ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

На правах рукописи

Осипенко Алексей Евгеньевич

Воспроизводство и омоложение сосновых насаждений в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров

4.1.6. «Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация»

Диссертация на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Залесов Сергей Вениаминович

Екатеринбург – 2026

Содержание

Введение 4
Глава 1. Природные условия района исследований 13
1.1. Географическое местоположение 13
1.2. Районирование 15
1.3. Климат 23
1.4. Рельеф 29
1.5. Почвы 31
1.6. Гидрология 34
1.7. Лесной фонд 36
Выводы 57
Глава 2. Особенности и проблемы воспроизводства ленточных боров 59
2.1. Особенности лесовосстановления 59
2.2. Закономерности роста и развития сосновых насаждений естественного и искусственного происхождения 68
2.3. Проблема ухода за сосновыми насаждениями 73
2.4. Проблема омоложения сосновых насаждений 78
Выводы 85
Глава 3. Программа, методика, объекты исследований и объем выполненных работ 88
3.1. Программа работ 88
3.2. Методика и объекты исследований 88
3.3. Объем выполненных работ 107
Глава 4. Лесовозобновление 109
4.1. Фонд лесовосстановления и площадь лесных культур района исследований 109
4.2. Обеспеченность подростом сосновых насаждений 116
4.3. Содействие естественному возобновлению 124
4.4. Лесные культуры в фазах приживания и индивидуального роста 136
4.5. Искусственное лесовосстановление на участках, пройденных чересполосной постепенной рубкой 169

Выводы 181
Глава 5. Рост и развитие самоизреживающихся сосновых насаждений 184
5.1. Ход роста самоизреживающихся сосновых древостоев 184
5.2. Качественные характеристики деревьев сосны в самоизреживающихся сосновых древостоях 198
5.3. Характеристика живого напочвенного покрова под пологом самоизреживающихся сосновых древостоев 206
Выводы 225
Глава 6. Влияние рубок на сосновые древостои и подрост под их пологом 228
6.1. Прочистка 228
6.2. Прореживание 231
6.3. Проходная рубка 269
6.4. Специализированные рубки ухода 288
6.5. Добровольно- и группово-выборочные рубки 314
6.6. Чересполосная постепенная рубка 324
6.7. Рубка с целью создания противопожарного заслона 329
Выводы 342
Глава 7. Предложения и рекомендации по воспроизводству и омоложению сосновых насаждений в Алтае-новосибирском районе лесостепей и ленточных боров 345
7.1. Системные и нормативно-методические предложения 345
7.2. Оптимизация естественного лесовосстановления 346
7.3. Повышение эффективности искусственного лесовосстановления 347
7.4. Совершенствование системы рубок 349
Заключение 353
Библиографический список 356
Приложения 416

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Ленточные боры представляют собой уникальный природный территориальный комплекс регионального уровня, выполняющий ряд ключевых средообразующих функций, включая защиту почв от водной и ветровой эрозии, регулирование гидрологического режима, поддержание биоразнообразия и экологической устойчивости лесостепных ландшафтов. В условиях меняющегося климата и возрастающей антропогенной нагрузки их средообразующая роль приобретает особое значение, поскольку обеспечивает сдерживание деградационных процессов и сохранение природного потенциала территории.

Несмотря на выделение в 2019 году Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров, действующие нормативы и система ведения лесного хозяйства не претерпели существенных изменений и по-прежнему недостаточно учитывают специфику и текущее состояние ленточных боров, что в перспективе может привести к снижению их экологического и социально-экономического потенциала. Кроме того, недостаточная изученность региональных закономерностей роста и развития сосновых насаждений ограничивает возможности мониторинга и прогнозирования состояния лесных экосистем, а также научно обоснованного внедрения природоподобных технологий. В связи с этим существует необходимость совершенствования системы воспроизводства лесов в районе исследований с учетом региональных особенностей, накопленного производственного опыта и современных научных данных.

Полученные результаты могут быть использованы в качестве научной основы для формирования и совершенствования системы воспроизводства и омоложения сосновых насаждений, направленной на повышение средозащитных функций и продуктивности лесов, рациональное использование природных ресурсов, снижение экологических рисков и обеспечение устойчивого развития лесного хозяйства Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров.

Степень разработанности темы. Вопросы воспроизводства и формирования сосновых насаждений, произрастающих в условиях лесостепи и степи, широко освещены в научной литературе. Существенный вклад в изучение данной проблемы применительно к ленточным борам юга Западной Сибири внесли Л.Н. Грибанов, П.Р. Вангниц, В.Е. Смирнов, А.А. Макаренко, В.А. Бугаев, В.Г. Косарев, Л.П. Баранник, В.И. Заблоцкий, Е.Г. Парамонов, Я.Н. Ишутин, М.В. Ключников, А.А. Маленко, А.А. Малиновских, С.А. Кабанова, М.А. Данченко, С.В. Залесов, В.И. Желдак, А.А. Мартынюк и другие исследователи. В их работах рассмотрены вопросы выращивания посадочного материала, естественного и искусственного лесовосстановления, формирования сосновых насаждений, а также влияние лесохозяйственных мероприятий на рост, структуру и обеспеченность подростом древостоев.

Вместе с тем, мало изучены вопросы приживаемости и роста лесных культур, созданных сеянцами с закрытой корневой системой, оптимальной густоты сосновых древостоев, а также результаты основных рубок ухода в лесных культурах, особенно проходных. Недостаточно сведений о лесоводственных методах замены одновозрастных спелых и перестойных древостоев более молодыми, особенно в условиях травяного бора. Мало изучена лесоводственная эффективность и долгосрочные последствия специализированных рубок ухода на сосновые древостои и подрост под их пологом.

В настоящей диссертационной работе продолжены исследования процессов воспроизводства и омоложения сосновых насаждений в условиях ленточных боров. Работа ориентирована на гармонизацию системы лесохозяйственных мероприятий, обобщение научного и производственного опыта и разработку регионально адаптированных рекомендаций, направленных на повышение продуктивности и средозащитных функций сосновых насаждений Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров.

Цель и задачи исследования. Цель исследования – на основе результатов комплексного изучения научного и производственного опыта воспроизводства и омоложения сосновых насаждений в Алтае-Новосибирском районе

лесостепей и ленточных боров разработать научно обоснованные предложения и рекомендации по совершенствованию системы лесохозяйственных мероприятий в данном районе.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

– проанализировать современное состояние лесного фонда Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров;

– изучить особенности естественного и искусственного лесовосстановления, а также обеспеченность подростом сосновых насаждений в условиях различных типов леса;

– выявить закономерности роста и развития самоизреживающихся сосновых насаждений различного происхождения;

– оценить лесоводственную эффективность основных и специализированных рубок ухода, рубок спелых и перестойных насаждений, а также рубок, проводимых с целью создания противопожарных заслонов, применяемых в районе исследования;

– обосновать направления и принципы совершенствования воспроизводства и омоложения сосновых насаждений Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров.

Научная новизна. Впервые для Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров:

– выполнен комплексный анализ состояния лесного фонда по состоянию на 2021 г. с выявлением его региональных особенностей;

– уточнены и дополнены схемы типов леса и лесорастительных условий для ленточных боров и колочных лесов зоны ленточных боров Алтайского края;

– установлено соответствие групп типов леса, указанных в действующих Правилах лесовосстановления, с типами леса, выделяемыми при лесоустройстве;

– выявлены закономерности изменения доли площади сосновых насаждений, обеспеченных подростом в количестве достаточном для успешного ле-

совозобновления, и среднего количества подроста под их пологом в зависимости от относительной полноты древостоев в условиях шести типов леса района исследований;

– обобщены и проанализированы имеющиеся данные, а также получены новые сведения о приживаемости и морфометрических характеристиках культивируемых растений сосны обыкновенной, посаженных сеянцами с закрытой и открытой корневыми системами;

– апробирована методика обследования лесных культур в фазах приживания и индивидуального роста с применением беспилотного воздушного судна;

– введены и обоснованы рабочие понятия «элемент несомкнувшихся лесных культур» и «коэффициент интенсивности мер содействия естественному возобновлению»;

– уточнены и дополнены данными об отпаде и общей производительности таблицы хода роста самоизреживающихся естественных и искусственных сосновых древостоев, произрастающих в условиях типов леса сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор;

– изучена динамика видового состава, проективного покрытия и надземной фитомассы живого напочвенного покрова под пологом самоизреживающихся естественных и искусственных сосновых древостоев;

– апробирована классификация деревьев Г.А. Чибисова с соавторами, конкретизирующая критерии отбора деревьев при рубках ухода по качественным признакам;

– на основе анализа производственного опыта, в том числе с использованием метода реконструкции таксационных показателей древостоев, получены новые научные данные о влиянии различных видов рубок на естественные и искусственные сосновые древостои и подрост под их пологом;

– модифицирован показатель «эффективная работа древостоя» (Залесов и др., 2007) путем приведения его к среднегодовому значению, что обеспечило сопоставимость оценки рубок при различной давности их проведения.

Теоретическая значимость. Результаты исследования расширяют и уточняют современные представления о воспроизводстве и омоложении сосновых насаждений в условиях Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров. Полученные материалы дополняют и конкретизируют теоретические представления о процессах роста и развития самоизреживающихся сосновых насаждений естественного и искусственного происхождения, а также о закономерностях формирования и распределения подроста под пологом древостоев в зависимости от их относительной полноты в различных типах леса. Уточнены показатели приживаемости и морфометрические характеристики сеянцев сосны обыкновенной с закрытой и открытой корневыми системами. Введено и обосновано рабочее понятие «элемент несомкнувшихся лесных культур», что способствует уточнению понятийного аппарата лесокультурного производства. Обоснована возможность использования метода реконструкции таксационных показателей древостоев и дистанционных методов обследования лесных культур, что расширяет методическую базу лесоводственных и лесокультурных исследований.

Практическая значимость. На основе анализа научного и производственного опыта разработаны регионально адаптированные предложения и рекомендации по воспроизводству и омоложению сосновых насаждений Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров. Их применение позволит повысить средозащитные функции и продуктивность лесов, обеспечить более рациональное использование природных ресурсов, снизить экологические риски и повысить устойчивость лесных экосистем. Результаты исследования могут быть использованы различными организациями лесного профиля при лесоустроительных работах, разработке технологических карт, проектов лесовосстановления и нормативных документов, а также при внедрении природоподобных технологий в регионах со схожими природными условиями. Реализация предложенных подходов и рекомендаций обеспечивает возможность научно обоснованного принятия лесоводственных решений и повышения эффективности ведения лесного хозяйства в сосновых насаждениях региона.

Методология и методы исследования. Методология исследования базируется на системном подходе к изучению воспроизводства и омоложения сосновых насаждений. В работе использованы стандартные методики лесокультурных исследований, лесоводства, лесной таксации, геоботаники и дендрохронологии. Кроме того, для оценки влияния рубок на сосновые древостои использовался метод реконструкции таксационных показателей, а для обследования лесных культур в фазах приживания индивидуального роста применялось беспилотное воздушное судно. Статистическая обработка данных выполнялась с помощью программ Excel, Statistica и IBM SPSS Statistics, с применением описательной статистики, методов аппроксимации и ряда параметрических и непараметрических тестов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Оценка современного состояния и основные тенденции развития лесного фонда Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров.

2. Особенности искусственного и естественного лесовосстановления, а также закономерности формирования и накопления подроста под пологом сосновых древостоев в условиях района исследований.

3. Уточненные и доработанные региональные таблицы хода роста искусственных и естественных самоизреживающихся сосновых древостоев, построенные на типологической основе.

4. Закономерности изменения видового состава, проективного покрытия и надземной фитомассы живого напочвенного покрова под пологом естественных и искусственных самоизреживающихся сосновых древостоев юго-западной части ленточных боров Алтайского края.

