за рубежом. Они, несомненно, могут быть использованы в изыскательских и проектно-аналитических расчетах, но в практи-

ке лесного хозяйства при отводе лесосечного фонда их применение, на наш взгляд, будет затруднено, поскольку для таких расчетов требуется значительный массив нормативно-статистических данных:

– характеристика лесосек;

– динамика рыночных цен на лесоматериалы;

– нормативные затраты на производство пиломатериалов и заготовку леса по технологическим стадиям в зависимости от породно-размерных параметров бревен и растущих деревьев;

– размер предпринимательской прибыли, достаточной для поддержания в данном регионе деловой активности в лесозаготовительном и лесопильном производствах;

– коэффициенты относительных затрат на заготовку древесины в зависимости от производственных факторов (расстояния трелевки, вывозки, запаса древесины, почвенно-грунтовых условий, способов рубки леса, древесной породы и размеров стволов и др.);

– нормативы выхода пиломатериалов по качественным группам из бревен различных древесных пород и диаметров;

– выход бревен по диаметрам из стволов различных древесных пород и диаметров и др.

Исчисления корневых (таксовых) цен в настоящее время производится по формуле:

$$t = \frac{r}{1{,}0p} - (e + d) \tag{1}$$

где t — корневая цена (рента) 1 м^3 древесины;

r — рыночная цена 1 м^3 древесины;

p — процент на затраченный капитал;

e — расходы по заготовке 1 м^3 древесины;

d — транспортные расходы по доставке древесины к пункту потребления.

По мнению Н. П. Чупрова [9], корневая плата за 1 м^3 древесины на корню должна состоять из двух частей: ренты, определяемой по формуле (1), и необходимых затрат на воспроизводство лесов, приходящихся на 1 м^3 древесины. Эти затраты включают в себя лесовосстановление, охрану лесов и затраты на лесоуправление. Н. П. Чупров предлагает рассчитывать вторую часть ренты по формуле:

$$З_{\text{л.в}} = \frac{[(\sum З_{\text{л.х}} + \sum З_{\text{к}} - \sum Д_{\text{с.с}})К_{\text{н.п}}]К_{\text{н.д.с}}}{\sum V} \tag{2}$$

где $З_{\text{Л.В}}$ — требуемые средние затраты на воспроизводство и охрану лесов, приходящиеся на 1 м^3 заготовляемой древесины по главному пользованию в области, регионе, руб.;

$\sum З_{\text{Л.Х}}$ — суммарные годовые операционные затраты на ведение лесного хозяйства в области, регионе, тыс. руб.;

$\sum З_К$ — капитальные годовые затраты лесного хозяйства на приобретение техники в области, регионе, тыс. руб.;

$\sum Д_{С.С}$ — планируемая годовая сумма собственных средств лесного хозяйства в области, регионе, тыс. руб.;

$\sum V$ — объем заготовки древесины в расчетном году в области, регионе, тыс. м^3; $К_{Н.П}$ — коэффициент, учитывающий нормативную прибыль лесного хозяйства (например, 1,15);

$К_{Н.Д.С}$ — коэффициент, учитывающий налог на добавленную стоимость.

Первую часть ренты предлагается направлять в федеральный бюджет, вторая часть должна быть направлена целиком на лесовыращивание. Более подробно механизм оценки лесных ресурсов разработан СевНИИЛХом и ВНИИЛМом в Методических рекомендациях по экономической оценке лесов [10].

Расчет платежей за пользование древесными ресурсами на базе лесной ренты предлагают и другие исследователи [11–18]. Конечная цель определения корневой цены древесины заключается в достижении доходности, которая полностью компенсирует расходы на ведение лесного хозяйства.

Принцип определения корневых цен на лес был положен в основу разработанной нами «Методики расчета платежей за пользование лесным фондом» и утвержденной постановлением администрации Красноярского края № 545-п от 23.11.1994 г.

Определение средней корневой цены по региону с применением традиционного индексного метода экономико-статистического анализа позволило рассчитать корневые цены по районам в зависимости от природно-географических и производственных условий [11; 19]. В ходе работы реализованы следующие задачи:

– подобраны ключевые объекты для проведения экспериментальных расчетов; в качестве таких объектов приняты лесхозы в некоторых районах Красноярского края зоны развивающегося лесопользования, а также предприятия лесной промышленности, ведущие заготовки на их территориях;

– собраны экономические показатели работы указанных предприятий; изучено влияние эксплуатационных условий на сравнительную эффективность освоения ими лесных ресурсов, различных по продуктивности и местоположению, что в последствии позволило определить дифференциальный доход (сверхприбыль, ренту), получаемый производителем лесоматериалов при реализации их на рынке;

– изучены условия формирования корневых цен в зависимости от приоритетной функции леса в конкретном регионе, прежде всего это сырьевая функция;

– проведены экспериментальные расчеты ставок платы за лес на корню по лесохозяйственным районам Красноярского края.

Критерием потребительской ценности лесных ресурсов является лесная рента, а основным определителем размера ренты выступают рыночные цены на лесопродукцию.

Таков примерный порядок определения корневой цены, лесных податей и арендной платы за пользование лесным фондом в расчете на один обезличен-

ный кубометр круглого леса. В случае применения к конкретному лесному объекту они дифференцируются по породам и крупности.

Для получения ставок корневой цены по лесохозяйственным районам правомерно использование индексов (коэффициентов), корректирующих среднюю величину корневой цены с учетом многих факторов природно-производственного характера: среднего запаса на 1 га, как показателя природных условий и качественной характеристики лесного фонда, а также себестоимости заготовки 1 м^3 древесины — совокупного показателя производственных и организационно-технических условий. Полученные индивидуальные индексы объединяются для удобства расчетов в интегральный индекс природно-производственных условий. Необходимо по возможности дополнить экономическое содержание ставок платежей за лесные ресурсы эколого-экономическими параметрами, определяющими их эксплуатационную доступность как один из главных аспектов кадастровой оценки.

Применение индексного метода значительно упрощает расчеты ставок платежей за лес на корню; при всей кажущейся условности он вполне может быть использован, корректность же результатов расчетов, произведенных по изложенной схеме, более зависит от качества исходной информации (достоверности показателей производственной отчетности лесозаготовительных предприятий, прежде всего отражения в ней прибыли).

Очевидно, что предложенный метод определения ставок платежей за лес будет способствовать выравниванию плановых возможностей предприятий, работающих в различных природно-производственных условиях, а также стимулированию материальной заинтересованности в рационализации лесопользования. Полное извлечение избыточного дифференциального дохода позволит более целесообразно и эффективно формировать финансовые средства для охраны, защиты и воспроизводства лесных ресурсов.

Отраслевой принцип, на котором построена эксплуатация лесных ресурсов, требует обеспечения самоокупаемости и финансовых стимулов. Это относится в равной мере как к лесной промышленности, так и к лесному хозяйству. Обе подотрасли одинаково заинтересованы в рациональном использовании лесоресурсного потенциала, а это требует ускоренного внедрения экономического механизма управления лесопользованием, основанного на платежах за лес на корню, определяемых на концептуально новом уровне. Таким образом, не вызывает сомнений, что не только теоретические соображения, но и хозяйственная практика настойчиво требуют принципиально новой, соответствующей экономической ситуации оценки лесных ресурсов.

Список использованной литературы

1. Соколов В. А. О методике исчисления расчетных лесосек / В. А. Соколов, В. Ф. Багинский // Сибирский лесной журнал. — 2014. — № 5. — С. 9–15.

2. Швиденко А. З. Переход к устойчивому управлению лесами в России: теоретико-методические предпосылки / А. З. Швиденко, Д. Г. Щепащенко,

Ф. Кракснер, А. А. Онучин // Сибирский лесной журнал. — 2017. — № 6. — С. 3–5.

3. Соколов В. А. Лесные ресурсы Красноярского края: перспективы и ограничения использования / В. А. Соколов, О. П. Втюрина, Н. В. Соколова // Сибирский лесной журнал. — 2021. — № 4. — С. 24–33.

4. Струмилин С. Г. Оценка «даровых» благ природы / С. Г. Струмилин // Вопросы экономики. — 1967. — № 8. — С. 60–73.

5. Лазарев А. С. Лесные таксы 1992 г. / А. С. Лазарев, Д. Ю. Аскеров // Лесное хозяйство. — 1993. — № 5. — С. 5–8.

6. Оценка лесов Сибири в условиях глобальных изменений. — Санкт-Петербург : Наукоемкие технологии, 2023. — 326 с.

7. Петров А. П. Государственное регулирование экономических отношений : учеб. пособие / А. П. Петров. — Пушкино, 1992. — 52 с.

8. Починков С. Я. Цена леса в условиях рынка / С. Я. Починков // Лесное хозяйство. — 1992. — № 12. — С. 18–21.

9. Чупров Н. П. К методике экономической оценки и доступности древесных ресурсов леса / Н. П. Чупров // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2004. — № 6. — С. 103–108.

10. Чупров Н. П. Методические рекомендации по экономической оценке лесов / Н. П. Чупров, П. Т. Воронков. — Архангельск : СевНИИЛХ, 2000. — 34 с.

11. Соколов В. А. Основы управления лесами Сибири / В. А. Соколов. — Красноярск : Изд-во СО РАН, 1997. — 308 с.

12. Лебедев Ю. В. Эколого-экономическая оценка лесов Урала / Ю. В. Лебедев. – Екатеринбург : УрО РАН, 1998. — 214 с.

13. Шейнгауз А. С. Исследования по лесной экономике на российском Дальнем Востоке / А. С. Шейнгауз // Вестник Дальневосточного отделения РАН. — 2007. — № 5. — С. 3–12.

14. Шутов И. В. О ценах леса на корню / И. В. Шутов // Лесное хозяйство. — 2012. — № 1. — С. 26–28.

15. Чанг Д. Лесная экономика / Д. Чанг, П. Х. Пирс. — Москва : НПЦ «Лесное дело», 2019. — 384 с.

16. Niskanen A. Economic accessibility of forest resources in Northen Russia / A. Niskanen, A. Petrov, G. Filoushkina // Scientific paper presented in Biennial meeting of the Scandinavian Society of Forest Economics and 3rd Berkeley – KVL Conference of Natural Resources Management, May 21–25, 2002. — Gilleleje, Denmark.

17. Färe R. S. Environmental Perfomans: An Index Number Approach / R. S. Färe, S. Grosskopf, F. Hernandez-Sancho // Resource and Energy Economics. — 2004. — Vol. 26, № 4. — P. 343–352.

18. Bespalova V. V. Economic estimation of woody and non-woody forestry resources in present conditions / V. V. Bespalova, E. Yu. Bogatova, I. V. Filinova // Advances in Economics, Business and Management Research. — Paris : Atlantis Press, 2019. — № 114. — P. 250–256.

19. Структура и динамика таежных лесов / В. А. Соколов, А. С. Аткин, С. К. Фарбер [и др.]. — Новосибирск : Наука, 1994. — 168 с.

Информация об авторах

Соколов Владимир Алексеевич — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией таксации и лесопользования, Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50/28, sokolovva@ksc.krasn.ru.

Втюрина Ольга Петровна — научный сотрудник лаборатории таксации и лесопользования, Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50/28, olgavt@ksc.krasn.ru.

Злобин Андрей Алексеевич — младший научный сотрудник лаборатории таксации и лесопользования, Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50/28, anzlobin999999@mail.ru.

Authors

Sokolov Vladimir Alekseevich — D. Sc. in Agricultural Sciences, Professor, Head at the Laboratory of Forest Inventory and Forest Use, V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science Siberian Branch, 50/28 Akademgorodok Str., Krasnoyarsk, 660036, sokolovva@ksc.krasn.ru.

Vtyurina Olga Petrovna — Researcher at the Laboratory of Forest Inventory and Forest Use, V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science Siberian Branch, 50/28 Akademgorodok Str., Krasnoyarsk, 660036, olgavt@ksc.krasn.ru.

Zlobin Andrey Alekseevich — Junior Researcher at the Laboratory of Forest Inventory and Forest Use, V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science Siberian Branch, 50/28 Akademgorodok Str., Krasnoyarsk, 660036, anzlobin999999@mail.ru.

УДК 630*24

Н. В. Зарубина

ИНТЕНСИВНОЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведен анализ опыта и текущих результатов внедрения интенсивной модели ухода за лесом АО «Группа Илим» на территории Северного лесничества Иркутской области. В работе использованы методы описательного и сравнительного анализа на основе данных лесоустройства и практической деятельности лесоарендатора. Детально представлена поэтапная система интенсивного ухода за лесом, реализуемая компанией, включающая таксацию, циклы рубок ухода (осветление, прореживание, проходные рубки) с применением специализированной техники и целенаправленное лесовосстановление. Выявлены ключевые особенности модели: ориентация на выращивание целевых пород для получения высококачественного пиловочника, формирование «лесного огорода», использование генетически улучшенного посадочного материала и обязательное сохранение биоразнообразия.

Ключевые слова: интенсивное лесное хозяйство; рубки ухода за лесом; лесовосстановление; продуктивность лесов.

N. V. Zarubina

INTENSIVE FOREST MANAGEMENT IN THE TERRITORY OF THE NORTHERN FORESTRY UNIT OF THE IRKUTSK REGION

The article presents an analysis of the experience and current results of implementing the intensive forest management model by JSC «Ilim Group» in the territory of the Northern Forestry Unit of the Irkutsk Region. The study employs methods of descriptive and comparative analysis based on forest inventory data and the practical activities of the forest leaseholder. The step-by-step system of intensive forest care implemented by the company is detailed, including forest inventory, cycles of thinning operations (release cutting, thinning, selective cutting) using specialized machinery, and targeted reforestation. Key features of the model are identified: a focus on cultivating target species to obtain high-quality sawlogs, the formation of a «forest garden», the use of genetically improved planting material, and mandatory biodiversity conservation.

Keywords: intensive forest management; thinning operations; reforestation; forest productivity.

Иркутская область является пилотным регионом для внедрения интенсивной модели лесного хозяйства [1], направленной на повышение продуктивности и устойчивости лесов. Изучение практического опыта её реализации

крупными арендаторами имеет важное научно-прикладное значение для развития лесного сектора России.

Основным лесоарендатором на территории Северного лесничества является АО «Группа Илим», которая осуществляет свою деятельность по интенсивной модели лесопользования. Уход за лесами в рамках интенсивной модели — это системный и научно-обоснованный подход к выращиванию леса, как ценного природного и экономического ресурса [2]. В отличие от традиционной модели, где основное внимание уделяется заготовке спелых и перестойных насаждений, интенсивная модель предполагает активное вмешательство в ход роста леса на всех его этапах — начиная от молодняков и заканчивая зрелыми древостоями. Цель интенсификации — повышение качества и производительности лесов, увеличение выхода ценных сортиментов (например, пиловочника) и создание устойчивой сырьевой базы рядом с предприятиями переработки.

Около 10 лет в Северном лесничестве организация проводила уход за лесными культурами: рубки осветления в молодняках, прореживание и проходные рубки. В 2026 году АО «Группа Илим» вынуждено было взять паузу в реализации интенсивной модели ведения лесного хозяйства, так как все площади, отведенные под рубки ухода в рамках интенсивной модели, были отобраны по материалам лесоустройства, в насаждениях естественного происхождения. На сегодняшний момент плановый объем участков исчерпан — все молодняки подготовлены к этапу формирования древостоев и следующий этап наступит не ранее чем через 20 лет. Для остальных древостоев, паузу необходимо сделать минимум от 10 лет, так как необходимо подождать доращивания того леса, который возобновлен на старых вырубках, где были заложены лесные культуры, осуществлено содействие естественному возобновлению леса. Сейчас данным древостоям примерно 60–70 лет, и уже через 10 лет там можно будет запланировать рубки прореживания и проходные рубки, пригодные для коммерческого использования, а после, еще через 10–20 лет сформируется древостой с качественной древесиной и низкими рисками перехода низовых пожаров в верховые.

Данный подход к реализации ухода за лесом на арендованных участках является основой перспективного плана развития компании, он обеспечивает стабильность и неистощительность лесосырьевой базы, повышает инвестиционную привлекательность проектов.

Внедренная на предприятии интенсивная модель ухода за лесом включает несколько этапов:

– этап 1: таксация участков;

– этап 2: разработка системы уходовых мероприятий с учетом конкретных лесотаксационных данных;

– этап 3: первый этап рубок ухода (интенсивность выборки 30–40 %), с использованием легких харвестеров, с минимальным воздействием на почву и оставшийся древостой;

– этап 4: через 10 лет второй этап ухода — прореживание;

– этап 5: через 20 лет — формирование высококачественного древостоя.

Результат: к 60–80 годам лес дает не просто дрова, а пиловочник высокого качества.

Основные виды ухода за лесами в интенсивной модели:

1) рубки осветления, рубки прочистки направлены на улучшение породного и качественного состава молодняков и обеспечения благоприятных условий для роста деревьев целевых пород;

2) проходные рубки (или рубки ухода в средневозрастных насаждениях) проводятся в более зрелых древостоях для улучшения их структуры. Убираются деревья, мешающие росту основных, оставляя те, что дают качественную древесину, что позволяет увеличить прирост оставшихся деревьев и улучшить сортиментную структуру древостоя;

3) лесовосстановление с учетом будущей продуктивности и интенсивная модель предполагает не просто посадку леса, а его «выращивание» с выбором целевых пород, плотности посадки, уходом за культурами. Особое внимание уделяется восстановлению на вырубках и пожарищах, где ранее лес не восстанавливался должным образом;

4) формирование «лесного огорода» — так называют участки, где лес выращивается как сельскохозяйственная культура: с планированием, регулярным уходом, контролем качества и прогнозируемым выходом продукции. Это особенно важно для компаний, которым нужно стабильное лесообеспечение;

5) использование современной техники и технологий: для проведения уходов применяются специализированные харвестеры меньшего размера, способные работать в густых молодняках, не повреждая почву и оставшиеся деревья. Это снижает ущерб экосистеме и повышает точность работ;

6) точная таксация и планирование: перед уходами проводится детальная оценка насаждений: сколько деревьев, каких пород, какова их толщина и состояние. Это позволяет точно рассчитать, сколько и каких деревьев нужно убрать, чтобы не навредить лесу;

7) сохранение биоразнообразия: при всех работах выделяются объекты сохранения — участки с редкими видами, памятники природы, буферные зоны. Это делается, чтобы интенсивное лесопользование не привело к экологическим потерям.

Основные экологические и экономические выгоды реализации интенсивной модели ухода за лесом:

– снижение пожарной опасности: уборка сухостоя и разреживание древостоев уменьшают риски перехода низовых пожаров в верховые;

– увеличение выхода древесины: с одного гектара можно получать в 2–3 раза больше качественной древесины.

Кроме того, сохраняются древостои вдоль рек, лесные болота, участки с редкими видами; не вырубаются деревья, важные для птиц и животных; убирается сухостой — снижается пожарная опасность в лесах.

Особенности интенсификации восстановления леса:

– обоснование выбора целевой породы — учитываются лесоводственные и экономические факторы, целевая порода должна обеспечивать максимально быструю окупаемость вложений в лесовыращивание;

– проектирование лесовосстановления должно осуществляться до рубки и корректироваться и после нее;

– использование посадочного материала с улучшенными генетическими свойствами.

В заключение можно сказать, что интенсивная модель лесопользования, внедренная АО «Группа Илим», доказала свою эффективность в подготовке сырьевой базы, но выявила циклический характер работ, требующий долгосрочного планирования. Модель обеспечивает неистощительное лесопользование, значительное повышение экономической отдачи (за счет увеличения выхода ценных сортиментов и увеличения запасов древесины с единицы площади) и повышение экологической устойчивости лесов (снижение пожарной опасности, сохранение биологического разнообразия и улучшение среды обитания лесной фауны). Для дальнейшей реализации данной модели и ее применения в других регионах необходима адаптация нормативно-правовой базы, учитывающая как конкретные местные условия, так и ее долгосрочный характер.

Список использованной литературы

1. В Иркутской области готовится пилотный проект по интенсивному лесопользованию // Правительство Иркутской области. — Иркутск, 2017. — URL: https://irkobl.ru/news/253149/?type=special&ysclid=mkry9bo79405089946 (дата обращения 10.11. 2025).

2. Концепция интенсивного использования и воспроизводства лесов. — Санкт-Петербург : ФБУ «СПбНИИЛХ», 2015. — 16 с. — URL: www.spb-niilh.ru/pdf/Rosleshoz_booklet.pdf (дата обращения 10.11. 2025).

Информация об авторе

Зарубина Наталья Викторовна — начальник отдела лесного хозяйства ГКУ Иркутской области «Северное лесничество», 666683, г. Усть-Илимск, ул. Героев Труда, 40, tusevernoe@mail.ru.

Author

Zarubina Natalya Viktorovna — Head of the Forestry Department at the Northern Forestry Management Unit of the Irkutsk Region, 40 Geroev Truda Str., Ust-Ilimsk, 666683, tusevernoe@mail.ru.

УДК 630*232.3; 630*232.4

А. В. Денисенко,
Е. М. Рунова

ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

Приведены результаты исследований закономерностей формирования лесных культур сосны обыкновенной *(Pinus sylvestris L.)* при осенней посадке в резко континентальных условиях Бурятии для определения оптимальных сроков лесовосстановительных работ. На основании полученных данных морфометрических показателей сеянцев, а также результатов приживаемости сеянцев при создании лесных культур в осенний период сформулированы рекомендации по переносу сроков посадки лесных культур на весенний период для территории Республики Бурятия. Это позволит оптимизировать процесс укоренения и развития сеянцев в критический начальный период вегетации, а также улучшить качество создаваемых лесных насаждений.

Ключевые слова: приживаемость; резко континентальный климат; сеянцы сосны обыкновенной с закрытой корневой системой.

A. S. Denisenko,
E. M. Runova

OPTIMIZATION OF PINE REFORESTATION TIME ORDINARY IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BURYATIA

The article presents the results of studies on the patterns of formation of common pine (Pinus sylvestris L.) forest cultures during autumn planting in the sharply continental conditions of Buryatia, in order to determine the optimal timing of reforestation works. Based on the obtained data on the morphometric indicators of seedlings, as well as the results of seedling survival during the creation of forest cultures in the autumn period, recommendations have been formulated for shifting the timing of planting forest cultures to the spring period in the territory of the Republic of Buryatia. This will optimize the process of rooting and development of seedlings during the critical initial period of vegetation, as well as improve the quality of the created forest plantations.

Keywords: survival rate; sharply continental climate; common pine seedlings with a closed root system.

Актуальность проблемы искусственного лесовосстановления в условиях резко континентального климата Южной Сибири не подлежит сомнению. Суровые лесорастительные условия, характеризующиеся глубоким промерзанием и поздним оттаиванием почв, малоснежными зимами, дефицитом осадков в первую половину вегетационного периода и частыми суховеями, создают ис-

ключительные трудности для успешного создания лесных культур. В частности, для Республики Бурятия, значительная часть территории которой относится к Байкальскому горному лесному району, особую проблему представляет проведение посадок в осенний период, который в условиях региона сопряжен с повышенными рисками. Несмотря на технологическое удобство, приживаемость сеянцев сосны обыкновенной осенью часто оказывается нестабильной и не достигает прогнозируемых значений.

Это связано с комплексом негативных факторов: ранним наступлением устойчивых заморозков при отсутствии достаточного снежного покрова, что приводит к вымерзанию корневой системы, физиологическому иссушению сеянцев зимой в результате воздействия сильных ветров, интенсивному физиологическому иссушению сеянцев в зимне-весенний период под воздействием сильных ветров, характерных для Байкальских территорий, а также экстремальным перепадам температур в переходные сезоны [1–6].

Особую значимость эти факторы приобретают в контексте специфики почвенно-гидрологических условий Бурятии. Преобладание легких супесчаных и песчаных почв с глубоким залеганием грунтовых вод, характерное для многих лесничеств республики, усугубляет риск зимнего высушивания посадок. Малоснежные зимы, являющиеся нормой для региона, не только не обеспечивают достаточной теплоизоляции корневой системы, но и ограничивают запасы почвенной влаги на критически важный начальный период вегетации. Дополнительным лимитирующим фактором выступает краткость осеннего периода, благоприятного для укоренения. Резкий переход от положительных температур к устойчивым заморозкам, характерный для континентального климата Бурятии, не позволяет сеянцам пройти необходимую фазу закалки и полноценно подготовиться к зимовке.

Целью работы является изучение закономерностей формирования лесных культур сосны обыкновенной *(Pinus sylvestris L.)* при осенней посадке в резко континентальных условиях Бурятии для определения оптимальных сроков лесовосстановительных работ.

Материалы и методы исследования. В соответствии с проектом лесовосстановления исследуемый участок расположен на территории Заиграевского лесничества, в Додогольском участковом лесничестве, находится в квартале 91, выделах 1–3, 6–8, 30, общая площадь участка, подлежащего лесовосстановлению, составляет 13,2 га. Лесорастительные условия относятся к Байкальскому горному лесному району, рельеф участка характеризуется как горный, с непосредственной сглаженностью на площади проведения работ. Гидрологические условия отличаются глубоким залеганием грунтовых вод, что определяет недостаточное естественное увлажнение, почвенный покров представлен сухими песчаными и супесчаными почвами, характеризующимися низким естественным плодородием и влагоемкостью. Технология работ включает частичную механизированную подготовку почвы путем нарезки борозд шириной 70–80 см с расстоянием между ними 3,5–4 м. Посадка запроектирована вручную под посадочную трубу с использованием 1–2-летних сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой. Шаг посадки установлен в интервале от 1,0 до 1,2 м, что обеспечивает проектируемую густоту культур в 2,5 тыс. шт./га.

Результаты исследований. Осенью в 2023 г. на лесокультурном участке в Заиграевском лесничестве были проведены лесовосстановительные работы с использованием посадочного материала из другого питомника. Проведенный мониторинг показал критически низкую эффективность первоначальных лесовосстановительных мероприятий — приживаемость лесных культур не превысила 25 %.

В связи с неудовлетворительными результатами, осенью в 2024 г. в качестве дополнения были использованы сеянцы сосны обыкновенной, тепличного комплекса ООО «Леса Сибири». Дополнение лесных культур осуществлялось выборочным способом на площади, составляющей 0,18 га.

В ходе подготовки к осенней посадке 2024 г. были проведены все необходимые замеры сеянцев сосны обыкновенной, данные приведены в табл. 1.

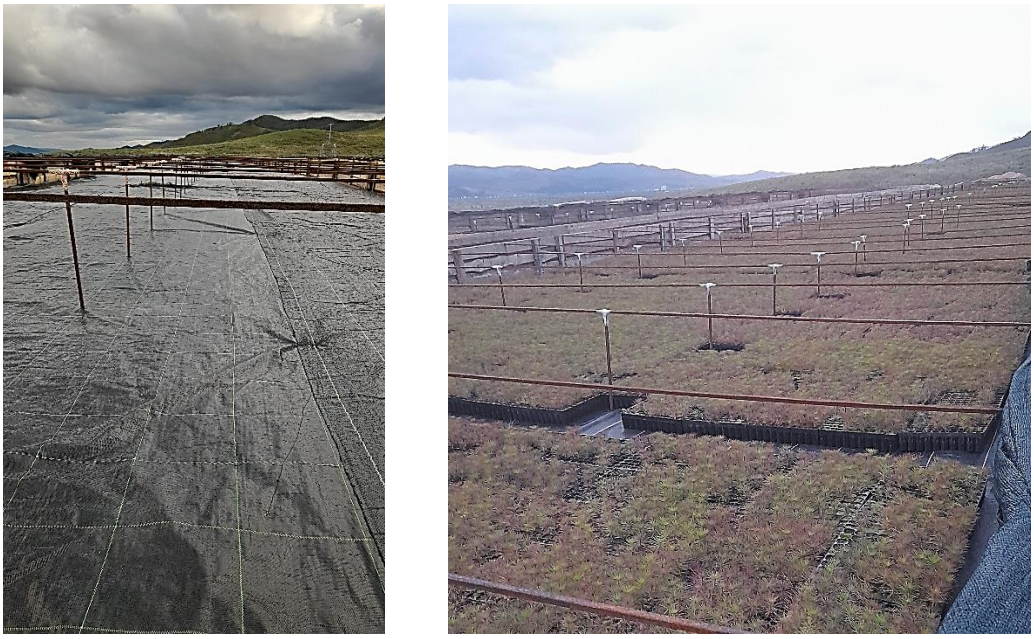
Таблица 1

Морфометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной ООО «Леса Сибири», осень 2024 г.

№	Высота сеянца, см	Толщина корневой шейки, мм	Длина хвои, см	Масса сеянца, г
1	14	2,3	3,5	49
2	13	2,1	3,2	45
3	14	2,5	3,3	42
4	13	2,1	3,1	55
5	14	2,3	3,3	43
6	14	2,5	3,4	52
7	13	2,1	3,0	45
8	14	2,3	3,5	45
9	13	2,1	3,1	42
10	14	2,5	3,6	61
11	13	2,1	3,2	53
12	14	2,5	3,7	62
13	13	2,1	3,2	63
14	14	2,3	3,4	59
15	13	2,1	3,1	52
16	14	2,3	3,4	66
17	14	2,1	3,1	54
18	14	2,5	3,6	52
19	14	2,3	3,1	52
20	14	2,5	3,3	62
Среднее	13,65	2,28	3,3	52,7

На основании анализа морфометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной установлено, что средняя высота сеянцев составляет 13,65 см при толщине корневой шейки 2,28 мм и массе 52,7 г. Все сеянцы имеют стандартные значения, соответствующие требованиям ГОСТ 3317-90.

Сеянцы деревьев и кустарников. Технические условия [6]. В соответствии с технологией производства, все сеянцы ООО «Леса Сибири» с 5 августа были подвергнуты процедуре закаливания на специально оборудованных площадках акклиматизации (рисунок).



Площадь закаливания для сеянцев сосны обыкновенной
в лесном питомнике ООО «Леса Сибири»

Согласно климатическим данным, агрометеорологические условия в период проведения работ характеризовали параметры, представленными на сайте Climate-Data.org. Обработанные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Климатические условия Республики Бурятия (сентябрь–декабрь 2024 г.)

Параметр	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Средняя температура, °C	+10,3	+1,1	–9,0	–19,0
Минимальная температура, °C	+4,8	–3,3	–13,0	–23,6
Максимальная температура, °C	+15,8	+6,0	–4,6	–14,1
Осадки, мм	48	18	16	14
Влажность воздуха, проц.	65	65	71	75
Солнечные часы/день	8,5	6,8	4,7	4,5
Влагозапас почвы, мм	45–50	35–40	25–30	15–20

Анализ климатических данных Республики Бурятия за сентябрь-декабрь 2024 г. выявил критическое снижение влагозапаса почвы с 45–50 мм в сентябре до 15–20 мм в декабре, при одновременном понижении средней температуры с +10,3 °C до минус 19,0 °C, что создало экстремальные условия для перезимовки сеянцев сосны обыкновенной вследствие физиологического иссушения и глубокого промерзания почвенного профиля. Анализ фотопериодического режима в осенне-зимний период демонстрирует резкое сокращение продолжительности солнечного сияния с 8,5 часов/день в сентябре до 4,5 часов/день в декабре, что в сочетании с отрицательными температурами критически ограничило фотосинтетическую активность и процессы накопления резервных веществ у сеянцев сосны обыкновенной, существенно снизив их потенциал для успешной перезимовки.

Мониторинг условий произрастания включал анализ метеоданных за январь-июнь 2025 г. Оценка приживаемости лесных культур выполнена 28 июня 2025 г. на участке площадью 0,18 га (15 рядов по 30 м), с густотой посадки 25 сеянцев на ряд при шаге, равном 1,20 м. Климатические условия с января по июнь 2025 г. приведены в табл. 3.

Таблица 3

Климатические условия Республики Бурятия (январь–июнь) 2025 г.

Параметр	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Средняя температура, °С	–22,7	–17,6	–6,8	3,2	10,4	18,3
Минимальная температура, °С	–28,5	–25,5	–14,2	–2,6	3,3	11,5
Максимальная температура, °С	–16,5	–10,2	–0,3	9,1	17,0	24,4
Осадки, мм	7	6	8	19	32	48
Влажность воздуха, проц.	72	71	55	43	45	50
Солнечные часы/день	5,0	6,0	8,6	11,1	12,7	13,2
Влагозапас почвы, мм	10–15	10–12	15–20	25–35	40–45	45–50

Анализ климатических параметров за январь-июнь 2025 г. демонстрирует синхронное улучшение условий для вегетации: устойчивый рост среднемесячных температур от минус 22,7 °С до +18,3 °С, увеличение суммы осадков с 6–7 мм до 48 мм, возрастание продолжительности солнечного сияния с 5,0 до 13,2 часов в день и прогрессирующее накопление запаса влаги в почвы с 10–15 мм до 45–50 мм, что в совокупности создало оптимальные условия для укоренения и роста сеянцев сосны обыкновенной в начале вегетационного периода. Также приведена динамика здоровых сеянцев и погибших согласно каждого ряда, и выведен процент живых и погибших сеянцев сосны обыкновенной (табл. 4).

Таблица 4

Динамика приживаемости сеянцев сосны обыкновенной по рядам

№ ряда	Здоровые, шт.	Погибшие, шт.	Всего, шт.	Приживаемость, проц.
1	22	3	25	88,0
2	22	3	25	88,0
3	17	8	25	68,0
4	16	9	25	64,0
5	11	14	25	44,0
6	10	15	25	40,0
7	19	6	25	76,0
8	12	13	25	48,0
9	11	14	25	44,0
10	21	4	25	84,0
11	16	9	25	64,0
12	22	3	25	88,0
13	16	9	25	64,0
14	13	12	25	52,0
15	22	3	25	88,0
Итого	375	240	135	64,0

Проведенный мониторинг лесных культур сосны обыкновенной на участке площадью 0,18 га выявил, что при среднем показателе приживаемости, составившем 64,0 %, наблюдается выраженная пространственная вариабельность (40,0–88,0 %), обусловленная неоднородностью почвенных условий и различной экспозицией склонов к солнечной радиации. Ряды с южной экспозицией и более развитым почвенным профилем демонстрируют максимальную приживаемость до 88,0 %, в то время как участки с обедненными песчаными и супесчаными почвами и северной ориентацией показывают снижение показателя до 40,0–48,0 %. Также были измерены все морфометрические показатели по приросту сеянцев сосны обыкновенной. Данные контроля 28 июня 2025 г. приведены в табл. 5.

Таблица 5

Морфометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной на 28 июня 2025 г.

№ п/п	Длина надземной части, см	Толщина корневой шейки, мм	Длина хвои, см	Масса сеянца, г
1	14,3	2,86	6,0	53
2	13,0	2,20	5,3	55
3	14,0	2,63	5,7	57
4	13,0	2,52	5,4	54
5	14,2	2,86	5,9	49
6	14,0	2,52	5,8	58
7	13,0	2,45	5,3	48
8	14,0	2,63	5,9	52
9	13,0	2,45	5,3	51
10	14,0	2,63	5,1	51
11	13,0	2,51	5,3	57
12	14,0	2,63	5,2	54
13	13,0	2,52	5,9	52
14	14,0	2,53	5,7	54
15	13,0	2,53	5,2	52
16	14,0	2,52	5,3	57
17	14,0	2,51	5,2	55
18	14,0	2,53	6,0	55
19	14,0	2,52	5,2	52
20	14,2	3,07	6,0	52
Итого	13,68	2,58	5,53	53,4

Таким образом, на основе сравнительного анализа морфометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной установлена положительная динамика развития растений за период с осени 2024 г. по июнь 2025 г. Наиболее значительный прирост наблюдается по длине хвои — увеличение на 2,23 см (67,6 %), что свидетельствует об успешном развитии ассимиляционного аппарата. Толщина корневой шейки увеличилась на 0,30 мм (13,2 %), демонстрируя активное формирование проводящих тканей. Масса сеянцев возросла незначительно —

на 0,7 г (1,3 %), в то время как высота надземной части осталась практически неизменной — +0,03 см, (+0,2 %).

В результате проведенных наблюдений за сеянцами сосны обыкновенной была выявлена характерная особенность их развития. Сеянцы демонстрировали неравномерный рост — у части саженцев активно развивался верхушечный побег, у других преобладал рост боковых ветвей. У значительного количества растений отмечалась выраженная кривизна стволов, что придавало им непрезентабельный внешний вид.

Наблюдения показали последовательное усыхание хвои в нижней части сеянцев при одновременном активном развитии боковых ветвей. Рост в высоту был минимальным, хотя общие показатели приживаемости оставались на удовлетворительном уровне (68–72 %).

Анализ условий произрастания показал, что нарушения в развитии сеянцев связаны с особенностями почвенного покрова и глубоким залеганием грунтовых вод, что отмечено в проектной документации по лесовосстановлению. Неблагоприятные эдафические условия препятствуют формированию правильной архитектоники растений.

Качественный посадочный материал, прошедший закаливание, является обязательным условием успешной приживаемости, поскольку обеспечивает адаптацию сеянцев к внешним условиям.

На основании полученных данных сформулирована рекомендация по переносу сроков посадки лесных культур на весенний период для территории Республики Бурятия. Это позволит оптимизировать процесс укоренения и развития сеянцев в критический начальный период вегетации, а также улучшить качество создаваемых лесных насаждений.

Список использованной литературы

1. Сеньков А. О. Адаптация сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой на сплошных вырубках средней подзоны тайги : автореф. дис. канд. с.-х. наук : 06.03.02 / А. О. Сеньков. — Архангельск, 2005. — 19 с.

2. Морфометрические параметры сеянцев сосны с открытой и закрытой корневой системой / В. П. Бессчетнов, Н. Н. Бессчетнова, Л. И. Клишина [и др.] // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — Т. 4. — С. 52–67.

3. Сахнов В. В. Совершенствование технологий выращивания посадочного материала хвойных пород для целей / В. В. Сахнов, А. С. Пуряев // в сб. Проблемы воспроизводства лесов в Российской Федерации. Пушкино : ВНИИЛМ, 2015. — С. 135–142.

4. Гоф А. А. Опыт создания лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой на гарях Алтайского края / А. А. Гоф, Е. В. Жигулин, С. В. Залесов, А. С. Оплетаев // Международный научно-исследовательский журнал. — 2019. — № 12 (90), ч. 2. — С. 125–130. — DOI: 10.23670/IRJ.2019.90.12.073.

5. Граник А. М. Рост лесных культур сосны обыкновенной в зависимости от сроков посадки и вида посадочного материала / А. М. Граник, Н. К. Крук // Труды БГТУ. Сер. 1. — 2018. — № 2 (210). — С. 85–90.

6. ГОСТ 3317-90. Сеянцы деревьев и кустарников. Технические условия. Дата введения. 01.07.1991. — 44 с.

Информация об авторах

Денисенко Анна Викторовна — аспирант кафедры воспроизводства и переработки лесных ресурсов, Братский государственный университет, 665709, г. Братск, ул. Макаренко, 40, anneta-anneta20@mail.ru.

Рунова Елена Михайловна — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор базовой кафедры воспроизводства и переработки лесных ресурсов, Братский государственный университет, 665709, г. Братск, ул. Макаренко, 40, runova0710@ mail.ru.

Authors

Denisenko Anna Viktorovna — Postgraduate Student at the Department of Reproduction and Processing of Forest Resources, Bratsk State University, 40 Makarenko Str., Bratsk, 665709, anneta-anneta20@mail.ru.

Runova Elena Mikhailovna — D. Sc. in Agricultural Sciences, Professor, Professor at the Department of Reproduction and Processing of Forest Resources, Bratsk State University, 40 Makarenko Str., Bratsk, 665709, runova0710@mail.ru.

УДК 630*4

О. Н. Тюкавина,
М. А. Ханталина

ПОВРЕЖДЕННОСТЬ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ СНЕЖНЫМ ШЮТТЕ

Оценена сохранность лесных культур на гарях вырубок сосняков лишайниковых и брусничных в Северо-таежном лесорастительном районе Архангельской области. Культуры сосны обыкновенной на гарях вырубок сосняков лишайниковых и брусничных могут сильно различаться по степени и доле повреждения снежным шютте. Поражаются снежным шютте растения, отличающиеся наибольшими осевыми приростами. Под влиянием патогена приросты в высоту снижаются. Растения способны противостоять инфекции и восстанавливать осевые приросты до уровня неповрежденных успешно развивающихся растений. Различный характер повреждения растений позволяет выделить устойчивые формы.

Ключевые слова: культуры сосны; снежное шютте; сохранность культур; распространенность болезни.

O. N. Tyukavina,
M. A. Khantalina

DAMAGE TO COMMON PINE CROPS BY SNOW BLIGHT

The conservation of pine forest plantation in the burning areas of lichen and lingonberry pine forests in the North Taiga forest area of the Arkhangelsk region is assessed. Scots pine crops in the burning areas of lichen and lingonberry pine forests can vary greatly in the degree and proportion of snow blight damage. Plants with the largest axial increases are affected by snow blight. Under the influence of the pathogen, the height gains decrease. Plants are able to resist infection and restore axial growth to the level of intact, successfully developing plants. The different nature of plant damage makes it possible to identify stable forms.

Keywords: pine forest plantation; snow blight; crop preservation; disease prevalence.

В условиях Севера болезни типа шютте представляют серьезную опасность для искусственно созданных насаждений и лесокультурных площадей [1]. Посевы страдают больше, чем посадки в связи с медленным ростом и более поздним выходом из-под снежного покрова, густым размещением на территории [2]. Негативное действие фацидиоза усиливается с повышением широты местности, увеличением продолжительности зимнего периода с устойчивым снежным покровом [3]. Проблема поражения молодых хвойных растений снежным шютте остается актуальной [4–9].

Снежное шютте сосны (фацидиоз) является распространенным опасным грибным заболеванием сеянцев и молодых насаждений сосны. В результате повреждения и преждевременного опадения хвои отмечается замедление роста, угнетение и гибель до 90 % молодых растений [10–12]. При этом мицелий паразита проникает не только в ткани хвои и почек, но и в сердцевинные лучи, камбий и клетки смоляных ходов побега [13]. Признаки заражения легко диагностируются по пепельно-белесой окраске отмершей хвои, которая может длительно удерживаться на растении и являться источником заражения здоровых молодых сосен.

Наибольшая вероятность возникновения снежного шютте отмечается на бедных сухих почвах, в культурах сосны на лишайниковых вырубках [14], в условиях сухих боров, особенно на склонах северной экспозиции [15], на вырубках в сосняках беломошниках [13], в естественных сосняках северной подзоны тайги [3]. Однако согласно П. И. Аминеву [5] в условиях Мурманской области распространенность снежного шютте примерно одинакова в зеленомошной, осочково-разнотравной и лишайниковой группах типов леса (4,8–5 %).

Цель исследования — оценка поврежденности культур сосны обыкновенной снежным шютте.

Объектами исследований являлись культуры сосны обыкновенной, созданные на гарях вырубок сосняка лишайникового в 2007, 2012 и 2019 годах, сосняка брусничного в 2014 г. северо-таежного лесорастительного района Архангельской области. Культуры сосны созданы посадкой сеянцев с открытой корневой системой в дно борозды вручную с применением меча Колесова. Ширина полос 4 м, шаг посадки 0,6 м. В процессе исследования оценивали сохранность лесных культур согласно отраслевому стандарту ОСТ 56-99-93. Успешность естественного лесовосстановления оценивали согласно Правилам лесовосстановления. Приросты культур оценивали с помощью линейки с точностью до 0,1 см, диаметр стволика с помощью штангенциркуля с точностью до 0,01 см на высоте 1,3 м, если культуры не достигали данной высоты — у шейки корня. Распространенность и развитие болезни оценивали по методике [4].

Сохранность 11–18-летних культур на легких песчаных почвах вырубки, прошедшей низовым пожаром, составляет от 58 до 69 % (табл. 1).

Таблица 1

Сохранность и рост культур сосны

Год создания культур	Сохранность культур, проц.	Густота стояния, тыс. шт./га		Средняя высота культур, м	Средний диаметр культур, см
		культур	подроста сосны		
Гарь вырубки сосняка лишайникового					
2007	69,0	3,3	1,5	4,1±0,16	5,16±0,53
2012	58,3	2,4	4,3	2,6±0,15	2,59±0,22
2019	26,4	3,1	2,1	0,5±0,02	1,08±0,07
Гарь вырубки сосняка брусничного					
2014	66,9	2,6	1,0	3,0±0,06	3,48±0,13

Сохранность лесных культур 6-летнего возраста резко снижена за счет развития очага снежного шютте. Очаг снежного шютте наблюдается и в культурах сосны 11-летнего возраста, созданных на вырубке сосняка брусничного, пройденной низовым пожаром (см. табл. 2). На возникновение очага снежного шютте не повлияла ни густота стояния культур, ни количество подроста, ни возраст культур (см. табл. 1). Но распространенность и развитие болезни активнее происходит в 6-летних культурах сосны.

Таблица 2

Распространенность и развитие снежного шютте в культурах сосны

Год создания культур	Распространенность болезни, проц.	Развитие болезни, проц.
Гарь вырубки сосняка лишайникового		
2007	0	0
2012	0	0
2019	78	56
Гарь вырубки сосняка брусничного		
2014	56	18

В культурах сосны без распространения снежного шютте наблюдаются обыкновенное шютте (распростаренность болезни 7–16 %), биаторелловый рак (распространенность болезни 2–5 %), повреждения, нанесенные лосем.

Вероятность возникновения снежного шютте на вырубках с бедными сухими почвами повышается [14–15], особенно после пожара, когда снижается удержание влаги в почве. После пожара повышается содержание минеральных элементов в почве, возрастает количество доступного, растворимого азота [16–17]. Повышение содержания азота в почве может повлечь за собой увеличение вредоносности фацидиоза за счет увеличения периода вегетации, чрезмерного роста растений и формирования у них тканей с тонкими оболочками. Такие растения оказываются малоустойчивыми к воздействию многих лесопатологических факторов [18–19].

Снежное шютте чаще поражает хорошо развитые сеянцы сосны на богатых почвах [11]. По нашим результатам снежное шютте отмечается на культурах сосны, отличающихся наибольшими приростами (см. табл. 3). В культурах, созданных в 2014 году, снежным шютте поражена хвоя нижних ветвей. Судя по осевым приростам, заражение произошло в ближайший год.

В результате у экземпляров сосны, пораженных снежным шютте, прирост снизился в 1,8 раз, в то время как у неповрежденных культур, прирост в высоту значимо не изменяется, отмечается тенденция к увеличению.

Среди лесных культур, созданных в 2019 году, большая часть растений погибла, но присутствуют здоровые и пораженные разной степенью снежным шютте экземпляры.

Осевые приросты измеряли у культур сосны, пораженных снежным шютте менее 40 %, так как при большей доле поражения отмечается повреждение верхушечной почки. Здоровые экземпляры культур сосны имеют из-

начально пониженные приросты, которые остаются сниженными на всем протяжении жизни дерева.

Культуры, имеющие разную степень поражения снежным шютте, в годы заражения грибов резко снижают осевые приросты, но затем восстанавливают их до уровня здоровых не ослабленных экземпляров на лесокультурных площадях без развития очагов снежного шютте (18–22 см) (табл. 3).

Таблица 3

Приросты культур сосны в высоту, см

Поражение снежным шютте, %	Годы											
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Год создания культур 2014												
0	5,0 ± 0,5	6,1 ± 0,3	8,3 ± 1,2	18,1 ± 2,9	18,8 ± 2,0	23,0 ± 2,5	25,9 ± 1,9	24,8 ± 1,7	26,6 ± 2,1	22,8 ± 2,4	28,3 ± 2,3	31,4 ± 2,6
менее 10	5,6 ± 0,4	9,1 ± 0,9	16,0 ± 1,7	28,5 ± 2,4	30,1 ± 1,8	38,6 ± 2,4	37,8 ± 1,9	35,8 ± 1,3	39,9 ± 1,7	39,2 ± 1,7	42,8 ± 1,3	23,7 ± 1,0
Год создания культур 2019												
0	–	–	–	–	–	3,1 ± 0,5	6,6 ± 0,9	7,5 ± 0,9	6,1 ± 0,9	6,4 ± 0,8	11,5 ± 1,7	13,6 ± 2,1
10	–	–	–	–	–	7,0 ± 0,4	3,5 ± 0,7	6,0 ± 1,3	6,5 ± 1,6	14,3 ± 1,4	20,5 ± 0,4	21,0 ± 0,8
20	–	–	–	–	–	9,5 ± 2,1	11,0 ± 1,1	5,5 ± 0,5	3,5 ± 0,2	4,5 ± 0,7	12,5 ± 0,2	20,0 ± 1,3
30	–	–	–	–	–	6,5 ± 0,3	10,2 ± 2,1	4,0 ± 0,3	7,3 ± 0,8	11,0 ± 1,2	12,3 ± 0,8	18,3 ± 0,7

Таким образом, пораженные снежным шютте культуры сосны способны восстановиться и противостоять инфекции. Наличие таких образцов растений позволяет применять методы селекции сосны на устойчивость к патогенам через прямой отбор отдельных форм, индивидов и популяций, не подвергающихся заболеванию. О значительных различиях по восприимчивости сосны к патогенам указывали ряд исследователей [2; 20; 21]. Следовательно, культуры сосны обыкновенной на гарях, вырубках сосняков лишайниковых и брусничных могут сильно различаться по степени и доле повреждения снежным шютте. Различный характер повреждения растений позволяет выделить устойчивые формы. Поражаются снежным шютте растения, отличающиеся наибольшими осевыми приростами.

Список использованной литературы

1. Макарова Т. А. Особенности развития болезней типа шютте в условиях Крайнего Севера / Т. А. Макарова // Вестник ОГУ. — 2008. — № 5 (86). — С. 140–145.

2. Крутов В. И. Грибные болезни хвойных пород в искусственных ценозах таежной зоны Европейского Севера СССР / В. И. Крутов // Петрозаводск : Карельский филиал АН СССР. — 1989. — 208 с.

3. Кузьмина Н. А. Селекция сосны обыкновенной по устойчивости к грибным патогенам в географических культурах / Н. А. Кузьмина, С. Р. Кузьмин // Хвойные бореальной зоны. — 2009. — XXVI. — № 1. — С. 76–81.

4. Аминев П. И. О болезнях соснового подроста в Кодинском лесничестве Красноярского края / П. И. Аминев // Охрана биоразнообразия и экологические проблемы природопользования : сб. ст. Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., Пенза, 28–29 мая 2020 г. / под общ. ред. Г.В. Ильиной. — Пенза : Пенз. гос. аграр. ун-т, 2020. — С. 35–39. — EDN XWMMDF.

5. Аминев П. И. К состоянию подроста сосны обыкновенной в сосновых насаждениях Красноярского Приангарья / П. И. Аминев // Актуальные проблемы лесного комплекса. — 2023. — № 63. — С. 6–11.

6. Исаева Л. Г. Болезни деревьев и кустарников Мурманской области / Л. Г. Исаева // Грибные сообщества лесных экосистем. — Москва, Петрозаводск : Карельский научный центр Российской академии наук, 2018. — С. 48–56. — EDN VVPFBN.

7. Макарова Т. А. Фитосанитарное состояние хвойных растений в насаждениях города Сургута / Т. А. Макарова, П. Н. Макаров // Вестник Сургутского государственного университета. — 2018. — № 4 (22). — С. 33–41. — EDN YVSYHR.

8. Сенашова В. А. Фитопатогенные микромицеты сосны обыкновенной *(Pinus sylvestris L.)* на территории Нижнего Приангарья / В. А. Сенашова, И. Е. Сафронова, Т. Л. Вилкова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2019. — № 228. — С. 250–265. — DOI 10.21266/2079-4304.2019.228.250-265. — EDN JTGGNM.

9. Сохранность и рост культур сосны, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой в условиях Карелии / А. И. Соколов, В. А. Харитонов, А. Н. Пеккоев, Т. И. Кривенко // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2015. — № 6 (348). — С. 46–56. — DOI 10.17238/issn0536-1036.2015.6.46. — EDN XHKCDT.

10. Крутов В. И. Искусственное лесовосстановление и проблемы лесозащиты в Российской Карелии / В. И. Крутов, А. И. Соколов // Лесовосстановление на Европейском Севере. Бюлл. НИИ леса Финляндии. — 2000. — Т. 772. — С. 177–182.

11. Ялынская Е. Е. Устойчивость сеянцев сосны обыкновенной к снежному шютте как интегральный показатель функциональной диагностики обеспеченности бором / Е. Е. Ялынская, Н. П. Чернобровкина // Вестник Московского государственного университета. — Лесной вестник. — 2008. — № 6. — С. 16–21.

12. Сенашова В. А. Фитопатогенные грибы филлосферы хвойных Красноярского края / В. А. Сенашова // Хвойные бореальной зоны. — 2009. — Т. 26, № 1. — С. 105–109. — EDN KJVPRH.

13. Коссинская И. С. Фацидиоз сосны / отв. ред. д-р биол. наук, проф. В. Н. Смагин; АН СССР. Сиб. отд-ние. Ин-т леса и древесины им. В. Н. Сукачева. — Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1974. — 91 с.

14. Яковлев В. Г. *Phacidium infestans Karst*. (возбудитель снежного шютте) его биология, роль в возобновлении сосны и меры борьбы с ним : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / В. Г. Яковлев. — Ленинград, 1964. — 20 с. — EDN ZMOHBP.

15. Мороз В. К. Прогноз и профилактика фацидиоза и шютте сосны в питомниках и культурах Карельской АССР : автореф. Диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / В. К. Мороз. — Ленинград : ЛТА им. С. М. Кирова. — 1965. — 20 с.

16. Ginzburg O. Effects of forest wildfire on soil microbial-community activity and chemical components on a temporal-seasonal scale / O. Ginzburg, Y. Steinberger // Plant and Soil. — 2012. — V. 360, № 1. — P. 243–257.

17. Микробиологическая оценка состояния почв хвойных лесов Средней Сибири после пожаров разной интенсивности / А. В. Богородская, Е. А. Кукавская, О. П. Каленская, Л. В. Буряк // Лесоведение. — 2019. — № 2. — С. 138–156. — DOI 10.1134/S0024114819010030. — EDN YXCBHN.

18. Крамер П. Д. Физиология древесных растений / Пол Д. Крамер, Теодор Т. Козловский ; пер. с англ. И. Г. Завадской и др. — Москва : Лесная промышленность. — 1983. — 462 с.; ил.

19. Kurkela T. Metsдnlannoitus ja sienitaudit / T. Kurkela // Metsдtaloudellinen aikakauslehti. — 1965. — № 9. — P. 345–349.

20. Проказин А. Е. Происхождение сеянцев сосны обыкновенной и устойчивость их к шютте / А. Е. Проказин, Б. Н. Куракин // Лесное хозяйство. — 1983. — № 2. — С. 51–53.

21. Ирошников А. И. Дифференцированное поражение грибами-ржавчинниками потомства локальных популяций сосны обыкновенной в географических культурах / А. И. Ирошников // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока. — Владивосток : Дальнаука. — 2001. — С. 219–221.

Информация об авторах

Тюкавина Ольга Николаевна — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биологии, экологии и биотехнологии, Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, 163002, г. Архангельск, набережная Северной Двины, 17, o.tukavina@narfu.ru.

Ханталина Мария Александровна — аспирант кафедры биологии, экологии и биотехнологии, Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, 163002, г. Архангельск, набережная Северной Двины, 17, khantalinam@yandex.ru.

Authors

Tyukavina Olga Nikolaevna — D. Sc. in Agricultural Sciences, Professor at the Department of Biology, Ecology and Biotechnology, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, 17 Severnaya Dvina Embankment, Arkhangelsk, 163002, o.tukavina@narfu.ru.

Khantalina Maria Alexandrovna — Postgraduate Student at the Department of Biology, Ecology and Biotechnology, Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, 17 Severnaya Dvina Embankment, Arkhangelsk, 163002, khantalinam@yandex.ru.

УДК 630.181.351:630.43

П. Г. Кваша

ПОСЛЕПОЖАРНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОСНЫ КРЫМСКОЙ (*PINUS NIGRA SUBSP. PALLASIANA)*: ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ, ФАКТОРЫ УСПЕХА И ЛИМИТИРУЮЩИЕ УСЛОВИЯ В ЭКОСИСТЕМАХ ЯЛТИНСКОГО ГОРНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Настоящее исследование посвящено закономерностям естественного послепожарного возобновления ключевого лесообразующего вида региона — сосны крымской (*Pinus nigra subsp. pallasiana*). Анализ показал, что успешность возобновления сосны напрямую зависит от интенсивности пожара, освещенности участков и близости к материнским деревьям. Выявлены пространственные закономерности в распределении подроста, который концентрируется в световых «окнах», образующихся в результате пожаров, и вблизи семенных деревьев. Результаты исследования имеют значение для разработки научно обоснованных стратегий управления лесными ресурсами, оптимизации восстановительных мероприятий и адаптации лесного хозяйства к условиям изменяющегося климата.

Ключевые слова: лесные пожары; сосна крымская; естественное возобновление; Ялтинский горно-лесной заповедник; послепожарное восстановление; пирогенный фактор; молодой подрост; пространственные закономерности.

P. G. Kvasha

POST-FIRE RESTORATION OF THE CRIMEAN PINE *(PINUS NIGRA SUBSP. PALLASIANA)*: SPATIAL PATTERNS, SUCCESS FACTORS AND LIMITING CONDITIONS IN THE ECOSYSTEMS OF THE YALTA MOUNTAIN AND FOREST RESERVE

The present study is devoted to the patterns of natural post–fire renewal of the key forest-forming species of the region, the Crimean pine (*Pinus nigra subsp. pallasiana)*. The analysis showed that the success of the pine tree renewal directly depends on the intensity of the fire, the illumination of the sites and the proximity to the mother trees. Spatial patterns have been identified in the distribution of undergrowth, which is concentrated in the light «windows» formed as a result of fires and near seed trees. The results of the study are important for the development of scientifically sound strategies for forest resource management, optimization of restoration measures and adaptation of forestry to changing climate conditions.

Keywords: forest fires; Crimean pine; natural regeneration; Yalta Mountain Forest Reserve; post-fire restoration; pyrogenic factor; young undergrowth; spatial patterns.

Естественное возобновление сосны крымской (*Pinus nigra subsp. pallasiana*) представляет собой сложный и динамичный процесс, который можно охарактеризовать способностью данного вида к формированию устойчивости к воздействию внешних факторов, в частности, к возникновению лесных пожаров. Характеристики лесного пожара, сохранение семенного материала и временные параметры в совокупности требуют тщательного анализа для оценки способности сосны крымской к естественному возобновлению и становятся катализаторами к указанному процессу.

Вторым аспектом, который необходимо отметить, является роль сосны крымской как важного компонента горных экосистем Крыма. Многофункциональность и значимость данного вида подтверждается биогеохимическими, экологическими и климатическими характеристиками [5]. Сосны крымская путем выполнения ее корневой системой функций биологического барьера и стабилизатора обеспечивает структурную устойчивость почвы, и тем самым предотвращает эрозию и минимизирует риск оползней, что особенно важно на склонах с неустойчивыми условиями.

С точки зрения климатологии, сосна крымская оказывает значительное влияние на микроклимат горных регионов, что проявляется в регулировании водного баланса, уровня относительной влажности и снижения экстремальных температур, и, в совокупности, поддерживает экологическое равновесие.

Наконец, сосновые леса имеют важное рекреационное значение, являясь объектами экологического туризма и предоставляя возможности для активного отдыха [1]. При этом сохранение лесных массивов и их экосистемных функций остается приоритетной задачей, требующей комплексного подхода к управлению природными ресурсами и устойчивого развития региона.

Таким образом, целью исследования является анализ влияния лесных пожаров на заповедные территории горного Крыма, а также выявление закономерностей их воздействия на процессы естественного возобновления сосны крымской (*Pinus nigra subsp. pallasiana*), что является стратегическим направлением в процессах регулирования и сохранения биоразнообразия региона и оптимизации процессов управления лесными ресурсами.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

1) анализ воздействия различных уровней интенсивности лесных пожаров на устойчивость материнского подроста и процессы естественного возобновления сосны крымской;

2) анализ пространственного распределения подроста сосны крымской в зависимости от его расположения к материнским деревьям;

3) определить степень влияния интенсивности светового потока как постпирогенного фактора на процессы выживаемость молодого подроста сосны крымской;

4) определить основные лимитирующие факторы, препятствующие процессу естественного восстановления сосны крымской после лесных пожаров.

Исследование базируется на данных, собранных на территории Ялтинского горно-лесного заповедника. Сбор основных полевых данных посредством заложения пробных площадей и определения морфологических характеристик

подроста сосны крымской был сосредоточен в границах урочища Шаан-Кая Алупкинского лесничества, где в 2007 году произошел крупнейший по интенсивности и распространению лесной пожар [2].

В результате анализа исходных данных необходимо отметить, что низовые и умеренные пожары, характеризующиеся поверхностным распространением огня, создают оптимальные условия для регенерации сосновых насаждений. Данные пожары способствуют уничтожению мощного слоя лесного покрова и минерализации верхнего слоя почвы, что критически важно для прорастания семян сосны крымской. Семена данной древесной породы обладают низкой всхожестью через густой лесной покров, поэтому пожары устраняют данный барьер, обеспечивая благоприятные условия для их прорастания. Кроме того, низовые пожары уничтожают конкурирующую травянистую и кустарниковую растительность, предоставляя молодым всходам сосны значительные конкурентные преимущества в борьбе за свет и влагу. Материнские деревья сосны крымской, обладающие толстой корой, выступающей исключительным терморегулятором и обеспечивающей устойчивость к низовым пожарам, служат источником семян и ключевым фактором в процессе естественного возобновления.

Верховые и интенсивные пожары, в свою очередь, приводят к полной гибели материнских насаждений и значительной части семенного фонда. В этих условиях естественное восстановление становится крайне затруднительным, и его реализация возможна только спустя десятилетия за счет переноса семян ветром с соседних неповрежденных участков или отдельных выживших деревьев.

Пространственное распределение молодого подроста на горельниках в большей степени обусловлено расположением рядом с материнскими деревьями. Возобновление сосновых насаждений крымской сосны часто носит мозаичный характер [3].

Плотность подроста значительно выше вблизи уцелевших материнских деревьев и в микропонижениях рельефа, где сохраняется оптимальная влажность и степень минерализации почвы. На обширных гарях, удаленных от источников семенного материала, возобновление может быть редким или отсутствовать полностью. Данный аспект находит подтверждение в процессе исследования.

На рис. 1 представлено изображение расположения возобновившегося молодого подроста сосны крымской вблизи материнских деревьев. Так, было выявлено, что при удалении от стены леса количество молодого подроста (средний возраст — 7–8 лет) значительно снижается. Соответственно, распределение молодых деревьев происходит неравномерно, на что оказывает влияние материнские деревья.

На рис. 2 представлена динамика количества молодого подроста при удалении от стены леса, что подтверждает зависимость пространственно-возрастной структуры молодого подроста сосны крымской в процессах естественного возобновления влиянием количества и сохранения функциональности материнского полога. При этом, сосна крымская как достаточно светолюбивая порода, по результатам исследования демонстрирует зависимость от света. В данном случае лесной пожар способен уничтожить окружающую расти-

тельность и, в то же время, открыть доступ к свету для молодого подроста, что обеспечивает оптимальные условия для роста и развития.

Рис. 1. Расположение молодого подроста сосны крымской вблизи материнского подроста

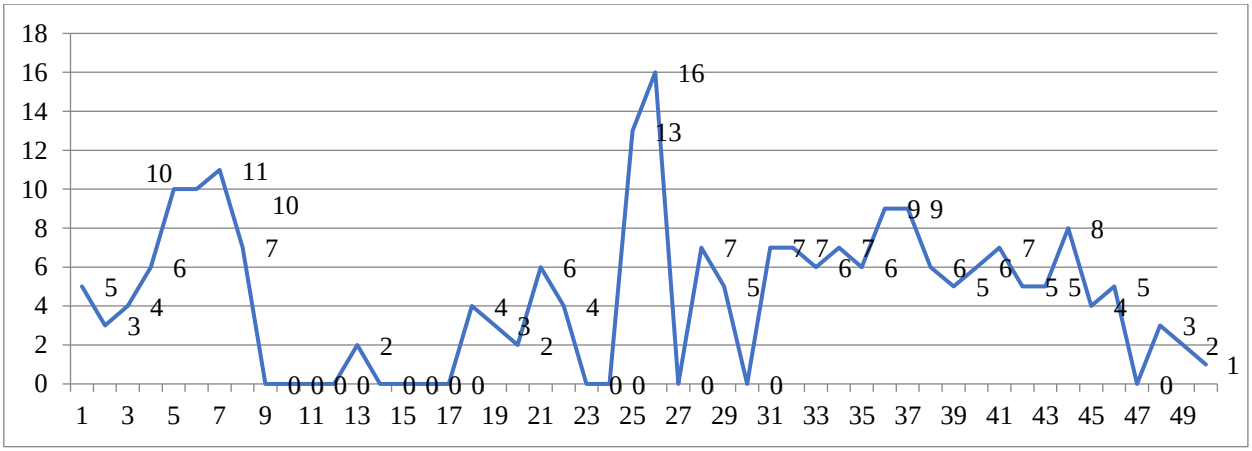


Рис. 2. Динамика количества молодого подроста при удалении от стены леса

Данный период можно назвать «окном возможностей» для прорастания и укрепления молодого подроста сосны крымской до времени восстановления плотного травяного покрова или появления кустарниковой растительности, что важно в процессах естественного возобновления.

Однако следует отметить, что доступность света и расположение молодого подроста вблизи материнских деревьев могут стать лимитирующими условиями в процессах естественного возобновления, поскольку минимизация или недостаток указанных факторов в значительной степени замедляют процессы естественного возобновления. В данном случае не исключается возможность внедрения методов искусственного восстановления лесных массивов, направленную на использование семенного материала и саженцев.

Таким образом, в результате проведения анализа процессов естественного возобновления сосны крымской после лесных пожаров можно сделать вывод

о формировании определенных пространственных закономерностей и влиянии факторов успеха в указанных процессах. Формирующиеся постпирогенные факторы, такие как стабилизация условий для прорастания семян, минимизация конкуренции, увеличение освещенности, сохранение материнских деревьев, определяют успешность протекания процессов естественного возобновления популяции сосны крымской. При этом, сохранение молодого подроста сосны крымской возможно лишь при поддержании баланса между факторами успеха естественного возобновления сосны крымской и лимитирующими условиями данного процесса, что становится целью при реализации лесоуправления и обеспечения устойчивости лесных экосистем.

Список использованной литературы

1. Лесоведение : научный журнал. — Москва : Наука, 2025. — № 4. — 118 с. — URL: https://znanium.ru/catalog/product/2227539 (дата обращения: 01.11.2025).

2. Салтыков А. Н. Перспективы естественного залесения Караби-яйлы сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) и сосной Крымской (*Pinus nigra J.F. Arnold subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe)* / А. Н. Салтыков // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. — 2023. — № 35 (198). — С. 49–61. — EDN GSJKSL.

3. Салтыков А. Н. Поливариантность пространственно-возрастной структуры ценопопуляции подроста сосны крымской (*Pinus pallasiana D.* Don) / А. Н. Салтыков // Экосистемы. — 2021. — № 25 (55). — С. 135–145. — DOI 10.37279/2414-4738-2021-25-135-145. — EDN GYRQKA.

4. Сеннов С. Н. Лесоведение и лесоводство : учебник для СПО / С. Н. Сеннов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 332 с.

5. Хромова Т. М. Основы лесоведения : учеб. пособие для вузов / Т. М. Хромова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 352 с.

Информация об авторе

Кваша Полина Григорьевна — аспирант кафедры лесного дела и садово-паркового строительства, Институт «Агротехнологическая академия», Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Республика Крым, г. Симферополь, проспект Академика Вернадского, 4, polinakvasha2302@mail.ru.

Author

Kvasha Polina Grigorievna — Postgraduate Student at the Department of Forestry and Horticultural Construction, Institute of Agrotechnological Academy, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Akademika Vernadskogo Ave., 4, Simferopol, Republic of Crimea, polinakvasha2302@mail.ru.

УДК 630.90

С. В. Фокин,
Д. С. Аникина,
Р. Г. Хамбиков

О МЕТОДАХ СБОРА ЛЕСНОЙ ПРОДУКЦИИ С ПЛАНТАЦИЙ И ЕЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ К ПОКУПАТЕЛЮ

В статье проводится анализ потенциала использования тонкомерной древесины, получаемой при выращивании лесных плантаций, в качестве сырья для изготовления энергетической щепы, применяемой в мини-котельных. Проводятся исследования, связанные с применением различного технологического оборудования для производства щепы из тонкомерного материала в зависимости от объемов заготавливаемого сырья и способов доставки готового продукта потребителю.

Ключевые слова: плантационные леса; энергетическая щепа; рубильная машина; форвардер; харвестер.

S. V. Fokin,
D. S. Anikina,
R. G. Khambikov

ABOUT METHODS OF COLLECTING FOREST PRODUCTS FROM PLANTATIONS AND TRANSPORTING THEM TO THE BUYER

The article analyzes the potential of using thin-dimensional wood obtained from growing forest plantations as a raw material for making energy chips used in mini-boilers. Research is conducted on the use of various technological equipment for producing chips from thin-dimensional material, depending on the volume of harvested raw materials and the methods of delivering the finished product to the consumer.

Keywords: plantation forests; energy chips; chopping machine; forwarder; harvester.

Для производства энергии специально культивируемая древесина на плантациях, вырубаемых сплошным методом, является источником тонкомерного лесоматериала. Верхушечные части и сучья дерева составляют существенную долю биомассы, что делает сбор тонкомерной древесины способом получения значительных объемов биосырья.

Тонкомерная древесина в форме длинных стволов более предпочтительна для небольших котельных установок. В них предъявляются повышенные требования к качественным характеристикам топливной щепы, таким как уровень зольности, состав фракций, наличие хвои и листвы, по сравнению с крупными котельными [1; 2].

Невзирая на высокую продуктивность современных автоматизированных решений для добычи тонкомерной древесины, стоимость производства одного кубического метра топливной щепы, изготовленной из предварительно высушенной (до 30 % влажности) тонкомерной древесины (до 40 евро, что требует государственной поддержки), превосходит стоимость щепы, произведенной из отходов лесозаготовки (не более 20 евро за кубометр).

Опыт, накопленный в скандинавских странах, демонстрирует потенциал широкого применения тонкомерной древесины в качестве сырья для изготовления щепы. В контексте Северо-Западного региона России заготовка тонкомерной древесины может рассматриваться как метод оптимизации расходов на проведение рубок ухода, а также очистку дорог и просек [3; 4].

В Финляндии большая часть (70 %) заготовленной мелкотоварной древесины перерабатывается в щепу непосредственно на лесосеке, около дороги, пятая часть (20 %) — на сортировочных пунктах, а оставшиеся 10 % — возле котельных. При механизированной вырубке тонкомерного леса применяются харвестерные головки и валочно-пакетирующие агрегаты специальной конструкции. Харвестерные головки могут быть дополнительно оснащены накопителем стволов, что существенно повышает эффективность заготовки мелкой древесины.

В условиях масштабной заготовки тонкомерной древесины вместо харвестерных головок целесообразно использовать специализированные аккумулирующие валочные головки с накопителем, разработанные специально для заготовки энергетической древесины (например, модели Ponsse EH25 или Naarva E20) [5; 6].

Тонкую древесину, подготовленную к транспортировке, можно собирать и перемещать с использованием форвардера (как традиционного, так и усовершенствованного), а также тракторов различного назначения с активным прицепом. Применение многофункциональных машин, объединяющих процессы заготовки и трелевки, позволяет увеличить эффективность работ.

При небольших объемах лесозаготовки, особенно при рубках в молодых лесах, часто прибегают к ручной валке с использованием мотокусторезов, например, от таких производителей, как Husqvarna или Stihl. Реже применяются компактные харвестеры. Харвестер может быть оборудован валочной головкой с функцией накопления или специализированным кусторезом, например, Usewood Pro, которые устанавливаются на манипулятор машины [7; 8].

Российские производители сельхозтехники предлагают разнообразный ассортимент машин, часть которых можно применять при создании машинно-тракторных комплексов для осуществления различных этапов в процессе производства топливной щепы:

1) для валки деревьев и предварительной обработки на трактор устанавливается манипулятор с валочной или харвестерной головкой, часто с функцией накопления;

2) для транспортировки деревьев или сортиментов может применяться трактор с прицепом, оборудованным грузовыми платформами, или трактор, оснащенный щитом с тросовой системой захвата;

3) для перевозки щепы или остатков древесины по дорогам общего пользования (вблизи лесных поселений), а также для трелевки этих остатков может использоваться трактор с бортовым прицепом;

4) в процессе измельчения древесины в щепу трактор может служить в качестве источника тяги и энергии;

5) для погрузки щепы на терминале или у потребителя трактор может быть оборудован ковшом [9].

Трактор сельскохозяйственного назначения находит применение в разнообразных работах, включая лесное хозяйство, что сводит к минимуму период неиспользования техники в межсезонье.

При заготовке мелкотоварной древесины с измельчением биомассы в щепу непосредственно на лесосеке целесообразно задействовать передвижную рубильную установку на базе форвардера. Данное оборудование осуществляет переработку поваленных и собранных в пакеты тонких деревьев непосредственно в щепу. Альтернативным решением является использование многофункциональных агрегатов, включающих харвестерную головку с функцией накопления, рубильный модуль и емкость для щепы.

Местоположение рубильной установки — лесосека, погрузочная площадка, терминал или территория потребителя — оказывает влияние на форму, в которой древесная биомасса транспортируется к конечному пользователю: в виде щепы, пакетированных материалов или россыпных отходов лесозаготовки.

Для превращения биомассы в древесную щепу прямо на лесосеке допустимо применение передвижной дробильной установки, смонтированной на базе форвардера. Дробильная установка может быть размещена на автомобильном шасси или агрегатироваться с трактором. Альтернативным вариантом является применение специализированных комплексов, представляющих собой щеповозы с интегрированным дробильным модулем [10].

В скандинавских странах широко применяются технологические схемы, где дробильные установки располагаются на площадках возле дорог. Однако, сложные дорожные условия в российских регионах способны усложнить транспортировку дробильной установки к месту складирования древесины у дороги.

В подобных ситуациях рекомендуется доставлять биомассу с нескольких лесосек на специализированный терминал для дальнейшего измельчения в щепу. Организация промежуточного терминала обеспечивает формирование запаса древесного сырья для стабильного обеспечения нужд потребителей, например, котельных.

Крупногабаритные автолесовозы транспортируют щепу от терминала непосредственно к конечному пользователю. На терминалах для предварительного дробления биомассы часто применяются мощные дробильные установки с высокой производительностью.

Потребители могут самостоятельно перерабатывать древесную биомассу при наличии как стационарных, так и крупных мобильных измельчителей. Одна высокопроизводительная мобильная дробильная установка способна обслуживать несколько территориально распределенных потребителей.

Российская лесная биоэнергетика обладает потенциалом использования значительных объемов древесного сырья, включая некондиционную древесину (низкосортную и неликвидную). Производство топливной щепы из такой древесины значительно экономичнее, чем использование в качестве сырья отходов лесозаготовки или тонкомерной древесины [11].

Учитывая вышесказанное, на старте развития российской лесной биоэнергетики целесообразно использовать некондиционную древесину в качестве сырьевой базы для изготовления древесного топлива. Данное сырье рекомендуется культивировать на специализированных энергетических плантациях, а переработку в конечный продукт осуществлять с применением передвижных рубильных комплексов непосредственно на делянках, с последующей упаковкой готовой продукции в специализированную тару [12].

Список использованной литературы

1. Фокин С. В. Современное состояние рынка биоэнергетических технологий / С. В. Фокин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. — 2014. — Т. 2, № 3-4 (8-4). — С. 107–110.

2. Фокин С. В. Способы транспортирования щепы из рубительных машин / С. В. Фокин, О. А. Фомина // Научная жизнь. — 2018. — № 2. — С. 10–15.

3. Фокин С. В. Моделирование машины для измельчения порубочных остатков / С. В. Фокин // Научное обозрение. — 2011. — № 5. — С. 258–265.

4. Цыплаков В. В. О применении устройства для измельчения порубочных остатков при реконструкции защитных лесонасаждений / В. В. Цыплаков, С. В. Фокин // Научное обозрение. — 2011. — № 5. — С. 253–257.

5. Фетяев А. Н. Об имитационной модели процесса измельчения порубочных остатков / А. Н. Фетяев, С. В. Фокин // Научно-технический вестник Поволжья. — 2012. — № 2. — С. 291–294.

6. Фокин С. В. О перспективных технических средствах для ведения агролесомелиоративных мероприятий / С. В. Фокин, А. Н. Фетяев, О. Н. Шпортько // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 2-1. — С. 158.

7. Фокин С. В. О конструктивных особенностях дисковой рубительной машины для измельчения порубочных остатков / С. В. Фокин, О. А. Фомина // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., Саратов, 17–19 марта 2020 г. — Саратов : ООО «Амирит», 2020. — С. 390–393.

8. Фокин С. В. Об использовании математических методов моделирования рубительных машин / С. В. Фокин, О. А. Фомина // Фундаментальные исследования, методы и алгоритмы прикладной математики в технике, медицине и экономике : материалы 17-й Междунар. молодежной науч.-практ. конф., Новочеркасск, 06–07 сент. 2018 г. — Новочеркасск : ООО «Лик», 2018. — С. 158–159.

9. Фокин С. В. Технические средства, применяемые при очистке вырубок от отходов лесосечных работ / С. В. Фокин, А. В. Храмченко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. — 2015. — Т. 3, № 9-2 (20-2). — С. 280–283.

10. Фокин С. В. К обоснованию конструктивно-технологических параметров механизма выброса щепы из дисковой рубительной машины / С. В. Фокин, О. А. Фомина // Лесной вестник. Forestry Bulletin. — 2021. — Т. 25, № 2. — С. 99–107.

11. Фокин С. В. Описание конструкции и работы опытного образца рубительной машины для измельчения порубочных остатков / С. В. Фокин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. — 2015. — Т. 3, № 2-1 (13-1). — С. 146–149.

12. Фокин С. В. О применении метода конечных элементов при проектировании рабочих элементов рубительных машин / С. В. Фокин, О. А. Фомина // Научная жизнь. — 2017. — № 12. — С. 65–75.

Информация об авторах

Фокин Сергей Владимирович — доктор технических наук, профессор, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, 410012, г. Саратов, проспект им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, feht@mail.ru.

Аникина Дарья Сергеевна — магистрант, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, 410012, г. Саратов, проспект им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3, anikinadaria46@gmail.com.

Хамбиков Руслан Гаясович — магистрант, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, 410012, г. Саратов, проспект им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, 133faiter@gmail.com.

Authors

Fokin Sergey Vladimirovich — D. Sc. in Engineering, Professor, Vavilovsky University, Building 3, Petra Stolypina Ave., Saratov, 410012, feht@mail.ru.

Anikina Daria Sergeevna — Master's Student, Vavilovsky University, Building 3, Petra Stolypina Ave., Saratov, 410012, anikinadaria46@gmail.com.

Khambikov Ruslan Gayasovich — Master's Student, Vavilov University, Building 3, Petra Stolypina Ave., Saratov, 410012, 133faiter@gmail.com.

УДК 630.23

К. А. Халявина,
О. И. Горбунова

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ЛЕСНОГО СЕМЕНОВОДСТВА КАК ОСНОВЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСОВ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Приведена оценка современного состояния системы лесного семеноводства в России как ключевой основы интенсификации воспроизводства лесов. Охарактеризованы существующие проблемы в данной сфере, определяющие кризисное положение лесного семеноводства. Представлены данные о состоянии объектов лесного семеноводства в Российской Федерации и Иркутской области, демонстрирующие негативные тенденции. Предлагаются меры по улучшению ситуации, в том числе создание селекционно-семеноводческих центров и применение инновационных биотехнологий. Обоснована необходимость разработки конкретных мероприятий для достижения эффективной модернизации системы лесного семеноводства в России.

Ключевые слова: лесное семеноводство; интенсификация воспроизводства лесов; лесовосстановление; лесосеменные плантации; Иркутская область.

K. A. Khalyavina,
O. I. Gorbunova

DEVELOPMENT OF THE FOREST SEED PRODUCTION SYSTEM AS A BASIS FOR THE INTENSIFICATION OF FOREST REPRODUCTION: PROBLEMS AND PROSPECTS

The assessment of the current state of the forest seed production system in Russia as a key basis for the intensification of forest reproduction has been carried out. The existing problems in this area that determine the crisis situation of forest seed production are characterized. Data on the state of forest seed production facilities in the Russian Federation and the Irkutsk region are presented, demonstrating negative trends. Measures are proposed to improve the situation, including the creation of breeding and seed centers and the use of innovative biotechnologies. The necessity of developing specific measures to achieve effective modernization of the forest seed production system in Russia is substantiated.

Keywords: forest seed production; intensification of forest reproduction; reforestation; forest seed plantations; Irkutsk region.

Лесной комплекс Российской Федерации — страны с крупнейшим в мире лесоресурсным потенциалом в настоящее время характеризуется как один из важных секторов национальной экономики. Развитие лесного комплекса

необходимо рассматривать как стратегическую задачу государства, и именно поэтому в последние десятилетия были приняты такие значимые для лесной сферы программные документы, как «Развитие лесного хозяйства на 2013–2020 годы» и «Стратегия развития лесного комплекса до 2030 года».

Состояние лесного хозяйства страны в настоящий период времени позволяет говорить о наличии серьезных проблем по целому ряду важнейших направлений деятельности. В первую очередь, следует выделить проблему сохранения лесных ресурсов страны, для чего необходимо решать задачу их качественного и устойчивого воспроизводства. Ситуация сокращения лесопокрытых площадей и снижения их продукционного потенциала на территории лесных регионов страны требует принятия эффективных и комплексных мер в сфере лесовосстановления.

Воспроизводство лесов должно осуществляться на основе использования улучшенных и сортовых семян древесных пород, так как качественные характеристики восстановленных лесов в будущем будут определяться, в том числе, и наследственными характеристиками семян лесных пород. Поэтому для нашей страны задачи эффективного развития лесосеменного дела приобретают важнейшее значение [1].

Лесное семеноводство следует рассматривать как основу интенсификации воспроизводства лесных ресурсов РФ. Это направление лесохозяйственной деятельности обеспечивает получение высококачественного семенного материала и, следовательно, играет ключевую роль в сохранении и улучшении качества лесных ресурсов страны.

На протяжении последних 30–40 лет в нашей стране не уделялось должного внимания лесной отрасли со стороны государственных структур управления, что привело к появлению кризисных явлений во многих направлениях, в том числе и в сфере лесного семеноводства.

Следует отметить, что с 90-х годов прошлого века в России практически не создавалось объектов лесного семеноводства. Как отмечает в своей работе Романов Е. М. [2] развитие новых семеноводческих структур фактически не происходит, что негативно отражается на формировании качественной основы для возобновления лесных массивов. Кроме того, финансирование содержания объектов лесного семеноводства осуществляется по остаточному принципу. Но, согласно «Стратегии развития лесного комплекса до 2030 года» модернизация лесного семеноводства должна происходить на основе реализации инновационных генетических подходов и передовых биотехнологий[1].

Площадь созданных лесосеменных плантаций основных лесообразующих пород на всей территории лесных регионов страны к 2005 г. составляла 7 887 га.

В настоящее время закладка новых лесосеменных объектов фактически не осуществляется, за два последних десятилетия площадь лесосеменных плантаций сократилась почти на четверть — до 6 000 га, потеряно 15 868 плюсовых деревьев [3].

[1] Об утверждении Стратегии лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 11 февр. 2021 г. № 312-р // СПС «Консультант Плюс».

Процессы реорганизации лесного хозяйства страны с целью приведения лесных отношений к условиям рыночной экономики еще сильнее сказались на негативных изменениях, происходящих в структуре системы лесного семеноводства (таблица).

Площади объектов лесного семеноводства в РФ [4]

Вид объекта	Площадь объекта в 2013 г., га	Площадь объекта в 2023 г., га	Изменение площади за период с 2013 по 2023 гг.
Лесосеменные плантации	6 040	5 810	– 230
Постоянные леосеменные участки	18 187	17 185	– 1 002
Маточные плантации	208	217	+ 9
Архивы клонов плюсовых деревьев	598	571	– 27
Генетические резерваты	215 285	208 400	– 6 885
Плюсовые насаждения	14 455	13 932	– 523
Создание лесосеменных плантаций, га/год	39,7	16,2	– 23,5

Анализ данных, представленных в таблице 1, позволяет сделать вывод о том, что практически все виды лесосеменных объектов за период с 2013 по 2023 гг. демонстрируют отрицательную динамику по площади.

Объекты лесного семеноводства, как отмечается в «Стратегии развития лесного комплекса до 2030 года» расположены в 76 субъектах РФ. Большая часть этих объектов была создана почти 50 лет назад, и в настоящее время их репродуктивная ценность сильно снижена или даже наблюдается прекращение семяобразования у плюсовых насаждений, так как эксплуатационный период лесосеменных объектов составляет примерно 25 лет.

Как указывают в своем исследовании Стольнов А. С., Иозус А. П., Крючков С. Н. [5] лесное семеноводство в последние десятилетия в России находится на крайне низком уровне. Такая оценка подтверждается следующими фактами: отсутствие производства сортовых семян, доля заготовленных на лесосеменных плантациях (ЛСП) селекционно-улучшенных семян составляет всего 2 % от общего объема заготовки. Следует отметить, что в европейских странах этот показатель составляет в среднем 25 %, а в странах Скандинавии достигает величины в 90 %.

Таким образом, изучение ситуации в сфере лесного семеноводства позволяет говорить о том, что на современном этапе своего развития эта отрасль российского лесного хозяйства не достигает своей главной цели — производить генетически улучшенные семена для решения задачи интенсификации воспроизводства лесных ресурсов. Как отмечают эксперты «…лесное семеноводство в стране на требуемую высоту не поднять, если каждый хозяйствующий субъект и все лесное хозяйство не будет нацелено на ускоренное промышленное выращивание целевых насаждений с коротким производственным циклом» [2, с. 82].

Одной из главных причин неудач многолетней работы по созданию и эффективному развитию государственной системы лесного семеноводства является невысокое качество организационно-правовой базы этого вида деятельности,

которое было сформировано в результате реорганизационных процессов российского лесного хозяйства. Также необходимо выделить еще одну причину резкого ухудшения ситуации в лесосеменной деятельности, а именно — переход под управление субъектов Российской Федерации объектов единого генетико-селекционного комплекса без соответствующих передачи полномочий и финансирования. Как отмечает в своей работе Ю. Н. Гагарин [4] данное решение привело к нарушению принципа единства управления и возникновению противоречий с положениями Лесного кодекса РФ, где отмечается, что деятельность в сфере лесного семеноводства характеризуется осуществлением полномочий на федеральном уровне.

Иркутская область относится к одному из важнейших лесных регионов страны, где задачи развития лесного хозяйства на основе принципов устойчивого лесопользования требуют реализации комплексных и профессиональных подходов по сохранению лесоресурсного потенциала территории.

Создание лесосеменных объектов решает, главным образом, задачи организации собственной семенной базы, исключающей использование нерайонированных семян, и заготовки семян с улучшенными наследственными характеристиками в промышленных масштабах. С этой целью на территории Иркутской области и были созданы объекты лесного семеноводства. Но, за последние годы лесосеменные объекты в результате естественной ротации, гибели и прочих причин претерпевают изменения, которые приводят к невозможности обеспечения сбора семенного сырья. В текущий период времени остро стоит вопрос о замене существующих лесосеменных объектов.

Состав объектов лесного семеноводства на землях лесного фонда Иркутской области по состоянию на 01.11.2025 г. представлен на рис. 1.

Рис. 1. Состав объектов лесного семеноводства на территории Иркутской области

Для обеспечения воспроизводства лесов в Иркутской области семенным материалом с улучшенными наследственными характеристиками с 80-х гг. проводится работа по созданию объектов лесного семеноводства.

Многолетние комплексные исследования создали реальные предпосылки для перехода отечественного лесного хозяйства на качественно новый уровень,

основанный на использовании при лесовыращивании генетически ценного материала, обеспечивающего повышение продуктивности, качества и устойчивости будущих насаждений.

В настоящее время в лесном семеноводстве развиваются два стратегических направления — популяционное и плантационное (рис. 2).

Рис. 2. Направления развития лесного семеноводства [5]

Развитие лесного семеноводства базируется на результатах научных исследований, проводимых как у нас в стране, так и за рубежом и направленных на внедрение селекционно-генетических методов. Производство семян с улучшенными наследственными свойствами как показатель эффективности лесосеменных плантаций — это ключевая задача таких научных исследований.

В заключение следует отметить, что исследование ситуации в сфере лесного семеноводства российского лесного хозяйства позволяет охарактеризовать состояние этой сферы как кризисное с наличием серьезных проблем, препятствующих переходу к интенсивному воспроизводству лесных ресурсов страны. Современные документы стратегического развития лесного комплекса РФ не уделили должного внимания решению хронических проблем, присущих лесному семеноводству. Обзор содержания «Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года», показал, что она вообще не устанавливает ключевых показателей для данной деятельности в нарушение принципа измеряемости целей. В связи с чем, необходимо разработать программные решения или внести дополнения в существующие документы о направлениях модернизации системы лесного семеноводства в России.

В лесном секторе РФ требуется создание комплекса селекционно-семеноводческих центров, которые будут оснащены современным оборудованием для генетических исследований, микроклонального размножения и выращивания высококачественного посадочного материала с улучшенными наследственными свойствами. Создание новых объектов лесного семеноводства и исследовательский процесс в области селекции древесных пород требует много времени ввиду длительного жизненного цикла деревьев. Сокращение периодов селекционного

отбора и повышение точности контроля на всех этапах жизни деревьев за счет применения современных методов молекулярно-генетического анализа открывает новые возможности для оптимизации длительных и трудоемких традиционных лесохозяйственных процессов, следовательно, позволит ускорить процессы развития и модернизации российской системы лесного семеноводства.

Список использованной литературы

1. Халявина К. А. Проблемы и перспективы развития лесосеменного дела в России и Иркутской области / К. А. Халявина, К. В. Широколобова, О. И. Горбунова // Состояние окружающей среды: проблемы экологии и пути их решения : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф., Усть-Илимск, 15 дек. 2023 г. — Иркутск : Байкал. гос. ун-т, 2024. — С. 159–165. — EDN IQRTGZ.

2. Романов Е. М. Лесное семеноводство как основа интенсификации воспроизводства лесов / Е. М. Романов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. — 2023. — № 4 (60). — С. 81–83. — EDN DJZEYJ.

3. Рекомендации парламентских слушаний по теме «Лесное семеноводство как основа интенсификации воспроизводства лесов» // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. — 2024. — № 1 (61). — С. 97–100. — EDN FRSXVT.

4. Гагарин Ю. Н. Проблемы Государственно-правового управления в сфере лесного семеноводства / Ю. Н. Гагарин // Вопросы лесной науки. — 2024. — Т. 7, № 4. — С. 41–62. — DOI 10.31509/2658-607x-202474-154. — EDN NFUJFM.