5. Лесоводственная оценка влияния основных и специализированных рубок ухода, рубок спелых и перестойных насаждений и рубок с целью создания противопожарных заслонов, применяемых в районе исследований.

6. Научно обоснованные предложения и рекомендации по совершенствованию системы воспроизводства и омоложения сосновых насаждений в ленточных борах юга Западной Сибири.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечиваются применением системного подхода, значительным объемом экспериментального материала, использованием научно обоснованных и апробированных методик, современных методов статистического анализа, а также проверкой основных выводов и практических рекомендаций в производственных условиях.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных (Москва, 2013; Щучинск, 2017; Пенза, 2017; Санкт-Петербург, 2018; Норт-Чарлстон, 2018; Брянск, 2022; Екатеринбург, 2019, 2021, 2023, 2024, 2025), всероссийских (Екатеринбург, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2023, 2024; Вологда, 2022) конференциях, совещаниях и форумах.

Разработанные таблицы хода роста самоизреживающихся сосновых древостоев типов леса сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор использовались при выполнении научно-исследовательской работы (НИР) «Выполнение полевых и камеральных работ по проведению лесоустройства, в части таксации лесов и проектирования мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов, на землях лесного фонда в границах Ключевского лесничества Алтайского края» (договор № 2021.144656/Н-73/2021).

Материалы исследований использованы при разработке рабочих программ дисциплин «Лесные культуры» (35.03.01 «Лесное дело»), «Инновационные технологии лесокультурного производства» и «Организация и управление воспроизводством лесов и лесоразведением» (35.04.01 «Лесное дело»). Копии документов, подтверждающих использование результатов научных исследований диссертанта в НИР и учебном процессе ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» приведены в приложениях 1–2.

Исследование влияния основных рубок ухода на сосновые древостои выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего обра-

зования Российской Федерации в рамках выполнения НИР «Повышение эффективности рубок ухода в искусственных насаждениях ленточных боров Алтайского края» (соглашение № МК-293.2022.5 от 06.05.2022 г).

Исследование лесных культур в фазах приживания и индивидуального роста, оценка влияния специализированных рубок ухода на сосновые насаждения, а также характеристика живого напочвенного покрова под пологом самоизреживающихся древостоев выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках НИР «Научное обоснование воспроизводства сосновых насаждений, произрастающих в южной части их естественного ареала в связи с меняющимся климатом» (соглашение № 24-76-00009 от 05.08.2024 г).

Основные результаты исследований указанных НИР ежегодно рассматривались на научно-технических советах ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет».

Публикации. По теме диссертации опубликовано 57 научных работ, в том числе 22 публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования, 1 монография. Кроме того, по теме исследования зарегистрированы 2 базы данных.

Личный вклад автора. Личный вклад диссертанта заключается в самостоятельной постановке цели и задач исследования, разработке программы работ и выборе методик исследований, организации и выполнении полевых и камеральных работ, сборе, статистической обработке, обобщении и интерпретации экспериментальных данных, формулировании выводов, подготовке и оформлении текста диссертационной работы.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 540 страницах машинописного текста, состоит из введения, 7 глав, заключения, библиографического списка и 40 приложений. Библиографический список включает 527 источников, в том числе 73 на иностранных языках. Текст иллюстрирован 109 таблицами и 83 рисунками.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность доктору сельскохозяйственных наук, профессору, заслуженному лесоводу Российской Федерации С.В. Залесову за консультативную помощь по вопросам научного исследования.

Автор благодарит начальника отдела обеспечения полномочий в области лесных отношений по Ракитовскому лесничеству С.Я. Ртищева; начальника Ключевского лесохозяйственного комплекса КАУ «Боровлянский лесхоз» А.В. Федоткина и мастера леса того же учреждения П.В. Федоткина; заместителя директора по лесохозяйственной деятельности ООО «Новичиха лес», кандидата сельскохозяйственных наук А.Ю. Толстикова и инженера по лесопользованию той же организации В.А. Овчинникова за предоставленные информационные материалы и всестороннее содействие.

Особая благодарность выражается доцентам кафедры лесоводства УГЛТУ, кандидатам сельскохозяйственных наук Р.А. Осипенко и К.А. Башегурову за помощь в сборе полевых данных; доктору биологических наук, профессору, Л.А. Сеньковой за консультативную помощь по вопросам почвоведения; заведующей кафедрой лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ, кандидату сельскохозяйственных наук, доценту И.В. Шевелиной за предоставление доступа к лаборатории дендрохронологии.

ГЛАВА 1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Географическое местоположение

Алтае-Новосибирский район лесостепей и ленточных боров находится в границах между 54˚44'–50˚44' с.ш. и 77˚53'–83˚48' в.д. Указанный лесной район охватывает западную и центральную часть Алтайского края и юго-восточную часть Новосибирской области.

На рисунке 1.1 показаны границы Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров (красная линия), государственная граница между Россией и Казахстаном (желтая линия), границы субъектов государств (тонкая серая линия), а также обозначены названия боров района исследований.

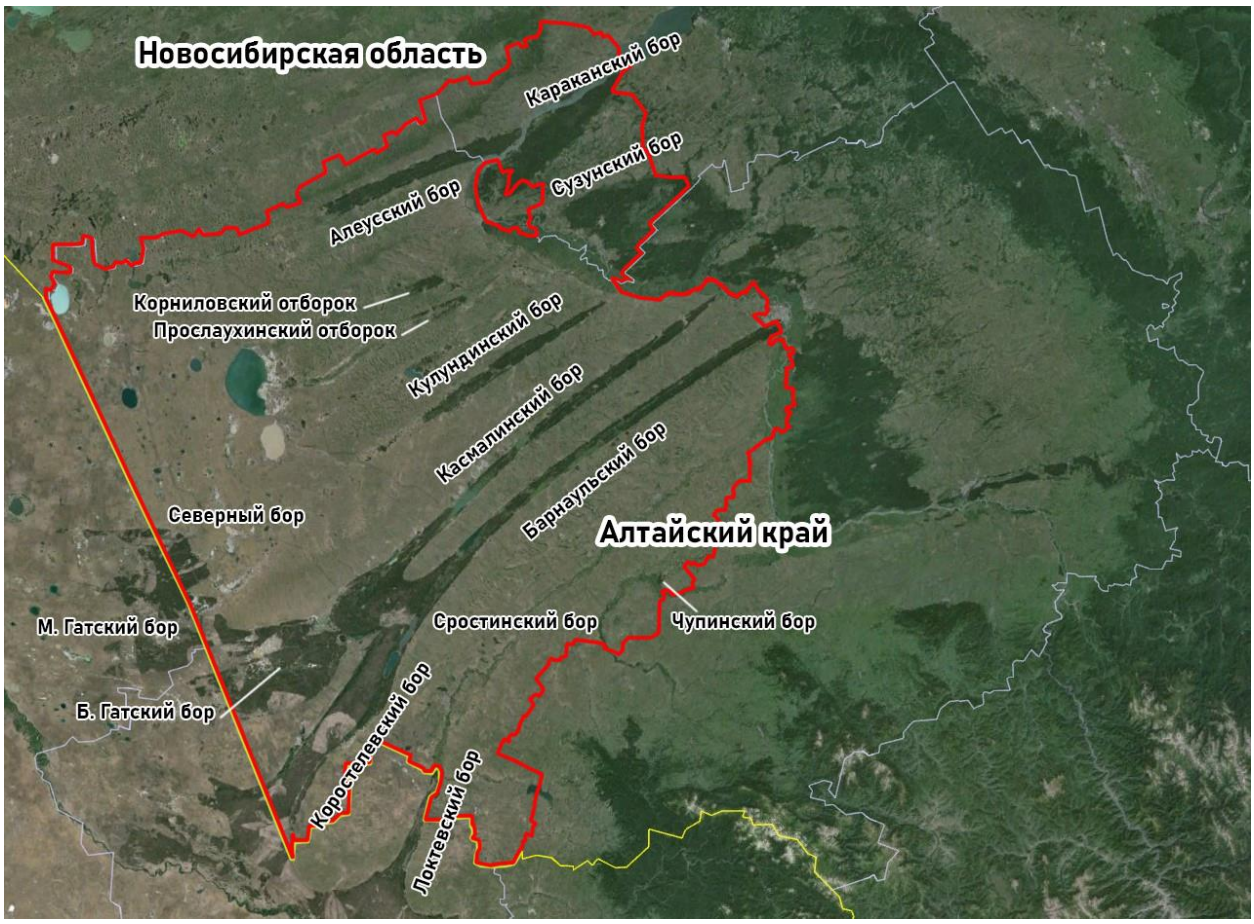


Рисунок. 1.1 – Район исследований

На территории Алтайского края данный лесной район целиком охватывает 32 муниципальных района и левобережную часть от р. Обь Шелаболих-

инского района. На территории Новосибирской области в лесной район входят два муниципальных района: Ордынский и Сузунский (Об утверждении Перечня…, 2014).

На территории Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров находится 15 лесничеств Алтайского края (Баевское, Барнаульское, Волчихинское, Знаменское, Ключевское, Кулундинское, Лебяжинское, Новичихинское, Озеро-Кузнецовское, Павловское, Панкрушихинское, Ракитовское, Ребрихинское, Степно-Михайловское, Шипуновское) и два лесничества Новосибирской области (Сузунское, Ордынское) (Желдак и др., 2022).

Ленточные боры Алтайского края и Новосибирской области представляют собой четыре почти параллельные ленты лесных массивов, протянувшиеся в направлении с северо-востока на юго-запад в Обь-Иртышском междуречье (Парамонов и др., 2000; Залесов и др., 2023).

Наиболее северная лента – Алеусская (Бурлинская) тянется из Новосибирской области от Оби до с. Зыково Панкрушихинского района Алтайского края. Длина этой ленты составляет около 115 км, а ширина 6–10 км. На расстоянии 100 км от нее на юго-восток простирается Кулундинская лента, имеющая длину около 115 км (от с. Батурово до с. Завьялово). Ширина Кулундинской ленты в наиболее широком месте составляет 8 километров. Между этими двумя лентами находятся так называемые Прослоухинский и Корниловский (Баевский) отборки, которые, вероятно, когда-то имели значительно большую площадь и тянулись до Кулундинского озера (Желдак и др., 2022).

Юго-восточнее Кулундинского бора в 30 км находится Касмалинская лента и параллельно ей на расстоянии 12–25 км Барнаульская лента. На северо-востоке Касмалинская и Барнаульская ленты имеют ширину не более 6 км каждая, однако в районе с. Малышев Лог они сливаются и образуют единый лесной массив (Сростинский бор) шириной 44 км. В районе пос. Новосоветский Касмалинская и Барнаульская ленты снова расходятся, образуя Большой Гатский бор (севернее) и Коростелевский бор (южнее). Непрерывающийся лесной массив, состоящий из Барнаульского, Касмалинского, Сростинского и

Коростелевского боров, имеет длину более 400 км и тянется от Оби до Иртыша (Малиновских, Куприянов, 2015).

Барнаульская лента, переходя в Коростелевский бор и достигая Иртыша, также теряет форму ленты и сливается с самой южной Локтевской лентой, исчезнувшей в пределах Алтайского края (Осипенко, 2020). До исчезновения Локтевская лента тянулась вплоть до г. Рубцовск (около 30 км от границы с Казахстаном).

Северо-западнее Большого Гатского бора находится Малый Гатский и Северный боры (Парамонов и др., 2000; Желдак и др., 2022). Эти два бора не имеют форму лент.

На берегу р. Чарыш рядом с оз. Кривое расположен Чупинский бор, который практически исчез к середине XX века, а на сегодняшний день представляет собой лесной массив преимущественно состоящий из сосняков искусственного происхождения (Маленко и др., 2023).