5. Стольнов А. С. Современное состояние и перспективы развития лесного семеноводства в России / А. С. Стольнов, А. П. Иозус, С. Н. Крючков // Современные проблемы науки и образования. — 2011. — № 6. — С. 730–738.

Информация об авторах

Халявина Ксения Алексеевна — инженер 1-й категории отдела «Иркутская лесосеменная станция» ФБУ «Рослесозащита» — «ЦЗЛ Иркутской области», 664007, г. Иркутск, ул. К. Либкнехта, 12, kseniahal2000@gmail.com.

Горбунова Ольга Ивановна — кандидат технических наук, доцент кафедры отраслевой экономики и управления природными ресурсами, Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, olgavaliko@mail.ru.

Authors

Khalyavina Ksenia Alekseevna — Engineer of the 1st Category at the Department «Irkutsk Forest Seed Station» of the Federal Budgetary Institution «Roslesozashchita» — «Center for Forest Protection of the Irkutsk region», 12 K. Liebknecht Str., Irkutsk, 664007, kseniahal2000@gmail.com.

Gorbunova Olga Ivanovna — Ph. D. in Economics, Associate Professor at the Department of Sectoral Economy and Natural Resources Management, Baikal State University, 11 Lenin Str., Irkutsk, 664003, olgavaliko@mail.ru.

УДК 630*232.321

Е. В. Болданова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДЗЗ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЛЕСОУСТРОЙСТВА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНТЕНСИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСОВ

В статье рассматривается роль дистанционного зондирования (ДЗЗ) в совершенствовании лесоустройства и повышении эффективности государственной инвентаризации лесов (ГИЛ). Основными источниками данных являются спутниковые снимки, данные воздушного лазерного сканирования, методы обработки предполагают использование помимо традиционных стационарных систем облачные платформы (Google Earth Engine) с возможностями машинного обучения. Выделены ключевые проблемы: медленное освоение технологий пользователями, технические сложности верификации и валидации, несоответствие масштабов ДЗЗ и полевых исследований. Проанализированы примеры решений проблем в различных странах (США, скандинавские страны), применение гибридных подходов и веб-сервисов для оперативного доступа к данным.

Ключевые слова: воспроизводство леса; интенсивное использование лесов; дистанционное зондирование Земли; государственная инвентаризация лесов; облачные платформы; машинное обучение.

E. V. Boldanova

USE OF RS DATA IN IMPROVING FOREST MANAGEMENT FOR THE PURPOSES OF INTENSIVE USE AND FOREST REGENERATION

The article discusses the role of remote sensing (RS) in improving forest management and increasing the efficiency of state forest inventory (SFI). The main sources of data are satellite images and airborne laser scanning data. In addition to traditional stationary systems, the processing methods involve the use of cloud platforms (Google Earth Engine) with machine learning capabilities. Key problems are identified: slow adoption of technologies by users, technical difficulties in verification and validation, and inconsistencies between the scales of RS and field studies. Examples of solutions to these problems in various countries (USA, Scandinavian countries) are analyzed, as well as the use of hybrid approaches and web services for rapid access to data.

Keywords: forest reproduction; intensive forest use; remote sensing; state forest inventory; cloud platforms; machine learning.

Интенсивное лесопользование невозможно без использования результатов лесоустройства. Повышение эффективности лесоустройства предполагает интеграцию данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и полевых исследований.

Целью данного исследования является обзор существующих методов ДЗЗ для интенсификации инвентаризации лесов при интенсивном использовании и воспроизводстве лесов.

Результаты ДЗЗ используются достаточно широко в лесном хозяйстве. В современных условиях возможно использование ДЗЗ уже в оперативном режиме. Основными проблемами при этом являются:

− освоение новых технологий пользователями;

− технические проблемы ДЗЗ, связанные с инвентаризацией лесов;

− проблемы с верификацией полученных картографических материалов [1].

Специалисты рекомендуют для решения этих проблем широкое изучение и внедрение опыта сотрудничества науки, практики лесного хозяйства и промышленности, учет потребностей реальных пользователей и использование научных методов проверки качества разрабатываемых карт.

Материалы и методы исследования. В советский период данные ДЗЗ широко использовались для решения некоторых задач в лесном хозяйстве, используя в основном материалы аэрофотосъемки. В зарубежной практике в этот период шла дискуссия: рассматривать ДЗЗ как игрушку или как инструмент [3]. Сегодняшние реалии подчеркивают все большую вовлеченность технологий ДЗЗ в лесном хозяйстве. Это подтверждается:

− разработкой глобальных баз данных о состоянии и динамике лесного покрова Hansen Global Forest Change [2];

− составлением карт для отдельных стран и регионов;

− использованием систем воздушного лазерного сканирования (ВЛС) с помощью LiDAR и цифровой фотограмметрии;

− включение в систему сбора данных датчиков и сенсоров интеллектуальных устройств.

Скорость внедрения технологий ДЗЗ зависит от множества факторов (рис. 1):

− сложившейся системы управления лесами в стране;

− сложности структуры лесонасаждений;

− доступности технологий и баз данных ДЗЗ;

− потребности в результатах обработки ДЗЗ;

− формы собственности на лесные ресурсы;

− наличия тесного сотрудничества науки и промышленности;

− наличия государственной поддержки.

Специалисты, проанализировавшие ход внедрения технологий ДЗЗ, советуют сместить акценты с источников данных и методик обработки на ценность и полезность получаемой информации для пользователей. Конечно, помимо полезности необходимо принимать во внимание размер затрат и технические возможности. Для этого процесса требуется экономический стимул.

Последние годы все чаще наблюдаются экстремальные погодные явления, что требует оперативного обновления информации о состоянии лесов. Возникает потребность сокращения длительности цикла государственной или национальной инвентаризации лесов (ГИЛ и НИЛ).

Рис. 1. Внедрение технологий ДЗЗ в лесном хозяйстве

При этом в европейских странах делается упор на точное лесное хозяйство с учетом каждого дерева, в то время как технологии ДЗЗ позволяют оценивать только древостой в целом. Для российской практики более близким опытом является пример Канады, где значительные площади лесов при низкой плотности пробных лесных площадей. Но в Канаде в каждом регионе свои методики лесоустроительных работ, что приводит к выборочной инвентаризации лесов.

Потребность перехода к оперативному использованию ДЗЗ есть во многих странах, но нет единства по срокам и скорости перехода. Развитие технологий ДЗЗ для НИЛ и ГИЛ происходит длительно и затратно, поэтому выбор стратегий внедрения может быть разным. Это может потребовать совершенно новых рабочих процессов либо может быть модернизация существующих. Либо просто использование ДЗЗ в качестве дополнительного источника данных для инвентаризации лесов.

В Финляндии, Норвегии и Швеции был произведен масштабный и полный переход на использование наиболее информативного источника ДЗЗ — ВЛС. Такое стало возможным благодаря компактности расположения лесонасаждений и государственной поддержки. При внедрении технологий ВЛС в этих странах, а также Канаде и Германии, важную роль сыграли научные исследования, развитие промышленности, структура собственности и уровень использования данных ВЛС.

При внедрении технологий обработки данных ВЛС возникли проблемы технического порядка, связанные с качеством данных (определение порогового значения точности и валидации) и пространственным разрешением.

Цели использования ДЗЗ и технологии отличаются на разных уровнях управления лесами. При использовании ДЗЗ для инвентаризации лесов:

− проводится проверка местоположений участков, наличия леса, подъездных путей;

− оценивается тип леса, плотность лесонасаждений, высота, состояние леса (для контроля или в случае трудной доступности);

− получение дополнительной информации;

− объединение с данными инвентаризации для создания картографических материалов;

− получение локальных оценок из-за недостаточности полевых данных [1].

Существует общая тенденция повышения точности НИЛ и ГИЛ, что приводит к необходимости улучшения интеграции полевых исследований и ДЗЗ. В конечном счете это должно привести не только к повышению точности, но и к снижению затрат на проведение НИЛ и ГИЛ.

Данные ДЗЗ используются для повторных исследований НИЛ и ГИЛ. На данном этапе проблемы возникают с классификацией изображений. При определении типа и возраста леса важное значение имеет узор. Но из-за различий в освещенности усложняется использование созданных шаблонов классификации. Проблема может быть решена за счет использования машинного обучения и использования дополнительных данных.

В настоящий момент основные источники ДЗЗ — снимки Landsat и Sentinel-2, которые образуют своеобразное виртуальное созвездие. Для анализа динамики лесонасаждений применяются подходы, основанные на временных рядах. Эти данные являются бесплатными и условно открытыми, что позволяет проводить анализ динамики сукцессий. При этом могут возникать противоречия между региональными и глобальными базами данных, что требует разработки надежной и прозрачной оценки имеющихся баз данных.

Наблюдаются следующие тенденции при исследовании космоснимков:

− переход от анализа сцен к пиксельному анализу (пиксельный композит);

− разработка алгоритмов обнаружения изменений с использованием открытых данных и растущих вычислительных мощностей (позволяет фиксировать изменения в лесах с пространственным разрешением менее 30 м);

− классификация лесных нарушений (рубок, пожаров, смена древостоя и т.д.) в автоматическом режиме.

Проблемой является также легкость создания новых баз данных без достаточного уровня верификации данных. Например, набор данных Hansen GFC [2], существующий с 2013 г., имеет подтвержденную надежность для бореальных и умеренных лесов, но вызывает вопросы при использовании для полузасушливых и засушливых лесов [8].

Применение открытых наборов данных необходимо учитывать:

− авторитетность источников;

− прозрачность и научность используемых методов;

− точность данных и применяемых технологий [1].

Так, в частности, доступность Google Earth Engine (GEE) еще не делает его точным, нужно хорошо понимать создаваемые обучающие выборки и применяемые методы, владеть надежными способами оценки точности.

Существует методическая проблема соответствия качества создаваемых продуктов (например, ряды динамики о состоянии лесонасаждений) требованиям пользователей [7]. Обычно используются показатели точности, основанные на матрице ошибок. Оценка точности проводится либо на основе карты, когда картографический материал выступает в качестве вспомогательной информации, и точность определяется как стандартная ошибка или доверительный интервал. Либо карта выступает в качестве основного источника данных, а полевые исследования используются для калибровки модели. Может использоваться и комбинация перечисленных методов. Например, использование данных ВЛС в качестве промежуточного набора данных между полевыми наблюдениями и данными космоснимков. Либо сочетание наземного лазерного сканирования с БПЛА и спутникового (система GEDI) с использованием иерархического вывода.

При внедрении ДЗЗ в оперативное управление лесами и мониторинг возникают ряд проблем. Одна из них — медленное освоение пользователями технологий ДЗЗ. В некоторых странах проблема была решена путем организации взаимодействия между наукой, лесным хозяйством и государством. Для этого оказалось необходимым:

- понимать потребности пользователей информации;
- оценивать возможности и ограничения ДЗЗ;
- передавать технологии, методы и опыт использования в оперативную практику;
- анализировать используемые рабочие процессы и местные условия;
- создавать финансовые стимулы для перехода к новым технологиям;
- предоставлять инфраструктуру данных;
- обеспечивать обмен историями успеха [1].

Другой проблемой оказался учет и сопоставимость масштабов ДЗЗ и локальных исследований, учет диапазона условий, в которых проводились наблюдения (данные по всему участку применялись к отдельному насаждению).

Следующая проблема — широкая распространенность карт на основе ДЗЗ при недостаточной оценке их качества и точности, что приводит к их дискредитации. Необходимо понимать применение различных статистических инструментов.

И последней проблемой можно отметить, что в дальнейшем возможности использования ДЗЗ будут расширяться для новых задач оценки состояния лесов.

Результаты исследования и обсуждение. Рациональное управление лесами требует надежные данные о состоянии и динамике лесных ресурсов. Необходимы эффективные системы мониторинга для научно обоснованных принятий решений. Эти системы мониторинга лесных ресурсов составляют основу национальных и государственной инвентаризации лесов (НИЛ и ГИЛ).

Эффективность НИЛ (ГИЛ) может быть повышена за счет включения ДЗЗ как источника дополнительной информации в наземные лесные инвентаризации. Но вариантов интеграции ДЗЗ в НИЛ много, поэтому требуется разработка представления взаимодействия НИЛ и ДЗЗ. Опыт США по использованию ДЗЗ в НИЛ достаточно длительный и может быть рассмотрен в качестве примера

решения основных проблем, возникающих при интеграции ДЗЗ и НИЛ. Обзор такого опыта применения ДЗЗ изложен у Э. Дж. Листер и др. [5].

Общепринятое мнение, что НИЛ является важным источником информации для принятия решений по управлению лесами, планированию и разработке стратегий устойчивого лесопользования. Развитие систем мониторинга требует значительных вложений, и они должны быть экономически эффективными.

НИЛ строится на основе статистической выборочной системы с использованием пробных площадок (ПП), выбранных для лучшего представления данных (для этого создаются панельные данные).

Оценка эффективности НИЛ проводится с использованием статистических терминов: доверительный интервал (чем уже значение доверительного интервала, тем точнее данные), дисперсия, стандартная ошибка. Оценка точности НИЛ проходит с помощью стандартных статистических показателей. Для принятия решений определены пороговые значения показателей точности. Основные факторы, которые влияют на точность НИЛ: план расположения ПП, размер выборки, статистическое оценивание и способ вывода результата. Существует два основных способа вывода: на основе данных полевых исследований и вывод на основе модели, а также гибридные методы.

При использовании вывода на основе данных полевых исследований точность будет зависеть от того, насколько случайна выборка ПП. Оценка определяется на основе среднего арифметического, дисперсии и размера доверительного интервала (рассчитанного с помощью дисперсии ошибок и t-критерия Стьюдента), т.е. на основе теории выборки исследования. Отчет о неопределенности позволяет принимать более взвешенные решения. Для повышения точности используют дополнительную информацию. Есть разные подходы для получения и использования дополнительной информации:

− увеличить размер выборки (но это связано с дополнительными затратами);

− пересмотреть конфигурацию участка (увеличить площадь участка или использовать кластер из нескольких мелких участков, в сумме равный площади первоначального участка);

− использовать вспомогательную информацию в виде страт, связанных с интересующим показателем.

Но использование этих способов может быть ограничено стремлением отслеживать динамику изменений лесонасаждений на выбранном ранее участке.

После стратификации на основе полевых данных и аэрофотосъемки (сегодня все более распространено использование космоснимков) может проводиться моделирование. В США при проведении НИЛ используют постстратификационную оценку в качестве стандартного инструмента. Недостатком является более грубый уровень, на котором бывает получена вспомогательная информация. Оценки с использованием моделей позволяют использовать вспомогательную информации на уровне участка более подробно, чем страты. В качестве моделей используют и статистическое обучение, и машинное. Хорошо себя зарекомендовал подход машинного обучения на основе

случайного леса (Random Forest). Кроме того, доказано, что использование ДЗЗ повышает точность модели [6].

Второй способ вывода предполагает использование моделирования. Этот способ позволяет получить покрытие всей территории, а не только ПП. Обоснованность значений строится не на вероятностных выборках, а на модельной взаимосвязи между интересующим показателем и вспомогательной информацией. Такой подход возможен для труднодоступных районов либо мест с низкой плотностью ПП. Недостаток данного вывода связан с сильной зависимостью от выбранной модели. Поэтому необходимо использовать статистические оценки качества модели.

Существуют так же гибридные выводы, представляющие собой сочетание черт вывода на основе полевых данных и модели. Для этого используют вероятностные выборки и модельные данные в виде прогнозов с существенной неопределенностью.

Для повышения экономической эффективности возможно использовать различные способы. Первый способ заключается в соблюдении требований точности НИЛ с меньшим количеством ПП за счет использования ДЗЗ. Экономия средств может быть направлена на создание картографических приложений, позволяющих повысить оперативность принимаемых решений. Второй способ предполагает интеграцию данных ДЗЗ, что позволит избежать ненужных полевых работ, например, на нелесных территориях (экономия на полевых исследованиях). ДЗЗ можно использовать для измерения характеристик, которые поддаются удаленному наблюдению (определение типа землепользования или почвенного покрова). Но интеграция ДЗЗ также влечет расходы. Особенно затратно приобретение космоснимков (до 2008 г. снимки Landsat были платными, в настоящее время в РФ тоже используются платные космоснимки).

Использование снимков MODIS, Landsat, Sentinel-2, а также приложений LandTrendr и TimeSync позволили существенно облегчить процесс получения и обработки снимков.

Наиболее существенный прорыв в технологиях ДЗЗ произошел в последние несколько десятилетий. Одним из таких примеров является использование облачных вычислений в Google Earth Engine (GEE). В GEE реализована распределенная обработка данных из нескольких архивов, что позволяет существенно повысить производительность в обработке и анализе изображений. Особенно заметен прогресс при составлении карт для значительных территорий. Примером такого использования GEE является набор данных Global Forest Change (GFC) Hansen M.C. et al. (2013) [2]. GFC — это ежегодно обновляемые карты изменения лесного покрова на основе снимков Landsat, начиная с 2000 г. по настоящее время. Анализ проводится на основе машинного обучения.

Рабочий процесс обработки ДЗЗ и получения результата до эпохи облачных вычислений представлен на рис. 2.

Рис. 2. Рабочий процесс обработки ДЗЗ и получения результата до эпохи облачных вычислений

Рабочий процесс в эпоху облачных вычислений представлен на рис. 3.

Рис. 3. Рабочий процесс обработки ДЗЗ и получения результата до эпохи облачных вычислений

Инструменты LandTrendr и другие получают развитие в GEE, появляются инструменты для анализа динамики растительности LandTrendr в GEE и Continuous Change Detections and Classification (CCDC). Кроме прочего, здесь проводится маскирование облаков, теней и снега на основе машинного обучения [5]. В США реализован непрерывный мониторинг, оценка и прогнозирование изменений земель.

Следующая технология позволяет подключаться в настольных ГИС к облачным данным, что позволило еще повысить эффективность работы. Начался тренд на предоставление доступа к массивным базам данных через веб-сервисы. В ПО ГИС добавили инструменты веб-картографических сервисов WMS, WFC, WCS [4]. Это позволяет пользователям взаимодействовать с уже имеющимися растровыми и векторными данными, хранящимися на серверах поставщиков информации. Такой подход значительно упрощает доступ к данным. Вместо загрузки картографических материалов, охватывающих значительные территории и имеющих существенный объем, пользователь получает доступ к интересующему его участку через веб-сервис. В данном случае не требуется большой объем для хранения данных, нужен просто доступ в Интернет. Подключение через WMS с получением доступа к ДЗЗ может также использоваться для подготовки к полевым работам.

Еще одно направление повышения эффективности использования ДЗЗ — это автоматизированная классификация спутниковых изображений на основе

пиксельной классификации с машинным обучением. Этот инструмент лучше всего реализован в GEE.

Объектно-ориентированный анализ изображений на основе уже имеющихся классифицированных данных позволит достаточно точно и эффективно проводить классификацию изображений территорий, которые недостаточно были охвачены инвентаризацией либо эти работы проводились давно.

Дальнейшее развитие использования ДЗЗ связано с созданием трехмерных моделей на основе фотограмметрии и ВЛС.

Длительный опыт использования ДЗЗ в практике НИЛ в США позволяет экспертам сделать некоторые замечания [5]:

1) данные НИЛ бесценны для создания продуктов ДЗЗ. Они предоставляют стандартизованный источник данных для обучения моделей, и их использование повышает точность моделей ДЗЗ. Данные НИЛ могут использоваться для верификации создаваемых моделей на основе ДЗЗ;

2) для успешного использования данных ДЗЗ необходим доступ к источникам ДЗЗ, ПО и оборудованию. Опыт показал, что повышение доступности данных Landsat, облачных вычислений привело к разработке новых технологий обработки данных;

3) достижения в использовании ДЗЗ являются стимулом для новых научных исследований;

4) развитие использования ДЗЗ идет постепенно, начиная с открытия и заканчивая применением на практике. И в этом развитии есть моменты, когда внедрение технологий может потерпеть неудачу, как это было с первыми попытками прикладного исследования, после разработки прототипа или после начала прикладного использования [5] (рис. 4):

a) неудача после попытки прикладного исследования выражается в невозможности осуществить исследование или несоответствии ожидаемым результатам из-за плохо продуманных исследовательских идей в попытке интегрировать элементы многих исследований и удовлетворить все потребности заинтересованных сторон;

b) неудача после разработки прототипа может быть связана с большими затратами на практическое внедрение или недостаточная зрелость разработки;

c) неудача после прикладного использования может быть связана с неготовностью пользователей применять результаты новой технологии. Решением данной проблемы является популяризация новых технологий и обучение широкого круга пользователей.

Творческий прорыв и повышение эффективности в применении ДЗЗ стали возможны благодаря конкуренции идей и сотрудничеству между всеми участниками. Это является основой для будущих исследований.

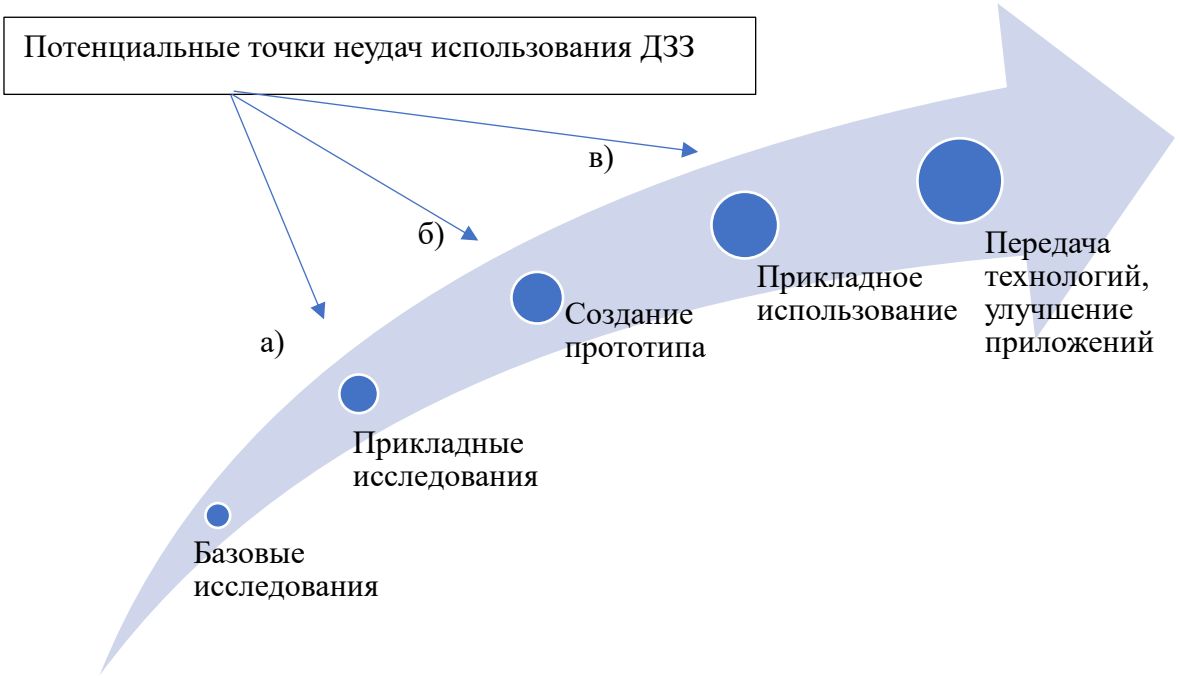


Рис. 4. Развитие использования ДЗЗ с указанием моментов неудач

В заключение можно предположить, что дальнейшее развитие технологий ДЗЗ будет идти по следующим направлениям:

1) использование временных рядов ДЗЗ. Опыт использования снимков Landsat позволяет осознать необходимость и применимость анализа динамики изменений на основе космоснимков. Дальнейшее развитие будет связано с использованием снимков из других баз ДЗЗ, например, Sentinel-2. Также важным является опыт создания выборок для проведения машинного обучения вместо обработки целиком сцен космоснимков. Использование выборок в данным временных рядов (от размера пиксела до некоторых районов) позволит существенно оптимизировать использование объемов дополнительных ресурсов для хранения, обработки и создания картографических материалов, проводя при этом исправление визуальных разрывов, исключение облаков и теней. Оказывается, проще использовать ручные методы выборки для оценки изменений лесного покрова при автоматизации подготовки исходных данных;

2) облачные вычисления и хранение: объединение различных площадок облачных вычислений (GEE, Amazon Web Services, Esri ArcGIS Enterprise Image Services, приложения ArcGIS) с инструментами анализа динамики изменений (LandTrendr, CCDC) предоставит возможность ежегодно проводить оценку изменений и использование в национальных программах мониторинга. Эксплуатация z-координаты (высоты) позволит добавлять данные цифровой модели рельефа (ЦМР) к космоснимкам для повышения точности классификации.

Интеграция данных дистанционного зондирования с данными полевых исследований в системе лесоустройства обеспечит полный охват территорий лесного фонда для повышения точности таксационных оценок и эффективности воспроизводства лесов в условиях интенсивного лесопользования.

Список использованной литературы

1. Remote sensing in forestry: current challenges, considerations and directions / F. E. Fassnacht et al. // Forestry: An International Journal of Forest Research. — 2024. — Т. 97, № 1. — С. 11–37.

2. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change / M. C. Hansen et al. // science. — 2013. — Т. 342, № 6160. — С. 850–853.

3. Hildebrandt G. TOY or TOOL — Fernerkundung aus dem Weltraum: spiel- oder Werkzeug für die Forstwirtschaft? //Forstwissenschaftliches Centralblatt. — 1987. — Т. 106, № 1. — С. 141–168.

4. Geospatial Web Services: Bridging the Gap Between OGC and Web Services / E. Ioup et al. — 2008.

5. Use of remote sensing data to improve the efficiency of national forest inventories: a case study from the United States national forest inventory / A. J. Lister et al. // Forests. — 2020. — Т. 11, № 12. — С. 1364.

6. Magnussen S. A second look at endogenous poststratification / S. Magnussen, H. E. Andersen, P. Mundhenk // Forest Science. — 2015. — Т. 61, № 4. — С. 624–634.

7. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change / P. Olofsson et al. // Remote sensing of Environment. — 2014. — Т. 148. — С. 42–57.

8. Shafeian E. Mapping fractional woody cover in an extensive semi-arid woodland area at different spatial grains with Sentinel-2 and very high-resolution data / E. Shafeian, F. E. Fassnacht, H. Latifi // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. — 2021. — Т. 105. — С. 102621.

9. Forest 4.0: Digitalization of forest using the Internet of Things (IoT) / R. Singh et al. // Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences. — 2022. — Т. 34, № 8. — С. 5587–5601.

Информация об авторе

Болданова Елена Владимировна — кандидат экономических наук, доцент кафедры отраслевой экономики и управления природными ресурсами, Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, BoldanovaEV@bgu.ru.

Author

Boldanova Elena Vladimirovna — Ph. D. in Economics, Associate Professor of the Department of Sectoral Economy and Natural Resources Management, Baikal State University, 11 Lenin Str., Irkutsk, 664003, BoldanovaEV@bgu.ru.

УДК 630*6

А. А. Изместьев

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕКТА ВЕДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВА КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА ИНТЕНСИВНОЙ МОДЕЛИ

Ключевым принципом реализации экономического механизма интенсивной модели использования и воспроизводства лесов является проведение планирования на весь цикл лесного хозяйства. Механизм, обеспечивающий планирование в рамках беспрецедентно длительного среди всех видов хозяйственной деятельности цикла лесовыращивания, в целеполагающих документах не предлагается. На практике нерешенность этой проблемы проявляется, в частности, в том, что российское лесное хозяйство не оперирует себестоимостью воспроизводства кубометра спелой древесины. Органическая возможность планирования и учета в рамках цикла лесовыращивания, а также прямое выполнение требования непрерывности и неистощительности пользования древесиной обеспечиваются при организации воспроизводства леса на базе классической модели непрерывно-производительного леса (НПЛ). Приводятся результаты экономической оценки организации интенсивного воспроизводства соснового пиловочника на базе модели НПЛ с оборотом рубки 80 лет, в том числе себестоимость воспроизводства 1 м^3 деловой древесины.

Ключевые слова: воспроизводство леса; интенсивное лесовыращивание; экономическая эффективность лесовыращивания; непрерывно-производительный лес; экономическая организация лесовыращивания.

A. A. Izmest’ev

TERRITORIAL ORGANIZATION OF FORESTRY OBJECT AS A KEY ELEMENT OF THE IMPLEMENTATION OF THE ECONOMIC MECHANISM OF THE INTENSIVE MODEL

The key principle of implementing the economic mechanism of the intensive model of forest use and reproduction is planning within the entire forestry cycle. The goal-setting documents do not propose a mechanism for planning within the framework of forest cultivation cycle which is unprecedentedly long among all types of economic activity. In practice, the unresolved nature of this problem is manifested, in particular, in the fact that Russian forestry does not operate on the cost price of reproducing a cubic meter of ripe wood. The organic possibility of planning and accounting within the framework of the forest cultivation cycle, as well as the direct fulfillment of the requirement of continuous inexhaustible use of wood, are provided by the organization of forest reproduction based on the classical model of sustained-yield forest (SYF). The results of an economic assessment of the organization of intensive repro-

duction of pine sawtimber based on the SYF model with a rotation of 80 years, including the cost price of reproduction of 1 m^3 of timber, are presented.

Keywords: forest reproduction; intensive forest cultivation; economic efficiency of forest cultivation; sustained-yield forest; economic working arrangement in forest cultivation.

Как известно, основным документом целеполагающего и методического характера в сфере интенсивного воспроизводства лесов в России является разработанная в Санкт-Петербургском НИИ лесного хозяйства в 2015 году Концепция интенсивного использования и воспроизводства лесов[1] (далее — Концепция ИИВЛ). Трансляция установок Концепции ИИВЛ в российское «лесное» законодательство осуществляется, прежде всего, посредством Стратегии развития лесного комплекса РФ до 2030 года[2] — действующего федерального отраслевого документа стратегического планирования. Раздел III Стратегии «Основные направления развития лесного комплекса» содержит часть 9 «Внедрение современных методов интенсивного лесопользования и лесовосстановления».

В Стратегии развития лесного комплекса говорится, что для дальнейшего внедрения интенсивной модели использования и воспроизводства лесов (далее — интенсивная модель) необходимо выполнение нескольких основных задач, в числе которых реализация экономического механизма интенсивной модели. Безусловно, принцип экономической организации, являющийся основой экономической модели в любой сфере хозяйственной деятельности человека, должен быть применен и в лесном хозяйстве, а точнее — при организации и управлении его стержневым технологическим процессом — лесовыращиванием. Экономическая организация любой хозяйственной деятельности направлена на обеспечение воспроизводства этой деятельности путем управления затратами и доходами и их балансирования в рамках производственного цикла.

Уже сам факт наличия или отсутствия установки на идентификацию хозяйственного цикла весьма показателен с точки зрения проблемы обеспечения воспроизводства в данной сфере. Так, трактовка воспроизводства леса в Лесном кодексе[3] является сугубо технической, то есть просто перечисляющей ряд лесохозяйственных мероприятий и управленческих действий без соотнесения с длительностью производственного цикла лесовыращивания и ориентирования на необходимость циклической организации воспроизводства, то есть на реализацию принципа непрерывного неистощительного лесопользования. Ключевым управляемым параметром при реализации экономической организации хозяйственной деятельности выступают полные затраты. Таковыми являются затраты на производство конечной продукции, то есть затраты, учтенные в рамках всей длительности производственного цикла. Беспрецедентная длительность лесовыращивания, то есть выращивания насаждений с целевой породной и товарной

[1] Концепция интенсивного использования и воспроизводства лесов. СПб. : ФБУ «СПбНИИЛХ», 2015. 16 с. URL: www.spb-niilh.ru/pdf/Rosleshoz_booklet.pdf.

[2] Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 11 февраля 2021 г. № 312-р.

[3] Лесной кодекс Российской Федерации от 04 декабря 2006 г. № 200-ФЗ, ст. 61.

структурой как конечной продукции лесного хозяйства, составляет так называемую его «главную особенность».

Актуальность выполнения задачи реализации экономического механизма интенсивной модели становится очевидной, если учесть тот поразительный факт, что российское лесное хозяйство не оперирует полными затратами на воспроизводство кубометра спелой древесины, то есть себестоимостью единицы своей конечной продукции. О необходимости учета и управления в рамках «цикла лесного хозяйства», что и является ключевым положением экономической организации, неоднократно говорится в тексте Концепции ИИВЛ:

«Должна быть разработана система лесного планирования, реализующая экономическое обоснование, как отдельных мероприятий, так и расчет общей эффективности цикла ведения лесного хозяйства с учетом неистощительности лесопользования…»; «Таким образом, интенсивную модель можно определить как систему лесного хозяйства и лесопользования, в которой мероприятия в лесу обоснованы так, чтобы получить максимальную экономическую эффективность лесного цикла в целом (от лесовосстановления до вырубки спелого древостоя) при соблюдении требований неистощительности лесопользования и сохранения биологического разнообразия…»; «Устанавливаются следующие основные принципы реализации экономического механизма интенсивной модели: — проведение планирования на весь цикл лесного хозяйства с учетом экономической эффективности цикла; … — оптимизация хозяйственного цикла под выращивание насаждений с целевой породной и товарной структурой; — обеспечение изъятия полного прироста на протяжении цикла хозяйства за счет набора лесохозяйственных мероприятий;».

Таким образом, Концепция ИИВЛ устанавливает принцип проведения планирования на весь цикл лесного хозяйства, ориентирует на выращивание древостоев с заданными целевыми характеристиками путем систематического ухода за растущим лесом, а также на обеспечение неистощительности лесопользования и сохранение биологического разнообразия. Установки, содержащиеся в Концепции ИИВЛ, делают интенсивную модель методологически полностью совместимой с принципом экономической организации лесовыращивания и предполагают одновременную реализацию всех указанных выше базовых требований (принципов) к организации лесовыращивания. Однако механизм, обеспечивающий планирование в рамках беспрецедентно длительного среди всех видов деятельности цикла лесовыращивания, в документе не предлагается.

Нивелирование влияния «главной особенности» лесовыращивания на обеспечение непрерывного и неистощительного пользования древесиной, а также создание условий для экономической организации лесовыращивания достигаются путем локализации и структурирования территориального объекта ведения хозяйства, то есть путем формирования определенной модели воспроизводства леса. Результаты изысканий автора, проводимых в русле научной школы известного ученого-экономиста лесного хозяйства профессора Н. А. Моисеева, приводят к выводу, что территориальным объектом воспроизводства леса, позволяющим реализовать экономическую организацию лесовыращивания, является известная классическая модель непрерывно-

производительного леса (НПЛ). НПЛ представляет собой преемственно-возрастной ряд насаждений в количестве, равном обороту рубки [1; 2].

Только при организации лесовыращивания на базе НПЛ реализуется подлинный физический оборот рубки, благодаря чему все известные базовые требования и принципы реализуются непосредственно и полноценно. Осуществление физического оборота рубки создает возможность планирования и учета в рамках цикла лесовыращивания, являющуюся стержневым принципом экономического механизма интенсивной модели. Как правило, современные публикации по схожей тематике [3; 4] моделируют де-факто периодическое хозяйство — другую базовую модель воспроизводства леса, которой присущ ряд методических и практических недостатков. Основным из этих недостатков является необходимость приведения в сопоставимый вид разновременных сумм затрат и доходов на основе ставки процента, выбор которой в значительной мере субъективен.

Организация лесовыращивания на базе НПЛ не является ни теоретической, ни экономической утопией. Вопросы с позиции экономической состоятельности возникают в связи с тем, что площадь хозяйства на базе преемственно-возрастного ряда насаждений должна быть не меньше, чем произведение площади ежегодной рубки на оборот рубки. Ниже приведены результаты экономической оценки организации интенсивного воспроизводства соснового пиловочника на базе модели НПЛ с оборотом рубки 80 лет при ежегодном объеме заготовки спелой древесины около 100 тыс. м^3 [5].

В табл. 1 приведена взятая в расчет система лесоводственных мероприятий, ориентированная на выращивание среднего и крупного соснового пиловочника в непрерывном хозяйстве с оборотом рубки 80 лет. Все эти мероприятия осуществляются ежегодно, но объектом каждого их них являются группы насаждений разных возрастов в составе НПЛ. В качестве территории, применительно к которой спроектирована система мероприятий, выбран Среднеангарский таежный лесной район (Иркутская область) — один из лесных районов, специально выделенных для внедрения модели ИИВЛ. Затраты на 1 га по каждому мероприятию представляют собой нормативные затраты для подведомственных учреждений министерства лесного комплекса Иркутской области на 2024 год[1].

Таблица 1

Система лесоводственных мероприятий
в интенсивном непрерывном хозяйстве с оборотом рубки 80 лет

Год проведения	Мероприятие	Нормативные затраты, руб. на 1 га
1	Обработка почвы под лесные культуры	23 231
1	Искусственное лесовосстановление методом посадки сеянцев с закрытой корневой системой Стоимость сеянцев из расчета 2,3 тыс. шт. на 1 га по 15 руб. за 1 шт.	20 335 34 500

[1] Об утверждении нормативных затрат на выполнение работ по охране, защите, воспроизводству лесов для подведомственных учреждений министерства лесного комплекса Иркутской области на 2024 год : распоряжение министерства лесного комплекса Иркутской области от 7 ноября 2023 г. № 91-3402-мр. URL : https://irkobl.ru/sites/alh/FormirBudjetaPlanFinans/Dokumenti/Rasporyazhenie_91_3402_mr_ot_07112023.pdf

Окончание табл. 1

Год проведения	Мероприятие	Нормативные затраты, руб. на 1 га
2	Агротехнический уход за культурами (рыхление почвы с одновременным уничтожением травянистой и древесной растительности)	39 990
3	Агротехнический уход за культурами (подавление, скашивание травянистой и древесно-кустарниковой растительности механическим способом)	20 572
4	Агротехнический уход за культурами (подавление, скашивание травянистой и древесно-кустарниковой растительности механическим способом)	20 572
5	Агротехнический уход за культурами (подавление, скашивание травянистой и древесно-кустарниковой растительности механическим способом)	20 572
6	Лесоводственный уход за культурами (уничтожение нежелательной древесно-кустарниковой растительности механическими средствами)	16 963
9	Лесоводственный уход за культурами (уничтожение нежелательной древесно-кустарниковой растительности механическими средствами)	16 963
20	Отвод участка под рубки ухода в молодняках Уход за молодняками (рубка осветления)	7 073 28 009
30	Отвод участка под рубки ухода в молодняках Уход за молодняками (рубка прочистки)	7 073 28 009
40	Отвод лесосек под выборочные рубки Уход за лесами (рубка прореживания)	6 809 61 735
50	Отвод лесосек под выборочные рубки Уход за лесами (рубка прореживания)	6 809 61 735
60	Отвод лесосек под выборочные рубки Уход за лесами (проходная рубка)	6 809 63 970
80	Отвод лесосек под сплошные рубки (свыше 3 га) Финальная рубка из расчета 324 м^3 по 1 тыс. руб. на 1 м^3	6 771 324 000
Итого ежегодные затраты в расчете на 1 га по каждому мероприятию		822 500

Другие мероприятия («общехозяйственные»), формирующие затраты хозяйства, представлены, главным образом, мерами противопожарного обустройства лесов — устройством противопожарных минерализованных полос, их прочисткой и обновлением. Все случаи необходимости наличия противопожарных минполос и параметры этих полос установлены лесохозяйственными регламентами лесничеств. Расчет затрат осуществлялся применительно к сформированному объекту хозяйства с созданной сетью дорог, то есть подавляющая часть учитываемых затрат имеют текущий (неинвестиционный) характер.

Геометрическая форма спроектированного хозяйства — прямоугольная территория, основную площадь которой образуют 80 групп разновозрастных насаждений общей площадью 24 000 га (240 км^2). Предполагалось, что вся сеть дорог представлена дорогами всесезонного действия с полосами отвода шириной 30 м. В продольном направлении действуют три дороги — две проходят по границам хозяйства (по длинным сторонам прямоугольника) и одна посредине. В поперечном направлении дороги проложены на расстоянии 1 км друг от друга. Такая структура дорожной сети соответствует плотности дорог на уровне около 13 км на 1 000 га общей площади хозяйства. Общая площадь хозяйства при

названных условиях составляет 252,5 км^2 — прямоугольник с размерами сторон 25 км и 10,1 км. В таблице 2 сведены данные о ежегодных затратах и ежегодных денежных поступлениях спроектированного хозяйства, а также рассчитаны некоторые технико-экономические показатели этого непрерывного хозяйства, в том числе съем древесины с 1 га общей площади хозяйства в год и себестоимость воспроизводства 1 м^3 деловой древесины с учетом древесины от рубок ухода. При ориентации на ежегодный объем заготовки около 100 тыс. м^3 спелой древесины, корневом запасе спелой древесины 324 м^3 на 1 га, с учетом максимального размера лесосеки 50 га[1] площадь ежегодной рубки принимается равной 6 максимальным лесосекам, то есть 300 га.

Таблица 2

Экономическая эффективность интенсивного воспроизводства древесины сосны на основе модели непрерывно-производительного леса с оборотом рубки 80 лет

Показатель	Значение
Затраты, в том числе (руб. в год):	
лесоводственные мероприятия (в расчете на 300 га)	246 750 000
общехозяйственные мероприятия	3 425 738
Итого затрат (руб. в год)	250 175 738
Денежные поступления (выручка) с учетом промежуточного пользования (руб. в год)	497 637 000
Операционная прибыль (выручка за вычетом затрат) (руб. в год)	247 461 262
Рентабельность операционной прибыли (отношение операционной прибыли к выручке)	49,7 %
Съем древесины с 1 га общей площади хозяйства в год, м^3	6,19
Себестоимость воспроизводства 1 м^3 деловой древесины, руб.	1 972

Можно сказать, что выбор НПЛ в качестве территориального объекта ведения хозяйства является ключевым условием обеспечения планирования и учета в рамках цикла лесовыращивания.

Указанный в таблице 2 уровень съема древесины с 1 га общей площади хозяйства (она больше, чем суммарная площадь разновозрастных насаждений) коррелирует с ориентирами, обозначенными в Концепции ИИВЛ: «Переход на интенсивную модель позволит обеспечить увеличение среднегодового объема заготовки с гектара на цикл ведения хозяйства до 5–6 м^3/га в год для средней и южной тайги».

Себестоимость воспроизводства 1 м^3 деловой древесины рассчитана как отношение суммы ежегодных затрат по хозяйству (эта сумма ежегодно повторяется по объему и структуре, являясь по экономическому содержанию текущими затратами на воспроизводство древесины) к ежегодно получаемому объему деловой древесины, включая древесину от рубок ухода. Полученный уровень себестоимости методически некорректно сравнивать, например, со сред-

[1] Правила заготовки древесины и особенности заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации : утверждены приказом Минприроды России от 1 декабря 2020 г. № 993

ними ставками корневой платы, так как он включает, в том числе, затраты на рубки ухода и финальную рубку. Но это значение является результатом проектирования формы организации воспроизводства леса, реализующей установку Концепции ИИВЛ на проведение планирования по циклу лесного хозяйства. Себестоимость единицы конечной продукции лесовыращивания — это важнейший управляемый параметр экономической модели интенсивного воспроизводства леса.

Список использованной литературы

1. Моисеев Н. А. О продукции лесного хозяйства, ее себестоимости и цене / Н. А. Моисеев // Лесной вестник. — 2002. — № 4. — С. 14–20.

2. Моисеев Н. А. Экономика лесного хозяйства : учеб. пособие / Н. А. Моисеев. — 2-е изд. — Москва : ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. — 384 с.

3. Домасевич А. А. Экономическая эффективность выращивания лесных культур разных пород на бывших сельскохозяйственных землях / А. А. Домасевич, Н. И. Якимов // Труды БГТУ. Сер. 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. — 2008. — № 1. — С. 211–213.

4. Штукин С. С. Экономическая эффективность плантационного выращивания сосны и ели в Беларуси / С. С. Штукин, П. И. Волович // Проблемы лесоведения и лесоводства. — Гомель : Институт леса НАН Беларуси, 2016. — Вып. 76. — С. 292–301.

5. Изместьев А. А. Экономическая оценка классической модели непрерывного воспроизводства древесины / А. А. Изместьев // Известия Байкальского государственного университета. — 2024. — Т. 34, № 2. — С. 365–378.

Информация об авторе

Изместьев Александр Анатольевич — кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой отраслевой экономики и управления природными ресурсами, Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, IzmestevAA@bgu.ru.

Author

Izmest'ev Aleksandr Anatol'evich — Ph. D. in Economics, Associate Professor, Head at the Department of Sectoral Economy and Natural Resources Management, Baikal State University, 11 Lenin Str., Irkutsk, 664003, IzmestevAA@bgu.ru.

УДК 630.90

А. С. Бондаренко

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ И ИНТЕНСИВНОСТИ РАЗРЕЖИВАНИЯ ДРЕВОСТОЯ НА РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИОННОГО ОПЫТА В ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУРАХ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Разработана технология проведения рубок ухода в испытательных культурах сосны обыкновенной и ели европейской. Оценивается влияние метода и интенсивности удаления части растений из насаждения на результат селекционного опыта, в частности, такие показатели как уровень достоверности различий между семьями, перечень лучших семей, стабильность рангового положения семей и отдельных деревьев. Интенсивность удаления деревьев составляет от 20 до 80 %. Предложены методы разреживания испытательных культур на основе случайной и периодической статистической выборки. Показано, что семьи устойчиво сохраняют ранги по скорости роста при использовании всех применяемых уровней интенсивности периодического и случайного отбора.

Ключевые слова: испытательные культуры; рубка ухода; разреживание; ель европейская; сосна обыкновенная; случайная выборка; периодическая выборка; интенсивность; элитное семеноводство.

A. S. Bondarenko

INFLUENCE OF DIFFERENT METHODS AND INTENSITY OF THINNING OF THE TREES ON THE RESULTS OF BREEDING EXPERIMENT IN TEST CULTURES OF PLUSH TREES

The thinning technology for *Pinus sylvestris* and *Picea abies* progeny tests has been developed. Influence of the stand thinning methods and thinning intensity on the effectiveness in forest stand and plus tree families growth rate in experimental plots are assessed. Intensity of tree sampling ranged from 20 to 80 %. Thinning methods based on random and regular statistical sampling for progeny tests are proposed. Influence of the method and intensity of removing part of the plants on the result of breeding experience and some indicators such as statistical reliability, the best families list and the rank stability for families and individual trees is evaluated. It is shown that families consistently maintain ranks for any regular and random sampling intensity.

Keywords: progeny test; thinning; *Pinus sylvestris*; *Picea abies*; random sampling; regular sampling intensity; elite forest tree breeding.

Испытательные культуры плюсовых деревьев создаются для определения уровня реализации в семенном потомстве показателей скорости роста плюсовых деревьев. Выводы о генетически обусловленном превышении скорости роста семенного потомства отдельных плюсовых деревьев формируются на базе

сравнения этого показателя с контролем (создается смесью семян из стандартного насаждения семенного происхождения). В настоящее время в нашей стране созданы значительные площади испытательных культур основных лесообразователей, большая часть из которых приближена по основным параметрам густоты к общепринятым лесным культурам. При отсутствии стандартных разреживаний такие опытные насаждения к возрасту оценки генетических свойств[1] характеризуются чрезмерно высокими значениями густоты посадок, которые при отсутствии лесоводственных уходов закономерно приводят к распаду и гибели насаждения. В свою очередь разреживание таких объектов по стандартным лесоводственным методикам[2] вызывает нарушение структуры исходного селекционного опыта, искажение финальных результатов сравнения генотипов и по сути обесценивает значительные усилия по созданию испытательных культур. Одним из возможных вариантов решения в такой ситуации может быть разработка методики разреживаний, учитывающей особенности испытательных культур. Такая методика позволила бы сохранить структуру опыта, пригодную для сравнительной оценки плюсовых деревьев и обеспечить нормальное функционирование ценнейших опытов с последующим их использованием в качестве основы перехода на элитное семеноводство (в частности, к созданию лесосеменных плантаций повышенной генетической ценности и второго порядка). Перспективным подходом при планировании и осуществлении рубок ухода на объектах такого рода является оценка воздействия этих мероприятий на динамику селекционно-значимых параметров насаждения [1–6]. При этом необходимо отметить, что даже высокая интенсивность отбора как правило значимо не меняет основные генетические показатели насаждения [2], что дает возможность рассматривать испытательные культуры и в качестве модели стандартных лесных культур. Тем не менее, следует учитывать и имеющиеся данные о том, что рубки ухода в испытательных культурах иногда приводят к заметному снижению оценок наследуемости [7], что подтверждает необходимость учета влияния рубок ухода на основные параметры культур.

Объекты и методы. В связи с тем, что основной вывод по результатам оценки роста семей в испытательных культурах производится на основании анализа рангового положения средних значений изучаемого биометрического показателя (диаметр ствола) в том или ином возрасте, корректность методики выполнения удаления деревьев целесообразно оценивать по степени влияния результатов рубки именно на изменение рангового статуса семей плюсовых деревьев. В данном исследовании для определения такого влияния оценивали ранговое положение семей плюсовых деревьев в первоначальной (исходной) совокупности растений изучаемого насаждения и по результатам выполнения модельного (виртуального, не настоящего) удаления растений на основе различных методов рубки и их интенсивности. При этом успешность того или иного метода «рубки» напря-

[1] Правила создания и выделения объектов лесного семеноводства (лесосеменных плантаций, постоянных лесосеменных участков и подобных объектов) : Утв. приказом Минприроды РФ от 20.10.2015 № 438 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. № 13. 2016. 18 с.

[2] Правила ухода за лесами. Утв. приказом Минприроды России от 30.07.2020 № 534. Зарегистрировано в Минюсте России 18.12.2020 г. № 61555

мую связывали с уровнем изменения рангового положения семей плюсовых деревьев и соответствующих средних значений биометрических показателей.

Исследования выполнялись в испытательных культурах ели европейской и сосны обыкновенной Гатчинского и Ломоносовского лесничеств Ленинградской области, географически расположенных в диапазоне от 59,5° до 59,7° северной широты и от 29,7° до 33,7° восточной долготы. Возраст растений на момент обследования — от 20 до 50 лет. Площадь участков — от 3,0 до 6,5 га, количество испытываемых семей плюсовых деревьев — от 38 до 90 шт. на участок. В изученных испытательных культурах выполнено сплошное измерение диаметров ствола деревьев (с точностью до 1 мм). Для отработки моделей рубки деревья назначались на удаление в соответствии с двумя основными типами отбора: случайным и периодическим. При использовании периодического отбора удаляется, например, каждое второе, третье или четвертое растение в ряду (соответственно, интенсивность удаления растений равна 25 %, 33 % и 50 %), либо два растения удаляем — третье оставляем (интенсивность 67 %) и т.п. В варианте случайного отбора используется соответствующее компьютерное моделирование, при этом вероятность изъятия растений задана исходно и фактическое «назначение в рубку» определяется в соответствии с программными генераторами случайных чисел, реализованными, например, в таких компьютерных программах как электронные таблицы MS Excel (для простой случайной выборки), либо специализированный статистический пакет StatSoft Statistica (для стратифицированной случайной выборки) и др. При использовании случайного отбора назначение конкретного растения на удаление обусловлено только исходно заданной вероятностью и не зависит от каких-либо параметров самих растений (местоположение, значения измеряемых характеристик и проч.). Использовались также два разных типа учета растений.

Вариант 1: учетная единица — посадочное место в ряду культур (метод удаления «по исходному растению»), при котором учитываются все посадочные места в ряду испытательных культур, как реально существующие на момент учета, так и отмершие, в процессе роста и развития насаждения.

Вариант 2: единицей при назначении в рубку является его фактическое наличие на момент учета (метод удаления «по сохранившемуся растению»). В этом случае принимаются в расчет только те деревья, которые фактически сохранились к моменту проведения учетов. Выборки по всем вышеперечисленным вариантам удаления растений на каждом из участков испытательных культур создавались многократно с использованием разных интенсивностей. При этом виртуально «удалено» от 20 до 80 % исходного (при учете) количества растений. Разреживание с интенсивностью менее 20 % не использовалось в силу того, что такая низкая интенсивность при использовании на практике может причинит больше вреда, чем пользы (эффективность ухода низка, а воздействие на статистические показатели опыта существенны). Вариант разреживания интенсивностью свыше 80 % также не рассматривался, поскольку при таких высоких интенсивностях разреживания существенно возрастает вероятность искажения результатов сравнительной оценки скорости роста семей (цель создания испытательных культур). Пример использования периодического метода

(вариант «по исходному растению») для разных градаций интенсивности удаления растений приведен на рис. 1.

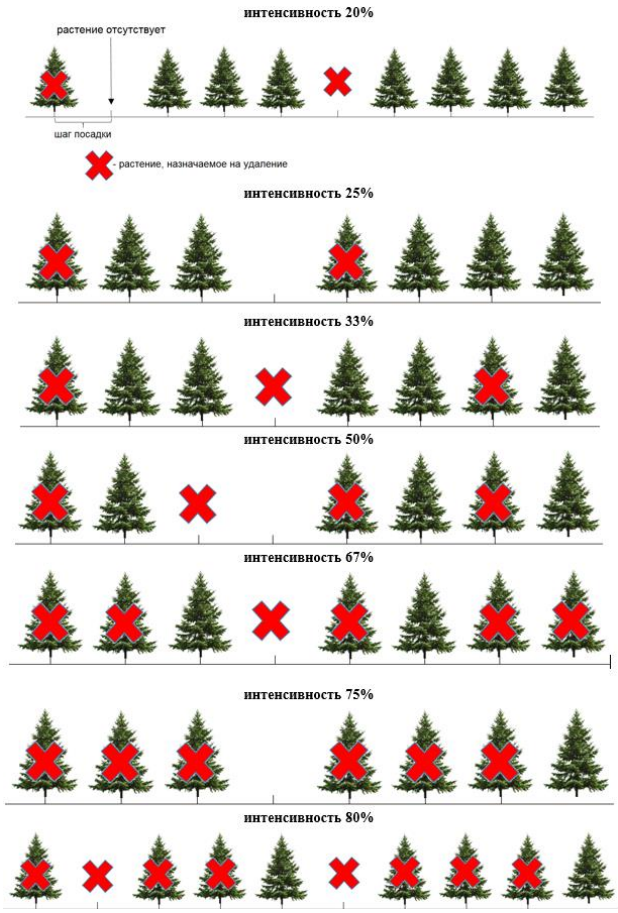


Рис. 1. Варианты периодического удаления растений
(метод «по исходному растению») с интенсивностью разреживания
от 20 до 80 %

В свою очередь при использовании метода «по сохранившемуся растению» и интенсивности разреживания, к примеру, 80 % периодическое удаление деревьев будет выглядеть в соответствии с рис. 2.

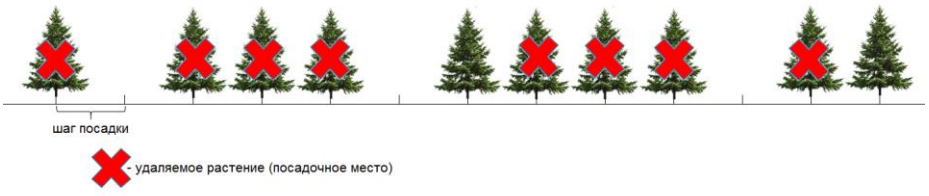


Рис. 2. Периодическое удаление растений в ряду испытательных культур,
метод «по сохранившемуся растению», интенсивность 80 %

Для перечисленных выше методов разреживания (1 — «по исходному растению», 2 — «по сохранившемуся растению») было выполнено многократное удаление растений (в количестве от 2 до 7 шт. по каждому методу разреживания, раздельно в рамках каждого типа отбора (случайный или периодический)

и раздельно по каждой градации интенсивности от 20 до 80 %). Всего таким образом для каждого отдельного участка испытательных культур было сгенерировано от 80 до 100 шт. повторных вариантов (итераций) удаления растений. В рамках каждой из этих сформированных искусственных совокупностей растений раздельно для каждой из представленных на участке испытательных культур семей плюсовых деревьев выполнялся полный расчет среднего диаметра ствола с соответствующими статистическими показателями изменчивости (стандартное отклонение, ошибка среднего, коэффициент варьирования и др.). Для обеспечения сопоставимости результатов периодического и случайного отбора растений и вариантов по методам удаления растений («по исходному растению» и «по сохранившемуся растению») применялись одинаковые градации интенсивности отбора: 20 %, 25 %, 33 %, 50 %, 67 %, 75 %, 80 %. Для оценки применимости прорабатываемых методик разреживания испытательных культур помимо методик моделирования рубок ухода, основанных на описанных выборочных подходах (случайный и периодический отбор), было также выполнено модельное разреживание участков по классическому низовому методу, при котором в рубку отбираются деревья из нижней части полога древостоя [2], с последующим сравнением этого стандартного подхода с вышеприведенными методами.

Результаты и обсуждение. В соответствии с результатами выполненных исследований в испытательных культурах ели европейской коэффициент корреляции между значениями диаметра ствола исходной совокупности после удаления растений при периодическом отборе по градациям интенсивности составляет: при интенсивности отбора деревьев 20 % — на уровне 0,94–0,97, для интенсивности 50 % — коэффициенты корреляции 0,79–0,87, при возрастании интенсивности удаления растений до 80 % (оставляем одно растение из пяти) — на уровне 0,46–0,66. Для случайных выборок в испытательных культурах ели: при интенсивности удаления 20 % уровень корреляции 0,93–0,95, интенсивность отбора 50 % — коэффициенты корреляции в диапазоне 0,73–0,92, интенсивность отбора 80 % — корреляция на уровне 0,50–0,71. Для испытательных культур сосны обыкновенной в варианте периодического отбора при интенсивности 20 % — коэффициенты корреляции составили 0,95–0,99, для интенсивности 50 % — значения в диапазоне 0,87–0,93. По результатам формирования максимальной интенсивности удаления в 80 % для сосны корреляция получена в диапазоне 0,43–0,82. Случайные выборки для сосны дают следующие значения: интенсивность отбора 20 % — коэффициенты корреляции 0,96–0,98, интенсивность отбора 50 % — 0,90–0,94, интенсивность отбора 80 % — корреляция 0,61–0,85. В среднем по обеим древесным породам для интенсивности 20 % значение данного коэффициента корреляции составило 0,97, интенсивность отбора 50 % дает корреляцию 0,85, наибольшая интенсивность 80 % приводит к корреляции 0,72.

Соответственно, наблюдаются близкие средние значения коэффициентов корреляции для результирующих совокупностей различной интенсивности как для ели европейской, так и для сосны обыкновенной. Также в рамках этих древесных пород наблюдаем близкие значения корреляции для случайного и периодического отбора. В целом нужно отметить, что наблюдается очень высокая,

практически функциональная, корреляция при использовании интенсивности 20 % и метода отбора «по исходному растению». При отбраковке большего количества растений (повышение интенсивности) значения коэффициентов корреляции снижаются, но, тем не менее, остаются очень высокими и для ели, и для сосны. Даже при очень интенсивной отбраковке четырех растений из пяти (интенсивность удаления растений 80 %) коэффициенты корреляции составляют порядка 0,59–0,72. Таким образом, при отборе «по исходному растению» в испытательных культурах получаем высокую степень репрезентативности и стабильности результата в отношении соответствия пар «исходная совокупность-насаждение после удаления растений». Если перейти к непосредственным практическим приложениям приведенных результатов, то нужно отметить, что в нормативных документах основным критерием при отборе лучших семей плюсовых деревьев является статистически достоверное превышение семьи по изучаемому биометрическому показателю над контролем[1]. Плюсовые деревья, семенные потомства которых по результатам окончательной оценки в испытательных культурах имеют достоверно лучшие показатели по селектируемым признакам и свойствам в сравнении с контролем, выделяются в качестве элитных.

К сожалению, в большинстве испытательных культур корректный контроль отсутствует, поэтому в качестве основного критерия при отнесении семьи к категории лучших мы использовали принадлежность к группе преобладающих по диаметру 25 % семей (такой порог в среднем соответствует усредненной оценке фактической доли элитных семей в общем их количестве в испытательных культурах). Сопоставление скорости роста семей с таким «контролем» показало, что, например, на участке испытательных культур сосны в кв. 37 Пригородного участкового лесничества Тихвинского лесничества Ленинградской обл. по результатам формирования периодических выборок интенсивностью 20 % среднее совпадение номеров семей в насаждении после удаления растений в выборочной и в исходной совокупностях составило 91 % (с колебаниями по итерациям отбора от 85 до 100 %)! При повышении интенсивности отбора до 50 % величина этого показателя снижается до 73 %, а при отборе 80 % — до 60 %. При этом уровень корреляционной связи между диаметром ствола исходного насаждения и значениями этого биометрического показателя в результирующих (после удаления растений) насаждениях сосны обыкновенной показывает в среднем несколько большие значения, чем приведенные показатели для ели европейской. Так, в варианте периодической выборки при направленном увеличении интенсивности удаления растений от 20 до 80 % значения коэффициентов корреляции между исходной совокупностью и результирующим насаждением начинаются со значений порядка 0,95–0,99 при интенсивности 20 %, постепенно снижаясь до значений в районе 0,80 при наибольшей интенсивности 80 %. В отношении случайной выборки для сосны обыкновенной

[1] Правила создания и выделения объектов лесного семеноводства (лесосеменных плантаций, постоянных лесосеменных участков и подобных объектов) : Утв. приказом Минприроды РФ от 20.10.2015 № 438 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. № 13. 2016. 18 с.

в варианте отбора «по исходному растению» закономерность примерно того же порядка, что и у ели, начиная от очень высоких значений коэффициентов корреляции порядка 0,96–0,97 при интенсивности 20 % показатели корреляции постепенно снижаются до 0,60–0,85 для максимальной интенсивности 80 %. В целом, в насаждениях после удаления растений различной интенсивности наблюдаются очень близкие средние значения коэффициентов корреляции по тесноте их связи с исходной совокупностью растений как для случайных, так и для периодических выборок.

Корректность приведенного выше метода моделирования рубки ухода в испытательных культурах выполнялась также на основе сопоставления его результата с соответствующим результатом для классического низового метода рубки, при котором удаляются все растения диаметром ниже определенного показателя. При использовании среднего значения интенсивность, соответственно, составляет около 50 %. В таком варианте, когда удаляются все растения с диаметром ниже среднего значения коэффициент корреляции между средними семейственными значениями диаметра исходной совокупности и результирующим насаждением для наших данных на участке испытательных культур ели европейской составил 0,75. На изученном участке сосны обыкновенной получено более низкое значение коэффициента корреляции равное 0,38, то есть существенно ниже, чем значение этого показателя для приведенных выше периодических и случайных выборок. Таким образом, применение разреживания по низовому методу[1] не дает сопоставимого с вышеописанными методами результата для сохранения рангового статуса семей. Очевидно, что в отношении рубок ухода в испытательных культурах применение классического низового метода рубки является нецелесообразным.

В рамках исследования определяли также уровень влияния интенсивности удаления на эффективность целевого отбора семей плюсовых деревьев сосны и ели в испытательных культурах. Основной критерий — значение F-критерия дисперсионного анализа и соответствующий ему уровень достоверности различий между семьями. Аналогично вышеописанному механизму данные критерии применялись в отношении удаления деревьев разной интенсивности и методов. При использовании периодического отбора применялось несколько подходов изъятия растений из одной и той же исходной совокупности растений в количестве от 2 (для интенсивности 50 %) до 5 шт. (интенсивности 20 и 80 %). По результатам дисперсионного анализа достоверные различия между семьями получены для подавляющего большинства результирующих насаждений, за исключением небольшого их количества для самых высоких интенсивностей удаления растений 75 и 80 %. Значение F-критерия при этом ожидаемо снижается от максимума для исходной совокупности к минимальным значениям для вариантов удаления с наибольшей интенсивностью. С учетом полученных ранее результатов, эти данные показывают относительную стабильность рангового по-

[1] Правила ухода за лесами. Утв. приказом Минприроды России от 30.07.2020 № 534. Зарегистрировано в Минюсте России 18.12.2020 г. № 61555

ложения семей при использовании различных интенсивностей. Кроме того, были получены данные об устойчивости рангового положения быстрорастущих семей и сравнительном непостоянстве рангов, отстающих по скорости роста семей плюсовых деревьев.

На основе изучения динамики рангов семей возможно оценить влияние применяемых методов проведения уходов на проявление значимых с селекционной точки зрения показателей. Подобное моделирование использовалось в первую очередь при оценке влияния очень высоких интенсивностей разреживания (50–80 % исходной численности растений) на ранговое положение семей, а также в целом на применимость такого моделирования. Так, например, на одном из участков испытательных культур ели в Гатчинском лесничестве Ленинградской области изучаемые семьи плюсовых деревьев принадлежали к различным группам семей по скорости роста (лидеры, быстрорастущие, средние, медленнорастущие и аутсайдеры). После выполнения периодической выборки и отбора «по исходному растению» даже при снижении количества деревьев в пять раз (интенсивность 80 %!) семьи кардинально не меняют свой ранг и в подавляющем большинстве случаев остаются в пределах 15–20 ранговых мест от исходного положения (всего на участке испытывается 90 семей). То есть, несмотря на высокую интенсивность, семьи стабильно сохраняют свой средний ранг. При этом семьи-лидеры, представляющие основной интерес для селекционера, обладают особенно высокой устойчивостью рангового положения при разреживании. Что же касается случайного метода отбора, то выполненное исследование также продемонстрировало стабильность среднего ранга семей плюсовых деревьев. Даже в условиях интенсивного разреживания 80 % семьи значимо не меняют свой ранг и по большей части сохраняют свое исходное ранговое положение в районе 10 ранговых мест.

В целом необходимо отметить, что использованные в исследовании методы удаления растений «по исходному растению» и «по сохранившемуся растению» существенно не меняют картину динамики смены рангового положения изучаемых семей плюсовых деревьев и при назначении растений в рубку возможно использование обоих эти методов разреживания. Применимость конкретного метода в значительной степени зависит от условий участка испытательных культур. Так, например, если при создании участка имелись огрехи при соблюдении шага посадки растений (важно для использования метода «по исходному растению»), то имеет смысл использовать метод «по сохранившемуся растению». При этом интересным результатом является тот факт, что более корректная с методической точки зрения случайная выборка, как правило, не дает существенных преимуществ по сравнению с периодической и поэтому можно рекомендовать к применению более простой с практической точки зрения периодической отбор и метод «по сохранившемуся растению».

Список использованной литературы

1. Cornacini M. R. Selective thinning in provenance and progeny test of Astronium fraxinifolium Schott based on genetic variability / M. R. Cornacini, J. R. Silva,

K. C. Luz, J. Cambuim, W. Santos, M. Moraes, A. V. Aguiar // Scientia Forestalis. — 2017. — Vol. 45, № 115. — P. 581–591.

2. Fedorkov A. Genetic gain and gene diversity following thinning in a half-sib plantation / A. Fedorkov, D. Lindgren, A. David // Silvae genetica. — 2005. — Vol. 54, № 4–5. — P. 185–188.

3. Gough G. A comparison of three methods of wood density assessment in a Pinus elliottii progeny test / G. Gough, R. D. Barnes // South African forestry journal. — 1984. — Vol. 128, № 1. — P. 22–25.

4. Kang K. S. Genetic gain and diversity caused by genetic thinning in a clonal seed orchard of Pinus densiflora / K. S. Kang, Y. A. El-Kassaby, W. Y. Choi, S. U. Han, C. S. Kim // Silvae genetica. — 2003. — Vol. 52, № 5–6. — P. 220–223.

5. Kowalczyk J. Combining production of improved seeds with genetic testing in seedling seed orchards / J. Kowalczyk // Seed Orchard: Proceedings from a Conference at Umeå, Sweden, September 26–28, — 2007, — Umeå : SLU. — 2008. — P. 26–28.

6. Zas R. The impact of spatial heterogeneity on selection: a case study on *Pinus pinaster* breeding seedling orchards / R. Zas // Canadian journal of forest research. — 2008. — Vol. 38, № 1. —— P. 114–124.

7. Wei X. Use of individual tree mixed models to account for mortality and selective thinning when estimating base population genetic parameters / X. Wei // Forest science. — 1998. — Vol. 44, № 2. — P. 246–253.

Информация об авторе

Бондаренко Александр Сергеевич — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 194021, г. Санкт-Петербург, Институтский проспект, 21, asbond@mail.ru.

Author

Bondarenko Alexander Sergeevich — Ph. D. in Agricultural Sciences, Leading Researcher at the Research Department of Breeding, Reproduction and Chemical Care of the Forest, Saint Petersburg Forestry Research Institute, 21 Institutsky Ave., Saint Petersburg, 194021, asbond@mail.ru.

УДК 630*228.7

Н. В. Соколова,
А. А. Злобин

КОМПЕНСАЦИОННОЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ: БАЛАНС МЕЖДУ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАТРАТАМИ И ЛЕСНОЙ РЕНТОЙ

Результаты анализа экономических моделей компенсационного восстановления лесов на примере отечественных и зарубежных лесохозяйственных практик подчеркивают необходимость государственного регулирования и фискального стимулирования компенсационного инструмента вне зависимости от форм собственности на леса. Дискуссия по определению лесной ренты основана на принципе взаимодополняемости ресурсных и экологических составляющих ренты и экологических издержек.

Ключевые слова: национальная политика; компенсационное лесовосстановление; лесная рента; затраты.

N. V. Sokolova,
A. A. Zlobin

COMPENSATORY REFORESTATION: BALANCING ENVIRONMENTAL COSTS AND FOREST RENTS

The results of the analysis of economic models of compensatory reforestation using the example of domestic and foreign forestry practices emphasize the need for state regulation and fiscal stimulation of the compensation instrument, regardless of the forms of forest ownership. The discussion on the definition of forest rent is based on the principle of complementarity of resource and environmental components of rent and environmental costs.

Keywords: national policy; compensatory reforestation; forest rent; costs.

Обязанность предприятий добывающих отраслей и энергетики по компенсационному лесовосстановлению возникает при освоении и комплексном развитии лесных территорий. Через механизм компенсации реализуется государственная политика в сфере сохранения и воспроизводства лесов и стратегического промышленного развития. Затраты хозяйствующих субъектов на компенсационное лесовосстановление относятся к дополнительным экологическими издержкам помимо платы за изъятые древесные ресурсы. По мнению недропользователей государство как собственник лесного фонда фактически перекладывает свою обязанность по воспроизводству лесов на добывающие предприятия, вынуждая их создавать непрофильные структуры вместо денежной формы компенсации[1] возмещения ущерба, причиненного в результате рубки.

[1] Источник вечного насаждения. URL: https://www.kommersant.ru/doc/4549554.

И. В. Шутов отмечал необходимость обязательной денежной компенсации затрат на лесовосстановление и предлагал производить расчет стоимости воспроизводства леса соотносительно размеру нанесенного экологического ущерба [1].

В правоприменительной практике экологический ущерб от рубки леса состоит из натурального и денежного возмещения восполнимых негативных изменений лесных экосистем, и компенсации невосполнимых и трудновосполнимых экологических потерь [2; 3]. Невосполнимость или трудновосполнимость экологических потерь обусловлена оценкой утраты природно-ресурсного потенциала экосистем вследствие причинения экологического вреда. Безвозвратная утрата экологической ценности компонента экосистемы (ресурса) подразумевает невосстановимость его прежнего состояния, существовавшего до причинения вреда. Трудновосполнимая утрата сопряжена с длительностью восстановления компонента. Критерии утрат потенциала компонентов лесной экосистемы в результате вырубки леса (безвозвратные или длительно восстанавливаемые) зависят от площади рубки, степени нарушенности компонентов и способности их восстановления до исходной вариации (таблица).

Классификация экологических потерь в результате вырубки леса

Компонент лесной экосистемы	Экологическая потеря	Затраты на компенсацию ущерба в натуральном выражении
Лесонасаждение	Трудновосполнимая	Проектирование и проведение лесовосстановительных работ, уходов за лесом
Животное население	Восполнимая	Меры охраны видов; проектирование и проведение биотехнических мероприятий
Растительность	Восполнимая	Проектирование и проведение биологической рекультивации, агроуходов
Редкие и исчезающие виды животных и растений	Невосполнимая*	Усиление мер охраны видов и их местообитаний; ограниченный режим лесопользования
Почвы	Трудновосполнимая	Проектирование и проведение рекультивации, гидротехнических и мелиоративных работ

В лесопользовании структура экологических издержек состоит из прямых экологических и косвенных затрат:

– плата за пользование лесными ресурсами;

– дополнительные затраты, обусловленные экологическими ограничениями, например, плата за ущерб, причиненный растительному и животному миру;

– внешние затраты, связанные с охраной и защитой лесов;

– затраты на лесовосстановление [4].

По мнению многих ученых [1; 5–7], вместо применения ставок платы за древесину на корню, построенных на затратной основе, для формирования эффективной системы лесных платежей необходимо закладывать в расчет лесную ренту, т. е. незаработанный доход или рентный доход лесопользователей, обусловленный лесными ресурсами, их месторасположением и конъюнктурой рынка. В настоящее время значительная часть рентного дохода в виде сверхприбылей неизбежно остается у лесозаготовителей и лесопереработчиков.

Полемика по определению лесной ренты заключается в принадлежности экологических затрат. С одной стороны, лесная рента определяется, исходя из различий в продуктивности и местоположении лесных участков, а также затрат на лесовыращивание. С другой, в расчет лесной ренты не должны включаться затраты на лесохозяйственные мероприятия, поскольку рентный доход не является результатом эффективной деятельности лесопользователя. Лесная рента изымается собственником лесов — государством, в бюджет в виде лесного дохода для последующего распределения средств на финансирование охраны, защиты и воспроизводства лесов [8]. Ресурсная и экологическая составляющие лесной ренты и экологических издержек взаимозависимы и взаимодополняемы. Если рубкой леса причинен ущерб лесной среде, то лесопользователь обязан компенсировать восстановление леса.

Рассмотрим зарубежную практику государственного регулирования компенсационных мероприятий по восстановлению лесов. На рубеже двадцатого века в результате промышленного освоения горных лесов Швейцарии жители центральных регионов столкнулись с крупными наводнениями и сходами снежных лавин. Начиная с 1850 г., федеральной властью Швейцарии был принят свод национальных законов по строгой охране лесных ресурсов и природных комплексов. В результате кропотливой политической и социальной работы за два столетия лесной фонд страны почти удвоился [9]. По сведениям Федерального ведомства по охране окружающей среды за последние 30 лет лесные угодья в среднем увеличиваются на 4 000 га в год. Разрешение на рубку выдают в исключительных случаях, и вырубленная площадь компенсируется в объеме до 90 % [10].

Проект «Три севера» по защитному лесоразведению в пустыне Гоби был запущен в 1978 г. в 13 автономных районах Внутренней Монголии и Северного Китая. В 2012 г. руководство КНР объединило проект «Три севера» с проектом «Великая зеленая стена» в целях озеленения и компенсации ущерба от бесконтрольных массовых вырубок и крупных лесных пожаров за последние полвека. По данным Государственного управления лесного и степного хозяйства в 1981 г. покрытая лесом площадь составляла 12 % территории страны. В результате запрета на рубку естественных лесов, создания новых ООПТ и реализации компенсационных госпрограмм в 2023 г. площадь лесов увеличилась до 24 %. За последнее десятилетие в Китае было проведено лесовосстановление и плантационное лесоразведение на площади 112 млн га. В результате страна вышла в мировые лидеры по лесовыращиванию. Общая площадь искусственно созданных лесов достигла 231 млн гектаров[1].

Помимо экологической миссии достижения углеродной нейтральности к 2060 г. масштабная компания по озеленению нацелена на социально-экономическое развитие депрессивных районов Китая. Для создания лесных плантаций и полезащитных полос привлекаются трудовые ресурсы неблагополучных северных районов. Денежные средства выделяются напрямую из бюджета и через различные финансовые программы:

[1] Выступление заместителя Министра экологии и окружающей среды КНР Чжао Инминя на открытии Подфорума «Год экологии ШОС 2024». URL: https://rus.sectsco.org/20240708/1444206.html.

– беспроцентное кредитование;

– программы возмещения затрат на строительство уже завершенных объектов лесоразведения;

– субподряды на лесовыращивание для профильных частных компаний;

– поощрение организаций правительственными наградами.

В рамках социального обязательства государство привлекает капиталовложения государственных и частных компаний, иностранных предприятий, общественных лесоводческих кооперативов и даже частных лиц. По официальным источникам за период 1982–2021 гг. китайские граждане добровольно посадили 78 миллиардов деревьев. Следует подчеркнуть, что обязанность граждан участвовать в посадке леса закреплена положением в Лесном кодексе КНР. В течение пяти лет каждый гражданин должен высадить от трех до пяти деревьев. Для этого в стране проводится Интернет-кампания «Ant Forest» (дословно, муравьиный лес), которая позволяет жителям брать под свою опеку деревья. Пользователь делает электронный взнос или набирает достаточное количество кредитов, осуществляя низкоуглеродную деятельность, например, пользуясь общественным транспортом. В обмен от имени пользователя высаживается настоящее дерево. В 2019 г. инициатива Ant Forest была удостоена награды ООН за участие 550 млн жителей страны в посадке более 200 млн деревьев в одном из самых засушливых регионов Китая[1].

В 2019 г. в правительство Канады приступило к реализации программы по высадке 2 млрд деревьев на государственных и частных землях в рамках борьбы с обезлесением и климатическими изменениями. Социальный эффект заключается в создании более 4,3 тыс. новых рабочих мест[2]. Бюджет программы рассчитан до 2030 г. и составил 3,2 млрд долларов на финансирование провинциям, городам, группам коренных народов и некоммерческим организациям. С начала 2020 г. в Канаде высадили 29 млн деревьев, между тем в 2022 г. программа была выполнена лишь на 1,5 %. К сложностям в реализации заявленных целей эксперты отнесли низкий потенциал питомников, недостаточное количество земли и дефицит семян. По оценкам коммерческих лесоводов для 2 млрд деревьев нужно как минимум четыре млрд семян в зависимости от породного состава будущих лесов. В основу экологических затрат на лесовосстановление заложены лесные платежи, которые в большинстве провинций включают ежегодную земельную ренту и попенную плату. Попенная плата состоит из трех частей:

– минимальные ставки за пользование лесным фондом;

– платежи на лесовосстановление;

– остаточная стоимость заготовленной древесины (лесная рента).

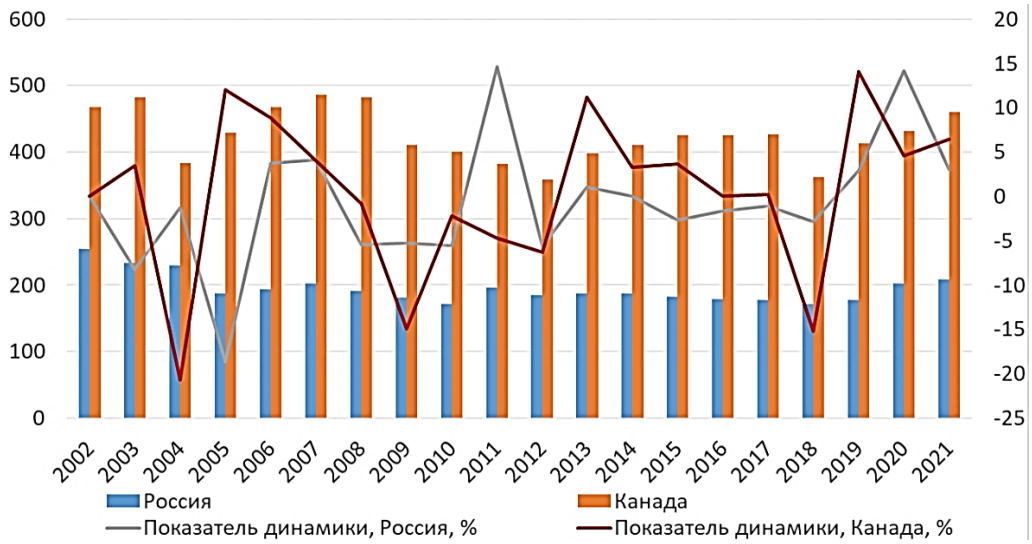
Лесная рента заключается в разнице между рыночной ценой древесной продукции и затратами на ее производство и реализацию. Если лесопродукция имеет остаточную стоимость, последняя делится между бизнесом и провинцией.

---

[1] Китайская инициатива Ant Forest получила две награды ООН в сфере экологии. URL: https://russian.people.com.cn/n3/2019/0930/c31518-9619730.html.

[2] В Канаде недовольны реализацией правительственного лесоклиматического проекта. URL: https://lesprominform.ru/news.html?id=16488.

Динамика и темпы искусственного лесовосстановления в Канаде меняется более интенсивно по сравнению с российскими показателями (рисунок).



Площадь искусственного лесовосстановления, тыс. га

По статистическим данным, приведенным в ежегодном отчете «The State of Canada's Forests: Annual Report», за период 2002–2008 гг. ежегодная площадь искусственного лесовосстановления составила свыше 460 тыс. га. С 2008 по 2021 гг. ежегодно создавались культуры на площади 408 тыс. га[1].

По данным Федеральной службы статистики РФ за период 2002–2021 гг. каждый год искусственно создавались леса на площади 190 тыс. га. Исключением является период с 2002 по 2004 гг., когда восстанавливалась площадь свыше 230 тыс. га. [11]

Стандартное отклонение динамики показателя для Канады составляет 38 тыс. га, для России — 21 тыс. га. Следует отметить, что в период с 2005 по 2019 гг. в России ежегодно восстанавливалось всего 8 тыс. га. При этом, среднегодовая динамика роста площади искусственного восстановления в Канаде и России практически идентична — 99,92 и 98,95 %.

В отличие от Канады, в США преобладает частное лесовладение на 70 % лесного фонда. Остальные лесные земли представлены национальными лесами или заповедниками. До начала двадцатого века лесопользование развивалось экстенсивно, путем освоения новых лесных территорий и увеличением площадей рубок. В 20-х годах прошлого столетия частные лесовладельцы начали практиковать плантационное лесовыращивание. К середине двадцатого века лесоразведение стало настолько экономически привлекательным, что ежегодно покрытая лесом площадь увеличивалась от 7 до 13 %. По официальным источникам в начале 2000-х гг. около четверти лесов южных штатов и 56 % сосновых лесов страны являются плантациями.

Высоким темпам лесовыращивания способствовало два ключевых фактора: дефицит доступных лесных ресурсов и подъем экономики, стимулирующий

[1] The State of Canada's Forests: Annual Report. URL: https://publications.gc.ca/site/eng/9.505771/publication.html.

высокие цены и спрос на древесину. Однако, только эти факторы не могут обеспечить стабильное увеличение объемов лесоразведения на протяжении столетия. Без реализации мер государственной поддержки рост объемов был бы волнообразный. Собственники лесов занимались бы лесоразведением до тех пор, пока окупались затраты. Как только рынок древесной продукции насыщался, снижался доход частных лесовладений. Устойчивое увеличение объемов создания лесных культур стало результатом национальной политики, стимулирующей лесовосстановление за счет реализации государственных программ. Меры фискальной политики заключались в налоговых кредитах и снижении налоговой ставки на доход от продажи древесины при условии соблюдения лесовладельцами обязательств по восстановлению лесов [12].

Как показывает зарубежный опыт, крупномасштабные схемы компенсационного лесовосстановления были реализованы в странах, столкнувшихся с угрозами безопасности общества от природных стихий (засух, наводнений, опустынивания территорий) или с дефицитом древесной продукции на внутренних рынках. Лесоохранные программы стран инициированы в рамках национальных политик. Обязательства стран в рамках глобальных национальных конвенций также могут служить стимулом для принятия государственных мер по воспроизводству лесов. По оценке Рослесхоза объем рынка компенсационного лесовосстановления может ежегодно достигать нескольких десятков миллиардов рублей. Включение в лесохозяйственную деятельность компаний, которые не были аффилированы к лесному комплексу, но видят в этом направлении возможность развития своего бизнеса, создают предпосылки для появления новой отрасли коммерческого компенсационного лесовосстановления при условии предоставления мер государственной поддержки и фискального стимулирования.

Список использованной литературы

1. Шутов И. В. Как управлять лесным хозяйством России? / И. В. Шутов // Лесное хозяйство. — 2002. — № 5. — С. 6–10.

2. Петров В. В. Экология и право / В. В. Петров / Москва : Юрид. лит., 1981. — 104 с.

3. Петров В. В. Экологическое право России: учебник для вузов / В. В. Петров / Москва : Бек, 1995. — 336 с.

4. Пунцукова С. Д. Формирование экономического механизма устойчивого лесопользования в регионах с экологическими ограничениями : монография / С. Д. Пунцукова ; отв. ред. А. К. Тулохонов. Российская акад. наук, Сибирское отделение, Байкальский ин-т природопользования. — Новосибирск : Наука, 2012. — 259 с.

5. Петров А. П. Лесной кадастр и стоимостная оценка лесных ресурсов / А. П. Петров // Лесное хозяйство. — 1997. — № 6. — С. 10–12.

6. Починков С. В. Еще о лесном доходе / С. В. Починков // Лесной бюллетень. — 2003. — № 1-2. — С. 52–57.

7. Летягин В. И. Рыночные проблемы лесных податей / В. И. Летягин, С. В. Починков // Лесная газета. — 1998. — № 56.

8. Пунцукова С. Д. Эколого-экономическая оценка лесных ресурсов как основа устойчивого лесопользования / С. Д. Пунцукова // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. — 2011. — № 4. — С. 38–43.

9. Mather A. S. From floods to reforestation: the forest transition in Switzerland / A. S. Mather, J. Fairbairn // Environment and History. — 2000. — Т. 6. — № 4. — С. 399–421.

10. The evolution of forest restoration in Europe: a synthesis for a step forward based on national expert knowledge / M. Erdozain et al. // Current forestry reports. — 2024. — Т. 11. — № 1. — С. 4.

11. Злобин А. А. Опыт организации и управления лесным сектором в Канаде / А. А. Злобин, В. А. Соколов // Сибирский лесной журнал. — 2025. — № 6. — С. 76–89.

12. Чанг Д. Лесная экономика / Д. Чанг, П. Х. Пирс // под общей ред. А. П. Петрова. — Москва : НПЦ «Лесное дело», 2019. — 384 с.

Информация об авторах

Соколова Настасья Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории таксации и лесопользования, Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН — обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, 660036 г. Красноярск, ул. Академгородок, 50/28, sokolovanv@ksc.krasn.ru.

Злобин Андрей Алексеевич — младший научный сотрудник лаборатории таксации и лесопользования, Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН — обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, 660036 г. Красноярск, ул. Академгородок, 50/28, arhiv-il@ksc.krasn.ru.

Authors

Sokolova Nastasya Vladimirovna — Ph. D. in Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Forest Inventory and Forest Exploitation, V. N. Sukachev Institute of Forest of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences – a Separate Division of the Krasnoyarsk Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 50/28 Akademgorodok Str., Krasnoyarsk, 660036, sokolovanv@ksc.krasn.ru.

Zlobin Andrey Alekseevich — Junior Researcher at the Laboratory of Forest Inventory and Forest Exploitation, V. N. Sukachev Institute of Forest of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences – a Separate Division of the Krasnoyarsk Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 50/28 Akademgorodok Str., Krasnoyarsk, 660036, arhiv-il@ksc.krasn.ru.

УДК 630*5

И. А. Лазарев

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛЕСОВ

Определены цели и задачи интенсивного использования лесов. Проведен анализ принципов и методов определения оценки ресурсов древесины. Предложены методы определения оценки ресурсов древесины, применимые для реализации задач интенсивного использования лесов, обеспечивающие устойчивое управление лесными ресурсами.

Ключевые слова: интенсивное использование лесов; ресурсный потенциал лесов; устойчивое управление лесами.

I. A. Lazarev

APPLICATION OF METHODS FOR DETERMINING AND ASSESSING WOOD RESOURCES IN INTENSIVE FOREST MANAGEMENT

The goals and objectives of intensive forest management are defined. An analysis of the principles and methods for assessing timber resources is conducted. Methods for assessing timber resources are proposed, applicable to the implementation of intensive forest management objectives, ensuring sustainable forest resource management.

Keywords: intensive forest management; forest resource potential; sustainable forest management.

Основной целью интенсивного использования лесов является улучшение качественной и товарной структуры лесных насаждений, а также обеспечение максимального прироста древесных ресурсов. Для достижения этой цели стоят задачи увеличения экономической эффективности от глубокой переработки древесных ресурсов, увеличение объемов заготовки древесины и выращивание древесины с необходимыми качественными характеристиками в максимально сжатые сроки.

В настоящий период времени вклад лесного комплекса в экономику Российской Федерации значительно уступает как его потенциалу, так и аналогичным показателям других стран, обладающих сопоставимыми объемами запасов и заготовки древесины[1]. Эта ситуация сложилась в результате того, что отечественные производители, в основном, ориентируются на сегменты с низкой добавленной стоимостью, такие как экспорт древесины с невысокой степенью переработки.

[1] Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11 февраля 2021 г. № 312-р // СПС «КонсультантПлюс».

На текущий момент лесозаготовители не могут прогнозировать выход пиловочных материалов при заготовке древесины и необходимые производственных мощности для ее переработки. Потребности лесопромышленного комплекса и рыночные отношения внесли существенные коррективы в технологию заготовки древесины, на лесозаготовительных предприятиях широко применяется сортиментная заготовка древесины. Тем не менее, необходимо отметить отсутствие отработанной технологии по определению сортиментов на корню, что приводит к образованию большого количества порубочных остатков при лесозаготовительных работах, невозможно спрогнозировать какого качества и какого сорта будет выходить пиломатериал из заготовленного сортимента. В связи с истощением лесосырьевого ресурса необходимы новые перспективные подходы для отвода лесосек и получения максимальной информации о качественных характеристиках заготавливаемой древесины на корню для дальнейшей глубокой ее переработки.

При оценке состояния лесного комплекса Иркутской области был выявлен комплекс причин ухудшения состояния лесоресурсной базы региона. Среди ключевых причин следует отметить, прежде всего, факторы недоиспользования ежегодной расчетной лесосеки и накопления перестойных насаждений, оказывающих негативное воздействие на санитарное состояние лесов.

К сожалению, развитие лесного комплекса Иркутской области всегда ориентировалось на заготовку высококачественной древесины, оставляя на корню низкопродуктивные насаждения, переработка которых требует дополнительных затрат и особых технологических линий. Вследствие этого, древесина, не подходящая под данные параметры для лесозаготовителей, условно считается дровяной и нерентабельной для заготовки. Истощение высокопродуктивных и среднепродуктивных насаждений влечет за собой ежегодное снижение объемов освоения плановой ежегодной расчетной лесосеки на территории субъекта. Глубокая и экономически эффективная переработка низкопродуктивных насаждений может позволить реализовать задачу по увеличению объема заготовки древесины на территории области.

Реализация мероприятий по рубкам ухода за лесами направлена, в первую очередь, для решения задач по выращиванию древесины с необходимыми качественными характеристиками в максимально сжатые сроки. Стоит отметить тот факт, что при их назначении возникает необходимость глубоко изучить все параметры древостоев, произрастающих в насаждении и исключить формальный подход. Для этого потребуется проведение натурных исследований, а не использование данных государственного лесного реестра, которые не отражают информацию о всех качественных характеристиках древостоя в насаждении, учитываемых при сортиментации древесины. Решение данной задачи связано с необходимостью поиска новых подходов для отвода лесосек путем унификации методов, применяемых при таксации лесов и методов статистической инвентаризации лесов[1].