Помимо части Алеусской ленты на территории Новосибирской области в лесной район входят Сузунский и Караканский боры. Оба бора находятся на правом берегу Оби и не имеют ленточной формы.

1.2. Районирование

До 2019 года ленточные боры Алтайского края и Новосибирской области относились к Западно-Сибирскому подтаежно-лесостепному району лесостепной зоны. Однако специфика лесорастительных условий и важная роль ленточных боров в поддержании качества окружающей среды, в экономике регионов и жизни местного населения обусловили выделение этих уникальных лесных массивов в отдельный лесной район, который был назван Алтае-Новосибирский район лесостепей и ленточных боров (О внесении изменений …, 2019; Залесов и др., 2023).

В соответствии с Приказом Минприроды России от 18.08.2014 № 367 (Об утверждении Перечня…, 2014) Алтае-Новосибирский район лесостепей и ленточных боров отнесен к лесостепной зоне. Однако с научной точки зрения

это довольно грубое упрощение. Согласно схеме природного районирования (Природное районирование…, 1958; Западная Сибирь, 1963; Киприянова, 2019), фрагмент которой показан на рисунке 1.2, более половины района исследований отнесено к степной зоне с подзонами разнотравно-типчаково-ковыльных степей и сухих типчаково-ковыльных степей.

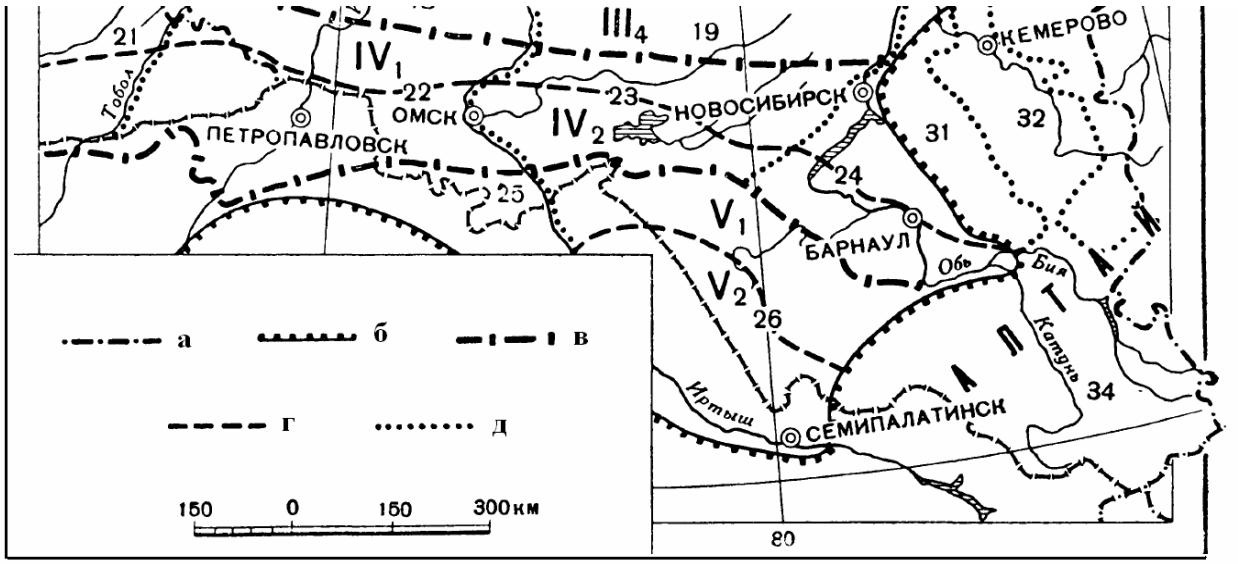


Рисунок 1.2 – Схема природного районирования района исследований и окружающих территорий (Западная Сибирь, 1963, фрагмент)

На рисунке 1.2 в пределах района исследований приведены следующие зоны и подзоны: IV – зона лесостепи: IV_1 – подзона северной лесостепи; IV_2 – подзона южной лесостепи; V – зона степи: V_1 – подзона разнотравно-типчаково-ковыльных степей; V_2 – подзона сухих типчаково-ковыльных степей. Цифрами обозначены географические провинции. В пределах района исследований обозначены: 24 – Приобская лесостепь; 26 – Кулундинская степь. Условные обозначения границ: а – территории рассматриваемой части Западной Сибири; б – стран (Западно-Сибирской равнины и Алтайско-Саянских гор); в – зон; г – подзон; д – провинций.

По данным физико-географического районирования Алтайского края (Алтайский край. Атлас, 1978) ленточные боры относятся к интразональным песчано-боровым ландшафтам, располагающимся в пределах лесостепной и степной зон.

Согласно физико-географическому районированию (Винокуров, Цимбалей, 2006, 2016; Киприянова, 2019) Алтае-Новосибирский район лесостепей и ленточных боров также находится в зональных областях Западно-Сибирской степи и лесостепи (рис. 1.3). На рисунке 1.3 красной линией обозначен исследуемый лесной район; цифрой I – зональная область Западно-Сибирской степи с провинциями I-6 – Кулундинская, I-7 – Южноприалейская, I-8 – Предалтайская; II – зональная область Западно-Сибирской лесостепи и провинция II-15 – Верхнеобская.

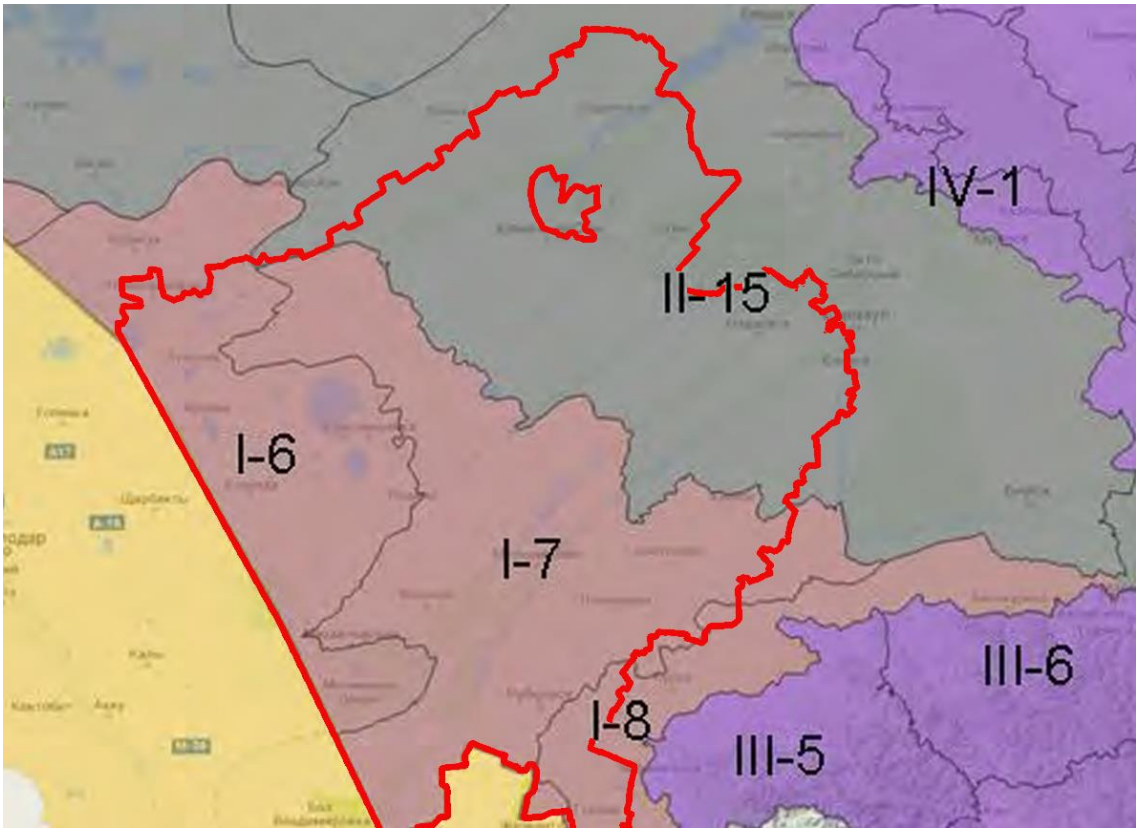


Рисунок 1.3 – Физико-географические провинции района исследований, фрагмент (Винокуров, Цимбалей, 2006, 2016)

В соответствии с геоботаническим районированием (Куминова, 1963; Киприянова, 2019), отраженном на рисунке 1.4, территория района исследований отнесена к следующим подпровинциям: Барабинской лесостепи (I), левобережной Приобской лесостепи (II), правобережной Приобской лесостепи (III), лесостепи Предалтайской равнины (IV) и Кулундинской степи (V). Границы подпровинций на рисунке 1.4 обозначены толстыми черными линиями,

границы округов – тонкой штрих-пунктирной линией. Условные обозначения округов, на территории которых расположен район исследований: 5 – Каргат-Чулымский лугово-солончаковый лесостепной; 6 – Карасук-Бурлинский разнотравно-луговой; 7 – Северный Приобский лесостепной; 8 – Южный Приобский лесостепной; 9 – Нижне-Алейский лесостепной; 12 – Обско-Чумышский лесостепной; 13 – Приобский боровой; 16 – Нижне-Чарышский лесостепной; 17 – Кучукский степной; 18 – Кулундинский вторично-степной; 19 – Карасук-Баганский вторично-степной; 21 – Славгородский безлесно-степной; 22 – Южно-Кулундинский безлесно-степной.

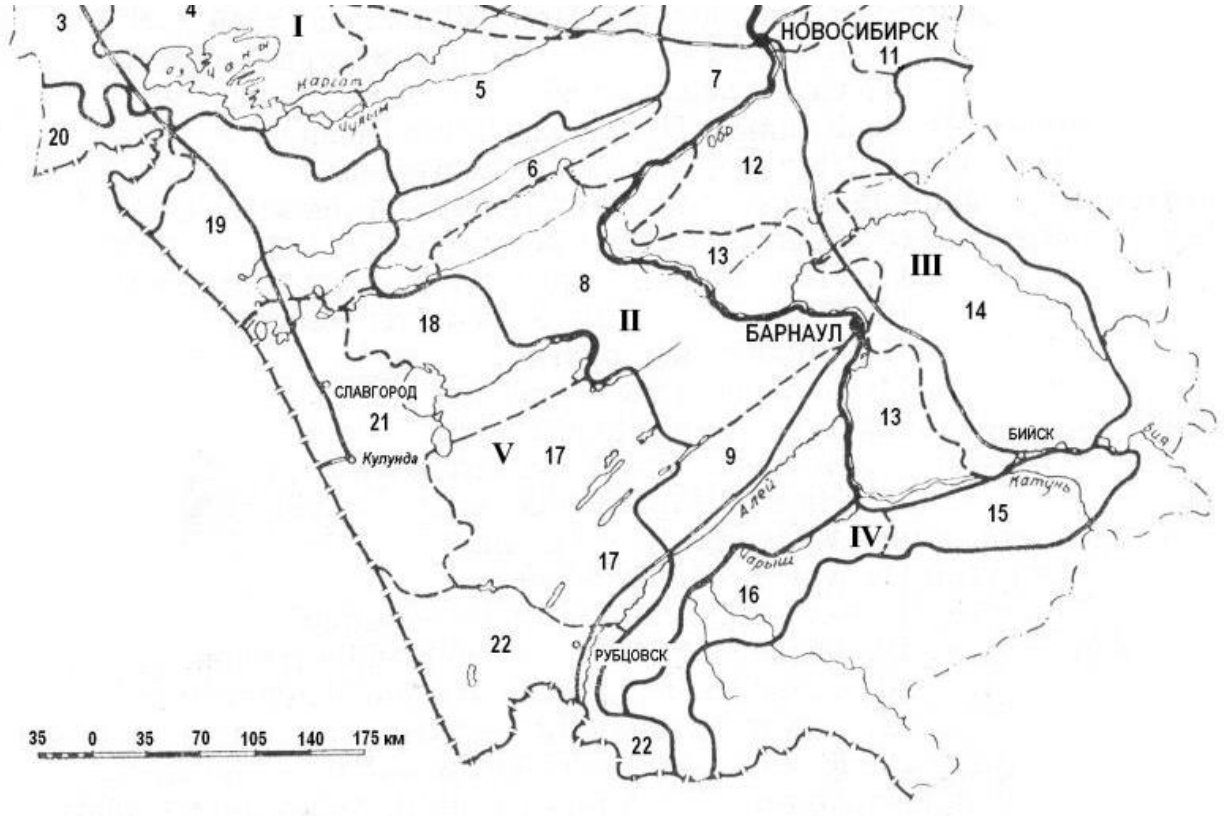


Рисунок 1.4 – Схема геоботанического районирования (Куминова, 1963, фрагмент)

В рамках совместного проекта Минприроды России, Глобального экологического фонда и Программы развития ООН «Совершенствование системы и механизмов управления ООПТ в степном биоме России», осуществлявшегося в период с 2010 по 2015 гг., была составлена карта распространения степей в России (рис. 1.5), на которой часть Алтайского края отнесена к степной

зоне (сухие и северные степи), а часть – к лесостепной (Сохранение степей …, 2024; Харламова и др., 2014).

В 2024 году Алтайский край был включен в национальную программу действий по борьбе с опустыниванием земель. В рамках данного нацпроекта в регионе будут осуществлены мелиоративные мероприятия на землях, подверженных опустыниванию и деградации. В Алтайском крае насчитывается 6,1 млн га таких земель, что ставит его на первое место по данному показателю среди 14 регионов, включенных в нацпроект. Процессы опустынивания и деградации земель в регионе приурочены преимущественно к Кулундинской степи. Поэтому игнорировать наличие степной зоны в регионе нельзя.

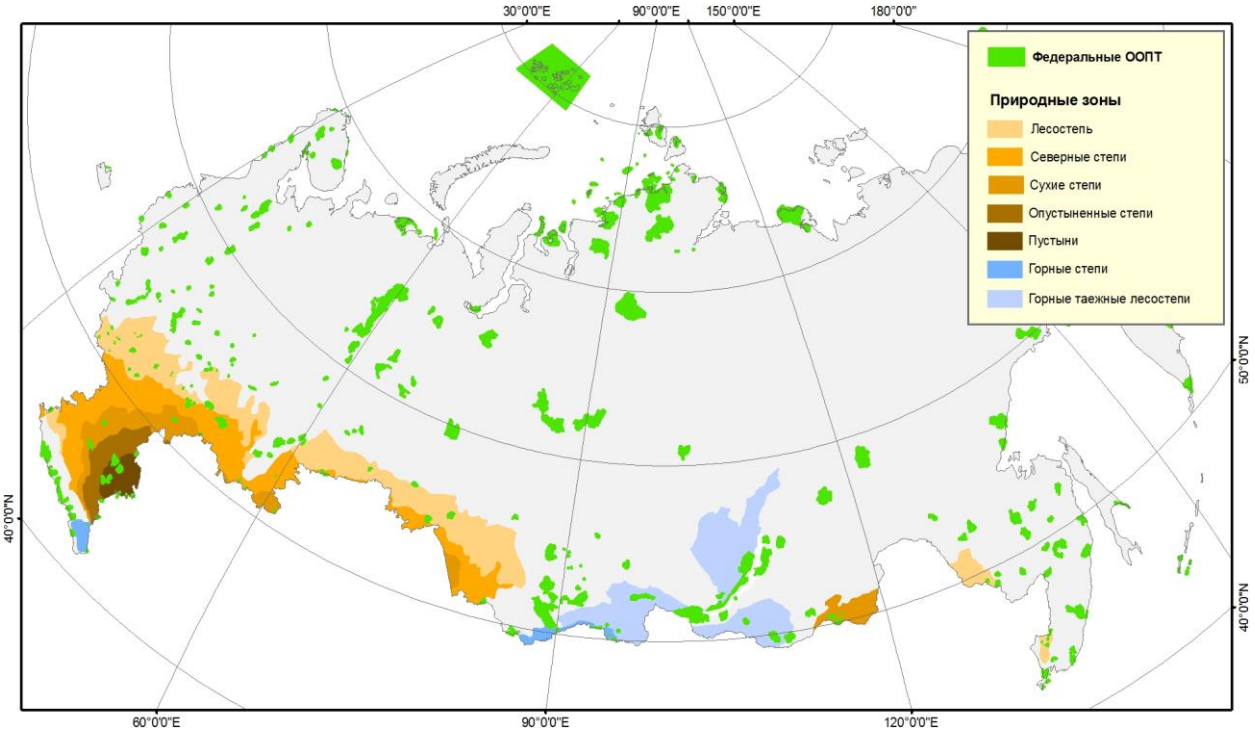


Рисунок 1.5 – Карта-схема расположения лесостепей, степей и пустынь России, по состоянию на 2010 г. (Сохранение степей …, 2024)

Л.Н. Грибанов (1954) делил зону произрастания ленточных боров на две части северную и южную. С.И. Кукис и Л.В. Крывшенко (1966) выделили в ленточных борах Кулундинскую степную зону и Приобскую лесостепную, при этом первую они поделили на два лесомелиоративных района: Западно-

Кулундинский и Восточно-Кулундинский. Позднее, развивая идеи данных авторов, В.А. Бугаев и Н.Г. Косарев (1988) выделили три лесохозяйственных района со следующими названиями: Западно-Кулундинский, Восточно-Кулундинский, Приобский Левобережный. Аналогичное лесохозяйственное районирование было принято в монографии М.В. Ключникова и Е.Г. Парамонова (2003). Агролесомелиоративные районы по Я.Н. Ишутину (2005) были названы аналогичным образом.

По районированию В.А. Бугаева и Н.Г. Косарева (1988) к Западно-Кулундинскому району были отнесены Ракитовский, Степно-Михайловский, Озеро-Кузнецовский, Партизанский, Ключевский и Тополинский лесхозы; к Восточно-Кулундинскому – Новичихинский, Волчихинский, Лебяжинский, Знаменский, Благовещенский лесхозы; к Приобскому Левобережному району – Панкрушихинский, Баевский, Кулундинский, Павловский, Барнаульский, Ребрихинский, Мамонтовский и Шипуновский лесхозы. В районировании Я.Н. Ишутина (2005) лесхозы распределены схожим образом, но Ракитовский и Шипуновский лесхозы были отнесены к Восточно-Кулундинскому району. Позднее, после вступления в силу Лесного кодекса (2006) лесхозы были расформированы, а некоторые лесничества объединены: Мамонтовское лесничество вошло в состав Новичихинского, Благовещенское – в состав Знаменского, Партизанское и Тополинское - в состав Озеро-Кузнецовского. И если объединение последних трех лесничеств не нарушает логику районирования, то объединение Мамонтовского и Новичихинского лесничеств, вероятно, требует отнесения Новичихинского лесничества к Приобскому левобережному району.

Е.Г. Парамонов с соавторами (1997, 2000) разработали лесохозяйственное районирование Алтайского края на основании природного районирования В.Д. Александровой с соавторами (1958), лесорастительного районирования В.И. Алексеева и И.В. Сычева (1954) и лесоэкономического В.И. Литвиненко (1975) и В.А. Саета (1986). В районировании Е.Г. Парамонова с соавторами в Алтайском крае выделено четыре лесохозяйственных района, увязанных с ад-

министративным делением региона: ленточно-боровой почвозащитный, приобский водоохранный сосново-березовый, салаирский низкогорный пихтово-осиновый, алтайский среднегорный пихтово-лиственный. При этом ленточно-боровой почвозащитный район (равнинная левобережная часть Алтайского края) поделен на два подрайона: северо-восточный ленточный сосново-березовый и юго-западный ленточный сосново-степной. Выделение большего количества районов и подрайонов, с точки зрения авторов, затрудняет применение разработанного районирования на практике (Парамонов и др., 2000). В той же монографии Е.Г. Парамонова с соавторами приведена схема лесорастительного районирования Алтайского края и Республики Алтай (рис. 1.6).

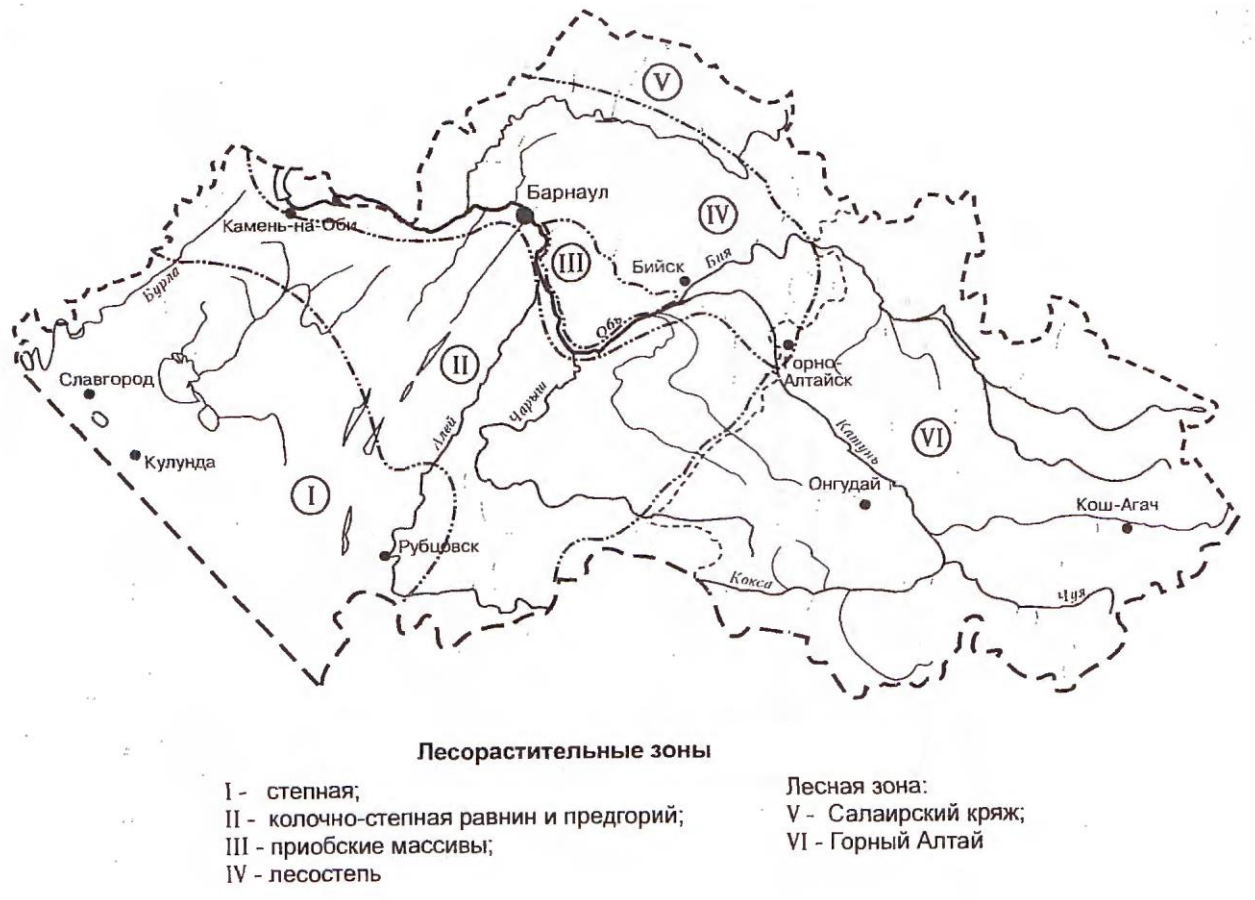


Рисунок 1.6 – Лесорастительное районирование Алтайского края и Республики Алтай по Е.Г. Парамонову с соавторами (2000)

Многие ученые (Сляднев, Фельдман, 1958; Александрова и др., 1958; Маленко, 2012; Харламова и др., 2014; Ткачук, 2016; Майсснер и др., 2017;

Желдак и др., 2022; Осипенко, Залесов, 2023, 2024а), изучавшие климат и леса Алтайского края, делят территорию произрастания ленточных боров на три подзоны: умеренно засушливая колочная степь, засушливая степь, сухая степь (рис. 1.7). При этом к лесостепи данные авторы относят правобережье реки Оби. В.И. Рассыпнов (2012) в своем Агроэкологическом районировании, разработанном для Алтайского края на основе бонитировки почв, также относит левобережье Оби к колочной степи (Приобская зона) и умеренно засушливой степи (Алейская зона). Существует мнение, что такой подход к делению территории Алтайского края в большей степени соответствует современным климатическим условиям и, вероятно, в дальнейшем будет набирать актуальность в связи с аридизацией климата Алтайского края (Буряк и др., 2007; Харламова и др., 2013; Максимова и др., 2016б; Beck et al., 2023; Винокуров и др., 2024).