[1] 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 : Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации № 688 от 17.10.2022 г. // СПС «Консультант Плюс».

В России широко применяются выборочные методы в работах по оценке количественных и качественных характеристик насаждений как средство получения точной и объективной информации о лесных ресурсах. Основной информационной базой для определения качественных характеристик лесов является государственная инвентаризация лесов, проведение которой возложено на ФГБУ «Рослесинфорг».

Несомненно, метод сплошного перечета является самым достоверным, т.к. учитываются абсолютно все деревья. Но применение данного метода на лесосеках большой площади экономически нецелесообразно, так как требует привлечения больших временных, трудовых и финансовых затрат [1].

Оценка реальных ресурсов древесины с максимальной точностью и по всему перечню требуемых характеристик возможно только с применением круговых площадок постоянного радиуса (далее — КППР). Их возможно применять при наличии в древостоях густого подроста и подлеска. Применение КППР дает абсолютные достоверные данные о каждом измеренном дереве, находящимся на пробной площади, что, в свою очередь, позволяет получить более детальную информацию о качественных характеристиках древостоя. Также отсутствуют погрешности в определении сумм площадей сечения, что не дает отклонений в определении запаса древостоя.

Имея исходные данные, полученные при отводе лесосеки при помощи КППР, и применяя математические модели появляется возможность определить не только общий объем древесины на лесосеке, но и оценить следующие необходимые данные:

– общее количество деревьев;

– распределение количества деревьев по качеству сортиментов;

– распределение количества деревьев по оптимальному количеству сортиментов.

Работы по отводу лесосек при помощи КППР для получения необходимого количества достоверных данных необходимо проводить в вегетационный период, который характеризуется сочетанием благоприятных для хода физиологических процессов у растений и метеорологических факторов.

Используя полученные данные, можно спрогнозировать необходимые производственные мощности для более глубокой переработки древесины с минимальным количеством отходов производства, что позволит также реализовать принцип рационального лесопользования [2; 3].

Взаимосвязь между исходными данными для оценки характеристик выхода сортиментов и их стоимости представлена на рисунке.

Возможность выявления ряда качественных характеристик, которые можно определить на корню при отводе лесосек при сортиментной заготовке древесины, обладает огромными перспективами. Помимо основных показателей необходимо определить факторы, влияющие на качество производимых измерений, а также на описание санитарного состояния всего насаждения. Перспективы заключаются в получении информации о возможных сортах древесины на лесосеке до начала ее переработки. Это дает возможность определить, каким

способом и на какой пиломатериал можно переработать древесину для получения максимальной прибыли и сокращения количества отходов производства.

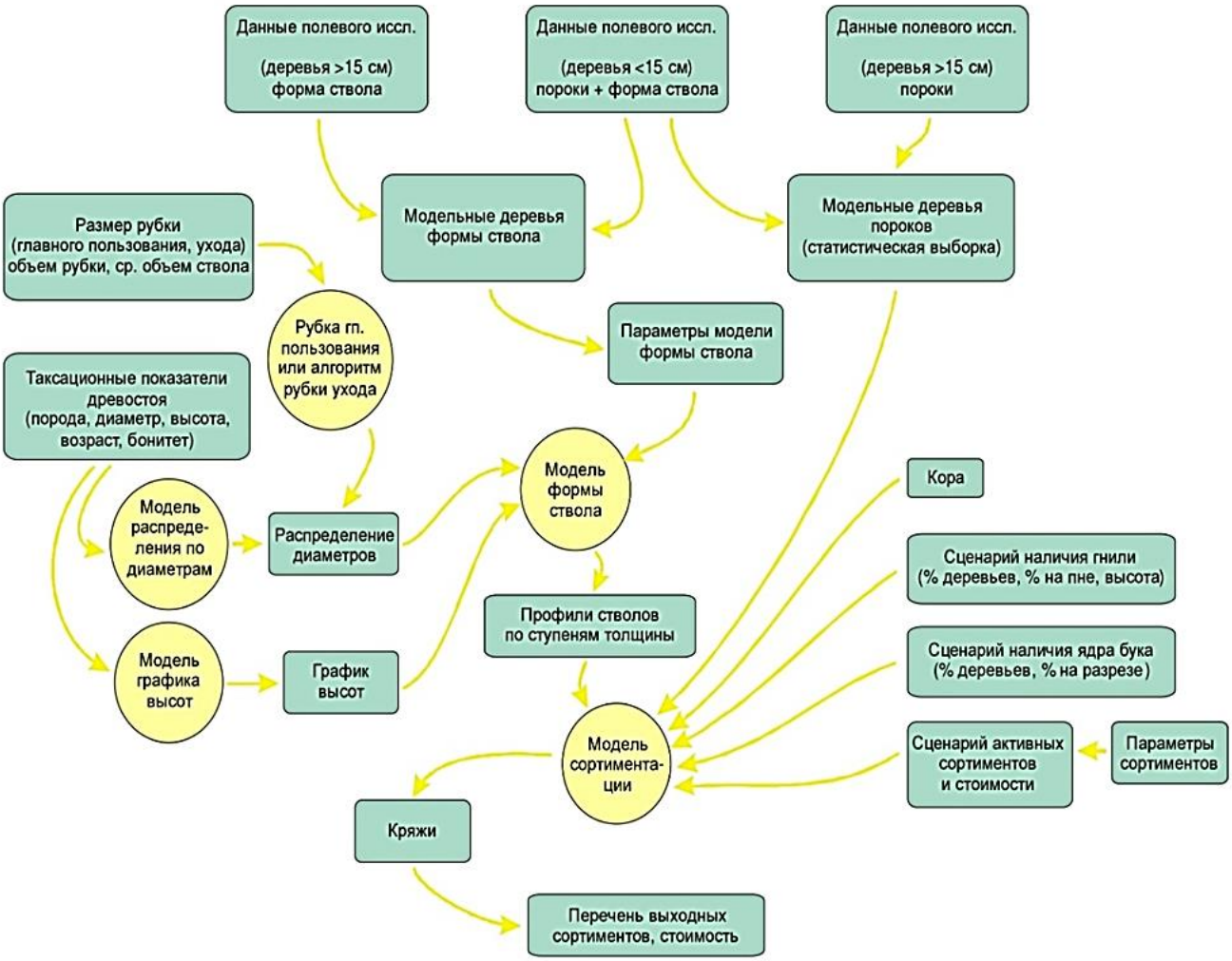


Схема взаимосвязей между исходными данными для получения выходных сортиментов и их стоимости

С помощью подходов, применяемых в государственной инвентаризации лесов по учету древесины методами по исследованию формы и качества ствола, можно построить математические модели под различные задачи при интенсивном использования лесов. При отводе лесосеки для заготовки древесины, применяя гибкую сортиментацию, возможно спрогнозировать какое количество и какого сорта будет выходной пиломатериал, а также количество отходов для дальнейшей их переработки. Это позволит рассчитать необходимые мощности для эффективной и глубокой переработки древесины. При отводе лесосек для проведения рубок ухода будет определен набор всех возможных характеристик для формирования комплекса мероприятий, направленных на формирование благоприятных условий роста древостоев, а также повышение продуктивности и качества насаждений. Научное обоснование данных методов доказано и принято в мировом сообществе, занимающимся проблемами лесоводства и экологическими аспектами рационального неистощительного лесопользования.

Информационное обеспечение о реальных ресурсах древесины для лесного комплекса будет новым шагом к эффективному и бережному отношению к лесным ресурсам, позволяя перейти к перспективному интенсивному использованию лесов.

Список использованной литературы

1. Анучин Н. П. Лесная таксация [Учебник для лесохоз. и лесоинж. специ-альностей вузов] / Н. П. Анучин, акад. ВАСХНИЛ. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Лесная пром-сть, 1977. — 512 с.

2. Metodika opakovaneho setfeni Narodni inventarizace lesu CR. — IFER-Ustav pro vyzkumlesnich ekosystemu, 2006. — 136 p.

3. Черны М. Передовые технологии для полевого сбора данных в лесном хозяйстве / М. Черны, И. Ф. Букша, М. И. Букша // Оборудование и инструмент для профессионалов. — 2009. — № 2. — С. 62–65.

Информация об авторе

Лазарев Игорь Александрович — начальник отдела государственной инвентаризации лесов филиала ФГБУ «Рослесинфорг» «Прибайкаллеспроект», ФГБУ «Рослесинфорг», 664040, г. Иркутск, ул. Розы Люксембург, 150, lazarev.ia@38.roslesinforg.ru.

Author

Lazarev Igor Aleksandrovich — Head at the State Forest Inventory Department of the Branch of FSBI «Roslesinforg» «Pribaikallesproekt», FSBI «Roslesinforg», 150 Rosa Luxemburg Str., Irkutsk, 664040, lazarev.ia@38.roslesinforg.ru.

УДК 630*15:630*43+630*34+630*611

С. А. Денисов,
З. Н. Домрачева

ЧЕРЕСПОЛОСНЫЕ РУБКИ В ТОВАРНЫХ ГОРЕЛЬНИКАХ: БАЛАНС МЕЖДУ ЗАГОТОВКОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ЕСТЕСТВЕННЫМ ВОССТАНОВЛЕНИЕМ СОСНЫ

Обоснована технология мероприятий для товарных горельников, обеспечивающая максимальный выход ликвидной древесины и естественное восстановление сосны через ее постпирогенный семенной потенциал. На основе данных полевых исследований всхожести семян после низовых пожаров разработана схема двухприемных чересполосных рубок с использованием системы «харвестер + форвардер». Семена сосны сохраняют всхожесть около 82 %, создавая потенциал 1,0–1,2 млн семян/га. Технология включает: первый приём рубки (за 7 месяцев) с заготовкой 50 % древесины и минерализацией почвы; этап естественного обсеменения; завершающий приём по снегу через 16–18 месяцев для сохранения подроста. Чересполосные рубки минимизируют потерю товарности древесины и обеспечивают успешное естественное возобновление, предлагая экономичную альтернативу искусственному лесовосстановлению.

Ключевые слова: постпирогенный семенной потенциал; минерализация почвы; лесовосстановление.

S. A. Denisov,
Z. N. Domracheva

STRIP FELLINGS IN COMMERCIAL BURNED AREAS: BALANCING TIMBER HARVESTING AND NATURAL PINE REGENERATION

A technology for managing commercial burned areas has been substantiated, ensuring maximum merchantable timber yield and natural pine regeneration through its post-pyrogenic seed potential. Based on field data on seed germination after surface fires, a scheme of two-stage strip fellings using a «harvester + forwarder» system has been developed. Pine seeds retain a germination capacity of approximately 82 %, creating a potential of 1.0–1.2 million seeds per hectare. The technology includes: the first felling stage (within 7 months) with harvesting of 50 % of the wood and soil scarification; a phase of natural seed dispersal; and a final felling stage over snow cover after 16–18 months to preserve advance growth. Strip fellings minimize the loss of wood merchantability and ensure successful natural regeneration, offering a cost-effective alternative to artificial reforestation.

Keywords: post-pyrogenic seed potential; soil mineralization; reforestation.

В условиях изменяющегося климата частота и масштабы лесных пожаров возрастают, что требует разработки эффективных стратегий заготовки ликвидной древесины и лесовосстановления. Физико-механические свойства древесины в товарных горельниках, как подтверждают исследования [1; 2], сохранялись в первые два года, а теплотворная способность такой древесины сосны перспективна как биотопливо [3; 4] в течение 7–8 лет.

После вырубки горельников возникают вопросы о лесовосстановлении на этих площадях. Традиционные методы искусственного восстановления требуют значительных ресурсов, в то время как естественное возобновление за счёт семян, сохранивших жизнеспособность после пожара, представляет собой экономически и экологически целесообразную альтернативу. Предположения о сохранности семян сосны в шишках погибших при пожарах деревьев неоднократно высказывались в научной литературе [5–7], но количественные и качественные параметры семян были получены только недавно [8–9].

Исследования способности семян сосны обыкновенной сохранять всхожесть после низовых пожаров разной интенсивности подтвердили наличие значительного первичного постпирогенного потенциала естественного возобновления. Так количество семян, поступающих на поверхность почвы в среднем 1,0–1,2 млн шт./га, а их всхожесть колеблется около 82 %. Этот потенциал может служить эффективной альтернативой искусственному лесовосстановлению на гарях, что позволяет сократить соответствующие затраты. Для его практического использования необходима разработка специализированных технологий и адаптация лесосечных работ, включая машины и методы, к условиям товарных горельников.

На основе полученных данных предложен вариант чересполосных рубок (ЧПР) в ликвидных горельниках, позволяющий сочетать заготовку древесины с естественным возобновлением сосны. Особенностями применения ЧПР является их кратковременность — оба приема проводятся в течение 16–18 месяцев. При опасности засух или высоких дневных температур длинная сторона лесосек ориентируется с востока на запад. Это создаст более благоприятные гидроклиматические условия для всходов и подроста. Длина лесосек не должна быть больше 100 м. Расположение лесосек, во избежание ветровалов принимается шахматное. Ширина лесосек не должна превышать высоту древостоя.

Ниже описаны два ключевых этапа проведения ЧПР в товарных горельниках.

Первый этап: проводят первый прием рубки (осень после пожара-начало апреля). Сразу после проведения лесопатологического обследования (ЛПО) проводится отвод лесосек (см. рис. 1). Ширина вырубаемых (1) и оставляемых (2) полос должна быть не более полуторной средней высоты древостоя. Вырубка проводится с осени до начала апреля (в течение 7 месяцев после пожара). В качестве системы машин используется пара «харвестер+форвардер». Обязательным условием, несмотря на прошедший пожар, является минерализация поверхности почвы, которую можно проводить одновременно с вырубкой полос. Доля минерализованной поверхности не должна быть меньше 25–50 %.

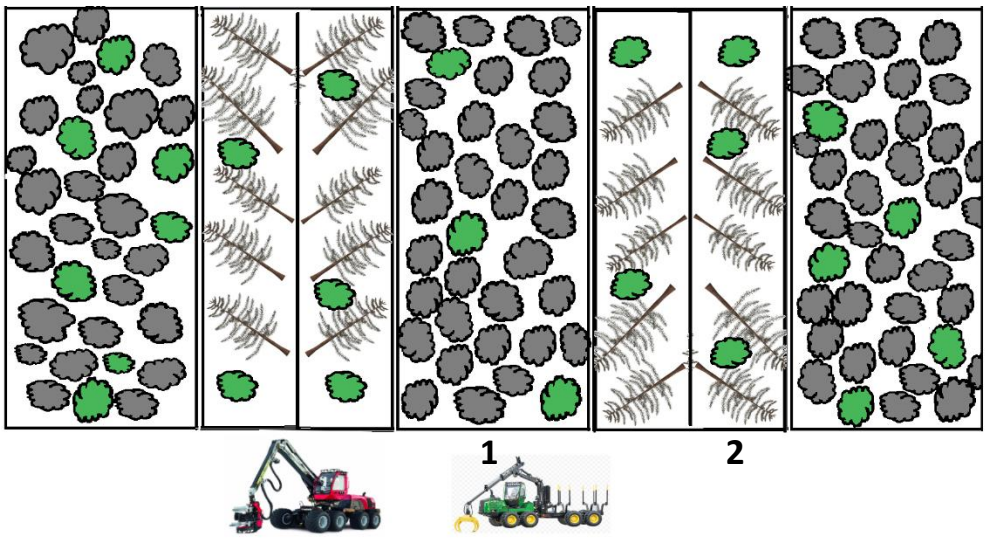


Рис. 1. Схема отвода лесосек при проведении ЧПР
в товарных горельниках после крупных лесных пожаров

Источниками семян сосны в первый приём рубок являются сами вырубаемые деревья: значительная часть шишек при валке остается на месте приземления крон, другая часть отрывается от крон в процессе протаскивания ствола через харвестерную головку.

Сбор и вывозка сортиментов проводится форвардером (рис. 2), который дополнительно с вывозкой, проводит дополнительный сбор порубочных остатков в кучи для последующего сжигания с попутным проведением минерализации поверхности почвы.

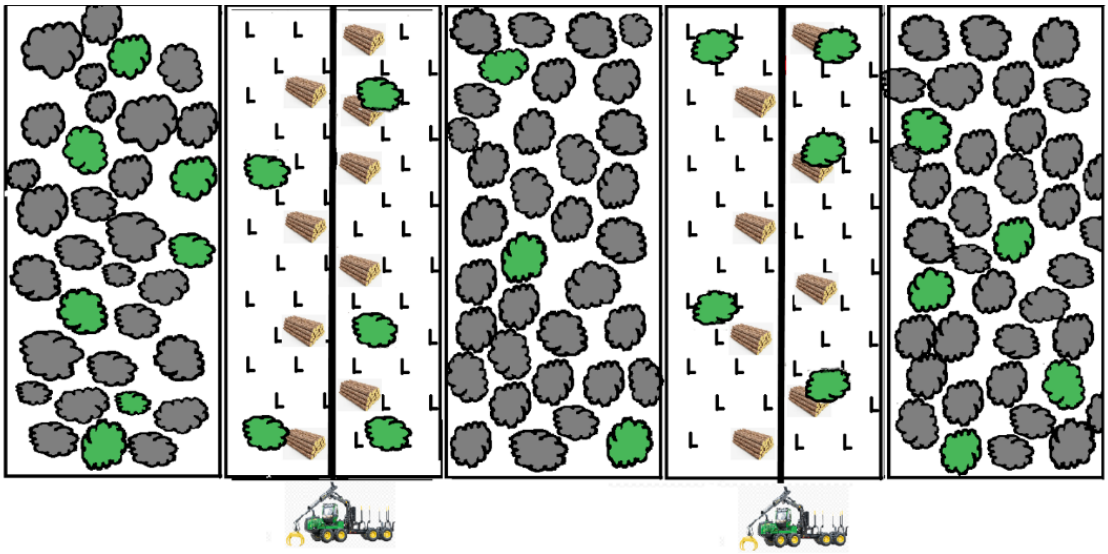


Рис. 2. Схема ЧПР в товарных горельниках

Обязательным условием является сохранение всех живых деревьев в качестве семенников. Сжигание порубочных остатков осуществляется в мелких кучах вдоль волоков (см. рис. 3).

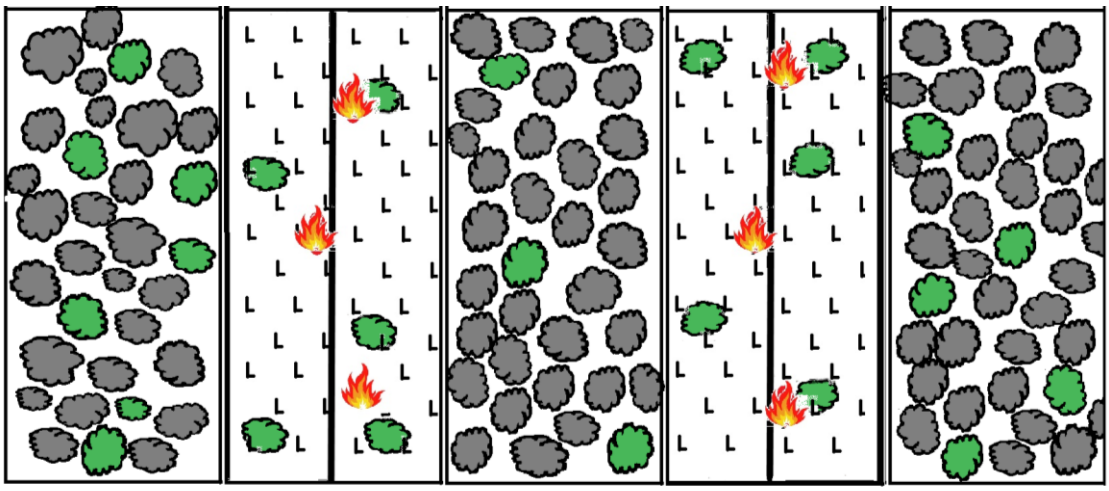


Рис. 3. Схема очистки вырубок при проведении ЧПР в товарных горельниках

Работы по выполнению первого приёма ЧПР заканчиваются до массового разлёта семян сосны в первую или вторую декаду апреля. В первый приём чересполосных рубок таким образом заготавливается 50 % ликвидной древесины горельника. При этом на вырубленных полосах создаются благоприятные условия для накопления самосева сосны.

После окончания первого приёма ЧПР на минерализованную поверхность почвы поступают семена из крон погибших и живых деревьев от стен оставленного горельника. Семена опадают как на вырубленные, так и на оставленные полосы (рис. 4).

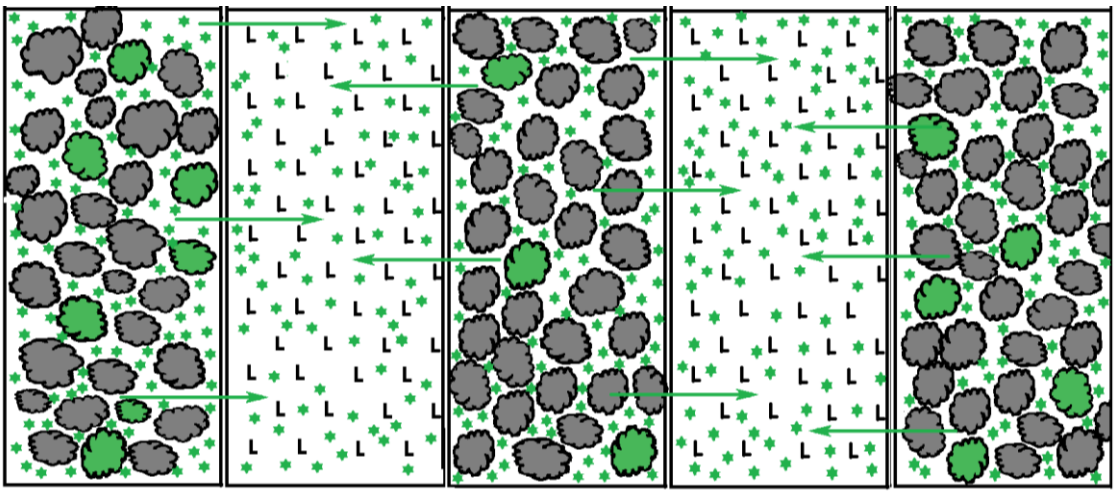


Рис. 4. Схема накопления самосева сосны в промежутке между приёмами ЧПР

Под пологом и на узких вырубленных полосах сохраняются благоприятные гидротермические условия для накопления самосева сосны.

Второй этап: проводят второй приём рубки (январь–март 16–19 месяцы после пожара). Оставшиеся полосы вырубаются по снегу, что увеличивает сохранность наличного самосева сосны. Валку деревьев при втором, завершающем приёме рубок, для повышения сохранности самосева лучше осуществлять

под углом 30–45° к волоку, а удаление поваленных деревьев с пасеки проводить с кронами (рис. 5). В этом случае снизится возможный навал на самосев порубочных остатков после таяния снега. Сами порубочные остатки следует собирать на волоках в мелкие кучи для последующей утилизации.

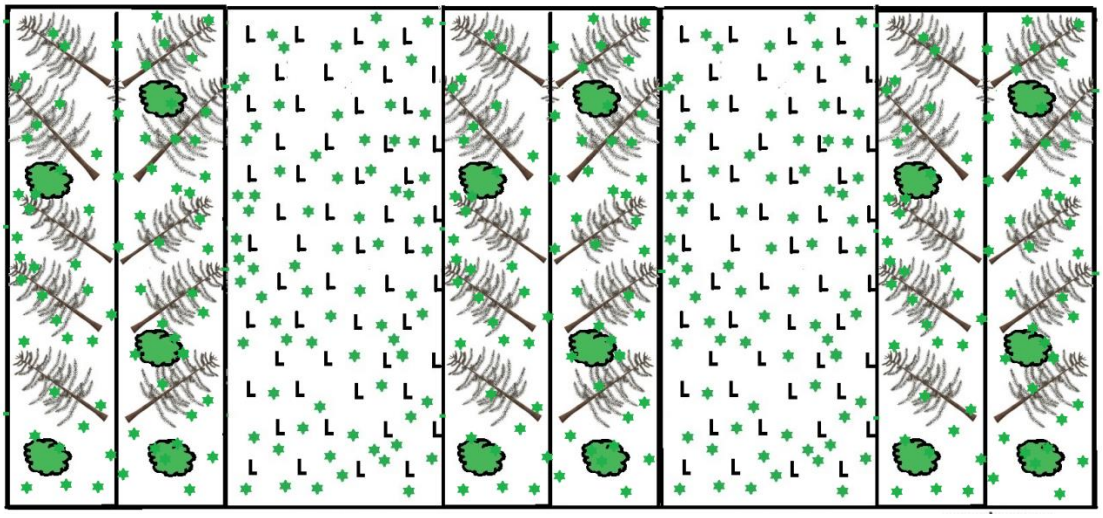


Рис. 5. Проведение завершающего приёма ЧПР

Таким образом можно сделать следующие выводы:

1) первичный постпирогенный возобновительный потенциал, определяемый количеством и всхожестью семян сосны после низовых пожаров, вполне достаточен для успешного восстановления насаждений;

2) чересполосные рубки в товарных горельниках сосны позволяют:

a) минимизировать потерю товарности древесины заготовкой 50 % древесины в первые 7 месяцев после пожара и остальные 50 % в течение 16–18 месяцев после пожара;

b) обеспечить естественное возобновление сосны за счет сохранившегося первичного семенного потенциала, сократив объемы искусственного лесовосстановления, с сохранением их биоразнообразия и продуктивности.

Список использованной литературы

1. Влияние пожаров 1972 года на товарную структуру соснового древостоя и некоторые физико-механические качества древесины / М. Л. Дворецкий, П. В. Алексеев, И. В. Мамаев, В. И. Пчелин // Проблемы ликвидации последствий лесных пожаров 1972 г. в Марийской АССР. Йошкар-Ола : Марийское книжное издательство. — 1976. — С. 110–113.

2. Шведов Е. И. Особенности разрушения древесины, повреждённой огнём / Е. И. Шведов, С. П. Васьков, И. А. Алексеев // Современные проблемы древесиноведения. Воронеж. — 1981. — С. 75–76.

3. Макаров А. В. Технические качества древесины, повреждённой различными видами пожара / А. В. Макаров // Лесотехнический журнал. — 2011. — № 4. — С. 14–18. — EDN: OOMGHV.

4. Тюкавина О. Н. Теплотворная способность постпирогенной древесины сосны / О. Н. Тюкавина, А. Г. Гудина // Лесотехнический журнал. — 2020. — Т. 10, № 2 (38). — С. 188–195. — DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2020.2/19. — EDN: YWJENS.

5. Яшнов Л. И. Обзор исследований лесовозобновления на гарях Маробласти, проведенных кафедрой общего лесоводства Казанского института сельского хозяйства и лесоводства / Л. И. Яшнов // Изв. Казанского ин-та сельского хозяйства и лесоводства. — 1930. — С. 18–26.

6. Петров, А. П. Типы возобновления гарей Волжского леспромхоза / А. П. Петров // МАО. — 1934. — № 2–3. — С. 16–69.

7. Калинин К. К. Крупные лесные пожары в лесном Среднем Заволжье и система лесохозяйственных мероприятий по ликвидации их последствий / К. К. Калинин. — Йошкар-Ола : Поволж. гос. технолог. ун-т. — 2012. — 364 с. — ISBN: 978-5-8158-1031-0. — EDN: TUMOXB

8. Денисов С. А. Влияние температурных условий низового пожара на всхожесть семян сосны обыкновенной / С. А. Денисов, З. Н. Шакирова // Вестник Поволжского государственного технологического университета. — Сер.: Лес. Экология. Природопользование. — 2017. — № 4 (36). — С. 35–47. — DOI: 10.15350/2306-2827.2017.4.35. — EDN: YKYQXI.

9. Влияние пожара в сосняке брусничном на всхожесть и качественные особенности семян сосны / С. А. Денисов, З. Н. Домрачева, К. А. Мотова, М. А. Ожиганов, С. А. Чиликова // Вестник Поволжского государственного технологического университета. — Сер.: Лес. Экология. Природопользование. — 2022. — № 2 (54). — С. 26–39. — DOI: 10.25686/2306-2827.2022.2.26. — EDN: UWBFUO.

Информация об авторах

Денисов Сергей Александрович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства и лесоустройства, Поволжский государственный технологический университет, 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3, DenisovSA@volgatech.net.

Домрачева Зульфия Назимовна — доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства и лесоустройства, Поволжский государственный технологический университет, 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3, shakirovazn@volgatech.net.

Authors

Denisov Sergey Aleksandrovich — D. Sc. in Agricultural Sciences, Professor at the Department of Forestry and Forest Management, Volga State University of Technology, 3 Lenin Sq., Yoshkar-Ola, 424000, DenisovSA@volgatech.net.

Domracheva Zulfiya Nazimovna — Ph. D. in Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Forestry and Forest Management, Volga State University of Technology, 3 Lenin Sq., Yoshkar-Ola, 424000, shakirovazn@volgatech.net.

УДК 630.221.2

С. В. Залесов

К ВОПРОСУ О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ОСТАВЛЕНИЯ ПЕРЕСТОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ОСИНЫ ПРИ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ РУБКАХ

Проанализирована недопустимость оставления на вырубках расстроенных недорубов при проведении рубок спелых и перестойных насаждений в связи с тем, что их оставление противоречит принципам рационального природопользования и необходимости повышения продуктивности лесов, а также способствует захламлению вырубок и размножению вторичных вредителей. Отмечается целесообразность выделения низкотоварных перестойных деревьев осины в качестве ключевых биотопов, способствующих лесовосстановлению вырубок хвойными породами, а также увеличению биологического разнообразия за счет создания условий для гнездования многих видов птиц, а также мест проживания мелких млекопитающих.

Ключевые слова: сплошнолесосечные рубки; недоруб; осина; ключевые биотопы и объекты.

S. V. Zalesov

ON THE QUESTION OF THE EXPEDIENCY OF ABANDONING CONIFEROUS ASPEN TREES DURING CONTINUOUS LOGGING

The article analyzes the inadmissibility of leaving undeveloped under-logging during logging of ripe and overgrown plantations due to the fact that their abandonment contradicts the principles of rational nature management and the need to increase forest productivity, as well as contributes to the cluttering of deforestation and the reproduction of secondary pests. It is noted that it is advisable to allocate low-commodity over-standing aspen trees as key biotopes that contribute to the reforestation of coniferous forests, as well as to increase biological diversity by creating conditions for nesting of many bird species, as well as habitats for small mammals.

Keywords: continuous-cutting; half-cutting; aspen; key biotopes and objects.

Цель работы — анализ последствий оставления на вырубках расстроенных недорубов и перестойных низкотоварных деревьев осины.

В основу исследований положены материалы собственных исследований автора, а также научные и ведомственные материалы по оставлению на вырубках расстроенных недорубов, а также единичных деревьев и биогрупп перестойных низкотоварных деревьев осины.

При проведении натурных исследований использовался метод пробных площадей и учетных площадок, которые закладывались в соответствии с апробированными методическими рекомендациями и нормативно-техническими документами [1; 2].

Результаты научных исследований и практический опыт показали несовершенство многих нормативно-правовых документов по ведению лесного хозяйства в лесном фонде Российской Федерации [3; 4]. Так, в частности, исключение из правил заготовки древесины [5] (далее — Правила) такого понятия как «недоруб» привело к оставлению на вырубках значительной части спелой древесины. В результате снижается продуктивность лесов, исключается необходимость рационального использования всей выращенной древесины и происходит захламление вырубок, поскольку оставляемая часть древостоя полнотой ниже 0,4 не способна устоять против воздействия ветра и вываливается. Как следствие последнего создаются значительные трудности при последующей подготовке почв под лесные культуры, а также тушении лесных пожаров в случае их возникновения. На поваленных деревьях развиваются вторичные вредители, которые впоследствии заселяют здоровые деревья, ухудшая тем самым санитарное состояние прилегающих древостоев.

На основании вышеизложенного напрашивается вывод о необходимости включения в Правила понятий «расстроенный недоруб» и «компактный недоруб» с установлением штрафных санкций за их оставление.

Исключение составляет в этом плане оставление перестойных деревьев осины, пораженных стволовыми гнилями [6]. Целесообразность оставления на вырубке указанных деревьев объясняется следующими причинами.

Во-первых, крупномерные деревья осины, пораженные гнилью, в случае их валки резко снижают производительность труда при проведении лесосечных работ, поскольку создают сложности при валке и обработке их харвестером. Как правило, указанные деревья требуют выполнения рубки и обрезки сучьев с использованием бензиномоторных пил. Последнее относится и к раскряжевке получаемых стволов. Трелевка данных деревьев форвардером также усложняется, поскольку многие деревья при валке ломаются.

Дополнительно следует отметить, что по причине значительного объема усложняется вывозка осиновых бревен, а из-за наличия дупел исключается их транспортировка по воде даже в плотах. Особо следует отметить, что, понеся существенные затраты на заготовку и вывозку низкотоварной древесины перестойной осины, лесопользователь не может компенсировать затраты из-за невозможности получения из нее товарной продукции и вместо дохода получает проблему утилизации гнилой древесины в пунктах ее переработки.

Во-вторых, удаление перестойных деревьев осины вызывает интенсивное появление корневых отпрысков. Исследования, выполненные на Урале и в европейской части Российской Федерации, показали, что даже при наличии всего 4 экземпляров крупных деревьев осины после их валки на вырубке появляется до 150 тыс. шт./га корневых отпрысков, которые, используя корневую систему материнских деревьев, уже в первый год могут достигать высоты 1,5 м [7]. Высокая густота корневых отпрысков осины и их быстрый рост исключают формирование подроста хвойных пород последующей генерации из-за высокой конкуренции за свет и минеральное питание, а также за счет того, что опавшие листья осины покрывают почву плотным слоем, исключая прорастание семян и уничтожая всходы хвойных пород.

При оставлении перестойных деревьев осины корневые отпрыски появляются только в местах повреждения корней и не создают опасность для накопления хвойного подроста последующей генерации. Напротив, при наличии на лесосеке подроста предварительной генерации, оставленные деревья осины способствуют замене у него теневой хвои на световую и тем самым создают условия для выживания и приспособления к новым лесорастительным условиям вырубки. Указанное позволяет на большинстве вырубок отказаться от искусственного способа лесовосстановления, заменив его на комбинированный или даже на сохранение подроста в процессе проведения лесосечных работ.

В-третьих, в отличие от оставления на вырубке березы, даже единичные деревья осины не страдают от ветровала. Благодаря мощной корневой системе перестойные деревья не выворачиваются ветром, создавая захламленность. Чаще всего у них обламываются сучья или ломается ствол. В результате при оставлении на вырубке перестойной осины через какое-то время на их месте остаются так называемые остолопы, которые активно заселяются птицами, мелкими млекопитающими и насекомыми, повышая тем самым биологическое разнообразие [8]. Не следует забывать, что перестойные деревья осины являются местом обитания такого краснокнижного вида как лобария легочная (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffmann) [9], а, следовательно, оставление низкотоварных перестойных деревьев осины является обязательным в плане недопущения уничтожения мест обитания (произрастания) краснокнижных видов.

Оценивая ситуацию с низкотоварными перестойными деревьями осины при проведении сплошнолесосечных рубок спелых и перестойных насаждений можно констатировать, что они должны оставляться на вырубке в качестве ключевых биотопов и объектов [10; 11].

Опасения в плане повышения пожарной опасности при оставлении перестойных деревьев осины не выдерживают критики, поскольку сломанные ветром сучья и части стволов осины быстро перегнивают, а из-за высокой влажности коры стволы осины практически не горят. Кроме того, как было отмечено ранее, оставление указанных деревьев осины не создает существенной захламленности, препятствующей работе противопожарной техники.

Результаты исследования позволяют сделать следующие выводы:

1) оставление расстроенных недорубов противоречит требованиям рационального лесопользования и повышения продуктивности лесов, что вызывает необходимость возвращения этого понятия в нормативно-технические документы и начисления штрафных санкций за их оставление на вырубках;

2) перестойные низкотоварные деревья осины должны оставляться при проведении сплошнолесосечных рубок спелых и перестойных насаждений в качестве объектов биологического разнообразия (ключевые биотопы и объекты);

3) оставление перестойных деревьев осины на вырубках не создает существенной их захламленности, не повышает пожарной опасности. при этом способствует сохранению подроста хвойных пород предварительной и накоплению подроста последующей генераций;

4) экологическая роль оставления на вырубке перестойных деревьев осины заключается в произрастании на ее стволах лобарии легочной, а также в гнездовании многих видов птиц и проживании мелких млекопитающих.

Список использованной литературы

1. Данчева А. В. Лесной экологический мониторинг / А. В. Данчева, С. В. Залесов, А. С. Попов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. — 146 с.

2. Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления : Утв. приказом Минприроды России от 29.12.2021 г. № 1024.

3. Совершенствование правил заготовки древесины как основа экологизированного лесопользования / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.С. Попов [и др.] // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. трудов. — Вып. 44. — Брянск : БГИТУ, 2016. — С. 104–106.

4. Несовершенство правил заготовки древесины / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, В.Н. Залесов [и др.] // Лесное хозяйство. — Минск : УО БГТУ, 2017. — С. 161–162.

5. Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации : Утв. Приказом Минприроды России от 01.12.2020 г. № 993.

6. Ведерников Е. А. Перестойные деревья осины как ключевой элемент древостоя для сохранения биологического разнообразия / Е. А. Ведерников, В. Н., Залесов, С. В. Залесов // Научное творчество молодежи — лесному комплексу России. — Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2016. — Ч. 2. — С. 23–25.

7. Попов А. С. Сохранность подроста ели и пихты на лесосеках, расположенных в пределах Средне-Уральского лесного района, после проведения в них сплошных рубок и рубок с оставлением на пасеках части древостоя мягколиственных пород / А. С. Попов, С. В. Залесов, А. М. Добрынин, В. Н. Луганский // Современная лесная наука: проблемы и перспективы. Воронеж: Истоки, 2017. — С. 384–389.

8. Проблема сохранения биологического разнообразия и ее решение при заготовке древесины / Е. С. Залесова, С. В. Залесов, В. Н. Залесов [и др.] // Успехи современного естествознания. — 2017. — № 6. — С. 56–60.

9. Красная книга Свердловской области: животные, растения, грибы / отв. ред. Н. С. Корытин. Екатеринбург : ООО «Мир», 2018. — 450 с.

10. Алейников А. А. Полевой определитель ключевых биотопов и объектов, сохраняемых при освоении лесосек на территории Иркутской области / А. А. Алейников, М. В. Семенцова, Т. О. Яницкая / Москва, 2011. — 86 с.

11. Методические рекомендации по сохранению биологического разнообразия при заготовке древесины в лесах Пермского края / С. В. Залесов, А. С. Попов, Л. А. Белов [и др.]. — Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. — 24 с.

Информация об авторе

Залесов Сергей Вениаминович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесоводства, Уральский государственный лесотехнический университет, 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский Тракт, 37, zalesovsv@m.usfeu.ru.

Author

Zalesov Sergey Veniaminovich — D. Sc. in Agricultural Sciences, Professor, Head at the Department of Forestry, Ural State Forestry University, 37 Sibirskiy Trakt Str., Yekaterinburg, 620100, zalesovsv@m.usfeu.ru.

УДК 631.535

Л. А. Тихонова-Латинская,
А. Н. Цепляев,
А. В. Пальцева

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РИЗОГЕНЕЗА НА УКОРЕНЕНИЕ ЗЕЛЕНЫХ ЧЕРЕНКОВ *BERBERIS THUNBERGII* «*ORANGE ICE*» В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ТУМАНА

В данной статье проведен анализ эффективности ризогенеза одревесневших и зеленых черенков барбариса Тунберга сорта «Оранж Айс». Исследование проводилось в производственном питомнике декоративных растений ООО «Объединенные питомники» в Семилукском районе Воронежской области с использованием регуляторов роста. Основное внимание уделялось оценке укореняемости черенков, что позволило определить наиболее эффективные методы стимулирования корнеобразования. Среди них был испытан натуральный регулятор роста на основе настоя сосновой хвои, который показал высокую результативность. Для анализа и интерпретации результатов использовались современные методы статистической обработки данных, включая t-критерий Стьюдента. Этот инструмент не только подтвердил достоверность данных, но и выявил статистически значимые различия между группами, что повысило научную обоснованность исследования.

Ключевые слова: барбарис; вегетативное размножение; зеленые черенки.

L. A. Tikhonova-Latinskaia,
A. N. Tseplyaev,
A. V. Paltseva

THE RHIZOGENESIS STIMULANTS EFFECT ON THE *BERBERIS THUNBERGII* «*ORANGE ICE*» GREEN CUTTINGS ROOTING IN ARTIFICIAL FOG CONDITIONS

This article analyzes the effectiveness of rhizogenesis of lignified and green Thunberg barberry cuttings of the Orange Ice variety. The study was conducted in the ornamental plant nursery of United Nurseries LLC in the Semiluksky district of the Voronezh Region using growth regulators. The main focus was on assessing the rootability of cuttings, which made it possible to determine the most effective methods of stimulating root formation. Among them, a natural growth regulator based on an infusion of pine needles was tested, which showed high effectiveness. Modern statistical data processing methods, including the Student's t-test, were used to analyze and interpret the results. This tool not only confirmed the reliability of the data, but also revealed statistically significant differences between the groups, which increased the scientific validity of the study.

Keywords: barberry; vegetative propagation; green cuttings.

Зеленое черенкование является высокоэффективным способом вегетативного размножения, который незаменим при производстве посадочного материала декоративных кустарников в питомниках. Данная технология позволяет получить чистосортный материал, полностью передающий наследственные качества материнских растений.

Объектом настоящего исследования выступает барбарис Тунберга «Оранж Айс» (*Berberis thunbergii* 'Orange Ice'). Он представляет собой компактный и высокодекоративный кустарник с густой, плотной кроной, который выделяется среди прочих представителей рода благодаря своим ярко-оранжевым листьям, сохраняющим интенсивную окраску на протяжении всего вегетационного периода. Данный сорт отличается высокой адаптивностью к различным климатическим условиям, включая экстремальные температуры и засушливые периоды, а также демонстрирует устойчивость к широкому спектру типов почв, что делает его относительно неприхотливым в агротехническом уходе.

С точки зрения биологических особенностей и агротехнических характеристик, барбарис Тунберга «Оранж Айс» представляет значительный интерес для селекционной работы [1; 11].

В рамках эксперимента, проведенного 25 июня 2025 года, была отобрана и подготовлена для последующего укоренения выборка, включающая 252 одревесневших черенка и 252 зеленых черенка (текущего прироста). Основной целью исследования являлось сравнительное изучение эффективности укоренения различных типов черенков, а также оценка воздействия различных стимуляторов корнеобразования на ризогенез [2; 3].

Также был проведен сравнительный анализ эффективности различных стимуляторов корнеобразования. В эксперименте были использованы коммерческий препарат «Корневин» (индолил-3-масляная кислота) и самостоятельно приготовленный настой из хвои сосны. Выбор соснового настоя был обусловлен его высокой репутацией в профессиональной литературе и на специализированных интернет-платформах, посвященных садоводству и растениеводству, как эффективного средства не только для стимуляции корнеобразования, но и для улучшения общего физиологического состояния растений. Предполагается, что применение данного экстракта может повысить вероятность успешного укоренения черенков [3; 6; 11].

На основе экстракта хвои был разработан ряд фитопрепаратов, предназначенных для применения в растениеводстве. Однако химический состав этих продуктов не всегда поддается однозначной идентификации, что вызывает вопросы относительно содержания исключительно экстракта хвои или наличия дополнительных компонентов. В связи с этим был создан оригинальный хвойный настой, состоящий исключительно из свежих приростов сосны текущего года и воды, что позволило достичь максимальной чистоты и прозрачности состава. Данный подход является критически важным для точного определения биологической активности и эффективности продукта.

Сосновая хвоя представляет собой богатый источник биологически активных соединений, включая эфирные масла, терпены, фенольные кислоты и флавоноиды. Эти метаболиты, благодаря своим уникальным химическим

структурам и фармакологическим свойствам, обладают широким спектром биологических эффектов [13; 14].

Экстракты сосновой хвои могут оказывать как стимулирующее, так и ингибирующее воздействие на рост и развитие растений, что обусловлено концентрацией и условиями применения [13; 14].

Черенки участвующие в опыте были представлены двумя типами: одревесневшие и зеленые, в опыте применялись рассадные кассеты на 84 ячейки. Для индукции ризогенеза применялись следующие биостимуляторы: «Корневин», водный настой из сосновой хвои, а также контрольная группа, не подвергшаяся дополнительной обработке стимуляторами.

Согласно рекомендациям ряда исследователей [2; 3; 6; 8; 12] в эксперименте в качестве субстрата использовался нейтральный торф. «Корневин» наносился на базальные части черенков методом опудривания, в то время как черенки, обрабатываемые сосновым настоем, помещались в него в процессе нарезки и поливались после посадки в торфяной субстрат. Контрольные черенки высаживались непосредственно в субстрат сразу после нарезки, без применения каких-либо дополнительных стимуляторов.

Кассеты с черенками были помещены в парники с пленочным покрытием, которые дополнительно накрыли пристеночной сеткой с коэффициентом светопроницаемости 30 %. Для обеспечения оптимальных условий полива применялась система туманообразования электронный контроллер модели GA-327, оснащённый соленоидным механизмом и программируемым режимом. Это позволило автоматизировать и точно контролировать процесс полива, что существенно повысило эффективность агротехнических мероприятий и согласуется с данными приводимых авторами [4; 7; 10].