В работах других ученых встречается вариант деления территории, в котором также выделена сухая и засушливая степь, но вместо умеренно засушливой колочной степи выделяется лесостепь и/или южная лесостепь (Смирнов, 1966; Маленко, 2012; Малиновских, Маленко, 2018; Малиновских, 2020, 2021; Желдак и др., 2022).

С учетом сказанного выше, логично поделить район исследований на две лесорастительные зоны: лесостепная и степная. Однако внесение данного изменения в Приказ Минприроды № 367 (Об утверждении Перечня…, 2014) потребует выделения в пределах степной зоны нового лесного района, что приведет к излишней дробности лесорастительного районирования. В связи с этим, рекомендуется выделить в пределах лесного района два подрайона: степной и лесотепной. Входить в степной подрайон, по нашему мнению, должны следующие муниципальные районы Алтайского края: Бурлинский, Хабарский, Суетский, Немецкий национальный, Славгородский, Благовещенский, Табунский, Кулундинский, Родинский, Ключевский, Волчихинский, Михайловский, Егорьевский, Рубцовский, Угловский, Локтевский. Данные муниципальные районы входят в Знаменское, Ключевское, Волчихинское, Степно-

Михайловское, Озеро-Кузнецовское, Ракитовское и Лебяжинское лесничество. Остальные муниципальные районы и лесничества, входящие сегодня в Алтае-Новосибирский район лесостепей и ленточных боров, следует относить к лесостепному подрайону.

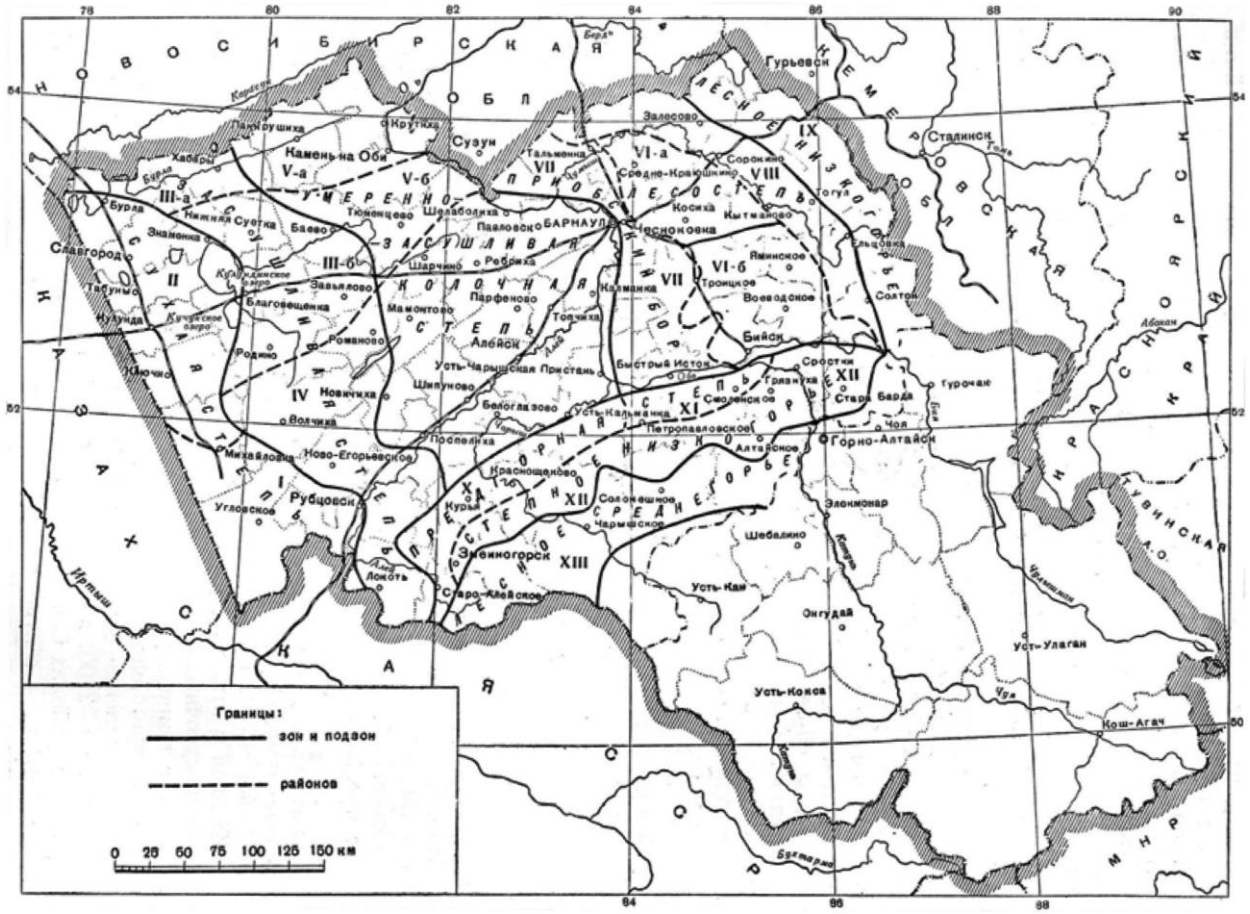


Рисунок 1.7 – Схема климатического районирования по А.П. Слядневу и Я.И. Фельдману (1958)

1.3. Климат

Климат Алтайского края характеризуется некоторыми авторами как резко континентальный с продолжительной холодной зимой, сухой и ветреной весной, коротким жарким летом, теплой и умеренно влажной осенью (Грибанов, 1960; Максимова и др., 2016б; Желдак и др., 2022). Однако существует мнение, что климат региона следует определять, как умеренно континентальный (Харламова, Силантьева, 2011). В соответствии с модифицированной классификацией климата Кеппен-Гейгера (Peel et al., 2007; Beck et al., 2023),

климат относится к типу Dfb: холодный (континентальный) без сухого сезона и с теплым летом (средняя температура самого жаркого месяца ниже 22 °С, средняя температура, как минимум четырех месяцев в году, выше 10 °С).

Большое влияние на климат оказывают холодные и сухие воздушные полярные массы, приходящие с севера, и теплые сухие ветры с юга. Для района исследований характерна малооблачная антициклонная погода, что объясняет низкие температуры зимой и высокие летом (Бугаев, Косарев, 1988). Отличительными чертами климата здесь являются недостаточность и неустойчивость атмосферных осадков, сильные ветры и низкая относительная влажность воздуха, глубокое промерзание почвы, неустойчивость температурного режима, поздние весенние и ранние осенние заморозки (Вангниц, 1953; Залесов и др., 2023).

Климат региона отличается значительным разнообразием по территории. В направлении с северо-востока на юг и юго-запад уменьшается среднегодовое количество атмосферных осадков с 500–600 до 230–300 мм в год; сокращаются запасы воды в снежном покрове с 140 до 30 мм; возрастает средняя годовая температура воздуха с 0,0 до 3,7 °С; увеличивается количество тепла с 2200 до 2700 °С положительных температур в возможный период вегетации (при температуре воздуха более 5 °С) (Шульгин, 1948; Янова и др., 1971; Харламова, Силантьева, 2011; Харламова, Козлова, 2014; Максимова и др., 2016а; 2016б; Харламова, Казарцева, 2017; Желдак и др., 2022).

В связи с описанными особенностями климата региона, как говорилось выше, В.Е. Смирнов (1966) поделил район расположения ленточных боров на три природные зоны. Характеристика выделенных зон приведена в таблице 1.1.

Н.Б. Максимова с соавторами (2016б) выделяет в Алтайском крае четыре района по теплообеспеченности (по сумме средних суточных температур выше 10 °С) менее 2100, 2100–2300, 2300–2500 и более 2500 °С.

Характеристика климатических условий района исследований по климатическим зонам приведена в таблице 1.2. Данная таблица составлена по данн-

ым метеостанций в следующих населенных пунктах: п.г.т. Ордынское, г. Барнаул, с. Волчиха, с. Ключи. Населенные пункты были подобраны таким образом, чтобы охватить все разнообразие климатических условий, в которых произрастают ленточные боры Алтайского края и Новосибирской области.

Таблица 1.1 – Климатическое районирование ленточных боров Алтайского края (по В.Е. Смирнову, 1966)

Климатические показатели	Природная зона		
	Сухая степь	Засушливая степь	Лесостепь
Среднегодовая температура воздуха, °С	3,3	1,2	0,1
Средняя температура воздуха вегетационного периода, °С	18,7	17,6	16,9
Сумма тепла за вегетационный период, °С	2700–2800	2500–2600	2300–2400
Среднегодовое количество осадков, мм	230–250	320–340	450–500
Среднее количество осадков за вегетационный период, мм	110–130	150–170	200–220
Относительная влажность воздуха вегетационного периода, %	40–50	50–60	60–70
Коэффициент увлажнения	0,05–0,15	0,2–0,25	0,3–0,35

Таблица 1.2 была составлена на основании данных, приведенных в литературных и интернет-источниках (Харламова и др., 2014; Максимова и др., 2016а; Швецов, Горлов, 2020; Всероссийский…, 2024; Погода и климат…, 2024; Weather Spark, 2024) Данные о средних температурах и количестве осадков были рассчитаны для периода с 1991 по 2023 гг.

Несмотря на то, что около 64 % общего количество осадков приходится на вегетационный период, распределение летних осадков может быть очень неравномерным. Зачастую кратковременные ливни сменяются в регионе продолжительными периодами без дождей. В таких случаях атмосферные осадки не переходят во внутригрунтовый сток, а расходуются на инфильтрацию и последующее испарение (Залесов и др., 2023).

Таблица 1.2 – Характеристика климатических условий района исследований в разрезе климатических подзон

Показатель	Лесостепь		Степь	
	Ордынское	Барнаул	Волчиха	Ключи
Высота метеостанции над уровнем моря, м	133	185	208	143
Минимальная температура воздуха, °С	-52,0	-51,2	-45,1	-39,5
Среднегодовая температура воздуха, °С	2,1	2,2	2,8	3,6
Максимальная температура воздуха, °С	38,0	38,3	40,0	39,7
Средняя температура января, °С	-17,4	-16,1	-16,7	-16,1
Средняя температура июля, °С	19,8	20,0	20,3	21,1
Минимальное годовое количество осадков, мм.	305	303	183	154
Среднее годовое количество осадков, мм.	442	441	361	299
Максимальное годовое количество осадков, мм.	643	544	553	432
Средняя годовая скорость ветра, м/с	2,3	2,2	3,5	3,5
Преобладающее направления ветра	ЮЗ, З, Ю	ЮЗ, З, Ю	ЮЗ, З, Ю	ЮЗ, З, Ю
Средняя годовая влажность воздуха, %	71	71	70	67
Средняя влажность воздуха в мае – сентябре, %	69	66	51	50
Устойчивый снежный покров, дней	140–151			
Дата появления снежного покрова	11.10	08.10	15.10	22.10
Дата схода снежного покрова	11.04	14.04	11.04	02.04
Средняя продолжительность вегетационного периода (температура выше 10˚С), дней	134	148	139	136
Сумма средних суточных температур выше 10 °С, °С	2100–2300	2100–2300	2300–2500	2500–2700
Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова	1,08	1,06	0,77	0,67

Глубина снежного покрова на безлесных территориях колеблется от 15 до 43 см. Из-за малой мощности снежного покрова в отдельные годы почва промерзает на глубину до 2 метров (Бугаев, Косарев, 1988). Устойчивый снежный покров в борах устанавливается в начале ноября, достигая 50 см и более. Полный сход снежного покрова на прогалинах и в степи наблюдается в середине апреля, а под пологом леса – в конце апреля или начале мая (Маленко, 2012).

Зачастую в летний период из Средней Азии приходят суховеи с температурой воздуха до 40 °С и падением его влажности до 10 %. Максимальная скорость ветра может достигать 25–27 м/с, что приводит к ветровалам и пыльным бурям (Бугаев, Косарев, 1988; Симоненко и др., 2003; Силантьева, 2008).

Для совершенствования системы воспроизводства лесов необходимо учитывать как уже произошедшие климатические изменения, так и наметившиеся тенденции. Множество современных исследований по всему миру посвящено вопросам изменения систем воспроизводства и управления лесами в связи с меняющимся климатом (Родин, 2004; Наквасина и др., 2018; Fargione et al., 2021; Zhumadina et al., 2022; Aldea et al., 2023; Желдак, 2023; Bose et al., 2024; Zavala et al., 2024; Petty et al., 2024; Knocke et al., 2024a, 2024b; Семенова и др., 2024). Имеются сведения и об изменении климатических норм для Алтайского края (Харламова, Силантьева, 2011; Харламова и др., 2013; Максимова и др., 2016б; Майсснер и др., 2016, 2017; Харламова, Казарцева, 2017; Гончаров, Максимова, 2019; Винокуров и др., 2024).

В период с 1991 по 2020 гг. в зонах сухой и засушливой степи Алтайского края произошел сдвиг начала вегетации на более ранний срок (на 7–9 дней) по сравнению с периодом 1955–1990 гг., а дата окончания вегетационного периода сместилась на более поздний срок (Максимова и др., 2023). Данный факт свидетельствует об увеличении периода вегетации в районе исследований вследствие произошедших изменений климата.

Имеются сведения, что за период с 1964 по 2009 гг. произошло увеличение количества осадков за год и, соответственно, за вегетационный период по

всем районам Алтайского края (Максимова и др., 2016а; Kharuk et al., 2025). Данный факт согласуется и с проанализированными нами данными (Погода и климат…, 2024). Особенно заметно увеличение количества годовых осадков в самой засушливой юго-западной части края: при норме 240–260 мм в год, установленной в начале 20-го века, за последние 33 года осадков выпадало в среднем на 15–25 % больше (299 мм в год), что для влагодефицитного района довольно существенно. Однако существует противоположное мнение по поводу направленности тренда выпадения осадков. На метеостанциях Славгорода и Рубцовска в течение 1966–2011 гг. зафиксировано снижение среднегодового количества осадков (Харламова и др., 2013), хотя в конце научной статьи авторы делают вывод о цикличности влажных и сухих периодов, что примиряет их вывод с данными Н.Б. Максимовой с соавторами. Также неочевидность тренда на изменение количества осадков в Алтайском крае показана в работе Н.Ф. Харламовой и Д.С. Козловой (2014), С.П. Гончарова и Н.Б. Максимовой (2019). Таким образом, можно констатировать, что среди ученых, занимающихся изучением климата Алтайского края, не сложилось единого мнения о динамике изменений выпадения осадков.

Теплообеспеченность территории района исследований увеличилась за последнее столетие. Н.Б. Максимова с соавторами отмечают, что сумма суточных температур выше 10 °С в пределах Алтайского края увеличилась в различных агроклиматических районах на 10–17 % (от нормы в 1800–2400 °С до фактических значений 2148–2529 °С) (Максимова и др., 2016б).

Среднемноголетние годовые температуры воздуха в Алтайском крае за период 1966–2011 гг. по отношению к периоду 1936–1960 гг. увеличились на 0,8–1,7 °С (Харламова и др., 2013). По другим данным (Максимова и др., 2016б) за период с 1964–2009 гг. по отношению к норме средняя температура воздуха увеличилась на 0,86–2,14 °С. Если же сравнивать данные сайта «Погода и Климат» за 1991–2023 гг. с нормой, приведенной в статье Н.Б. Максимовой с соавторами, то среднегодовая температура воздуха в г. Барнаул, с Волчиха и с. Ключи увеличилась соответственно на 1,5; 2,0 и 2,2 °С.

Увеличение запасов воды в снежном покрове за период с 1966 по 2015 гг. произошло на большинстве метеостанций региона, за исключением метеостанций, расположенных в с. Ключи, с. Родино, г. Рубцовск, г. Камень-на-Оби и г. Змеиногорск (Харламова, Казарцева, 2017).

Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова, характеризующий соотношение влаги и тепла в регионе, изменяется в Алтайском крае волнообразно, но при построении линейного тренда заметна динамика уменьшения данного показателя, что свидетельствует о сокращении увлажненности территории (Харламова и др., 2014).

Очевидно, что климатические и погодные условия оказывают значительное влияние на процессы лесовосстановления, роста и развития лесных насаждений, происходящие в ленточных борах. Однако стоит отметить, что ленточные боры тоже влияют на климатические условия Алтайского края. Имеются данные о том, что этот уникальный природный комплекс снижает среднегодовую температуру воздуха, увеличивает влажность воздуха и задерживает продвижение воздушных масс в регионе (Парамонов и др., 2000; Черных, Фуряев, 2011).

1.4. Рельеф

Алтае-Новосибирский район лесостепей и ленточных боров охватывает центральную, северо-восточную и восточную части Кулундинской равнины и Приобское плато. Кулундинская степь в пределах района исследований имеет высоту над уровнем моря 100–250 м и плавно переходит в плато, возвышающееся над равнинной частью на 50–75 м. Максимальная высота Приобского плато 321 м. Плато расчленено широкими (от 6–8 км на севере до 20–60 км на юго-западе) и глубокими (до 100 м) ложбинами, вытянутыми параллельно друг другу с северо-востока на юго-запад. Последние образовались в результате стока талых вод Алтайского ледника по мере его отступления. На месте русел древних ледниковых рек отложились песчаные наносы различной мощности, на которых позднее образовались ленточные боры. Ложбины получили

такие же названия, как ленты боров: Бурлинская (Алеусская), Кулундинская, Касмалинская, Барнаульская и Локтевская (Вангниц, 1953; Нехорошев, 1958; Крылов, 1958; 1961; Крылов, Крылов, 1969; Бугаев, Косарев, 1988; Ревякин и др., 1989; Парамонов и др., 1997; Залесов и др., 2023).

По геоморфологическому районированию России (Добровольский и др., 2007) территория района исследований относится к следующим рангам: Западно-Сибирская страна; Внешняя провинция аккумулятивных и денудационных равнин различного генезиса; Приобский район грядово-увалистого расчлененного плато; Кулундинский район аллювиальной террасированной равнины; Барабинский район озерно-аллювиальной пологоволнистой низменной равнины; Приобский район аллювиальной террасированной низменной равнины.

Мезорельеф на территории, занятой ленточными борами, представлен преимущественно песчаными холмами и гривами, чередующимися с понижениями различной протяженности и формы. В северо-восточной части ленточных боров рельеф более пологий: перепады высот, как правило, не превышают 1–3 м. По мере продвижения на юго-запад разница высот описываемых элементов мезорельефа постепенно увеличивается до 30–40 метров. Крутые склоны всхолмлений (до 20–30°) преимущественно приурочены к северо-восточной стороне холмов, противоположной направлению господствующих ветров (Вангниц, 1953; Бугаев, Косарев, 1988).

В пределах ленточных боров традиционно выделяют три преобладающие формы рельефа: аллювиально-аккумулятивную с эоловой переработкой, равнинно-волнистую и аллювиально-эрозионную (Грибанов, 1960; Желдак и др., 2022). По данным Лебяжинской опытной станции (ЛОС), изучавшей ленточные боры Алтайского края и Новосибирской области, в пределах исследуемой территории выделяются четыре формы мезорельефа: высокие дюны и бугры, пологие дюнные всхолмления, небольшие западины и пониженные равнинные пространства (Бугаев, Косарев, 1988).

1.5. Почвы

Почвообразующими породами в ленточных борах Обь-Иртышского междуречья в основном являются древнеаллювиальные различной мощности песчаные отложения, сложенные отсортированными сравнительно однородными мелко- и среднезернистыми песками, а также лессовидные суглинки (Грибанов, 1960; Гаель и др., 1962; Маленко, 2012).

Почвообразовательный процесс в районе исследований идет преимущественно по подзолистому типу с наложением дернового процесса (Бугаев, Косарев, 1988; Бурлакова и др., 1988). Степень оподзоленности почв возрастает при переходе от вершин холмов к западинам, что свидетельствует о зависимости данного показателя от мезорельефа, влияющего на степень увлажнения почвы и уровень залегания грунтовых вод. Почвы на вершинах холмов чаще всего недоразвитые и малоразвитые (слабо и скрытоподзолистые). На плосковершинных холмах и пологих склонах преобладают почвы со слабо выраженными признаками оподзоленности. Невысокие выпуклые поверхности заняты почвами с явными признаками оподзоливания и другими слабогумусированными почвами. В нижних частях склонов и на ровных поверхностях развиты подзолистые песчаные почвы. В понижениях мезорельефа формируются подзолисто-глеевые почвы. В наиболее глубоких впадинах и понижениях, где наблюдается постоянное избыточное увлажнение и близкое залегание грунтовых вод, проявляется болотный тип почвообразования и преобладают торфянисто-глеевые почвы (Вангниц, 1953; Бугаев, Косарев, 1988; Гришина и др., 1991; Макарычев и др., 2010). Описанные особенности почв в связке с особенностями мезорельефа легли в основу схемы типов леса и лесорастительных условий ленточных боров Алтайского края (приложение 3).

Почвы боровых песков, формирующиеся в сосновых насаждениях, можно поделить на две группы: дерново-подзолистые песчано-супесчаные, образующиеся на возвышенных холмистых участках бора; дерново-подзолистые оглеенные, развитые по понижениям мезорельефа в условиях постоянной

связи с грунтовыми водами (Почвы Алтайского края, 1959; Парамонов и др., 1997; Макарычев и др., 2010; Беховых, Болотов, 2012).

Почвы ленточных боров довольно однородны по минералогическому составу: кварц – 90 %, полевой шпат – 2 %, прочие минералы – 8 % (Вангниц, 1953). В гранулометрическом составе основная доля (до 80–90 %) обычно принадлежит песку фракции 1–0,25 мм. От 6,7 до 90 % также может быть представлено песком фракции 0,25–0,01 мм. Глинистых и илистых частиц (менее 0,01 мм) в почве может быть от 0,2 до 11,5 %. Гумуса в дерново-подзолистых почвах в горизонте A_1 около 1,5 %. С глубиной его содержание резко уменьшается, а в почвообразующей породе он отсутствует. Плотность сложения почв района исследований лежит в пределах 1,22–1,59 г/см^3 (Вангниц, 1953; Беховых, Болотов, 2012; Беховых, Беховых, 2023).