Извлечение укорененных черенков и замеры длины и количества корней первого порядка было проведено 2 октября 2025 года. После камеральной обработки данных, был выполнен статистический анализ результатов с использованием программ. Результаты были занесены в таблицу.

Результаты укоренения черенков барбариса Тунберга «Оранж Айс»

№ п/п	Технология укоренения	Укоренение, проц.	Критерий различия t_{st}
1	Древесные черенки контроль	46,4	$T_{1,2} = 18,1$; $T_{1,3} = 131$; $T_{1,4} = 131$; $T_{1,5} = 12$; $T_{1,6} = 21,4$
2	Древесные черенки «Корневин»	88,1	
3	Древесные черенки сосновый настой	72,6	$T_{2,3} = 6,2$; $T_{2,4} = 24,9$; $T_{2,5} = 54,4$; $T_{2,6} = 17,2$
4	Зеленые черенки контроль	33,3	$T_{3,4} = 131$; $T_{3,5} = 21,5$; $T_{3,6} = 22,1$
5	Зеленые черенки «Корневин»	18,9	$T_{4,5} = 6,6$; $T_{4,6} = 59,5$
6	Зеленые черенки сосновый настой	57,1	$T_{5,6} = 21,2$

$t_{05} = 12,71$ $t_{01} = 63,66$

Результаты проведенного эксперимента свидетельствуют о высокой эффективности препарата «Корневин» в качестве регулятора роста корней одревесневших черенков. Применение настоя из сосновой хвои также продемонстрировало результаты, превышающие контроль, однако его ризогенная активность была статистически значимо ниже, чем у «Корневина». Контрольная группа, не подверг-

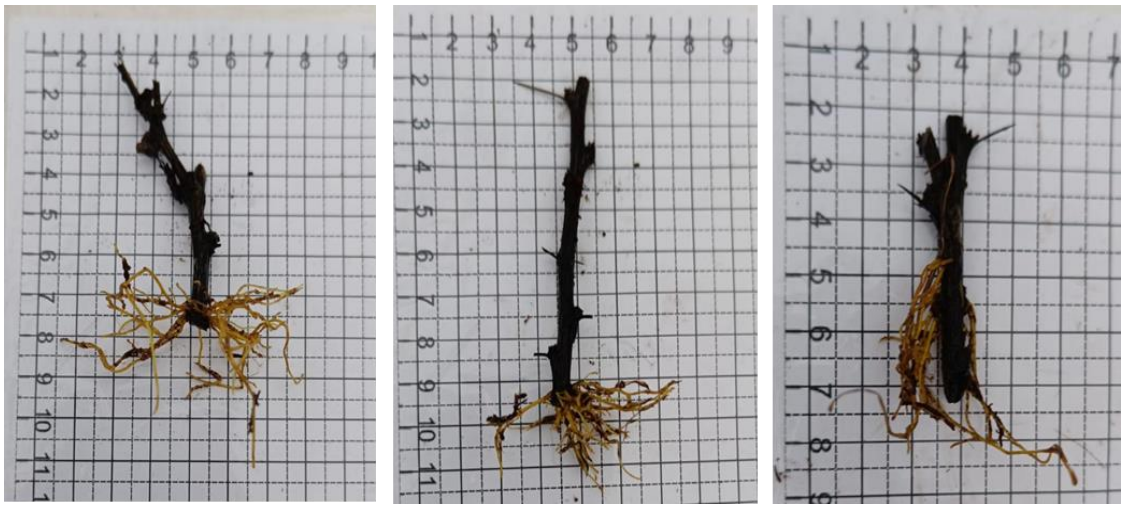
шаяся воздействию стимуляторов, показала минимальную вероятность успешного укоренения, что подтверждает важность применения экзогенных регуляторов роста для повышения эффективности размножения растений методом черенкования.

Применение t-критерия Стьюдента позволило выявить статистически значимые различия в процессе укоренения между контрольными образцами и черенками, которые были обработаны препаратом «Корневин». Тот же статистический метод показал достоверные различия в укоренении между черенками, обработанными сосновым настоем, и контрольными данными. Кроме того, было обнаружено, что зеленые черенки укореняются существенно хуже, чем одревеснившие черенки, что также было подтверждено результатами t-критерия Стьюдента. Эти данные указывают на то, что обработка черенков препаратами и использование натуральных стимуляторов роста могут значительно улучшить их укореняемость, а также подтверждают, что физиологическое состояние черенков (степень одревеснения) играет ключевую роль в успешности укоренения.

В группе одревеснившихся черенков, подвергнутых химической обработке препаратом «Корневин», было зафиксировано успешное укоренение у 74 из 84 экземпляров, что составляет 88,1 %.

У обработанных биологическим стимулятором, на основе настоя из сосновой хвои, черенков, укоренение произошло у 61 из 84 экземпляров, что составляет 72,6 %.

Контрольная группа одревеснившихся черенков, не подвергавшихся химической или биологической обработке, укоренилось 39 из 84 экземпляров, что составляет 46,4 %. Результаты укоренения показаны на рис. 1.



а б в

Рис. 1. Корнеобразование у одревеснившихся черенков
а — «Корневин»; б — настой из сосновой хвои; в — контроль.

В группе зелёных черенков, подвергнутых обработке препаратом «Корневин», успешное укоренение наблюдалось у 16 из 84 экземпляров, что составляет 18,9 %.

У обработанных настоем из сосновой хвои, укоренение произошло у 48 растений из 84, что составляет 57,1 %.

Контрольная группа зелёных черенков, не подвергавшихся обработке, показала уровень укоренения 28 из 84, что составляет 33,3 % (рис. 2).

а б в

Рис. 2. Корнеобразование у зеленых черенков

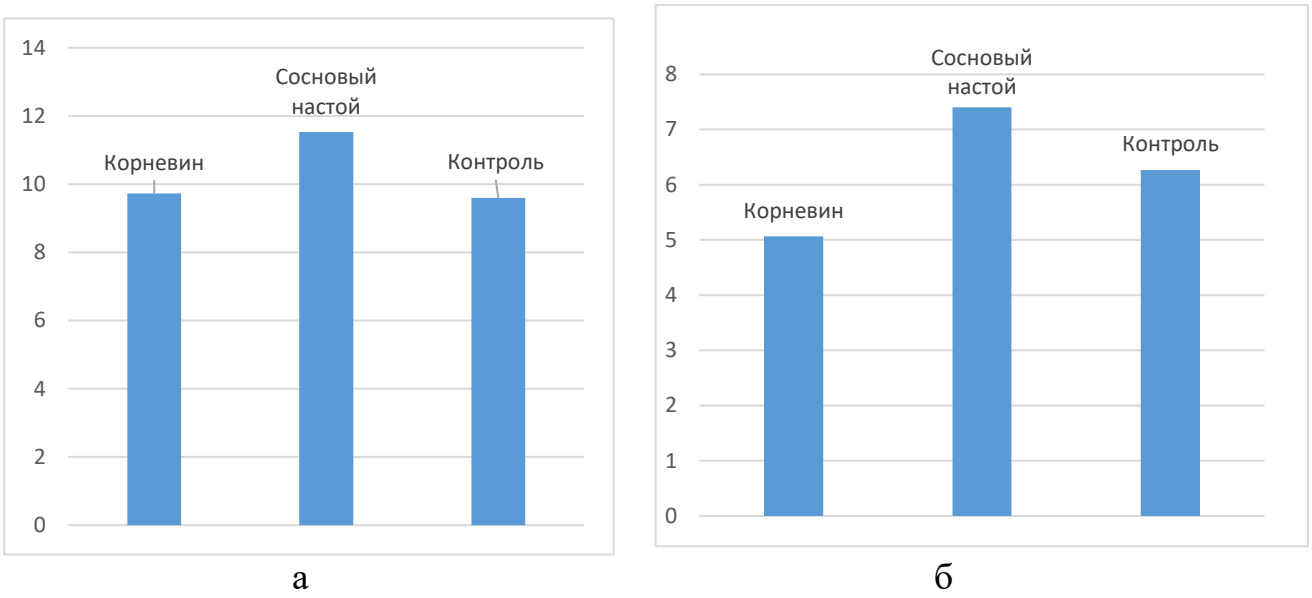
а — «Корневин»; б — настой из сосновой хвои; в — контроль.

В ходе детального анализа зелёных и одревесневших черенков были выявлены значительные различия в их биометрических характеристиках в зависимости от методов обработки. В частности, среднее количество корней у зелёных черенков, обработанных препаратом «Корневин», оказалось на 48 % ниже по сравнению с одревесневшими аналогами. Аналогично, количество корней у зелёных черенков, подвергнутых обработке настоем из сосновой хвои, было на 55,4 % меньше, чем у одревесневших экземпляров. Контрольные образцы, не подвергшиеся химической обработке, продемонстрировали показатели на 41,5 % ниже, чем у одревесневших черенков (см. рис. 3).

Относительно длины корней, у зеленых черенков, обработанных препаратом «Корневин», наблюдалось увеличение длины корней на 51 % по сравнению с одревесневевшими. Однако, при обработке настоем из сосновой хвои, длина корней зелёных черенков была на 27,5 % меньше, чем у одревесневших, а контрольные образцы показали результаты на 21,5 % хуже, чем одревесневшие.

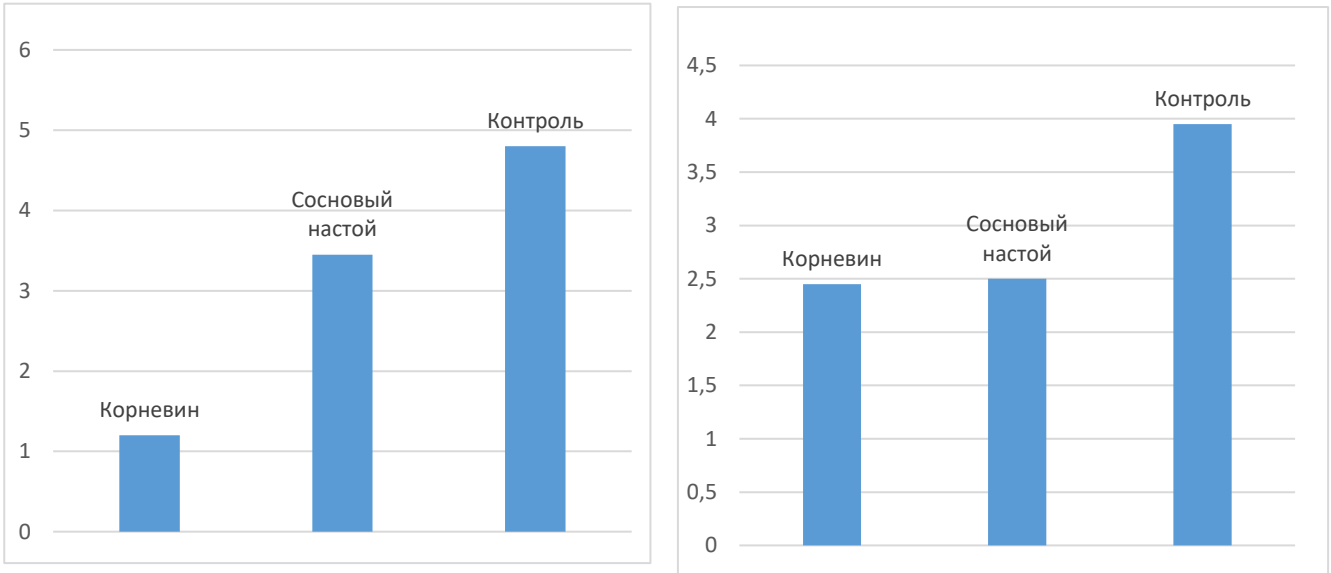
Эти данные позволяют сделать вывод о значительном влиянии различных методов обработки на морфологические параметры зелёных черенков. Препарат «Корневин» демонстрирует положительный эффект в увеличении длины корней, что может быть обусловлено его стимулирующим действием на процессы корнеобразования. В то же время, настои из сосновой хвои оказывают ингибирующее воздействие на этот параметр, что требует дальнейшего изучения механизмов их действия. Контрольные образцы, не подвергнутые химической обработке, демонстрируют наилучшие результаты (см. рис. 4). На основе комплексного исследования и статистической обработки данных, была подтверждена гипотеза о существенной вариабельности эффективности ризогенеза у одревес-

невших и зелёных черенков, обусловленной типом применяемого регулятора роста и исходным состоянием растительного материала.



а б

Рис. 3. Среднее количество корней первого порядка у одного черенка:
а — одревесневшие черенки; б — зеленые черенки.



а б

Рис. 4. Средняя длина корней первого порядка у одного черенка:
а — одревесневшие черенки; б — зеленые черенки.

Статистическая значимость результатов была подтверждена с использованием t-критерия Стьюдента, что позволило сделать обоснованные выводы о влиянии разнообразных факторов на процессы корнеобразования.

В рамках данного анализа было изучено воздействие различных стимуляторов корнеобразования на одревесневшие и зеленые черенки. Особое внима-

ние уделялось применению натурального стимулятора на основе соснового настоя, который продемонстрировал высокую эффективность в индукции ризогенеза. Результаты эксперимента указывают на перспективность использования природных стимуляторов, таких как настой из сосновой хвои при ограниченных возможностях применения синтетических препаратов.

Дополнительно было выявлено, что одревеснevшие черенки демонстрируют более высокие показатели корнеобразования по сравнению с зелёными черенками. Контрольные варианты, в которых стимуляторы корнеобразования не применялись, показали низкие результаты, что подтверждает необходимость использования регуляторов роста для повышения эффективности процесса черенкования.

Для углубления понимания механизмов ризогенеза и разработки более эффективных методов вегетативного размножения рекомендуется расширить спектр исследуемых стимуляторов, включая как природные, так и синтетические соединения. Особое внимание следует уделить изучению их влияния на дополнительные параметры роста растений, такие как биомасса, развитие побегов, устойчивость к стрессовым факторам и адаптация в условиях открытого грунта. Это позволит разработать комплексные стратегии, направленные на повышение продуктивности сельскохозяйственных культур и улучшение качества посадочного материала.

Список использованной литературы

1. Емельянова О. Ю. Экономическая эффективность размножения барбариса оттавского ф. пурпурнолистного методом зеленого черенкования / О. Ю. Емельянова, Л. И. Масалова // Современное садоводство = Contemporary horticulture. — 2018. — № 2. — С. 45–52.

2. Верхошенцева Ю. П. Влияние стимуляторов роста на процессы ризогенеза зеленых черенков декоративных растений в экологических условиях Оренбуржья / Ю. П. Верхошенцева, С. В. Хардикова, Б. С. Укенов // АгроЭкоИнфо. — 2021. — № 1. — С. 101–106.

3. Дрыгина А. И. Новые стимуляторы корнеобразования и их влияние на укоренение клоновых подвоев черешни и вишни / А. И. Дрыгина // Научные труды СКЗНИИСиВ. — 2020. — Т. 30. — С. 86–90.

4. Шевченко О. В. Размножение барбариса Тунберга в условиях искусственного тумана / О. В. Шевченко // Садоводство и декоративное растениеводство. — 2023. — № 1. — С. 18–22.

5. Сидорова Е. Н. Влияние стимуляторов роста на укоренение черенков барбариса / Е. Н. Сидорова // Вестник Тимирязевской академии. — 2021. — № 2. — С. 60–65.

6. Литвинова Е. А. Размножение декоративных кустарников / Е. А. Литвинова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 210 с.

7. Михайлова Е. С. Укоренение черенков в условиях искусственного тумана / Е. С. Михайлова // Аграрная наука. — 2022. — № 3. — С. 55–59.

8. Павлова Л. И. Укоренение черенков с применением стимуляторов роста / Л. И. Павлова // Вестник растениеводства. — 2020. — № 5. — С. 41–45.

9. Лебедева Н. В. Влияние стимуляторов роста на укоренение черенков / Н. В. Лебедева // Садоводство и виноградарство. — 2021. — № 4. — С. 22–26.

10. Карпухин А. А. Искусственный туман в теплицах / А. А. Карпухин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 176 с.

11. Пономаренко С. А. Биостимуляторы в садоводстве / С. А. Пономаренко. — Москва : Агроинформ, 2020. — 216 с.

12. Малышева Т. В. Биологические основы черенкования / Т. В. Малышева. — Москва : Наука, 2020. — 198 с.

13. Соловьева И. А. Биологическая активность экстракта хвои сосны обыкновенной в отношении проростков пшеницы / И. А. Соловьева, Е. А. Кузнецова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2023. — Т. 24, № 3. — С. 91–95. — URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=71600812 (дата обращения: 04.12.2025).

14. Чукичева И. Ю. Природные регуляторы роста растений из хвойного сырья / И. Ю. Чукичева, Т. В. Хуршкайнен, А. В. Кучин // Инноватика и экспертиза. — 2018. — № 3. — С. 93–99.

Информация об авторах

Тихонова-Латинская Любовь Александровна— аспирант кафедры ботаники и дендрологии, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8, tl.lubov@yandex.ru.

Цепляев Алексей Николаевич — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры ботаники и дендрологии, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8, vsealexey@mail.ru.

Пальцева Анастасия Владиславовна— аспирант кафедры ботаники и дендрологии, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8, nastya_dy@mail.ru.

Authors

Tikhonova-Latinskaya Lyubov Aleksandrovna — Postgraduate Student at the Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, 8 Timiryazeva Str., Voronezh, 394087, tl.lubov@yandex.ru.

Tseplyaev Alexey Nikolaevich — D. Sc. in Agricultural Sciences, Professor at the Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, 8 Timiryazeva Str., Voronezh, 394087, vsealexey@mail.ru.

Paltseva Anastasia Vladislavovna — Postgraduate Student at the Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, 8 Timiryazeva Str., Voronezh, 394087, nastya_dy@mail.ru.

УДК 630.90

С. В. Фокин,
Д. С. Аникина,
Р. Г. Хамбиков

АНАЛИЗ ПОЧВЕННЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ПЛАНТАЦИОННОГО ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ЗОН СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В статье проводится анализ почвенных и климатических условий, которые необходимы для выбора быстрорастущих пород деревьев, используемых при создании лесных плантаций, а также разработке технологических решений плантационного лесовыращивания и механизированных средств их реализации, адаптированных к требованиям, предъявляемым к оборудованию, предназначенному для работы с данным типом почв.

Ключевые слова: почвенные условия; изменение климата; плантационное лесовыращивание; быстрорастущие породы.

S. V. Fokin,
D. S. Anikina,
R. G. Khambikov

ANALYSIS OF SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS FOR PLANTING AND GROWING FORESTS IN THE FOREST ZONES OF THE MIDDLE VOLGA REGION

The article analyzes the soil and climatic conditions that are necessary for selecting fast-growing tree species used in the creation of forest plantations, as well as for developing technological solutions for plantation forestry and mechanized means of implementing them, which are adapted to the requirements of equipment designed for working with this type of soil.

Keywords: soil conditions; climate change; plantation forestry; fast-growing species.

Восточные районы Поволжья находятся в пределах лесостепной климатической зоны, а юго-восточные территории — в степной зоне. Избыточное увлажнение в лесостепной зоне отмечается лишь в 8 % лет, а в степной — всего в 1 % случаев. Среднегодовой объем осадков в центральной части лесостепи варьируется от 500 до 600 мм, снижаясь к востоку до 450–460 мм. Степная зона характеризуется меньшим количеством осадков, составляющим 360–400 мм. Указанные климатические параметры демонстрируют, что для этих регионов, несмотря на обилие тепла, характерен существенный недостаток влаги [1; 2].

Области, расположенные к югу от выровненных водоразделов и покатых склонов, характеризуются сложным переплетением оподзоленных черноземов разной толщины, темно-серых лесных, лугово-черноземных, торфяно-глеевых почв, а также мозаикой темно-серых глеевых и темно-серых оглеенных почв. Черноземные почвы формируют неоднородный рисунок из пятен и различных вариантов черноземов, отличающихся степенью выщелачивания, оподзоливания и глубиной залегания [3; 4].

Центральные и восточные части лесостепи сильно подвержены эрозии, с густой сетью долин, балок, оврагов и небольших рек, расчленяющих местность. Почвенный покров степной зоны отличается выраженной неоднородностью. Влияние солонцовых комплексов в составе почвенного покрова данной зоны увеличивается в направлении с севера на юг и юго-восток [5; 6].

Зоны с хорошим отводом воды — исключение, для них типично распространение комбинаций темно-каштановых почв различной толщины на ровных или волнистых водоразделах, а также темно-каштановых карбонатных солонцеватых и подверженных эрозии почв на склонах.

На рыхлых породах, обеспечивающих отличную промываемость профиля, встречаются легкосуглинистые, супесчаные и песчаные разновидности темно-каштановых и каштановых почв [7; 8].

В областях с разной толщиной и каменистостью элювия плотных пород почвенный покров становится более сложным из-за образования мозаичных структур. Для степных областей, где почвообразование происходит на засоленных материнских породах, характерно формирование сложных контрастных сочетаний: темно-каштановых солонцеватых, солонцевато-солончаковых почв в сочетании с солонцовыми участками [9].

Принимая во внимание вышеизложенное, логично заключить, что для лесостепных и степных областей Поволжья характерно преобладание хорошо дренированных почв. В связи с этим возникает потребность в разработке технологических решений плантационного лесовыращивания и механизированных средств их реализации, адаптированных к требованиям, предъявляемым к оборудованию, предназначенному для работы с данным типом почв.

С целью анализа основных климатических характеристик в степных и лесостепных районах Поволжья и установления их воздействия на приживаемость лесных насаждений, использовались данные о температуре и количестве осадков, собранные за весенне-летний сезон (март-август), а также за один теплый месяц осени (сентябрь) в период с 1936 по 2018 год. Анализ проводился с интервалом в 10 лет (1936, 1946, 1956, 1966, 1976, 1986, 1995, 2018 гг.)[1].

В качестве основы для анализа использовались сведения о среднесуточных температурах и количестве осадков, зафиксированные в Саратове. Это обусловлено тем, что колебания данных показателей в степной и лесостепной зонах Поволжья не превышают ±3 °С для температуры и ±5 мм для осадков.

[1] Термография : архив погоды в России / Петрозаводский государственный университет. Петрозаводск, [2018]. URL: http://thermo.karelia.ru/weather (дата обращения: 23.11.2025).

Анализ ключевых климатических параметров в указанных зонах проводился посредством вычисления следующих величин:

1) средние значения месячных температур и суммарного количества осадков для всей совокупности данных;

2) средние значения температур и количества осадков для всей выборки;

3) модуль средних температурных показателей и общего объема выпавших осадков.

Были выполнены исследования для установления размера сдвига средних значений ежемесячных температур и объема выпавших осадков по месяцам. Также определялась математическая взаимосвязь между температурой, осадками и временным промежутком, что в перспективе даст возможность прогнозировать колебания погодно-климатических условий и силу их воздействия на укоренение быстрорастущих растений.

Результаты анализов продемонстрировали, что средняя температура марта за период с 1936 по 2018 годы поднялась от минус 8,2 °С до +2,1 °С. Средняя температура апреля увеличилась с +4,1 °С до +10,9 °С. При этом устойчивое повышение зафиксировано с 1936 по 1966 год (с +4,1 °С до +10,9 °С) и сохранялась на уровне +10,7 °С на протяжении оставшегося времени наблюдений.

Средние температуры мая не демонстрируют существенных колебаний (+14,48 °С в 1936 году и +15,6 °С в 2018 году). Аналогичная тенденция прослеживается и в летние месяцы: июнь 1936 года +22,9 °С, июль 1936 года +24,8 °С, август 1936 года +22,8 °С; июнь 2018 года +18,3 °С, июль 2018 года +21,8 °С, август 2018 года +22,1 °С.

Отсутствуют значительные изменения и в средних показателях температуры в сентябре, самом теплом осеннем месяце (+12,9 °С в 1936 году против +13,6 °С в 2018 году). Многолетние наблюдения свидетельствуют о постепенном увеличении средних температур в весенне-летний период и в самом теплом месяце осени с 1936 года (+13,4 °С в 1936 году до +15,4 °С в 1966 году). Впоследствии этот показатель стабилизировался и к 2018 году составил +14,9 °С.

Анализ максимальных температур по месяцам выявил стабильность минимальных пиковых температур в марте: нижняя граница практически не изменилась (от +2,4 °С в 1936 году до +2,2 °С в 2018 году). Однако верхняя граница температур в марте демонстрирует существенный подъем (с +3,2 °С в 1936 году до +16,4 °С в 2018 году).

Отмечено увеличение количества дней с высокими температурами: с 4 дней в 1936 году до 29 дней в 2018 году. В апреле минимальный порог максимальных температур также остался почти неизменным (с +11,1 °С в 1936 году до +16,4 °С в 2018 году). Изменение максимальных температур апреля имеет волнообразный характер: повышение с +20,3 °С в 1936 году до +26,6 °С в 1966 году, затем снижение до +22,6 °С в 1976 и 2018 годах и значительный скачок до 29,5 °С в 1995 году.

При этом наблюдается рост числа дней с высокой температурой: с 12 дней в 1936 году до 25 дней в 2018 году. В мае месяце также отсутствует значительная амплитуда у минимальных пиковых температур (с +18,6 °С в 1936 году до +16,6 °С в 2018 году). Максимальный показатель температур мая характери-

зуется устойчивостью (с +32,2 °С в 1936 году до +30,3 °С в 2018 году), с незначительным падением температуры в 1946 и 1976 годах (+24,8 °С и +26,3 °С соответственно).

Анализ июньских температур выявил стабильность верхнего и нижнего порога максимальных значений (+28,5/+33,3 °С в 1936 г. и +28,4/+30,3 °С в 2018 г.). Однако, длительность периодов экстремальной жары в июне претерпела существенные изменения, варьируясь от 21 дня в 1936 г. до 8 дней в 2018 г., и от 3 дней в 1976 г. до 25 дней в 1995 г.

В июле картина схожа: предельные значения максимальных температур остались практически неизменными (+28,2/+36,2 °С в 1936 г. и +28,0/+34,3 °С в 2018 г.). Тем не менее, наблюдались колебания в количестве жарких дней в течение месяца — от 22 дней в 1936 г. до 16 дней в 1976 г., а также от 30 дней в 1986 г. до 14 дней в 2018 г.

Август продемонстрировал минимальные изменения в верхнем и нижнем пределах максимальных температур (+28,8/+39,1 °С в 1936 г. и +27,4/+34,4 °С в 2018 г.). Вместе с тем, следует отметить изменчивость в длительности жарких периодов в августе: от 16 дней в 1936 г. до 28 дней в 1956 и 1966 гг., и от 9 дней в 1976 г. до 26 дней в 1986 г. и 18 дней в 2018 г.

В сентябре максимальные и минимальные температурные значения оставались относительно стабильными (от +18,2/+26,5 °С в 1936 году до +17,5/+31,0 °С в 2018 году). Продолжительность периодов самой высокой температуры в этом месяце почти не изменялась (18 дней в 1936 году и 12 дней в 2018 году), за исключением аномального 1995 года, когда жаркий период длился 31 день.

В марте осадки выпадали циклично. Наибольшее количество осадков было зафиксировано в марте 1966 года (1,00 мм) и 2018 года (2,12 мм). В апреле количество осадков существенно уменьшилось за период наблюдений (с 0,72 мм в 1936 году до 0,43 мм в 2018 году). В мае наблюдается противоположная тенденция.

Происходит заметное увеличение объема выпадающих осадков (с 0,49 мм в 1936 году до 1,35 мм в 2018 году). Начиная с 1966 года, в июне наблюдается устойчивый рост количества осадков (с 0,85 мм в 1936 году до 1,68 мм в 1966 году, а затем с 1,68 мм в 1966 году до 4,2 мм в 2018 году). В июле выпадение осадков имеет цикличный характер. Пиковые значения были зарегистрированы в 1956 году (1,2 мм), 1976 году (1,69 мм) и 2018 году (3,17 мм). Отмечается последовательное увеличение осадков, выпадающих в августе (с 0,63 мм в 1936 году до 0,94 мм в 2018 году). Аналогичная тенденция наблюдается и в сентябре: количество осадков увеличилось с 1,92 мм в 1936 году до 2,9 мм в 2018 году.

Проведенное определение абсолютного значения средних температур и количества выпавших осадков, определено их отношение к максимальному месячному значению данных показателей показало следующие результаты.

Отмечается увеличение среднего абсолютного температурного показателя: если в 1936 году он составлял 0,02, то к 2018 году достиг 0,04. В апреле зафиксирован подъем абсолютного значения средней температуры с 0,16 в 1936 году до 0,54 в 2018 году. Аналогичная тенденция прослеживается и в мае, где абсолютная средняя температура возросла с 0,58 в 1936 году до 0,75 в 2018 году.

Летние месяцы отличаются устойчиво высокими значениями средней абсолютной температуры. Диапазон колебаний от 0,77 м/год (июнь 1966 года) до 1,0 м/год (июнь 1956 и 1995 годов, июль 1936 и 1966 годов, август 1946, 1976 и 2018 годов). В сентябре наблюдается относительная стабильность абсолютного значения средней температуры, варьирующегося от 0,52 м/год в 1936 году до 0,61 м/год в 2018 году.

Что касается абсолютных значений выпавших осадков, то для них характерна волнообразная динамика: рост с 0,29 м/год в 1936 году до 0,59 м/год в 1966 году, а затем снижение до 0,5 м/год в 2018 году. В апреле 1966 года было зарегистрировано уменьшение абсолютных объемов осадков с 0,33 м/год в 1966 году до 0,11 м/год в 2018 году. Май демонстрирует пикообразное изменение абсолютных значений выпавших осадков: от 0,26 м/год в 1936 году до 0,89 м/год в 1956 году, затем снижение с 0,89 м/год в 1956 году до 0,16 м/год в 1995 году и последующий рост до 0,32 м/год в 2018 году.

В июне 1966 года зафиксировано увеличение общего количества выпавших дождей (от 0,44 м/год в 1936 году до 1,0 м/год в 1966 году). Наивысшие показатели (1,0 м/год) отмечены в 1966, 1976 и 2018 годах. Июль характеризуется устойчивым уровнем осадков с 1936 года (0,42 м/год) по 1976 год (0,4 м/год), после чего наблюдается резкое уменьшение этого показателя (0,16 м/год в 1986 году, 0,23 м/год в 1995 году) с последующим пиком в 2018 году (0,75 м/год).

Август демонстрирует колебания в объеме выпавших осадков. Пиковые значения зарегистрированы в 1936 (0,33 м/год), 1956 (0,81 м/год) и 1995 (0,64 м/год) годах. Сентябрь отличается максимальным количеством осадков (1,0 м/год) в 1936, 1946, 1986 и 1995 годах. Однако в 1956, 1966, 1976 и 2018 годах наблюдалось существенное снижение данного показателя (0,59 м/год; 0,11 м/год; 0,41 м/год; 0,69 м/год соответственно).

Анализ климатических данных выявил перемены в среднемесячных температурных режимах и количестве выпавших осадков. Зафиксировано существенное повышение средних температур в марте и апреле в период с 1936 по 2018 годы (средняя температура марта поднялась с минус 8,2 °С до +2,1°С, а аналогичный показатель апреля увеличился с +4,1 °С до +10,9 °С).

В то же время, наблюдается тенденция к уменьшению осадков, выпадающих в апреле (с 0,72 мм в 1936 году до 0,43 мм в 2018 году). Средние температуры в мае, июне, июле, августе и сентябре в период с 1936 по 2018 год остались практически без изменений и достигли своих максимальных значений.

Март, апрель, май, июль и август по-прежнему характеризуются как месяцы с недостаточным количеством осадков (их объем варьируется в пределах от 0,17 мм/месяц до 0,75 мм/месяц от максимальных показателей). В связи с этим, запас влаги, накопленный в зимний период в виде снежного покрова, играет ключевую роль в определении длительности периода вегетации.

Результаты исследований демонстрируют, что пик выпадения осадков теперь приходится на июнь и сентябрь (на эти месяцы приходится большая часть максимальных значений), что способствует уменьшению вероятности появления лесных пожаров благодаря увлажнению горючих материалов.

Следует также подчеркнуть, что заметно увеличилась протяженность периода с наиболее высокими температурами в течение года (со 115 дней в 1936 году до 132 дней в 2018 году, а в отдельные годы она достигала 152–160 дней). Важно отметить и то, что изменения климата в рассматриваемом регионе имеют стабильный характер, начиная с 1966 года.

Основой методики определения оптимальных условий выращивания энергетических лесных плантаций быстрорастущих древесных пород, рассмотренные факторы, являются базовыми для обеспечения успешного роста плантационных культур.

На основе проведенных исследований необходимо рассмотреть породы, которые можно рекомендовать к применению в плантациях, выращиваемых в условиях лесорастительных зон Среднего Поволжья.

При выборе древесных пород для энергетических плантаций необходимо учитывать плотность выращиваемой древесины, от которой зависит теплота сгорания и интенсивность нарастания древесной биомассы, в течение жизни насаждения.

Анализ объемной теплоты сгорания древесной биомассы пород, показал, что для закладки энергетических плантаций целесообразно использовать быстрорастущие лиственные породы.

Лиственные деревья в 15-летнем возрасте демонстрируют быстрое увеличение древесной биомассы. Это позволяет собрать больший объем древесины в этот возрастной период по сравнению с более продолжительным сроком культивирования.

Обоснованность выращивания энергетических плантаций лиственных пород до 15 лет также связана с активным ростом в этот период и эффективным вегетативным возобновлением после сруба. Это упрощает получение нескольких последующих поколений без значительных издержек. Такой подход обеспечивает длительное комбинированное культивирование плантаций, происходящих как из семян, так и вегетативным путем.

Одним из преимуществ лиственных деревьев является то, что при энергохимической переработке древесной биомассы хвойных пород в газогенераторах при температуре выше 800 °С образуются компоненты физиологической смолы. Эти вещества могут вызывать проблемы при применении продукции хвойных лесных плантаций в производстве тепловой энергии.

Анализ проводился среди культур, рекомендованных для использования в лесных плантациях, среди которых присутствовали следующие породы: береза повислая, осина, тополь бальзамический, тополь чёрный, тополь белый, ольха чёрная, ива белая, ива ломкая, ива пятитычинковая.

Результаты показали, что наиболее распространенным и подходящим видом быстрорастущих древесных пород, имеющим огромное хозяйственное и промышленное значение, является тополь, который имеет высокую скорость роста и скороспелость.

В мелиоративной практике допустимо создание посадок тополей на слабосолонцеватых почвах (с содержанием обменного натрия до 10 %) в сочетании с сильносолонцеватыми (10–20 % обменного натрия).

При этом доля сильносолонцеватых участков может составлять до 40 %, а солонцовых земель до 25 %. Характеристика показателей роста плантации тополя бальзамического представлена в таблице.

Производительность лесной плантации тополя бальзамического при оптимальном режиме выращивания

Годы	Прирост по высоте, м	Высота деревьев, м	Диаметр ствола, см	Запас древесины, $м^3$/ га	Общий запас древесины, $м^3$	Объем произведенной щепы, $м^3$/ га	Общий объем произведенной щепы, $м^3$
5	1,5–2	11	7	80,2	1 924,8	26,7	640,8
10	0,8–1	16	18,3	820,5	19 692,4	273,5	6564
15	0,7–1	21	24,2	18 99,1	45 578,4	633,1	15 192,8

Изучение данных, представленных в таблице, демонстрирует, что продуктивность плантации бальзамического тополя при соблюдении оптимальных условий культивирования прогрессивно возрастает на протяжении периода роста: от 80,2 $м^3$/га в возрасте 5 лет до 1899,1 $м^3$/га в возрасте 15 лет.

Таким образом, выход древесины увеличивается в 23-кратном размере. Важно подчеркнуть, что показатель прироста объема древесины после достижения плантацией 10-летнего возраста является существенно высоким и составляет 820,5 $м^3$/га.

Список использованной литературы

1. Фокин С. В. Земельно-имущественные отношения / С. В. Фокин, О. Н. Шпортько. — Москва : Альфа-М, 2014. — 272 с.

2. Фокин С. В. Современное состояние рынка биоэнергетических технологий / С. В. Фокин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. — 2014. — Т. 2, № 3-4 (8-4). — С. 107–110.

3. Фокин С. В. О перспективных технических средствах для ведения агролесомелиоративных мероприятий / С. В. Фокин, А. Н. Фетяев, О. Н. Шпортько // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 2-1. — С. 158.

4. Касторнова А. В. Оценка потенциала естественного возобновления леса после сплошных рубок на территории Тюменского лесничества / А. В. Касторнова, С. В. Фокин, О. А. Фомина // Аграрный научный журнал. — 2023. — № 10. — С. 174–178.

5. Фокин С. В. Инженерное обустройство территорий / С. В. Фокин, О. Н. Шпортько. — Москва : КноРус, 2017. — 378 с.

6. Фокин С. В. Пути использования вторичных материальных ресурсов скапливающихся в районах лесозаготовок / С. В. Фокин, А. В. Касторнова, С. С. Солянников, А. В. Маквецян // Инновационные технологии в лесохозяйственной, деревообрабатывающей промышленности и прикладной механике :

сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф., Тюмень, 20 окт. 2022 г. — Тюмень : Гос. аграр. ун-т Северного Зауралья, 2022. — С. 222–225.

7. Фокин С. В. Совершенствование технологического оборудования для заготовки энергетической древесины при расчистке вырубок: специальность 05.21.01 «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства» : автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра техн. наук / Фокин Сергей Владимирович. — Екатеринбург, 2013. — 38 с.

8. Соколов Д. С. О предпроектной работе перед проведением посадочных работ по облесению степного Заволжья / Д. С. Соколов, С. В. Фокин, В. И. Попов, О. Н. Шпортько // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : I Междунар. науч.-практ. Интернет-конф., посвящ. 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», Соленое Займище, 29 февраля 2016 года. — Соленое Займище: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2016. — С. 946–952.

9. Фокин С. В. Технические средства, применяемые при очистке вырубок от отходов лесосечных работ / С. В. Фокин, А. В. Храмченко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. — 2015. — Т. 3, № 9-2 (20-2). — С. 280–283.

Информация об авторах

Фокин Сергей Владимирович — доктор технических наук, профессор, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, 410012, г. Саратов, проспект им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, feht@mail.ru.

Аникина Дарья Сергеевна — магистрант, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, 410012, г. Саратов, проспект им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, anikinadaria46@gmail.com.

Хамбиков Руслан Гаясович — магистрант, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, 410012, г. Саратов, проспект им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, 133faiter@gmail.com.

Authors

Fokin Sergey Vladimirovich — D. Sc. in Engineering, Professor, Vavilovsky University, Building 3, Petra Stolypina Ave., Saratov, 410012, feht@mail.ru.

Anikina Daria Sergeevna — Master's Student, Vavilovsky University, Building 3, Petra Stolypina Ave., Saratov, 410012, anikinadaria46@gmail.com.

Khambikov Ruslan Gayasovich — Master's Student, Vavilov University, Building 3, Petra Stolypina Ave., Saratov, 410012, 133faiter@gmail.com.

УДК 630*232.31

А. В. Денисенко

ОЦЕНКА ЭНЕРГИИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН *PINUS SYLVESTRIS L.* ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ В ТЕПЛИЦАХ

В статье представлены результаты лабораторной оценки энергии прорастания семян сосны обыкновенной *(Pinus sylvestris L.)*, отобранных из различных партий, заготовленных в Джидинском районе Республики Бурятия и Голоустинском лесничестве Иркутской области. Исследования проводились в 2025 г. методом проращивания в чашках Петри на влажных ватных дисках. Установлены значительные различия в посевных качествах семян: от 11–20 до 87–100 % энергии прорастания. Даны рекомендации по их дальнейшему использованию в лесокультурном производстве. Выявлены отдельные случаи поражения семян сапрофитными микроорганизмами.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris L.*; энергия прорастания; сапрофитные микроорганизмы.

A. V. Denisenko

ESTIMATION OF *PINUS SYLVESTRIS L.* SEED GERMINATION ENERGY FOR GROWING SEEDLINGS WITH A CLOSED ROOT SYSTEM IN GREENHOUSES

The article presents the results of a laboratory assessment of the germination energy of common pine *(Pinus sylvestris L.)* seeds selected from various batches harvested in the Dzhidinsky District of the Republic of Buryatia and the Goloustinsky Forestry District of the Irkutsk Region. The studies were conducted in 2025 using the method of germination in Petri dishes on wet cotton pads. Significant differences in the seed quality were observed, ranging from 11–20 to 87–100 % germination energy. Recommendations are given for their further use in forestry production. Individual cases of seed damage by saprophytic microorganisms have been identified.

Keywords: *Pinus sylvestris L.*; germination energy; saprophytic microorganisms.

Качество семенного материала является определяющим фактором успешного создания лесных культур. Энергия прорастания семян, наряду с лабораторной всхожестью, служит ключевым показателем их жизнеспособности и потенциальной продуктивности.

Контроль этих показателей в условиях теплиц для выращивания сеянцев с закрытой коревой системой позволяет прогнозировать всхожесть и планировать выход стандартных сеянцев по окончанию срока ротации сеянцев [1–3].

Целью данной работы являлась оценка энергии прорастания семян сосны обыкновенной из различных географических источников и партий для обоснования рекомендаций по их использованию в посевном сезоне.

Материалы и методы исследования. Посевные качества — это комплекс показателей, определяющих пригодность семян к прорастанию в конкретных условиях. Для тепличного производства, где важен каждый посадочный контейнер, их оценка особенно критична.

Классическим и фундаментальным методом является лабораторное проращивание в контролируемых условиях. Для сосны обыкновенной его проводят при температуре 24–27 °С на свету. При этом оценивают:

– энергию прорастания — количество нормально проросших семян за определенный срок (например, на 7-е сутки). этот показатель характеризует дружность всходов, что крайне важно для получения выровненного посадочного материала в теплице.

– лабораторную всхожесть — окончательное количество нормально проросших семян (на 14–28 сутки) [4; 5].

Объектами исследования служили вакуумированные партии семян *Pinus sylvestris L.*, заготовленные в Джидинском районе Республики Бурятия (пакеты № 1, № 2) и в Голоустненском лесничестве Иркутской области (пакеты № 3, № 4, № 5, № 7, № 8). Семена отнесены к 21 лесосеменному району, из которого обычно производят выращивание сеянцев сосны в теплицах, семена отнесены к категории «нормальные семена». Проращивание семян проводили в чашках Петри на увлажнённых ватных дисках с добавлением водопроводной воды, без применения стимуляторов роста. В зависимости от партии, в каждой повторности размещалось по 100 семян. Учёт энергии прорастания проводили на 7–11 сутки в соответствии со стандартными методиками [4; 5]. Одновременно визуально фиксировалось наличие или отсутствие признаков поражения сапрофитными грибами (плесневый налёт).

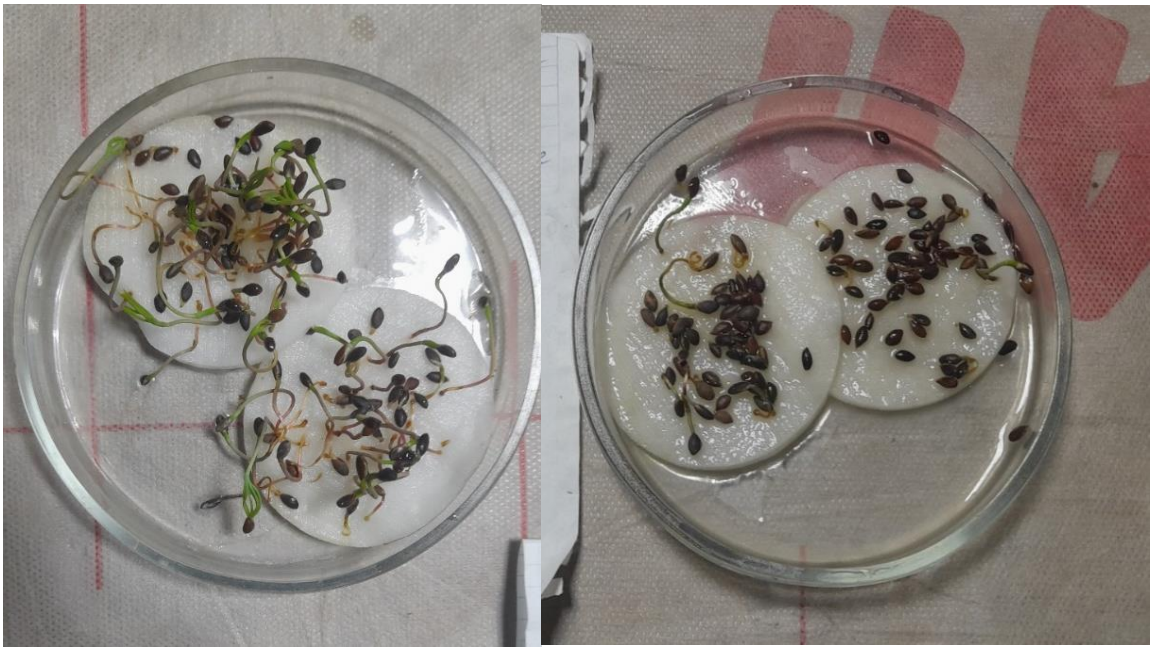
Результаты и обсуждение. На основании проведенных исследований были определены результаты всхожести семян и энергии их прорастания для каждой партии. На основании полученных результатов были сделаны рекомендации по использованию семян для выращивания сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в условиях тепличного комплекса. Результаты оценки представлены в таблице и на рисунке.

Семена из Джидинского района (пакеты № 1, № 2) показали исключительно высокую энергию прорастания (98–100 %) и были признаны кондиционными (таблица).