В производственных документах, например, в книгах лесных культур и лесоустроительных материалах почвы ленточных боров зачастую обозначены (названы) как «боровые пески». По всей видимости, такой подход подчеркивает преобладающую роль гранулометрического состава песчаных почв над их другими свойствами. Своеобразие физических свойств песчаных почв отмечали еще классики почвоведения (Горшенин, 1927; Роде, 1937; Соболев, 1938). В научной литературе предлагалось даже выделить отдельный ряд дерновых песчаных почв, включающий в себя «дерново-боровые почвы», формирующиеся под сосновыми борами (Гаель, Маланьин, 1977).

Для песчаных почв характерны следующие особенности: высокая теплопроводность, низкая влагоемкость и испаряющая способность. Как следствие, такие почвы быстро нагреваются и остывают, весной оттаивают раньше, легко пропускают атмосферные осадки в глубь почвы. На участках покрытых лесной растительностью, данные особенности почв несколько сглаживаются (Вангниц, 1953; Беховых и др., 2022). Песчаные почвы ленточных боров в начале вегетационного периода накапливают около 30 мм продуктивной влаги в метровом слое. Остальная часть осенне-зимних и ранневесенних осадков идет на питание грунтовых вод (Беховых и др., 2022, Залесов и др.,

2023). В двадцатисантиметровом слое почвы сухостепной зоны наблюдаются критические условия влагосодержания. Особенно напряженный водный режим складывается на вершинах холмов и склонах южной экспозиции (Беховых, Болотов, 2012; Беховых и др., 2022; Беховых, Беховых, 2023).

Характеристики типичных почвенных профилей, заложенных в ленточных борах, приведены в работах (Гудочкин, Чабан, 1958; Гаель, Маланьин, 1977; Макарычев и др., 2010; Завалишин, Патрушев, 2014).

Почвенный разрез дерново-подзолистой иллювиально-железистой почвы, одной из наиболее типичных для ленточных боров, показан на рисунке 1.8. (Визуальная база данных…, 2024).



Рисунок 1.8 – Дерново-подзолистая иллювиально-железистая почва на выпуклом уплощенном повышении в пределах слабоволнистой поверхности, Гатский бор (фото С.В. Лойко)

Дерново-подзолистые почвы, преобладающие в ленточных борах, не характерны для степной зоны, так как формируются в условиях промывного вод-

ного режима, несвойственного для данной климатической зоны. Однако в ленточных борах промывной водный режим обеспечен песчаным субстратом ложбин древнего стока, описанных в предыдущем разделе. Необходимые для подзолообразования химические вещества (в частности, кислоты) содержатся в лесной подстилке, формирующейся в лесных насаждениях. Таким образом, ленточные боры и дерново-подзолистые почвы тесно взаимосвязаны и являются частью одной саморегулирующейся экологической системой (Макарычев и др., 2010; Беховых, Болотов, 2012). Почвы степей, окружающих ленточные боры, в основном представлены черноземами, встречаются также темно- и светло-каштановые почвы. В местах перехода степи в боры степные почвы плавно сменяются на песчаные. Переходные зоны достигают ширины 4–5 км (Вангниц, 1953).

В целом почвенный покров ленточных боров характеризуется высокой комплексностью, что обусловлено неровностями мезорельефа (Вангниц, 1953; Бугаев, Косарев, 1988; Гришина и др., 1991; Залесов и др., 2023). Также одной из особенностей почвенного покрова ленточных боров является наличие пятен засоленных почв, однако по сравнению со степными почвами количество и площадь засоленных участков в борах значительно меньше (Вангниц, 1953).

Эрозионные процессы в ленточных борах на участках, покрытых лесной растительностью, практически отсутствуют, однако на участках без древесной растительности и лесной подстилки эрозия почв наблюдается (Маленко, 2012).

1.6. Гидрология

На северо-западе Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров протекает р. Обь, которая служит естественной границей описываемого лесного района на значительном промежутке длины.

В северной и северо-западной части района исследований протекает р. Бурла, берущая свое начало в Алеусском (Бурлинском) бору и впадающая в оз. Большое Топольное (в маловодные годы) или в оз. Большой Ажбулат (в многоводные годы). В пределах Новосибирской области Бурлинскую ленту

пересекают р. Алеус и Кирза, впадающие в р. Обь. Также в Новосибирской области в Обь впадают ее правые притоки: Каменка, Чингис, Малый Чингис, Полдневка, Нижний Сузун и др.

Юго-западнее р. Бурлы находится р. Кулунда, исток которой располагается в Кулундинском ленточном бору, а устье в оз. Кулундинском. Южнее р. Кулунды течет р. Кучук, впадающая в Кучукское озеро. В пределах Касмалинской и Барнаульской лент текут реки Касмала и Барнаулка, являющиеся левыми притоками Оби (Желдак и др., 2022). Юго-западнее, параллельно ленточным борам, протекает самая длинная река Алтайского края – Алей, берущая начало в отрогах Тигирецкого хребта, и также впадающая в р. Обь. Питание рек преимущественно снеговое. Для рек района исследований характерны две волны весеннего паводка – в первой половине апреля (снеготаяние, вскрытие рек) и в конце мая – начале июня (снеготаяние в горах и дожди), за которыми может следовать серия летних паводков (Самойлова и др., 2024).

Озера в районе исследований более многочисленны. В равнинной части Алтайского края насчитывается более пяти тысяч озер, при чем 25 из них имеют площадь более 10 км^2 (Ревякин и др., 1989). Наиболее крупные из них: Кулундинское, Кучукское, Большое Топольное, Большое Яровое, Горькое (несколько одноименных озер), Зеркальное, Бахматовское, Бычье, Горькое-Перешеечное, Большое Островное, Бурлинское, Песчаное, Песьяное. Около 60 % озер района исследований пресные, они сосредоточены преимущественно в северо-восточной части. Остальные озера – соленые и горько-соленые, большая часть из них находится в юго-западной части района исследований (Парамонов и др., 1997). Почти все озера и болота в ленточных борах связаны руслами эрозионного происхождения, по которым периодически или сезонно осуществляется поверхностный сток вод (Грибанов, 1960).

Наибольший вклад в водоснабжение территории вносят грунтовые воды, залегающие несколькими водоносными горизонтами на разной глубине (Залесов и др., 2023). Уровень грунтовых вод (УГВ) в пределах ленточных бо-

ров зависит от мезорельефа и глубины залегания водоупорных слоев (глинистых прослоек). В междюнных понижениях (западинах) грунтовые воды могут выступать на поверхность или находиться на глубине менее 1 м (Вангниц, 1953). На вершинах холмов УГВ может составлять 17 м и более (Гаель и др., 1962). Детальная информация о зависимости глубины залегания грунтовых вод от мезорельефа приведена в приложении 3.

По данным Л.Н. Грибанова (1960) режим УГВ связан с цикличными изменениями климата и носит сезонный характер. Во влажные годы происходит увеличение запасов грунтовых вод, а в засушливые – напротив, УГВ снижается. В пределах года максимальный подъем УГВ наблюдается в весенний период – до 45 см, а с мая по ноябрь отмечается его понижение (Маленко, 2002, 2012). По химическому составу грунтовые воды ленточных боров в основном пресные, однако в пристепных участках, по понижениям рельефа, имеют повышенную минерализацию (Гаель и др., 1962; Маленко, 2012; Желдак и др., 2022).

1.7. Лесной фонд

В данном разделе представлен анализ официальных данных ФГБУ Рослесинфорг, по состоянию на 01.01.2021 г. (Интерактивная карта…, 2024). Данные получены путем обобщения информации по семнадцати лесничествам Алтайского края и Новосибирской области, перечисленным в разделе 1.1.

В таблице 1.3. приведено распределение площади лесов Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров по целевому назначению и категориям защитных лесов. Общая площадь лесов района исследований составляет 1,74 млн га, из них 99,6 % площади лесов отнесено к защитным лесам. К категории «ленточные боры» отнесено 64,8 % от общей площади лесов (1,13 млн га), при этом 89,8 % ленточных боров находится на территории Алтайского края. Лесистость Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров составляет 20,8 %, по лесничествам лесистость варьирует в пределах от 2,2 до 44,8 % (Желдак и др., 2022).

Таблица 1.3 – Характеристика лесов по целевому назначению в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров, га/%

Целевое назначение	Новосибирская область	Алтайский край	Всего по лесному району
1. Защитные леса, всего	381568 98,1	1353913 100	1735481 99,6
а) леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях	59200 15,2	–	59200 3,4
в) леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов, всего	27809 7,2	33385 2,5	61194 3,5
защитные полосы лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог общего пользования, автомобильных дорог общего пользования, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации	14613 3,8	17733 1,3	32346 1,9
зеленые зоны	13196 3,4	12989 1,0	26185 1,5
лесопарковые зоны	–	2663 0,2	2663 0,2
г) ценные леса, всего	294559 75,7	1320528 97,5	1615087 92,7
государственные защитные лесные полосы	–	12638 0,9	12638 0,7
леса, расположенные в пустынных, полупустынных, лесостепных, лесотундровых зонах, степях, горах	154948 39,8	256120 18,9	411068 23,6
ленточные боры	115071 29,6	1014446 74,9	1129517 64,8
запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов	9842 2,5	–	9842 0,6
нерестоохранные полосы лесов	14698 3,8	37324 2,8	52022 3,0
2. Эксплуатационные	7343 1,9	–	7343 0,4
Всего лесов, в отношении которых проводилось лесоустройство	388911 100	1353913 100	1742824 100

Сузунское лесничество Новосибирской области довольно сильно отличается от других лесничеств лесного района. Все эксплуатационные леса района исследований (7343 га) находятся на территории данного лесничества в Мышланском лесохозяйственном участке. Леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях (59200 га) – государственный биологический заказник Сузунский и запретные полосы, расположенные вдоль водных объектов (9842 га), также полностью относятся к Сузунскому лесничеству. Лесов категории «ленточные боры» на территории Сузунского лесничества всего 5996 га (2,7 % площади лесничества), находятся они в Битковском лесохозяйственном участке (в северной части лесничества, примыкающей к Ордынскому лесничеству). Леса другого целевого назначения распределены между регионами и лесничествами относительно равномерно.

Характеристика лесных и нелесных земель лесного фонда района исследований приведена в таблице 1.4. Земли, на которых расположены леса, занимают 1,48 млн га (84,9 %) от общей площади земель лесного фонда Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров. На лесные культуры и несомкнувшиеся лесные культуры приходится 13,7 % от площади земель, на которых расположены леса. Земли, предназначенные для лесовосстановления представлены преимущественно прогалинами и пустырями. Нелесные земли представлены в основном болотами, водами, сенокосами, просеками и дорогами.

На рисунке 1.9 показано распределение площади земель, на которых расположены леса, по преобладающим породам для Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров и лесов категории «ленточные боры».

В исследуемом лесном районе на насаждения с преобладанием сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) приходится 59,2 % площади земель, на которых расположены леса. Если анализировать только ленточные боры, то доля сосны возрастает до 81,6 %. Доля площади, занятой насаждениями с преобладанием березы повислой (*Betula pendula* Roth) также достаточно велика – 33,4 и 15,9 % соответственно.