В то же время, семена из Голоустинского лесничества продемонстрировали высокую вариабельность результатов. Партии № 3 и № 4, заложенные на проращивание в июле 2025 г., имели критически низкие показатели энергии прорастания (20 и 11 %, соответственно), что, вероятно, связано с их длительным сроком хранения (предположительно, более трёх лет). Эти партии признаны негодными для посева.

Результаты оценки энергии прорастания семян сосны обыкновенной

№ партии семян	Лесничество (район)	Дата закладки на проращивание	Энергия прорастания, проц.	Примечания	Рекомендация
1	Джидинский р-он (РБ)	12.07.2025	100	Заражения сапрофитами не отмечено.	Рекомендованы к посеву
2	Джидинский р-он (РБ)	12.07.2025	98	Заражения сапрофитами не отмечено.	Рекомендованы к посеву
3(5)	Голоустинское (Иркутская обл.)	12.07.2025	20	Набухание не произошло у 80 % семян. Заражения сапрофитами не отмечено.	Не рекомендованы к посеву
4(4)	Голоустинское (Ирутская. обл.)	12.07.2025	11	Набухание не произошло у 80 % семян. Заражения сапрофитами не отмечено.	Не рекомендованы к посеву
5(7)	Голоустинское (Иркутская обл.)	17.04.2025	87	Заражения сапрофитами не отмечено.	Рекомендованы к посеву
6	Голоустинское (Иркутская обл.)	17.04.2025	94	Обнаружен лёгкий налёт плесени.	Требует обработки; ограниченно годны
7(5)	Голоустинское (Иркутская обл.)	17.04.2025	97	Заражения сапрофитами не отмечено.	Рекомендованы к посеву
8(7)	Голоустинское (Иркутская обл.)	17.04.2025	91	Заражения сапрофитами не отмечено.	Рекомендованы к посеву



а) б)

Результаты экспериментов по определению энергии прорастания семян сосны обыкновенной:
а) — партия №1 РБ, Джидинский район, 21 л/с район,
б) — партия № 3 Иркутская область, Голоустнинское лесничество, 21 л/с район

Партии из того же лесничества, но заложенные на проращивание в апреле 2025 г. (№ 5, № 6, № 7, № 8) показали высокие результаты (87–97 %). Это подтверждает, что срок и условия хранения имеют определяющее воздействие на посевные качества семян [4].

Особый интерес представляет партия № 6, которая, несмотря на высокую энергию прорастания (94 %), показала признаки заражения сапрофитными грибами.

Данный факт, наряду с различиями в качестве семян из одного лесничества, указывает на возможную неоднородность исходного материала, различия в условиях первичной обработки, сушки или хранения. Для подобных партий необходима предпосевная обработка фунгицидами перед использованием в тепличных комплексах.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы и рекомендации:

– семена сосны обыкновенной из Джидинского района Республики Бурятия (пакеты № 1, № 2) характеризуются высокой энергией прорастания (98–100 %) и рекомендованы для использования в тепличном комплексе для выращивания сеянцев с закрытой коревой системой;

– семена из Голоустненского лесничества Иркутской области показали крайне неоднородное качество. Партии № 3 и 4 признаны некондиционными, в то время как партии № 5–8 демонстрируют высокий потенциал и рекомендованы к посеву;

– выявлен случай поражения семян сапрофитными микроорганизмами при сохранении высокой энергии прорастания (партия №6), что требует разработки и применения специальных защитных мер при их использовании;

– для повышения точности прогнозирования качества семян необходима строгая паспортизация партий с обязательным указанием года сбора и детальных условий хранения.

Список использованной литературы

1. Макаров В. П. Многолетняя динамика посевных качеств сосны обыкновенной в сухостепной зоне Забайкальского края / В. П. Макаров, Л. И. Милютин // Успехи современного естествознания. — 2015. — № 4. — С. 129–133.

2. Новикова Т. Н. Изменчивость качества семян сосны обыкновенной у южных пределов ее распространения в Сибири и Монголии / Т. Н. Новикова, С. Жамъянсурен // Вестник КрасГаУ. — 2012. — № 4. — С. 102–107.

3. Пак Л. Н. Показатели качества семян сосны **(***Pínus sylvéstris*) как биоиндикатора устойчивости лесов на территории Забайкальского края / Л. Н. Пак // «Живые и биокосные системы». — 2017. — № 21. — URL: http://www.jbks.ru/archive/issue-21/article-7 (дата обращения 12 ноября 2025 г.)

4. ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. Дата введения 07.01.1998 г. — 7 с.

5. Об установлении лесосеменного районирования : Приказ МПР РФ от 19.12.2022. — № 1032.

Информация об авторе

Денисенко Анна Викторовна — аспирант кафедры воспроизводства и переработки лесных ресурсов, Братский государственный университет, 665709, г. Братск, ул. Макаренко, 40, anneta-anneta20@mail.ru.

Author

Denisenko Anna Viktorovna — Postgraduate Student at the Department of Reproduction and Processing of Forest Resources, Bratsk State University, Makarenko Str., 40, Bratsk, 665709, anneta-anneta20@mail.ru.

УДК 368.55

М. Н. Степанова,
А. Е. Степанов

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СТРАХОВОГО СООБЩЕСТВА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ СОХРАНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСОВ

Угроза трансформации биоразнообразия является не только экологической, но и экономической проблемой. Страховая отрасль обладает широким спектром функциональных возможностей и финансовым потенциалом, что позволяет страховщикам принимать участие в решении задач, связываемых с сохранением и восстановлением биоразнообразия лесов. Анализ отечественных и зарубежных страховых и сопутствующих им практик позволил представить обобщение, раскрывающее современную роль страховой отрасли в исследуемом контексте через отдельные наиболее значимые компоненты. Отмечается, что такое участие может быть как прямым, так и косвенным и в большинстве случаев происходит в контексте реализации принципов ESG.

Ключевые слова: страхование леса; страхование рисков природопользования; зеленое страхование; экономические механизмы лесовосстановления; страхование биоразнообразия; экологическое страхование; страхование рисков лесопользования; социальная ответственность страховщиков.

M. N. Stepanova,
A. E. Stepanov

FUNCTIONAL CAPABILITIES OF THE INSURANCE COMMUNITY IN SOLVING THE PROBLEM OF PRESERVING AND RESTORING THE BIODIVERSITY OF FORESTS

The threat of biodiversity transformation is an environmental and economic challenge. The insurance industry has a wide range of functionalities and financial potential. This allows insurers to participate in solving the problems of preserving and restoring the biodiversity of forests. An analysis of domestic and foreign insurance practices has allowed us to present a summary that reveals the current role of the insurance industry in the context under study. It is noted that the participation of insurers can be direct and indirect, and often occurs in the context of implementing ESG principles.

Keywords: forest insurance; environmental risk insurance; green insurance; economic mechanisms for reforestation; biodiversity insurance; environmental insurance; forestry risk insurance; social responsibility of insurers.

Ровно десять лет назад в национальном докладе «Сохранение биоразнообразия в Российской Федерации» в числе приоритетных мер обсуждаемой тематики были определены:

– мобилизация внутренних финансовых ресурсов и привлечение внебюджетных источников;

– развитие новаторских экономических инструментов;

– активная вовлеченность бизнеса в решение поставленной задачи [1, с. 101].

Страховая отрасль может быть полезна в каждом из запрашиваемых контекстов, поскольку содержательно и функционально обладает соответствующими характеристиками и возможностями.

В первую очередь, к ним относится финансовая емкость страхового рынка, обеспечиваемая сформированными резервами и собственным капиталом страховщиков, как внебюджетный источник решения локальных проблем с привлечением страхового механизма.

Во вторую — само страхование как классический метод трансфертной митигации потерь, имеющих экономическую оценку.

В третью — страховое сообщество, ориентированное на соблюдение принципов социальной ответственности перед обществом и страной, обеспечивающих его присутствие в национальном экономическом пространстве.

Очевидно, что первые две составляющие будут тем эффективнее и результативнее, чем более активно будет выражено стремление страховщиков к реализации ESG-подхода в ведении своего бизнеса.

Таким образом, участие страхового сообщества в решении задачи сохранения и восстановления биоразнообразия возможно как через реализацию функций страхования (рисковой и превентивной), так и добровольного вклада субъектов страхового дела в нивелировании экологических вызовов. При этом в каждом из данных направлений это участие может быть как прямым, так и косвенным.

Анализ отечественных и зарубежных страховых и сопутствующих им практик позволяет представить обобщение, раскрывающее современную роль страховой отрасли в сохранении и восстановлении биоразнообразия лесов через следующие компоненты:

1) Предоставление адаптированной под решаемые задачи страховой защиты на случай как отраслевых рисков, составляющих сегмент «лесного страхования», так общих (экологических, климатических) и частных (прямые угрозы биоразнообразию). «Лесное страхование» в первую очередь ориентировано на защиту имущественных интересов в пределах лесовосстановительной стоимости, связанных с утратой лесных ресурсов и лесонасаждений[1] в результате чрезвычайных природных и огневых опасностей, болезней, вредителей, воздействий органического и генетического происхождения, противоправных действий третьих лиц и «действий диких животных» (прим. — формулировка условий страхования). В большинстве актуальных примеров объектом страхования выступают древостои разных категорий и лес не рассматривается в качестве многокомпонентной экосистемы, хотя формулировка «запасы иных лесных ресурсов» в правилах страховщиков закреплена. Их может дополнять страхова-

[1] В трактовках действующих правил страхования.

ние гражданской ответственности лесопользователей, несущих риск повреждения или уничтожения части лесного фонда в процессе осуществляемой деятельности на участках лесного фонда, либо страхование финансовых рисков, минимизирующее расходы, предопределяемые необходимостью лесовосстановления. На национальном страховом рынке «лесное страхование» представлено в страховых портфелях нескольких страховщиков, имеющих лицензионные Правила страхования лесных фондов.

Экологическое страхование не имеет таких четко определенных операционных границ, связываемых исключительно с лесами, лесными ресурсами и лесным фондом, как «лесное страхование», но дает больше возможностей в плане охвата потенциальных опасностей, компенсируемых расходов и практически не лимитируемого по верхнему пределу страхового покрытия. Концепт, построенный на таких составляющих, как «вред, причиненный *окружающей природной среде*» и «лимит страховой суммы, устанавливаемый *по соглашению сторон*», открывает значительные возможности по использованию страхового возмещения в целях восстановления биоразнообразия при условии назначения в страховых контрактах адекватных страховых сумм, соответствующих масштабам потенциальных потерь и предстоящих расходов. Экологическое страхование более распространено, чем отраслевое лесное и становится уже классическим элементом ассортиментного ряда российских страховщиков.

Климатическое страхование в его ограниченной трактовке, связываемой с покрытием риска стихийных бедствий, как правило, не выделяется в качестве самостоятельного продукта, поскольку включается практически в каждый вид имущественного страхования. Что касается более глубокой функциональной связи климатических рисков и сферы страхования, то она проявляет себя в подготовке страхового сообщества к трансформации, связываемой с изменением климата как в контексте адаптации андеррайтинговой политики субъектов страхового дела, прогнозирования вероятности и ущерба от опасных природных явлений, так и разработке усложненных страховых программ, учитывающих особенности глобальных климатических изменений. Эта новая тенденция получила название «климатология страхования».

Частное страхование, построенное с ориентиром на риски более сложные в своей оценке и проявлении, каковыми являются риски утраты биоразнообразия, является инновационным и представлено единичными примерами даже на уровне мирового страхового рынка. В настоящее время имеет место опыт Китая, реализующий соответствующий продукт в провинции Чжэцзян: здесь разработана долгосрочная стратегия сохранения экосистемы, характеризующейся разнообразием флоры и фауны, при этом предложенная страховщиками программа покрывает широкий спектр неблагоприятных событий от стихийных бедствий до появления инвазивных видов. Российское страховое сообщество рассматривает данный опыт как методическую основу для разработки собственных программ, одним из вариантов которых может стать страхование биоразнообразия заповедных территорий [2].

Нужно отметить, что в зарубежной научной литературе встречается и диаметральная трактовка, при которой меняются местами объект защиты

и инструмент, ее обеспечивающий. В этом случае само биоразнообразие выступает «страховкой для функционирования экосистем в гетерогенных средах» [3, с. 470] — именно в таком контексте это сочетание используется чаще всего, причем применительно к контексту экологического страхования.

2) Реализация превентивной функции, связанной с финансированием мероприятий, направленных на сохранение баланса экосистем, в том числе восстановление нарушенного биоразнообразия. Мировая практика демонстрирует две ее возможные формы:

– прямое участие субъекта страхового дела в экологических проектах посредством распределения средств резерва превенций, созданного самим страховщиком, или за счет нераспределенной прибыли;

– косвенное участие посредством отчисления средств страховой компании в природоохранные и экологически ориентированные фонды либо на правах долевого участия [4], либо в рамках реализации принципов социально ответственного страхового бизнеса.

3) Использование баз данных страховых организаций, их участие в территориальном мониторинге динамики развития экстремальных рисковых явлений, включая данные систем космомониторинга (с возможностью адаптации передового опыта агростраховщиков), стоимостной оценке природных ресурсов, размера потенциального ущерба, экономической событийной экспертизе и иных процессах, имеющих отношение к финансовой составляющей выполняемой задачи, включая актуарное моделирование.

4) Использование методологических и методических наработок, накопленного статистического и аналитического материала, раскрытие нефинансовой отчетности, характеризующей влияние биоразнообразия на климаторегулирующие функции лесов, а также обратное влияние климатических рисков на биоразнообразие и иные аспекты климатических изменений. Подобные исследования проводятся страховым сообществом в рамках реализации концепции устойчивого развития и управления климатическими рисками, а их заинтересованность в «адаптации к изменениям климата и участии страховых компаний в обеспечении защиты от рисков природных катастроф, а также финансировании проектов устойчивого развития» [5] подтверждается периодическими панельными дискуссиями в рамках тематических отраслевых конференций и участием в реализации экологических проектов, которое демонстрирует каждый пятый страховщик отечественного страхового рынка [6, с. 157].

Таким образом, страхование как таковое является составляющей экономического механизма сохранения биоразнообразия лесов. В настоящее время оно играет вспомогательную роль, но обладает функциональным потенциалом и отдельными ресурсами, обращение к которым происходит в контексте реализации принципов ESG и развития «зеленого страхования» [7]. Основными маркерами сопричастности страхового сообщества к проблеме сохранения и восстановления биоразнообразия лесов являются:

– реакция на глобальные вызовы изменения климата и рост экологических проблем;

– корпоративная социальная ответственность;

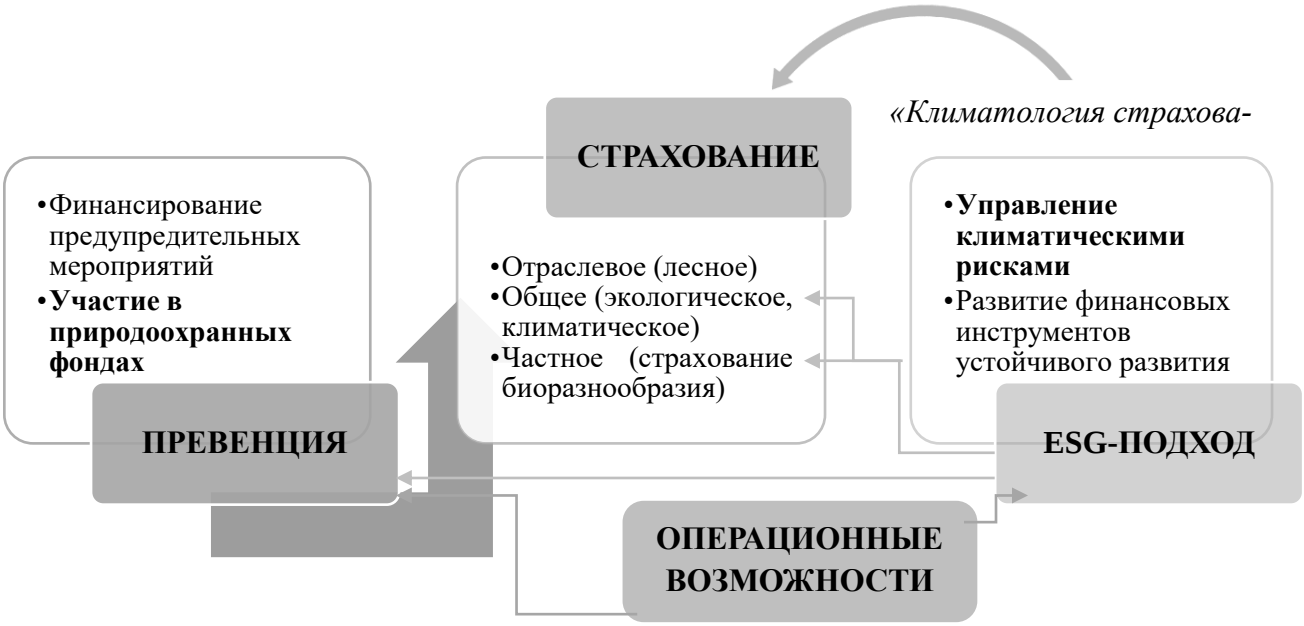
– нивелирование финансовых последствий загрязнений природной среды и утраты страхуемых природных ресурсов;

– сочетание классического и инновационного страхования;

– финансирование проектов устойчивого развития;

– реализация превентивной функции.

Схематически это можно представить следующим образом (рисунок).



Маркеры участия страхового сообщества в решении задачи сохранения и восстановления биоразнообразия лесов

Составлен авторами

Нами раскрыты лишь отдельные, но при этом наиболее значимые компоненты исследуемой конвергенции. Эта тема достаточно нова и при этом мало разработана, что открывает широкий горизонт для дальнейшей научной работы, имеющей высокое практическое значение.

Список использованной литературы

1. Пятый национальный доклад «Сохранение биоразнообразия в Российской Федерации». — Москва : Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. — 2015. — 127 с.

2. Белозеров С. А. Экологическое страхование в России: основные тенденции развития / С. А. Белозеров, А. С. Бобков, Т. А. Верезубова // Экономика, предпринимательство и право. — 2025. — Т. 15, № 11. — DOI 10.18334/epp.15.11.124066.

3. Barrett R. D. H., MacLean R. C., and Bell, G. (2005). Experimental evolution of Pseudomonas fluorescens in simple and complex environments. Am. Nat. 166, 470–480.

4. Экономика сохранения биоразнообразия / под ред. А. А. Тишкова. — Москва : Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации», Институт экономики природопользования, 2002. — 604 с.

5. Конференция ВСС по устойчивому развитию и управлению климатическими рисками. — Москва, 2025. — URL: https://ins-union.ru (дата обращения: 08.12.2025)

6. Степанова М. Н. Оценка внешней социальной активности российских страховщиков на современном этапе развития страхового рынка / М. Н. Степанова // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер.: Экономика. Социология. Менеджмент. — 2022. — Т. 12, № 2. — С. 153–161. — DOI 10.21869/2223-1552-2022-12-2-153-161.

7. Степанова М. Н. Место и роль страхования в формировании «зеленой» экономики / М. Н. Степанова // Вестник университета. — 2021. — № 10. — С. 147–154. — DOI 10.26425/1816-4277-2021-10-147-154.

Информация об авторах

Степанова Марина Николаевна — доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и финансовых институтов, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, StepanovaMN@bgu.ru.

Степанов Арсений Евгеньевич — студент, кафедра отраслевой экономики и управления природными ресурсами, г. Иркутск, 664003. г. Иркутск, ул. Ленина, 11, senya.stepanov.2007@list.ru.

Authors

Stepanova Marina Nikolaevna — D. Sc. in Economics, Professor at the Department of Finance and Financial Institutions, Baikal State University, 11 Lenin Str., Irkutsk, 664003, StepanovaMN@bgu.ru.

Stepanov Arseniy Evgenievich — Student, Department of Sectoral Economics and Natural Resource Management, Baikal State University, 11 Lenin Str., Irkutsk, 664003, senya.stepanov.2007@list.ru.

УДК 630.90

Л. В. Каницкая

СВЯЗЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ И ИНТЕНСИВНОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСОВ СО СПОСОБАМИ ПЕРЕДАЧИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ВО ВРЕМЕННОЕ ВЛАДЕНИЕ НЕФТЕГАЗОВЫМ КОМПАНИЯМ

В работе обсуждаются вопросы интенсивного лесовосстановления в лесном хозяйстве РФ. Затронуты аспекты, связанные с процессами рекультивации земель и восстановления лесов нефтегазовыми компаниями. Показано, что объективному анализу состояния дел в этом секторе экономики и решению задачи интенсивного лесовосстановления препятствует отсутствие сведений об общих площадях лесных земель, отданных во временное владение и/или пользование нефтегазовым компаниям, отсутствие сведений о нарушенных и загрязненных землях, об объемах искусственного (естественного) лесовосстановления, или их недостоверность, а также рассогласования в регламентирующих нормах Градостроительного, Земельного и Лесного Кодексах РФ, которые уже приводят к негативным следствиям в практике лесовосстановления нарушенных лесных земель нефтегазовыми компаниями.

Ключевые слова: интенсивное лесовосстановление; нефтегазовые компании; рекультивация; нарушенные земли; договор аренды; установление публичного сервитута.

L. V. Kanitskaya

CONNECTION OF THE EFFECTIVENESS OF LAND RECULTIVATION AND INTENSIVE FOREST REPRODUCTION WITH THE METHODS OF TRANSFERRING LAND TO OIL AND GAS COMPANIES FOR TEMPORARY OWNERSHIP

The paper discusses the issues of intensive reforestation in the Russian Federation's forestry sector. It also addresses aspects related to the processes of land reclamation and forest restoration by oil and gas companies. It is shown that an objective analysis of the state of affairs in this sector of the economy and the solution of the problem of intensive reforestation is hindered by the lack of information about the total areas of forest lands temporarily owned and (or) used by oil and gas companies, the lack of information about disturbed and polluted lands, the volume of artificial (natural) reforestation, or their unreliability, as well as inconsistencies in the regulatory norms of the Urban Planning, Land and Forestry Codes of the Russian Federation, which already lead to negative consequences in the practice of reforestation of disturbed forest lands by oil and gas companies.

Keywords: intensive reforestation; oil and gas companies; reclamation; disturbed lands; lease agreement; establishment of a public easement.

С учетом состояния лесного хозяйства РФ, и прогноза динамики лесных ресурсов задачи интенсивного воспроизводства лесов целевыми породами будут оставаться актуальными в долгосрочной перспективе

После того как в 2015 г. была обнародована «Концепция интенсивного использования и воспроизводства лесов» [1], практически все — и ученые, и практики имели большие надежды на активное включение в работу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федерального агентства лесного хозяйства, подведомственных отраслевых институтов, региональных органов исполнительной власти в области лесных отношений, и всех заинтересованных лесопромышленных компаний [2]. Однако спустя уже 5–6 лет все стали говорить о системном кризисе в управлении лесами Российской Федерации и о необходимости коренной реорганизации лесоуправления [1–5]. Наиболее артикулировано нерешенные до сих пор задачи выразил Соколов В. А. [8]:

− функция лесоустройства в настоящее время децентрализована, хотя должна быть обеспечена на Федеральном уровне;

− не ушли от остаточного принципа обеспечения денежными средствами лесного хозяйства регионов;

− требуют модернизации и усовершенствования

− методы лесоустройства и лесоинвентаризации;

− не выработан механизм финансирования затрат на лесное хозяйство, лесоустройство и научные исследования;

− нетехнологичный [9, с. 23–24] способ общественного производства в лесном хозяйстве блокирует решение лесоводственных, экономических задач по схеме: «реальные лесные ресурсы — норма пользования — соответствующие природно-экономическим условиям технологии заготовок и системы машин — транспорт — переработка — реализация — воспроизводство лесных ресурсов, охрана и защита леса»;

− отсутствует эколого-экономический анализ всего цикла воспроизводства лесов, как одного из инструментов организации лесного хозяйства и лесоуправленческой деятельности.

Если трудности в лесном хозяйстве, которые связаны в большей степени с лесозаготовительными работами и последующим воспроизводством лесов, можно со временем преодолеть при внесении изменений и дополнений в Лесной Кодекс РФ, и переходом к технологическому типу общественного производства на базе специализированной цифровой платформы, то задачи восстановления лесных земель, взятых во временное владение и/или пользование нефтегазовыми компаниями, представляет гораздо бóльшую трудность.

Это связано во-первых, с абсолютной непрозрачностью сведений о площадях арендуемых участков лесных земель нефтегазовыми компаниями; во-вторых, с высокой степенью загрязнения земель не только углеводородами, но и сопутствующими добыче различными токсичными химическими реагентами,

шламами, пластовыми водами (причем процессы загрязнения длятся десятки лет, имеют накопительный характер и непредсказуемые последствия для биогеоценоза конкретного участка поверхности Земли), и в-третьих, это связано с различными способами передачи земельных участков во временное владение, или пользование: заключение договора аренды (ДА) и установление публичного сервитута (ПС). Все сказанное выше говорит об актуальности исследований в означенном направлении.

Цель данной работы — выявить связь эффективности рекультивации земель и интенсивного воспроизводства лесов нефтегазовыми компаниями со способами передачи лесных земель в пользование: ДА и ПС.

На сайте Федерального Агентства по недропользованию «Роснедра» [10] содержатся сведения о площадях участков недр месторождений, находящихся в различных областях РФ, предоставленных в пользование нефтегазовым компаниям, например, в 2025 г. В сумме площадь, переданная в пользование нефтегазовым компаниям за неполный 2025 г., составила 26 284, 72 км^2 или 2 628 472 га. Следует отметить, что, в основном, это лесные земли, поскольку самые крупные участки находятся на территории Республики Саха (Якутия) и ХМАО-Югра.

Теперь сопоставим эти данные с данными по площадям рекультивированных и земель, на которых было произведено лесовосстановление самыми крупными нефтегазовыми компаниями РФ (табл. 1).

Анализ данных, представленных в табл. 1, указывает на то, что в целом работы по рекультивации нарушенных и загрязненных земель, которые находятся в пользовании нефтегазовых компаний ведутся, но данные очень разнятся. Некоторые копании, например, такие как ПАО «НК «Роснефть» и ПАО «Лукойл», явно не дают достоверной информации о нарушенных землях.

Наиболее открыты компании ПАО «Газпром» и ПАО «Сургутнефтегаз». Последняя предоставляет также сведения о суммарной площади земель, находящейся в ее пользовании (см. рис.). Это позволяет оценить относительное количество нарушенных земель, которое составляло от 3,4 до 4,8 % от всех земель, находившихся в эксплуатации в 2022–2024 гг.

Если принять данные ПАО «Сургутнефтегаз» за достоверные, то в пересчете на ту площадь, которая была передана в пользование нефтегазовым компаниям только за 2025 г. — 2 628 472 га, можно предположить, что из них может быть нарушено около 126 166 га.

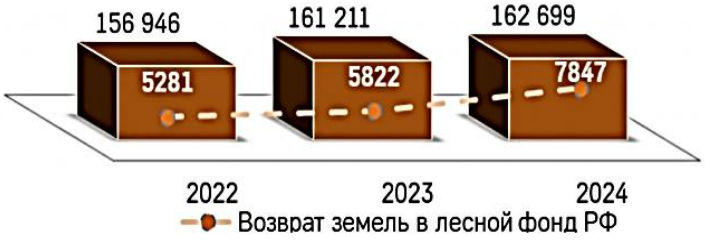
Конечно, земли, которые арендованы нефтегазовыми компаниями РФ на 3 801 месторождениях многократно, если не на два порядка превышают 2 628 472 га, поэтому цифры, фигурирующие в отчетах компаний ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Лукойл» и ПАО «Газпром» за 2022–2024 гг. о нарушенных землях и приведенные в таблице 1, явно недостоверны.

По данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ на начало 2024 г. площадь лесов России составляла 1,188 млрд га [15]. Площади лесовосстановительных работ нефтегазовыми компаниями приведены в табл. 2.

Таблица 1

Площадь нарушенных и рекультивированных земель

Компания, наименование показателя	Значения показателя по годам, га			Изменения показателя, проц.	Источник
	2022	2023	2024		
ПАО «Газпром»					[17]
Площадь нарушенных земель в течение года	35 597,15	33 683,61	26 385,76	– 21,7	
– в т. ч. загрязненных	75,94	50,2	14,24	– 71,6	
Рекультивировано нарушенных земель в течение года	15 053,12	33 447,84	24 001,68	– 28,2	
– в т. ч. загрязненных	77,19	59,21	12,74	– 78,5	
ПАО «НК «Роснефть»					[12, с. 26]
Площадь рекультивированных земель в течение года, в т. ч. загрязненных	117,00	117,00	45,00	–38,5	
ПАО «Лукойл»					
Площадь нарушенных земель в течение года	10,00	10,00	22,00	+120	
Площадь рекультивированных загрязненных земель	71,00	49,00	22,00	– 55,0	[13, с. 40]
ПАО «Сургутнефтегаз»					[14]
Площадь рекультивированных земель	5 281,00	5 822,00	7 847,00	+48,6	
Итого рекультивировано нарушенных земель	20 522,12	39 435,84	31 915,68	+35,7	



Площадь земель, находящейся в пользовании ПАО «Сургутнефтегаз» и возврат земель в лесной фонд РФ [14]

В открытых источниках также практически невозможно найти сведений об арендованных площадях и площадях, на которые установлен публичный сервитут нефтегазовыми компаниями.

Но первые возникшие сложности в вопросах лесовосстановления при установлении ПС при строительстве линейного сооружения — газопровод «Сила Сибири» ПАО «Газпром» уже начали анализировать и обсуждать.

Таблица 2

Сведения о лесокомпенсационном восстановлении нефтегазовыми компаниями РФ [15; 16]

Наименование компании	Количество саженцев, тыс. шт	Площадь, га	Год
ПАО «Газпром»	2 000	5 267	2024
ПАО «НК «Роснефть»	10 821	н.д.	2023
ПАО «Лукойл	8 700	1 400 000	2023
ПАО «Сургутнефтегаз»	3 300	~1 500	2023

Так, например, Феоктистов В. А. [17] в 2023 г., провел тщательный анализ Градостроительного, Земельного и Лесного кодексов РФ на предмет их согласованности между собой и выявил рассогласования, которые приведут к трудностям при установлении публичного сервитута в целях проведения инженерных изысканий для подготовки проекта планировки территории (ППТ) и проекта межевания территории (ПМТ) на землях лесного фонда, и показал возможность блокировки тех проектов, в которых предполагается рубка деревьев на лесном участке.

Из-за подобных рассогласований кодексов РФ и сама практика ведения дел в судебных инстанциях на предмет воспроизводства леса на примере решения Верховного суда РФ (ВС РФ) относительно ПАО «Газпром» оказалась весьма спорной и неоднозначной. Решение ВС РФ обязало ПАО «Газпром» провести лесовосстановительные работы на площади, равной площади вырубленных лесных насаждений, после строительства газопровода [18]. Этим решением было продемонстрировано, что нормы, (43–46 ЛК РФ), носят императивный характер и должны исполняться независимо от того были включены, или не были включены положения о лесовосстановительных работах в гражданско-правовые договоры, в частности при установлении ПС. Адвокаты же отмечают [18], что у ВС РФ отсутствовали законные основания для вынесения такого решения.

Таким образом в заключении можно констатировать, что интенсивное лесовосстановление в настоящее время даже при стандартном лесопользовании сталкивается с рядом нерешенных задач; отсутствуют сведения об общих площадях лесных земель, отданных во временное владение и /или пользование нефтегазовым компаниям; сведения о нарушенных и загрязненных землях, объемах искусственного (естественного) лесовосстановления также чаще всего отсутствуют, либо не всегда достоверны; рассогласования в регламентирующих нормах Градостроительного, Земельного и Лесного Кодексах РФ уже приводит к негативным последствиям в практике лесовосстановления нарушенных лесных земель.

Список использованной литературы

1. Концепция интенсивного использования и воспроизводства / Санкт-Петербург : ФБУ «СПбНИИЛХ», 2015. — 16 с.

2. Доронин М. С. Воспроизводство лесов как основа интенсивного лесного хозяйства: региональные аспекты / М. С. Доронин // Лесотехнический журнал — 2016. — № 2. — С. 7–15. — DOI: 10.12737/19948.

3. Соколов В. А. О воспроизводстве лесов в Красноярском крае / В. А. Соколов Е. В. Горяева // Интерэкспо Гео-Сибирь. — 2018. — Т. 2, № 4. — С. 317–320.

4. Бондарев А. И. О концептуальных положениях интенсификации использования и воспроизводства лесов в Сибири / А. И. Бондарев, А. А. Онучин В. В. Читоркин, В. А. Соколов // Лесной журнал». — 2015. — № 6. — С. 25–34.

5. Заусаев В. К. Интенсификация воспроизводства лесов как необходимое условие устойчивого развития лесного комплекса Дальнего Востока России / В. К. Заусаев, Н. Н. Панкратова // Лесохозяйственная информация. — 2023. — № 4. — С. 61–70. — DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.4.06 — EDN LXGKDA.

6. Русецкая Г. Д. Переход к освоению интенсивной модели использования и воспроизводства лесов / Г. Д. Русецкая, Л. В. Санина // Baikal Research Journal. — 2023. — Т. 14, № 1. — С. 91–104. — DOI 10.17150/2411-6262.2023.14(1).91-104. — EDN MGMHFL.

7. Изместьев А. А. Экономическая оценка классической модели непрерывного воспроизводства древесины / А. А. Изместьев. // Известия Байкальского государственного университета. — 2024. — Т. 34, № 2. — С. 365–378. — DOI 10.17150/2500- 2759.2024.34(2).365-378. — EDN DBREBI.

8. Соколов В. А. Проблемы лесоустройства в России / В. А. Соколов // Сибирский лесной журнал. — 2021. — № 1. — С. 3–12.

9. Попов С. В. Организация хозяйства в России / С. В. Попов / Омск : Курьер, 1999. — 288 с.

10. Сводный перечень участков недр, предлагаемых для предоставления в пользование в 2025 году для разведки и добычи, а также геологического изучения, разведки и добычи полезных ископаемых, осуществляемых по совмещенной лицензии, входящих в утвержденные перечни по субъектам Российской Федерации (УВС, ПВ, ЛГ) по состоянию на 04.04.2025 года / Роснедра. — 25 нояб. — 2025. — URL: https://rosnedra.gov.ru/activity/informatsionnye-resursy-i-programmy/svodnyy-perechen-uchastkov-nedr-predlagaemykh-dlya-predostavleniya- v-polzovanie-v-2025-godu-dlya-raz40425 (дата обращения 25.11.2025).

11. Отчет о социальной деятельности Группы «Газпром» за 2024 год / ПАО «Газпром». — URL:https://sustainability.gazpromreport.ru/2024/ environmental-protection/biodiversity-preservation/#c13556 (дата обращения: 25.11.2025).

12. Годовой отчет ПАО «НК «Роснефть» за 2014 г. / ПАО «НК «Роснефть». — URL: https://www.rosneft.ru/Investors/annual_reports (дата обращения: 25.11.2025).

13. Годовой отчет ПАО «ЛУКОЙЛ» за 2024 год / ПАО «Лукойл». — URL: https://mec-analytics.ru/upload/iblock/68b/zfb8pc3015yqehb4fge0dcc6twoee45k/ Годовой%20отчет %20ПАО %20ЛУКОЙЛ %20за %202024 %20г.pdf (дата обращения: 25.11.2025).

14. Рекультивация земель, охрана лесов // ПАО «Сургутнефтегаз». — URL: https://www.surgutneftegas.ru/responsibility/ecology/prirodookhrannye- meropriyatiya/okhrana-ratsionalnoe-ispolzovanie-zemel (дата обращения: 25.11.2025).

15. Шаповалова А. Названо число высаженных предприятиями «Роснефти» деревьев за год / А. Шаповалова // Lenta.ru. — 10 янв. — 2024. — URL: https://lenta.ru/news/2024/01/10/vysazhennyh (дата обращения: 25.11.2025).

16. Иванов Ю. Как государство и бизнес восполняют лесные ресурсы / Ю. Иванов // Ведомости. — 18 дек. — 2024. — URL: https://www.vedomosti.ru/esg/climate/articles/2024/12/17/1082063-kak-gosudarstvo-i-biznes-vospolnyayut-lesnie-resursi (дата обращения: 25.11.2025).

17. Феоктистов В. А. Особенности оформления прав на лесные участки при подготовке к строительству линейных объектов / В. А. Феоктистов // ЛПК Сибири. — 2023. — № 2. — С. 32–35.

18. ВС напомнил о порядке лесовосстановления, если положение об этом не включено в договор аренды участка //Адвокатская газета. — 12 сент. — 2022. —

URL: https://www.advgazeta.ru/novosti/vs-napomnil-o-poryadke-lesovosstanovleniya-esli-polozhenie-ob-etom-ne-vklyucheno-v-dogovor-arendy-uchastka (дата обращения: 25.11.2025).

Информация об авторе

Каницкая Людмила Васильевна — доктор химических наук, профессор кафедры отраслевой экономики и управления природными ресурсами, Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, kanlv@mail.ru.

Author

Kanitskaya Lyudmila Vasilyevna — D. Sc. in Chemistry, Professor at the Department of Industrial Economics and Natural Resources Management, Baikal State University, 11 Lenin Str., Irkutsk, 664003, kanlv@mail.ru.

УДК 630*232.3

Т. Л. Курская,
Г. В. Давыдова

КАК АДАПТИРОВАТЬ ПЕРЕДОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ КИТАЯ В ЛЕСАХ РОССИИ С ЦЕЛЬЮ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИХ ВОСПРОИЗВОДСТВА?

Цель работы заключалась в выявлении основных инструментов организации лесовосстановительных работ в Китае и возможностей их адаптации к российским реалиям с целью интенсификации воспроизводства лесов. В работе показано, что политика и практика лесовосстановительных работ в Китае является более успешной, чем в России. Это выражается в том, что за исследуемый период лесные площади Китая растут, тогда как в России — сокращаются, коэффициенты баланса лесов в Китае выше, чем в России. Несмотря на значительный потенциал для развития лесного хозяйства Россия сталкивается с рядом существенных вызовов и угроз. Комплексное преодоление этих препятствий является необходимым условием для обеспечения дальнейшего устойчивого функционирования лесного сектора. В рамках данного исследования были определены ключевые характеристики и выявлены специфические особенности лесовосстановления в каждой из стран, включая анализ динамики лесных массивов, площадей, пострадавших от пожаров, объемов проводимых лесовосстановительных работ, а также показателей их эффективности. Представлена схема адаптации отдельных инструментов китайской системы лесовосстановительных работ к российской действительности, позволяющая повысить качество и эффективность работ.

Ключевые слова: лесовосстановление; интенсификация; инструментов организации лесовосстановительных работ; лесные площади; Китай; Россия; устойчивое развитие; адаптация.

T. L. Kurskaya,
G. V. Davydova

HOW CAN CHINA'S ADVANCED FOREST REGENERATION TOOLS BE ADAPTED TO RUSSIAN FORESTS TO INCREASE THEIR REPRODUCTION?

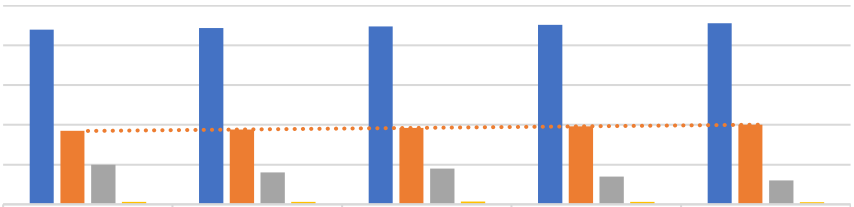
The aim of this study was to identify the key tools for organizing forest restoration in China and the potential for adapting them to Russian realities to intensify forest reproduction. The study demonstrates that forest restoration policies and practices in China are more successful than in Russia. This is reflected in the fact that, over the study period, forest area in China increased, while in Russia it decreased, and forest balance ratios in China are higher than in Russia. Despite significant potential for forestry development, Russia faces a number of significant challenges and threats. Comprehensively overcoming these obstacles is necessary to ensure the con-

tinued sustainable functioning of the forest sector. This study identified key characteristics and revealed specific features of forest restoration in each country, including an analysis of forest area dynamics, areas affected by fires, the volume of forest restoration work carried out, and indicators of its effectiveness. A scheme for adapting individual tools of the Chinese forest restoration system to Russian conditions is presented, allowing for improved quality and efficiency.

Keywords: reforestation; intensification; forest restoration tools; forest areas, China; Russia; sustainable development; adaptation.

Технологии лесовосстановления и лесоразведения в Китае представляют собой уникальный феномен, сформированный под воздействием острого экологического кризиса и амбициозных государственных целей. Их можно охарактеризовать не просто как набор агротехнических приемов, а как высоко интегрированную государственную систему, в которой экология, экономика и социальная политика неразрывно связаны.

Китай, будучи одной из крупнейших стран мира, уделяет значительное внимание управлению своими лесными ресурсами. Площадь лесов в этом государстве растет уже 35 лет подряд. За все время наблюдения с 1990 г. этот показатель увеличился в 1,45 раза. Площадь лесов (включая искусственные насаждения) Китая в 2025 г. составила 2 271 530 км², что на 0,714 % больше, чем в 2024 г. когда она была равна 2 255 420 км² [1]. На рисунке представлены дополнительные данные по состоянию лесов Китая с 2019 по 2023 гг.



	2019	2020	2021	2022	2023
Площадь лесного покрова, млн.га	220	222	224	226	228
Площадь искусственных лесонасаждений, млн. га	92,4	94,35	96,32	98,31	100,32
Площадь пострадавших лесов от пожаров, млн. га	50	40	45	35	30
Площадь поврежденная вредителями и болезнями, млн. га	3,3	3,1	3,6	2,9	2,7

Динамика изменения состояния лесов в Китае (2019–2023 гг.)

Китай добился значительных успехов в увеличении площади лесов, что является важным шагом в борьбе с деградацией земель и изменением климата.

Исходя из данных, представленных на рисунке, можно отметить, что за 5 лет наблюдается положительная динамика состояния лесов в Китае:

– за анализируемый период площадь лесного покрова увеличилась на 3,6 %, площадь искусственных насаждений увеличилась на 8,6 %;

– площади пострадавших лесов от пожара и поврежденных вредителями и болезнями значительно уменьшились на 40 и 18 %.

Китай добился значительных успехов в увеличении площади лесов, что является важным шагом в борьбе с деградацией земель и изменением климата путем снижения числа лесных пожаров (усилия по профилактике и тушению пожаров приносят свои плоды, уменьшая потери лесных ресурсов); развитием лесного хозяйства (активно внедряются современные технологии и методы управления лесами).

В целом, Китай демонстрирует положительную динамику в увеличении площади лесного покрова. Это является результатом целенаправленных усилий правительства по лесовосстановлению и борьбе с опустыниванием. Однако, важно понимать, что увеличение площади лесов, не всегда равнозначно улучшению их качества и биоразнообразия.

Объем посадок в рамках программ лесовосстановления: Китай ежегодно высаживает миллиарды деревьев. Например, в рамках кампании «Великое зеленое строительство» (Great Green Wall) и других инициатив, ежегодные объемы посадок исчисляются миллиардами саженцев. По данным, представленным в отчете National Forestry and Grassland Administration (NFGA), в 2023 г. в КНР было посажено около 4,5 млрд деревьев в рамках различных программ лесовосстановления и лесоразведения [2].

Адаптация китайских инструментов и методов могла бы стать мощным катализатором для системного повышения качества лесовосстановления и лесоразведения в России. Ключевые инструменты и пути их внедрения в российских условиях представлены в табл. 1.

Таблица 1

Ключевые инструменты и пути их внедрения в российских условиях

Виды инструментов	Инструмент Китая	Суть адаптации для России	Ожидаемый эффект
Организационно-управленческие инструменты	Целевые государственные программы (нацпроекты)	Создание федеральной программы «Лесной ренессанс» с четкими KPI (key performance indicator, или ключевые показатели эффективности) по качеству, а не только по площади. Фокус — на деградированных землях.	Концентрация ресурсов, межведомственное взаимодействие, ясные цели для регионов.
	Стимулирование населения («Grain for Green»)	Введение прямых выплат фермерам и сельхозпредприятиям за перевод малопродуктивных земель в «экономические леса».	Снижение пожаров на заброшенных землях, вовлечение населения, создание новых доходов.
	Вертикаль контроля	Создание независимой службы мониторинга при Рослесхозе с прямым подчинением центру.	Повышение качества проверок и достоверности отчетности.
Технологические инструменты	Массовое применение дронов	Создание региональных «авиалесохозяйственных эскадрилий» для аэросева, мониторинга приживаемости и оценки санитарного состояния.	Резкое снижение затрат на восстановление в труднодоступных таежных и гаревых районах.

Окончание табл. 1

Виды инструментов	Инструмент Китая	Суть адаптации для России	Ожидаемый эффект
	Технологии микро-орошения	Пилотное внедрение систем капельного орошения на наиболее ценных участках (противопожарные разрывы, городские леса, питомники).	Повышение приживаемости сеянцев в засушливых регионах (Юг Сибири, Поволжье).
	Использование саженцев с ЗКС	Перевод лесопитомников на массовое производство сеянцев с закрытой корневой системой.	Удлинение сроков посадки, повышение приживаемости до 85–90 %.
Научно-адаптационные инструменты	Создание «экономических лесов»	Разработка госпрограммы по закладке плантаций орехоплодных (кедр, орех) и ягодных культур на неиспользуемых землях.	Диверсификация лесного хозяйства, создание «зеленого» бизнеса.
	Региональные породные стратегии	Разработка для каждого лесного района «Породных паспортов» с подбором оптимальных смесей (хвойные и лиственные древостои).	Повышение устойчивости насаждений к пожарам и вредителям.
Информационно-аналитические инструменты	Цифровые платформы мониторинга	Интеграция данных Рослесхоза, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) и космического мониторинга в единую геоинформационную систему (ГИС) «Цифровой лес».	Прозрачность, оперативное выявление проблем, оценка эффективности лесовосстановительных работ (ЛВР).
	Система публичных рейтингов	Ежегодный публичный рейтинг регионов по качеству ЛВР (приживаемость, видовое разнообразие).	Создание стимулов для губернаторов, рост общественного контроля.

Составлена и рассчитана авторами по: FAO: https://www.fao.org/statistics/ru/.

Преимущества адаптации китайских инструментов лесовосстановительных работ к условиям России:

− рост эффективности: технологии (дроны, посадочный материал с закрытой корневой системой) напрямую повысят приживаемость и снизят расходы;

− экономическая устойчивость: «Экономические леса» создадут новую отрасль недревесного лесопользования;

− социальный эффект: прямые выплаты населению предотвратят прекращение хозяйственной деятельности на землях и снизят пожароопасность.

Потенциальные риски и барьеры:

− коррупция: прямые выплаты населению требуют прозрачных механизмов распределения;

− нормативные препятствия: необходимы изменения в Лесном кодексе, разрешающие создание «экономических лесов» на землях лесного фонда;

− климатические различия: не все китайские технологии (например, микро-орошение) рентабельны в условиях водного дефицита в Сибири.

− России не нужно копировать китайскую модель, но критически важно заимствовать ее системный подход. Наиболее перспективны для немедленной адаптации:

− использование дронов для мониторинга и аэросева;

− создание системы стимулирования населения через выплаты и программу «экономических лесов»;

− разработка четких федеральных KPI по качеству ЛВР, а не только по объемам.

Это позволит перейти от экстенсивной модели «учетных» гектаров к интенсивной модели выращивания устойчивых и ценных лесных экосистем.

Почему России целесообразно перенимать опыт лесовосстановительных работ Китая, а не других стран? Вопрос о целесообразности заимствования опыта лесовосстановительных работ Китая Россией снимается рядом специфических аспектов, которые делают китайский опыт особенно релевантным для России.

Китай, как и Россия, обладает огромными территориями, что делает логистику лесовосстановительных работ сложной и дорогостоящей задачей. Однако, благодаря своему географическому положению и развитой инфраструктуре, Китай смог оптимизировать логистические цепочки для доставки посадочного материала, техники и рабочей силы в удаленные районы путем активного инвестирования строительства железных дорог и водных путей, которые проникают в отдаленные лесные массивы. Это позволяет оперативно доставлять необходимые ресурсы и вывозить продукцию. Общая протяженность автомобильных дорог в Китае по данным, представленным на сайте [3], к 2025 г. составляла более 5,43 млн км.

Китай ежегодно выделяет значительные средства на развитие транспортной сети. Например, в 2023 г. инвестиции в основные средства в транспортном секторе Китая составили около 3,9 трлн юаней (примерно 548,7 млрд долларов США) [4].

Россия также обладает обширной территорией, но ее транспортная инфраструктура, особенно в Сибири и на Дальнем Востоке, менее развита и более фрагментирована. Это создает значительные логистические трудности для лесовосстановительных работ.

Необходимо отметить и то, что государственная политика Китая в области лесного хозяйства часто предполагает централизованное планирование и координацию, что упрощает логистику на национальном уровне.

Некоторые регионы Китая, особенно на Дальнем Востоке, имеют общую границу с Россией. Это может упростить логистику для совместных проектов или поставок оборудования и специалистов.

Историческое взаимодействие между Россией и Китаем, особенно в контексте сотрудничества в сфере лесного хозяйства, может служить основой для более эффективного обмена опытом.

В прошлом Россия и Китай уже реализовывали совместные проекты в области лесного хозяйства, что позволило накопить определенный опыт взаимодействия и понимания специфики работы друг с другом. Исторически сложившиеся научные и образовательные связи между странами способствуют обмену знаниями и технологиями в области лесоводства. Несмотря на различия, неко-

торые аспекты культурного и ментального восприятия природы и труда могут облегчать адаптацию и внедрение китайских инструментов.

Китай сделал колоссальные инвестиции в механизацию и автоматизацию ЛВР, что позволяет ему достигать высокой эффективности и масштабируемости. Инвестиции включают с себя:

− современная техника (китайские компании производят и используют широкий спектр специализированной техники для посадки, ухода за саженцами, борьбы с вредителями и болезнями, а также для сбора семян. Это могут быть роботизированные системы посадки, дроны для мониторинга и опрыскивания, а также высокопроизводительные машины для подготовки почвы);

− инновационные технологии (ГИС для планирования и мониторинга, а также биотехнологии для выведения более устойчивых и быстрорастущих пород деревьев);

− масштабность применения (благодаря механизации, Китай способен проводить лесовосстановительные работы на огромных площадях в сжатые сроки, что является критически важным для достижения амбициозных целей по лесовосстановлению).

Общий объем инвестиций в лесное хозяйство огромен, однако точные цифры по механизации лесовосстановления трудно выделить. Так в статье от 2025 г. [5] отмечают: «В Китае было посажено 4,45 млн га лесов и улучшено 3,22 млн га степных угодий... Согласно данным, представленным на всекитайской видеоконференции по работе в сфере лесного и степного хозяйства, в прошлом году также было рекультивировано 2,45 млн га опустыненных и каменистых территорий, а площадь лесного покрова превысила 25 %. Частью этих усилий стало выделение 32 млрд юаней /около 4,46 млрд долларов США/ на программу «Три севера» — крупнейшую в мире программу лесопосадок для борьбы с опустыниванием на северо-западе, севере и северо-востоке Китая. Финансирование оказало поддержку 287 проектам и 58 растительным питомникам». Китай является одним из крупнейших производителей сельскохозяйственной и лесохозяйственной техники в мире. Например, объем производства тракторов и другой сельхозтехники исчисляется миллионами единиц в год, часть из которых адаптирована для лесных работ [6].

Прогнозы показывают, что к 2026 г. рынок сельскохозяйственных дронов (включая лесное хозяйство) в Китае может превысить 137 млрд долларов (1 трлн юаней) значительная часть которых используется для опрыскивания и мониторинга [7].

Россия также стремится к механизации лесовосстановительных работ, но уровень внедрения передовых технологий и масштабы применения механизированных комплексов пока уступают Китаю. Существующий парк техники зачастую сильно устаревший, а разработка и внедрение новых решений идет медленно.

Давность и глубина системы лесоустройства в стране напрямую влияют на эффективность лесовосстановительных работ. Китай, несмотря на относительно недавний бум в лесовосстановлении, имеет долгую историю развития

систем учета и планирования лесных ресурсов, которые постоянно совершенствовались.

Хотя масштабные программы лесовосстановления в Китае активизировались во второй половине XX в., основы лесного учета и планирования закладывались и ранее. Первые попытки систематического учета лесов предпринимались еще в начале XX в., но действительно научный подход начал формироваться с середины века, особенно после создания Народной Республики Китай.

Современная система лесоустройства в Китае характеризуется высокой степенью детализации и использованием передовых технологий. Она включает:

− детальный учет количественных характеристик (площадь лесных насаждений, запас древесины, возрастные структуры, породный состав, продуктивность);

− оценка качественных характеристик (состояние лесов, наличие вредителей и болезней, пожарная опасность, экологические функции);

− использование ГИС и дистанционного зондирования: активное применение спутниковых снимков, аэрофотосъемки и геоинформационных систем для создания точных карт лесного фонда, мониторинга изменений и планирования мероприятий.

Разработку долгосрочных планов лесопользования и лесовосстановления, производят обычно на 10–20 лет вперед, с учетом климатических изменений и социально-экономических потребностей. Регулярные лесоустроительные работы требуются для актуализации данных, и их проводят обычно один раз в 5–10 лет.

Китай активно использует спутниковые данные для мониторинга лесного покрова. Например, данные с китайских спутников серии «Гаофэнь» (Gaofen) и других платформ используются для оценки состояния лесов, выявления незаконных вырубок и мониторинга эффективности лесовосстановления. (Источник: Китайское национальное космическое управление (CNSA) и научные публикации по дистанционному зондированию).

Система лесоустройства в России имеет гораздо более давнюю историю. Россия обладает одной из самых развитых в мире систем лесного планирования и учета, основанной на многолетних традициях и научных разработках. Лесоустройство в России проводится с конца XIX в. Существуют детальные инструкции и методики, регламентирующие проведение лесоустроительных работ, включая:

− подробный учет таксационных показателей (диаметр, высота, возраст, запас древесины на единицу площади), породный состав, возрастные классы, бонитет (продуктивность);

− оценку состояния насаждений, наличие повреждений (вредители, болезни, ветровалы), пожарная опасность, оценка лесосеменных ресурсов;

− разработку проектов освоения лесов, лесохозяйственных регламентов, которые определяют объемы рубок, мероприятия по лесовосстановлению и уходу за лесом на длительный период (обычно 10 лет).

По данным Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз), по состоянию на 1 января 2023 г. общая площадь лесного фонда России составляет

1183,7 млн га, или 11,837 млн км^2, а покрытая площадь лесной растительностью — 765 млн га. Лесистость составляет 46,5 % [8].

В России лесоустройство проводится в среднем раз в 10–15 лет для большинства регионов [9].

В 2023 г. в России было проведено лесовосстановление на площади 1,18 млн гектаров, что составило 100,4 % от плановых показателей [10].

Несмотря на более давнюю и глубокую историю лесоустройства в России, ключевое преимущество китайского опыта заключается в его масштабе, скорости внедрения современных технологий и высокой степени механизации. Россия, имея фундаментальную базу, отстает в практической реализации масштабных лесовосстановительных программ, особенно в части применения передовых технологий и механизации.

Китай, столкнувшись с серьезными экологическими проблемами и необходимостью быстрого восстановления лесного покрова, смог мобилизовать огромные ресурсы, разработать и внедрить эффективные, масштабируемые и технологичные решения. Именно в этих аспектах — скорость, масштабируемость, механизация, использование современных цифровых технологий для мониторинга и планирования на больших территориях — Россия может и должна учиться у Китая.

России целесообразно перенимать опыт лесовосстановительных работ Китая не потому, что китайская система лесоустройства более давняя или фундаментальная (в России она имеет более долгую историю и глубокую научную базу), а по ряду других, критически важных для текущей ситуации, причин:

Масштабность и скорость реализации: Китай продемонстрировал способность проводить лесовосстановительные работы в беспрецедентных масштабах и в сжатые сроки. Это достигается за счет высокой степени механизации, автоматизации и эффективной организации труда. Россия, имея огромные территории, сталкивается с вызовами, где скорость и масштаб имеют решающее значение для противодействия деградации лесов и изменениям климата.

Передовые технологии и механизация: Китай активно инвестирует в разработку и внедрение новейших технологий в области лесовосстановления. Это включает роботизированные системы посадки, дроны для мониторинга и опрыскивания, высокопроизводительную технику для подготовки почвы и ухода за молодняками. Россия, несмотря на наличие научных разработок, часто отстает в их практическом внедрении и масштабировании.

Эффективная логистика на больших территориях: опыт Китая в организации логистики лесовосстановительных работ на обширных и зачастую труднодоступных территориях может быть крайне полезен для России. Развитая транспортная инфраструктура, централизованное планирование и использование современных логистических решений позволяют Китаю оперативно доставлять ресурсы и технику в нужные районы.

Экономическая мотивация и экспортный потенциал: китайская экономика сильно зависит от лесных ресурсов для производства экспортной продукции (бумага, мебель). Это создает мощный стимул для поддержания устойчивого лесопользования и эффективного лесовосстановления. Россия, будучи крупным

экспортером лесной продукции, также заинтересована в долгосрочной устойчивости своих лесных ресурсов, и китайский опыт может помочь в оптимизации этих процессов.

Инновационный подход к лесоустройству: хотя российская система лесоустройства имеет долгую историю, китайский подход, интегрирующий современные цифровые технологии (ГИС, дистанционное зондирование, большие данные) для детального учета, мониторинга и прогнозирования, может предложить новые, более эффективные методы планирования и управления лесными ресурсами на больших территориях.

России следует не просто копировать, а адаптировать и интегрировать лучшие практики Китая, особенно в области масштабной механизации, применения передовых технологий, оптимизации логистики и использования цифровых инструментов для управления лесными ресурсами. Это позволит повысить эффективность и скорость лесовосстановительных работ, обеспечивая устойчивое развитие лесного сектора и сохранение уникальных лесных экосистем России.

Для успешной адаптации китайских передовых технологий лесовосстановления в России и, как следствие, интенсификации воспроизводства лесов, критически важна оценка результативности лесовосстановительных работ в обеих странах за рассматриваемый период.

Данные, представленные в табл. 2, позволяют провести сравнительный анализ динамики показателей результативности лесовосстановительных работ в России и Китае за период с 2013 по 2023 гг. Общие тенденции процессов ЛВР двух анализируемых стран:

− в России наблюдается отрицательная динамика по ключевому показателю — площади, покрытой лесной растительностью. Несмотря на увеличение площади лесовосстановления и лесоразведения, а также снижение выбытия лесов, общий лесной покров сократился. Коэффициент баланса значительно улучшился, но приживаемость насаждений также показала рост;

− Китай демонстрирует положительную динамику по большинству показателей. Площадь, покрытая лесной растительностью, увеличилась, как и площадь лесовосстановления и лесоразведения. Выбытие лесов незначительно сократилось. Коэффициент баланса показал феноменальный рост, а приживаемость насаждений остается на высоком уровне.

Таблица 2

Показатели результативности организации лесовосстановительных работ в России и Китае

Показатель	Россия		Абсолютное отклонение параметров 2013 г. к 2023 г.	Китай		Абсолютное отклонение параметров 2013 г. к 2023 г.
	2013 г.	2023 г.		2013 г.	2023 г.	
1. Площади, покрытые лесной растительностью, млн га	796,6	765,0	–31,6	199,6	219,4	+18,7
2. Площадь лесовосстановления и лесоразведения, млн га	0,813	1,18	+0,367	0,387	1,34	+0,937

Окончание табл. 2

Показатель	Россия		Абсолютное отклонение параметров 2013 г. к 2023 г.	Китай		Абсолютное отклонение параметров 2013 г. к 2023 г. 2023 г.
	2013 г.	2023 г.		2013 г.	2013 г.	
3. Выбытие лесов (эксплуатационные, пожары и др.), млн га	1,4	1,23	–0,17	0,5	0,454	+0,046
4. Коэффициент баланса, проц.	58	96	+38	77,4	295,1	+217,7
5. Приживаемость насаждений, проц.	50	60–70	+10	88	95	+8

Составлена и рассчитана авторами по: FAO: https://www.fao.org/statistics/ru/.

Данные табл. 2 показывают, что за последние десять лет (2013–2023 гг.) в России наблюдается значительное сокращение площадей, покрытых лесной растительностью. Это тревожный сигнал, указывающий на то, что темпы лесовосстановления и лесоразведения пока не компенсируют естественные и антропогенные потери лесов. В Китае наблюдается увеличение площадей, покрытых лесной растительностью. Это свидетельствует об успешной реализации масштабных программ по увеличению лесного покрова.

Несмотря на положительную динамику обеих стран по увеличению площадей лесовосстановления и лесоразведения, указывающую на активизацию усилий по восстановлению лесов, видно, что этого недостаточно для компенсации потерь. В свою очередь Китай демонстрирует более активный подход к лесовосстановлению и лесоразведению, что является ключевым фактором роста общего лесного покрова.

Также наблюдается существенное улучшение коэффициента баланса в Россия с 58 до 96 %, рост на +38 %. Это означает, что доля лесовосстановления и лесоразведения по отношению к выбытию лесов значительно увеличилась. Тем не менее, коэффициент все еще ниже 100 %, что подтверждает отрицательную динамику общего лесного покрова.

Китай демонстрирует феноменальный рост с 77,4 до 295,1 %, увеличение на +217,7 %. Этот показатель свидетельствует о том, что в Китае темпы лесовосстановления и лесоразведения значительно превышают темпы выбытия лесов. Коэффициент выше 100 % означает активное наращивание лесного покрова.

Приживаемость насаждений в Китае имеет более высокий показатель 88 до 95 % по сравнению с Россией (60–70 %). Это демонстрирует качество проводимых работ и благоприятные условия для роста молодых насаждений.

Китай демонстрирует более высокую результативность в организации лесовосстановительных работ, что выражается в устойчивом росте лесного покрова и значительном превышении темпов лесовосстановления над выбытием лесов. Это достигается за счет масштабных программ лесоразведения и высокой эффективности самих работ (приживаемость).

Россия сталкивается с проблемой сокращения общего лесного покрова, несмотря на активизацию усилий по лесовосстановлению и лесоразведению. Это указывает на необходимость пересмотра стратегии управления лесными ресурсами, возможно, с акцентом на:

− усиление мер по предотвращению и тушению лесных пожаров, которые являются одной из основных причин выбытия лесов;

− повышение эффективности лесовосстановления, в том числе за счет улучшения качества посадочного материала и выбора наиболее подходящих для конкретных условий пород деревьев;

− анализ причин выбытия лесов, помимо пожаров, и разработку мер по их минимизации;

− увеличение объемов лесовосстановления и лесоразведения до уровня, который позволит не только компенсировать потери, но и обеспечить устойчивый рост лесного покрова;

− сравнение коэффициента баланса наглядно демонстрирует разницу в подходах: в Китае он значительно превышает 100 %, что означает активное наращивание лесных площадей, в то время как в России он остается ниже этого порога, несмотря на положительную динамику.

Список использованной литературы

1. Площадь лесов. Китай // statbase. — URL: https://statbase.ru/data/chn-forest-area (дата обращения: 28.11.2025).

2. The 2023 report on the State of the Ecology and Environment in China is released in accordance with the Environmental Protection Law of the People's Republic of China / May 24, 2024. — 78 p. — URL: https://english.mee.gov.cn/Resources/Reports/soe/SOEE2019/202408/P020240828593686591369.pdf (дата обращения: 28.11.2025).

3. Road Network Size by Country 2025 // World Population Review. — URL: https://worldpopulationreview.com/country-rankings/road-network-size-by-country (дата обращения: 28.11.2025).

4. В Китае рассказали об успехах в развитии транспортной сети // Труд. Новости. — 28 февр. — 2024. — URL: https://www.trud.ru/article/28-02-2024/1593491_v_kitae_rasskazali_ob_uspexax_v_razvitii_transportnoj_seti.html (дата обращения: 28.11.2025).

5. В Китае было посажено 4,45 млн га лесов в 2024 // PrimaMedia. — 27 янв. — 2025. — URL: https://primamedia.ru/news/1956652 (дата обращения: 28.11.2025).

6. ReCAMA Regional Sub-Directory of Conservation Agriculture and Straw Management Machinery and Equipment Manufacturers / Китайская ассоциация производителей сельскохозяйственной техники (CAAMM). — September 2023. — 48 p. — URL : https://www.un-csam.org/sites/default/files/2023-09/ReCAMA%20Regional %20Sub-Directory_01Sep2023_0.pdf (дата обращения: 28.11.2025).

7. Мировой рынок аграрных беспилотных авиационных систем // Обзор использования беспилотных систем в аграрном секторе России. Методические рекомендации. — URL: https://obzoragrodronov.ru/chapter %203 (дата обращения: 28.11.2025).

8. Государственный лесной реестр // Федеральное агентство лесного хозяйства. — URL: https://rosleshoz.gov.ru/activity/forest-register (дата обращения: 28.11.2025).

9. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 26.12.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2025).

10. Батуркин А. Н. Отчет о результатах контрольного мероприятия «Аудит деятельности уполномоченных органов по управлению земельными участками земель лесного фонда в рамках переданных полномочий в 2023 году и истекшем периоде 2024 года» / А. Н. Батуркин / Утвержден Коллегией Счетной палаты Российской Федерации 26 декабря 2024 года. — 56 с. — URL: https://ach.gov.ru/upload/iblock/961/o87lvnj5a4mdxj4vp2n1nypb3p1znq1j.pdf (дата обращения: 28.11.2025).

Информация об авторах

Курская Татьяна Леонидовна — главный специалист-эксперт отдела контроля за переданными полномочиями, земельными отношениями и лесоустройством по Иркутской области Департамента лесного хозяйства по Сибирскому федеральному округу, 630091, г. Новосибирск, ул. Крылова, 31; магистрант кафедры отраслевой экономики и управления природными ресурсами, Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, kotuk2009@mail.ru.

Давыдова Галина Васильевна — доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры отраслевой экономики и управления природными ресурсами, Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, DavydovaGV@bgu.ru.

Authors

Kurskaya Tatyana Leonidovna — Chief Specialist-Expert at the Department of Control over Transferred Powers, Land Relations, and Forest Management in the Irkutsk Region of the Department of Forestry in the Siberian Federal District, 31 Krylov Street, Novosibirsk, 630091; Master's Student at the Department of Sectoral Economics and Natural Resource Management, Baikal State University, 11 Lenin Str., Irkutsk, 664003, kotuk2009@maill.ru.

Davydova Galina Vasilievna — D. Sc. in Economics, Professor, Professor at the Department of Sectoral Economics and Natural Resource Management, Baikal State University, 11 Lenin Str., Irkutsk, 664003, DavydovaGV@bgu.ru.

УДК 630.625*614.84

А. В. Садзанская,
Г. В. Давыдова

ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСНОГО КОНТРОЛЯ (НАДЗОРА) В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ И РАЗДЕЛЕНИЯ ПОЛНОМОЧИЙ ПО ЛЕСНОМУ КОНТРОЛЮ И ЛЕСНОЙ ОХРАНЕ

Цель исследования заключалась в выявлении недоработок в способах организации федерального государственного лесного контроля (надзора) на региональном уровне на примере Иркутской области с акцентом на пожарную безопасность, достоверность оперативной отчетности и управленческую согласованность функций уполномоченного органа и подведомственных учреждений. В работе показано, что снижение средних площадей обнаружения пожаров сочетается с рисками запаздывания регистрации отдельных возгораний по данным термоточек, расхождениями между сведениями ИСДМ-Рослесхоз и региональной отчетностью, а также с кадровыми дефицитами и нарушениями требований к кратности авиапатрулирования в периоды высокой пожарной опасности. Обоснованы методические подходы к оценке результативности надзорной деятельности, включающие критерии своевременности реагирования, полноты и достоверности данных, ресурсной обеспеченности, профилактического эффекта и управляемости процессов. Предложена система показателей и шкал оценивания, позволяющая сопоставлять результативность по годам и выявлять «узкие места» в контуре мониторинга, обнаружения и тушения лесных пожаров. Сформулированы направления совершенствования, ориентированные на регламентацию обмена данными, повышение качества диспетчеризации, укрепление кадрового потенциала и внедрение процедур верификации отчетных сведений.

Ключевые слова: федеральный государственный лесной контроль (надзор); лесная охрана; Иркутская область; лесные пожары; авиапатрулирование; региональная диспетчерская служба; термические точки; результативность надзора; критерии оценки.

A. V. Sadzanskaya,
G. V. Davydova

ASSESSMENT OF THE ORGANIZATION AND FUNCTIONING OF FEDERAL STATE FOREST CONTROL (SUPERVISION) IN THE IRKUTSK REGION AND THE DISTRIBUTION OF POWERS IN FOREST CONTROL AND FOREST PROTECTION

The purpose of the study was to identify shortcomings in the methods of organizing federal state forest control (supervision) at the regional level, using the example of the Irkutsk Region, with a focus on fire safety, the reliability of operational report-

ing, and the management coherence of the functions of the authorized body and its subordinate institutions. The study shows that the decrease in the average areas of fire detection is accompanied by the risks of delayed registration of individual fires based on thermopoints, discrepancies between the ISDM-Rosleskhoz data and regional reporting, as well as staff shortages and violations of the requirements for the frequency of air patrols during periods of high fire danger. Methodological approaches to assessing the effectiveness of supervisory activities have been substantiated, including criteria for timely response, completeness and reliability of data, resource availability, preventive effect, and process management. A system of indicators and evaluation scales is proposed, which allows for comparing the effectiveness of monitoring, detection, and extinguishing forest fires over the years and identifying «bottlenecks» in the monitoring, detection, and extinguishing of forest fires. The paper outlines areas for improvement, focusing on regulating data exchange, improving the quality of dispatching, strengthening human resources, and implementing verification procedures for reporting data.

Keywords: Federal State Forest Control (Supervision); forest protection; Irkutsk region; forest fires; air patrol; regional dispatching service; thermal points; supervision effectiveness; evaluation criteria.

Региональная модель управления лесными отношениями опирается на уполномоченный орган субъекта и сеть подведомственных учреждений, выполняющих задачи охраны, защиты, воспроизводства лесов и обеспечения лесопожарных мероприятий. Совмещение надзорных полномочий с хозяйственными функциями учреждений формирует риск конфликта интересов при оценке качества отчетности и при фиксации нарушений [4, с. 10] (табл. 1).

В части охраны лесов от пожаров функционирует специализированная диспетчерская служба, использующая информационные системы для учета термических аномалий и для координации сил. Практика демонстрирует, что надежность диспетчеризации зависит от регламентов связи, от кадровой устойчивости и от корректного сопоставления термоточек с регистрацией пожаров.

Таблица 1

Схема исполнителей функций лесного контроля и лесной охраны в регионе

Контур функции	Исполнитель	Риск зоны разрыва
Надзор и проверки соблюдения лесного законодательства	Уполномоченный орган субъекта, профильные отделы	Пересечение надзорных и хозяйственных задач при дефиците кадров
Пожарный мониторинг и диспетчеризация	Региональная диспетчерская служба при учреждении	Задержки отработки термоточек, несогласованность каналов связи
Патрулирование и тушение	Лесопожарные формирования и авиаотделения	Невыполнение расчетной кратности патрулирования
Отчетность и представление данных в федеральные системы	РДС и региональные подразделения	Расхождения с ИСДМ и федеральной диспетчерской службой

Ресурсный контур демонстрирует устойчивую недоукомплектованность кадрами и в наземной охране лесов от пожаров и в авиационной охране (табл. 2). Снижение укомплектованности повышает нагрузку на диспетчеризацию и на корректность планирования патрулирования [2].

Таблица 2

Укомплектованность подразделений охраны лесов от пожаров

Год	Укомплектованность подразделений кадрами, шт.				
	Наземная охрана, план	Наземная охрана, факт	Наземная охрана, факт к плану, проц.	Авиационная охрана, план	Авиационная охрана, факт
2023	1 349	1 256	93,1	469	442
2024	1 312	1 260	96,0	470	426
2025	1 349	1 283	95,1	463	414

Фактологические данные показывают наличие трех узлов, влияющих на результативность работ:

− первый узел связан с несовершенством учета и контроля и проявляется через расхождения между плановыми документами и фактическими маршрутами патрулирования, а также через несовпадение площадей лесного фонда в отчетных формах и в утвержденных приказах лесопожарного зонирования;

− второй узел связан с экологическими угрозами от пожаров и проявляется через поздний старт авиационного мониторинга и через снижение выполнения расчетной кратности авиапатрулирования;

− третий узел связан с качеством лесовосстановления: контроль часто фиксирует сам факт проведения работ по посадке сеянцев или саженцев, а не результаты ухода за лесными культурами, которые оцениваются степенью приживаемости.

Узел учета и контроля имеет прямую связь с риск-ориентированным подходом. Индикаторы риска, закрепленные ведомственными актами, нуждаются в сопряжении с региональными данными так, чтобы сигнал риска приводил к проверке и к профилактическим мерам без запаздывания. При наличии расхождений в данных по маршрутам патрулирования и по параметрам зонирования повышается вероятность неадекватного распределения сил и средств, что отражается на площади пожаров и на качестве реагирования.

Узел пожарных угроз проявляется через сочетание технологической оснащенности и управляемости. Рост доли пожаров, зарегистрированных до начала авиапатрулирования, снижает потенциал раннего реагирования. В 2023 г. до старта авиационного патрулирования было зарегистрировано 16 пожаров в зоне авиационного мониторинга, в 2024 г. — 23 пожара, в 2025 г. — 4 пожара. Снижение показателя в 2025 г. не снимает проблему, поскольку выполнение расчетной кратности авиапатрулирования снизилось до 39,81 %.

Узел лесовосстановления связан с тем, что в условиях повторяемости пожаров и высокой антропогенной нагрузки формальная приемка работ по посадке сеянцев или саженцев не обеспечивает устойчивого лесного покрова. Результативность надзора в части лесовосстановления целесообразно оценивать по приживаемости лесных культур после 1–3 лет после проведения работ, также по доле площадей с уходом и по снижению повторной потребности в восстановлении [5].

Показатель средней площади обнаружения пожаров в 2018–2022 гг. имел выраженную нисходящую траекторию с 48,1 га в 2018 г. до 3,6 га в 2022 г. В 2023–2025 гг. показатель удерживался на уровне 1,5–2,4 га (рис. 1). Показатель сред-

ней площади ликвидации демонстрирует волатильность, что отражает влияние погодных факторов и доступности сил пожаротушения. Сравнение 2023–2025 гг. с усредненными значениями 2018–2022 гг. показывает снижение средней площади обнаружения, но наличие рисков по дисциплине данных и по своевременности регистрации пожаров.

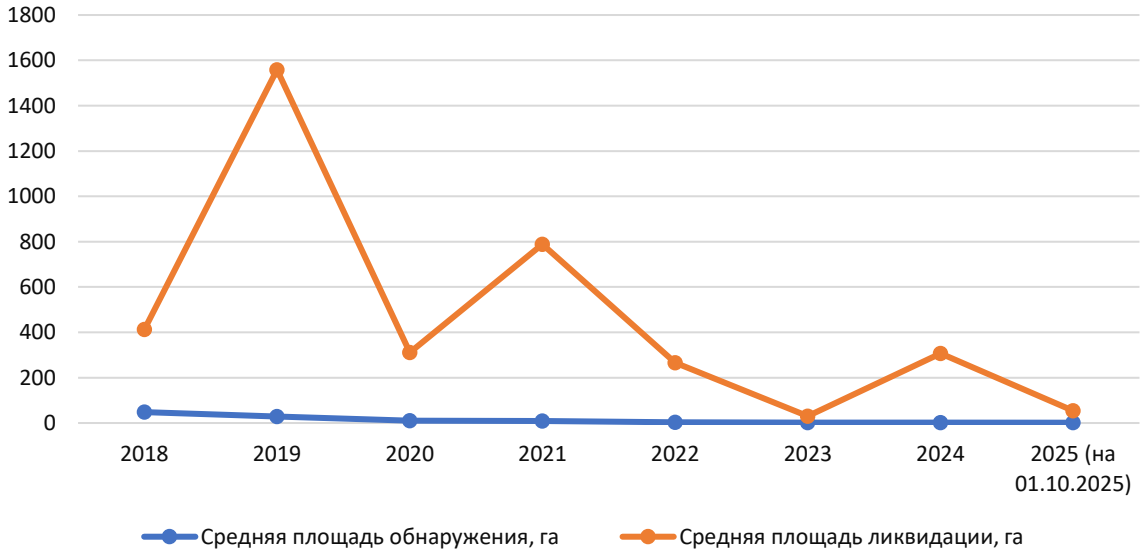


Рис. 1. Средняя площадь обнаружения и ликвидации одного лесного пожара в 2018–2025 гг.

Кратность авиапатрулирования по отношению к расчетной показана в табл. 3. Параметр отражает способность системы выполнять регламент патрулирования в периоды высокого класса пожарной опасности.

Таблица 3

Кратность авиапатрулирования и доля выполнения расчетной кратности

Год	Расчетная	Назначенная	Фактическая	Факт к расчетной, проц.
2023	0,92	0,48	0,61	66,30
2024	0,95	0,33	0,63	66,32
2025	1,08	0,38	0,43	39,81

Дополнительный индикатор управляемости отражает число пожаров, зарегистрированных до начала авиапатрулирования в зоне авиационного мониторинга (табл. 4).

Снижение подобного числа повышает вероятность раннего реагирования, при условии корректной диспетчеризации и своевременного сопоставления термоточек.

Таблица 4

Пожары, зарегистрированные до начала авиапатрулирования

Год	Количество пожаров
2023	16
2024	23
2025	4

Оценка результативности предложена как совокупность трех уровней:

1) уровень соблюдения обязательных требований отражает нарушения регламентов мониторинга, регистрации пожаров и передачи сведений;

2) уровень управляемости процессов отражает устойчивость патрулирования, своевременность проверки термоточек, полноту диспетчеризации и согласованность плановых документов;

3) уровень экологического эффекта отражает показатели раннего обнаружения, скорости локализации и динамики крупных пожаров.

Индекс результативности (IR) предлагается рассчитывать, как взвешенную сумму нормированных показателей по блокам. Нормирование выполняется по массиву территорий или по массиву лет. Применяется обратное нормирование [1]. Низкие значения IR будут свидетельствовать о лучших результатах раннего обнаружения лесных пожаров и высокой скорости их локализации.

Таблица 5

Критерии оценки результативности и источники данных

Блок	Показатель	Операционализация	Источник
Соблюдение требований	Срок проверки термоточки	Доля случаев в нормативном сроке	ИСДМ, журналы РДС
Соблюдение требований	Достоверность сведений	Доля расхождений по площади и по способу обнаружения	ИСДМ, форма 1-ЛО
Процессы	Выполнение расчетной кратности авиапатрулирования	Факт к расчетной, проц.	Налет часов, планы патрулирования
Процессы	Укомплектованность лесопожарных формирований	Факт к плану, проц.	Штатное расписание
Эффект	Средняя площадь обнаружения пожара	га на один случай возгорания, обратное нормирование	Форма 1-ЛО
Эффект	Средняя площадь ликвидации пожара	га на один случай ликвидации пожара, обратное нормирование	Форма 1-ЛО
Эффект	Пожары до старта авиапатрулирования	Количество случаев возгорания, обратное нормирование	Оперативная отчетность
Прозрачность	Согласованность документов	Доля совпадений планов и распоряжений с фактическими результатами	Сводные планы, распоряжения

Формально IR равно сумме произведений веса блока и среднего значения нормированных показателей блока. Для апробации использованы веса 0,30 для соблюдения требований, 0,30 для управляемости процессов, 0,30 для экологического эффекта, 0,10 для прозрачности данных. В ведомственном регламенте допустима корректировка весов с учетом приоритетов пожароопасного сезона.

Для демонстрации применимости индекса выполнена пробная свертка на наборе измеримых показателей. Пример использует укомплектованность,

выполнение расчетной кратности авиапатрулирования, среднюю площадь обнаружения и число пожаров до старта авиапатрулирования. Расчет отражает сравнительную динамику 2023–2025 гг. и может быть расширен на блоки достоверности сведений и соблюдения сроков проверки термоточек (табл. 6).

Таблица 6

Пример расчета интегрального индекса IR на наборе измеримых показателей

Год	Укомплектованность, проц.	Авиапатруль, факт к расчетной, проц.	Средняя площадь обнаружения, га	Пожары до старта авиапатруля, шт.	IR, условный
2023	93,4	66,30	2,3	16	0,396
2024	94,6	66,32	2,4	23	0,600
2025	93,7	39,81	1,5	4	0,570

Сопоставление организационных и результативных признаков позволяет сформировать пакет мер по контурам учета, мониторинга, кадров и регламентации. Меры ориентированы на снижение задержек проверки термоточек, на повышение достоверности сведений о пожарах, на согласованность документов планирования и на контроль качества лесовосстановления [3]:

− выравнивание контура данных РДС и ИСДМ через ежедневную валидацию расхождений и фиксацию причин задержек проверки термоточек;

− унификация правил записи способа обнаружения и площади на момент регистрации пожара с приложением космических материалов или акта облета при регистрации по данным ДЗЗ;

− введение контроля выполнения кратности авиапатрулирования по каждому авиаотделению в привязке к классу пожарной опасности и к прогнозу погоды;

− раздельное закрепление ответственности за надзорные решения и за хозяйственные функции учреждений, выполняющих тушение и лесохозяйственные работы;

− единый реестр маршрутов патрулирования с версионированием документов и протоколом изменений для исключения расхождений между сводными планами и распоряжениями;

− надзор за лесовосстановлением по результату приживаемости и по факту ухода на горизонте 1–3 лет, с включением дистанционного мониторинга в акт приемки;

− перенастройка индикаторов риска на основании региональной статистики нарушений и пожаров с последующим планированием профилактических визитов.

Для снижения экологических потерь целесообразно развивать превентивные практики. В пожароопасные периоды приоритет получает раннее обнаружение и локализация. В части вредителей и болезней требуется сопряжение лесопатологического мониторинга с надзором за санитарными мероприятиями и за оборотом древесины. В части качества лесовосстановления оценка результата должна учитывать породный состав и соответствие лесорастительным условиям, а также наличие ухода.

Региональная практика показывает, что оценка результативности лесного надзора требует учета не только итоговых пожарных показателей, но и качества управленческого контура, прежде всего дисциплины данных и своевременности регистрации.

Методика, основанная на критериях соблюдения требований, управляемости процессов, экологического эффекта и прозрачности, обеспечивает сопоставимость результатов по территориям и по годам.

Апробация на материалах Иркутской области выявляет сочетание недоукомплектованности, снижения выполнения расчетной кратности авиапатрулирования в 2025 г. и несогласованности части плановых сведений. Реализация предложенных мер направлена на повышение достоверности информации, укрепление регламентов диспетчеризации и повышение управляемости надзора в условиях высокой природной пожарной опасности.

В практике оценки результативности надзорных органов применяются показатели деятельности, показатели результата и смешанные модели. Показатели деятельности фиксируют ресурсы и объем контрольных и профилактических действий, что удобно для планирования нагрузки. Показатели результата отражают изменения поведения подконтрольных лиц и снижение ущерба. Смешанные модели объединяют дисциплину соблюдения требований, управляемость процессов и экологический эффект, что позволяет уменьшить зависимость выводов от погодных колебаний и от статистических выбросов.

Для лесной сферы предпочтительна смешанная логика, поскольку природный риск способен доминировать над вкладом контрольно-надзорных действий. При доминировании показателей деятельности возникает риск подмены результата активностью, при доминировании эффектов возможно принятие благоприятной сезонной конъюнктуры за управленческий успех. Введение блока прозрачности данных повышает доверие к расчетам и облегчает межрегиональное сопоставление.

В условиях пространственной неоднородности лесного фонда полезен сравнительный анализ по кластеру сопоставимых территорий, где климатические и лесорастительные условия близки. В таком случае индекс результативности может применяться для бенчмаркинга, а отклонения по отдельным показателям используются как основание для управленческой проверки причин и для корректировки планов патрулирования (табл. 7).

Рост роли дистанционного мониторинга и видеонаблюдения переводит надзор в режим доказательности, когда управленческие решения опираются на сопоставимые следы данных.

В практическом контуре целесообразно развивать верификацию термоточек по снимкам высокого пространственного разрешения, сквозную трассировку решения по каждому сигналу и формирование витрин данных для внутреннего контроля качества.

Таблица 7

Сравнение методических подходов к оценке результативности лесного надзора

Подход	Сильные стороны	Ограничения	Применимость
KPI по действиям	Простота сбора данных, сопоставимость по годам	Риск ориентации на активность, слабая связь с ущербом	Контроль регламентов и нагрузки
Оценка по эффекту	Связь с ущербом и с результатом управления	Влияние погоды, сложности отделения вклада надзора	Долгосрочные программы
Индекс риска и комплаенса	Учет дисциплины данных и соблюдения требований	Нужны надежные источники и валидация	ИСДМ, отчетность, РДС
Сопоставление эффективности ресурсов	Поиск лучшей практики при ограниченных ресурсах	Сложность модели, чувствительность к выбросам	Межрегиональный бенчмаркинг

Целевой результат выражается в снижении доли термоточек со статусом проверки свыше нормативного срока и в сокращении случаев занижения площади пожара при регистрации.

Доказательность надзора повышают регламенты хранения материалов: привязка космических снимков к карточке события, автоматическое протоколирование изменения статусов, а также фиксирование причин переноса авиаоблета по метеоусловиям с подтверждением прогноза и фактических наблюдений. Сформированный массив становится основанием для профилактических мероприятий и для оценки качества работы диспетчерских смен.

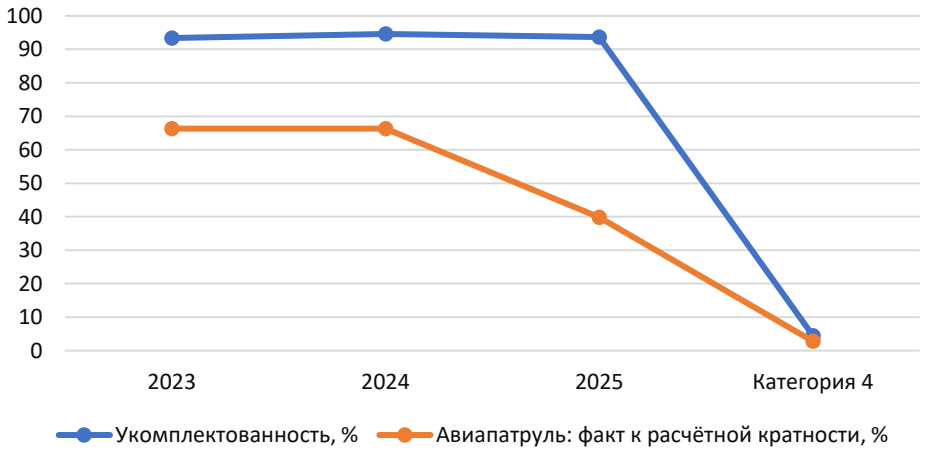


Рис. 2. Динамика укомплектованности и выполнения кратности авиапатрулирования в 2023–2025 гг.

Таким образом, сопоставление укомплектованности и выполнения кратности авиапатрулирования показывает, что при сопоставимом уровне кадровой обеспеченности в 2023–2025 гг. наблюдается снижение выполнения расчетной кратности в 2025 г. Факт указывает на необходимость детализированной проверки факторов, не связанных напрямую с численностью, включая готовность воздушных судов, организацию вылетов и логистику на севере региона.

Выводы:

− модель управления лесными отношениями в регионе организационно устойчива, но совмещение надзорных и хозяйственных функций подведомственных учреждений сохраняет риск конфликта интересов при оценке отчетности и фиксации нарушений;

− кадровая обеспеченность лесопожарных формирований остается недостаточной: фактическая численность ниже плана в наземной и авиационной охране в 2023–2025 гг., что повышает нагрузку на диспетчеризацию и качество планирования патрулирования;

− управляемость авиационного мониторинга снизилась: выполнение расчетной кратности авиапатрулирования сократилось до 39,81 % в 2025 г. при около 66 % в 2023–2024 гг., что повышает вероятность позднего обнаружения и роста площадей пожаров;

− контур учета и данных нуждается в усилении, поскольку фиксируются расхождения между плановыми документами и фактическими параметрами мониторинга и патрулирования, что создает риск ошибочного распределения сил и средств;

− оценивание результативности лесного надзора целесообразно строить как смешанную модель по блокам соблюдения требований, управляемости процессов, экологического эффекта и прозрачности данных, с переносом контроля лесовосстановления на результат по приживаемости и уходу в период 1–3 лет.

Список использованной литературы

1. Об утверждении нормативов обеспеченности субъекта Российской Федерации лесопожарными формированиями, пожарной техникой и оборудованием : Распоряжение от 19.07.2019 № 1605-р (с изменениями на 3 ноября 2023 года). — 22 с. — URL: https://docs.cntd.ru/document/560704084 (дата обращения: 06.12.2025).

2. Петрунин Н. А. Индикативный анализ горимости лесов в России / Н. А. Петрунин // Тр. Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. — 2022. — № 4. — С. 115—137. — DOI 10.21178/2079-6080.2022.4.

3. Порядок организации работ специализированных диспетчерских служб органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченных в области лесных отношений и специализированной диспетчерской службы Федерального агентства лесного хозяйства по отработке информации о зарегистрированных термических точках по данным Информационной системы дистанционного мониторинга (ИСДМ-Рослесхоз) : Утв. решением Федерального штаба по координации деятельности по тушению лесных пожаров от 13.07.2023 № АВ-14/338. — 16 с. — URL: https://aviales.ru/files/documents/2023/fds_svedenya/порядок %20отработки %20термточек %20исдм-рослесхоз.pdf (дата обращения: 06.12.2025).

4. Нагимов В. З. Федеральный государственный лесной надзор : учеб. пособие / В. З. Нагимов. — Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. — 137 с.

5. Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления : Приказ Министерства Природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29.12.2021 № 1024 (ред. от 03.08.2023). Зарегистрирован 11.02.2022 № 67240. — 190 с. — URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202110024?index=184 (дата обращения: 06.12.2025).

Информация об авторах

Садзанская Анна Владимировна — главный специалист по воспроизводству лесов отдела лесообеспечения, филиал ООО «ТимберТранс» по лесным ресурсам, 664007, г. Иркутск, ул. Декабрьских Событий, 125; магистрант кафедры отраслевой экономики и управления природными ресурсами, Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, sadzanskaya@mail.ru.

Давыдова Галина Васильевна — доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры отраслевой экономики и управления природными ресурсами, Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, DavydovaGV@bgu.ru.

Authors

Sadzanskaya Anna Vladimirovna — Specialist in Forest Reproduction at the Wood Supply Department, TimberTrans LLC Branch for Forest Resources, 125 Dekabrskikh Sobytiy Str., Irkutsk, 664007; Master's Student of the Department of Sectoral Economics and Natural Resource Management, Baikal State University, 11 Lenin Str., Irkutsk, 664003, sadzanskaya@mail.ru.

Davydova Galina Vasilievna — D. Sc. in Economics, Professor, Professor at the Department of Sectoral Economics and Natural Resource Management, Baikal State University, 11 Lenin Str., Irkutsk, 664003, DavydovaGV@bgu.ru.