Таблица 1.4 – Характеристика лесных и нелесных земель лесного фонда Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров

Показатели характеристики земель	Площадь	
	га	%
Общая площадь земель	1742824	100
Лесные земли, всего	1518042	87,1
Земли, на которых расположены леса	1478826	84,9
в том числе:	–	–
лесные культуры	182540	10,5
Земли, не покрытые лесной растительностью	39216	2,2
в том числе:	–	–
несомкнувшиеся лесные культуры	20605	1,2
питомники и лесные плантации	469	0,0
естественные редины	168	0,0
земли, предназначенные для лесовосстановления	17974	1,0
в том числе:	–	–
гари	413	0,0
погибшие насаждения	1607	0,1
вырубки	1540	0,1
прогалины, пустыри	14414	0,8
Нелесные земли	224782	12,9
в том числе:	–	–
пашни	1433	0,1
сенокосы	49225	2,8
пастбища	9559	0,5
воды	56398	3,2
сады, тутовники, ягодники	120	0,0
дороги, просеки	25358	1,5
усадьбы, объекты переработки заготовленной древесины и другой лесной продукции	749	0,0
болота	61843	3,5
пески	1159	0,1
прочие земли	18938	1,1

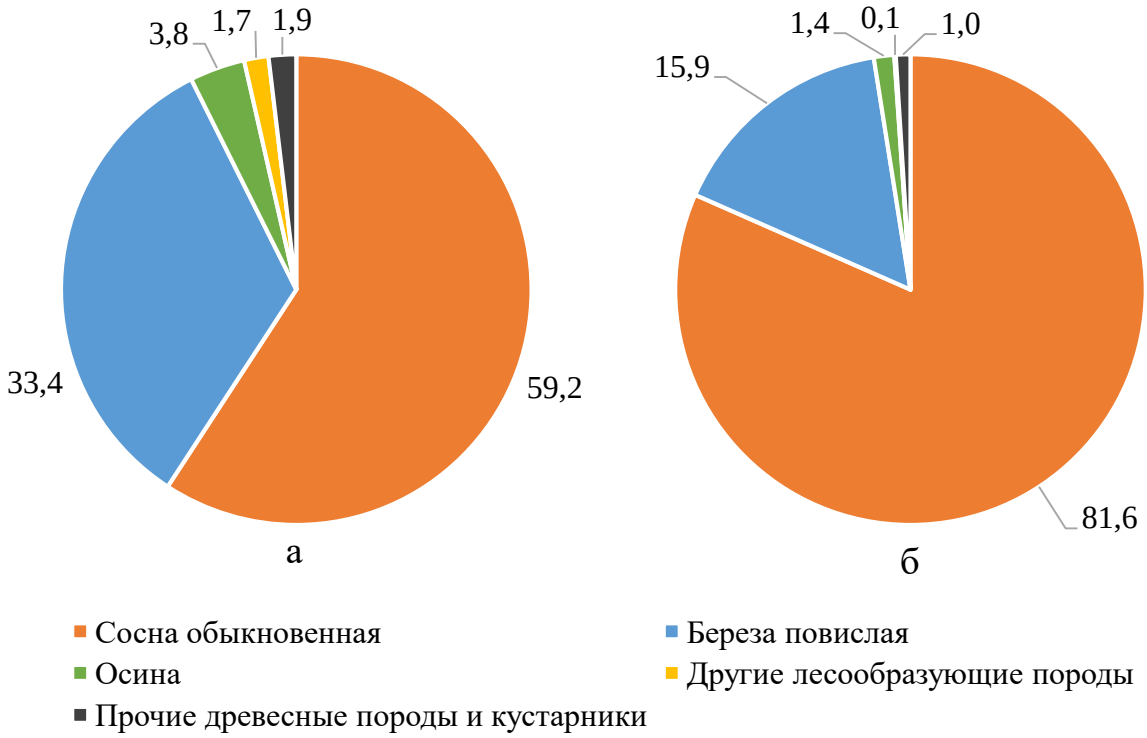


Рисунок 1.9 – Распределение площади земель, на которых расположены леса, по преобладающим породам (%): а – Алтае-Новосибирский район лесостепей и ленточных боров; б – ленточные боры

Доля площади, занятая насаждениями с преобладанием осины обыкновенной (*Populus tremula* L.), составляет 3,8 % по лесному району и 1,4 % – по ленточным борам. На площади, занятой насаждениями с преобладанием других лесообразующих пород (виды родов лиственница, ель, пихта, сосна (кедровая сибирская), тополь, ива (древовидные формы), вяз, клен, липа, ясень, дуб), приходится 1,7 и 0,1 %. На долю прочих древесных и кустарниковых пород (виды родов ива (кустарниковые формы), карагана, спирея, облепиха, лох, смородина, яблоня, рябина, черемуха и др.) приходится 1,9 и 1,0 % площади.

В таблице 1.5 приведены данные о распределении площади земель, на которых расположены леса, по преобладающим породам и группам возраста лесных насаждений. В среднем по всем породам на долю спелых и перестойных насаждений в районе исследований приходится 42,7 % площади земель, на которых расположены леса. В насаждениях с преобладанием сосны доля спелых и перестойных составляет 35,4 % площади.

Таблица 1.5 – Распределение площади земель, на которых расположены леса, по преобладающим породам и группам возраста лесных насаждений в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров, га / %

Преобладающая порода	Всего	Молодняки		Средневозрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные		Средний возраст, лет
		I	II			всего	в т.ч. перестойные	
Сосна обыкновенная	874995 100	86547 9,9	31992 3,7	282590 32,3	164450 18,8	309416 35,4	15590 1,8	99
Береза повислая	494889 100	11864 2,4	11220 2,3	104273 21,1	105488 21,3	262044 53,0	26164 5,3	61
Осина	56259 100	8288 14,7	4142 7,4	19057 33,9	8766 15,6	16006 28,5	3879 6,9	39
Другие лесообразующие породы	24710 100	865 3,5	1366 5,5	3625 14,7	1249 5,1	17605 71,2	12686 51,3	56
Итого по основным лесообразующим породам	1450853 100	107564 7,4	48720 3,4	409545 28,2	279953 19,3	605071 41,7	58319 4,0	83
Прочие древесные породы и кустарники	27973 100	2 0,0	392 1,4	696 2,5	297 1,1	26586 95,0	19698 70,4	8
Итого по всем породам	1478826 100	107566 7,3	49112 3,3	410241 27,7	280250 19,0	631657 42,7	78017 5,3	82

Следует отметить, что доля спелых и перестойных сосняков, конечно, велика, но ситуация с березняками и насаждениями с преобладанием прочих пород существенно хуже. Наиболее благоприятное соотношение групп воз-

раста наблюдается у насаждений с преобладанием осины. Вероятно, это связано с тем, что осина в условиях района исследований отмирает быстрее березы и естественным путем сменяется на сосну.

В ленточных борах сосняки занимают 78 % от площади спелых и перестойных насаждений, на березу приходится 21 %, а на остальные породы – 1 %. Доля перестойных насаждений с преобладанием сосны невелика – 1,8 %, что свидетельствует об интенсивных рубках по сосне (Желдак и др., 2022).

Обращает на себя внимание малая доля молодняков I и II классов возраста – 10,6 % в среднем по всем породам и 13,6 % – по соснякам. При этом значительная доля молодняков сосны – это лесные культуры. По нашей оценке, только в Алтайском крае в пределах района исследований на сегодняшний день насчитывается около 70,1 тыс. га лесных культур в возрасте до 40 лет (Osipenko, Zalesov, 2019). Таким образом, около 59 % площади сосновых молодняков имеют искусственное происхождение. Последнее может являться следствием выборочной системы рубок, применяемой в районе исследований, а также может сигнализировать о затрудненном процессе омоложения сосновых насаждений.

На рисунке 1.10 показано распределение запаса насаждений по преобладающим породам для Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров и лесов категории «ленточные боры».

Общий запас насаждений исследуемого лесного района составляет 249,4 млн м^3, в пределах Алтайского края – 181,3 млн м^3, в Новосибирской области – 68,0 млн м^3. При этом на три основные лесообразующие породы (сосна, береза, осина) приходится 98,5 % запаса древесины (Желдак и др., 2022). На долю сосны обыкновенной в исследуемом лесном районе приходится 68,3 % запаса древесины, на долю березы – 27,6 %, осины – 2,6 %. В ленточных борах доля сосны по запасу насаждений возрастает до 86,7 %.

Распределение запаса насаждений по преобладающим породам и группам возраста лесных насаждений в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров отражено в таблице 1.6.



Рисунок 1.10 – Распределение запаса насаждений по преобладающим породам (%): а – Алтае-Новосибирский район лесостепей и ленточных боров; б – ленточные боры

Таблица 1.6 – Распределение запаса насаждений по преобладающим породам и группам возраста лесных насаждений в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров, тыс. м^3 / %

Преобладающая порода	Всего	Молодняки		Средневозрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные	
		I	II			всего	в т.ч. перестойные
1	2	3	4	5	6	7	8
Сосна обыкновенная	170424 100	1573 0,9	2656 1,6	55304 32,4	39031 22,9	71860 42,2	2550 1,5
Береза повислая	68738 100	123 0,2	324 0,5	11836 17,2	15643 22,7	40812 59,4	4090 5,9
Осина	6595 100	119 1,8	154 2,3	2266 34,4	1309 19,8	2747 41,7	716 10,8

Окончание таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8
Другие лесообразующие породы	3375 100	25 0,7	98 2,9	395 11,7	125 3,7	2732 81,0	1992 59,0
Итого по основным лесообразующим породам	24913 2 100	1840 0,8	3232 1,3	69801 28,0	56108 22,5	118151 47,4	9348 3,8
Прочие древесные породы и кустарники	284 100	0 0,0	3 0,9	4 1,5	1 0,5	276 97,1	199 69,9
Итого по всем породам	24941 6 100	1840 0,7	3235 1,3	69805 28	56109 22,5	118427 47,5	9547 3,8

Доля спелых и перестойных насаждений по запасу в пределах лесного района составляет 47,5 %. В сосновых насаждениях на долю спелых и перестойных насаждений приходится 42,2 %.

В таблице 1.7 показано распределение площади лесных насаждений с преобладанием основных лесообразующих пород по группам пород, группам возраста и относительным полнотам.

Наибольшая доля высокополнотных (относительная полнота 0,8 и более) насаждений наблюдается в средневозрастной категории – 29,2 %. Наименьшая доля высокополнотных насаждений относятся к категории спелые и перестойные – 13,1 %. Последнее может объясняться как естественными процессами развития древостоев, так и неоптимальным соотношением рубок ухода и рубок спелых и перестойных насаждений.

Насаждения с полнотой 0,5–0,7 занимают 67,4 % площади земель, занятых основными лесообразующими породами. Наименьшая доля площади приходится на насаждения с полнотой 0,9–1,0 – 6,4 %.

Распределение площади лесных насаждений с преобладанием основных лесообразующих пород по группам пород, группам возраста и классам бонитета в исследуемом лесном районе приведено в таблице 1.8.

Таблица 1.7 – Распределение площади лесных насаждений с преобладанием основных лесообразующих пород по группам пород, группам возраста и относительным полнотам, га

Группа пород	Относительная полнота						Итого
	0,3–0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9–1,0	
Молодняки							
Хвойные	26855 22,4	19073 15,9	35803 29,9	26882 22,4	7640 6,4	3661 3,0	119914 100
Твердолиственные	63 15,8	98 24,6	110 27,7	109 27,4	2 0,5	16 4,0	398 100
Мягколиственные	5845 16,2	9018 25,1	9575 26,6	7542 21,0	3374 9,4	618 1,7	35972 100
Итого, молодняки	32763 21,0	28189 18,0	45488 29,1	34533 22,1	11016 7,1	4295 2,7	156284 100
Средневозрастные							
Хвойные	37711 13,3	36467 12,9	50027 17,7	64097 22,6	47815 16,9	47064 16,6	283181 100
Твердолиственные	9 1,9	71 14,9	118 24,7	158 33,0	79 16,5	43 9,0	478 100
Мягколиственные	10459 8,3	28073 22,3	33038 26,3	29746 23,6	16521 13,1	8049 6,4	125886 100
Итого, средневозрастные	48179 11,8	64611 15,8	83183 20,3	94001 22,9	64415 15,7	55156 13,5	409545 100
Приспевающие							
Хвойные	25062 15,2	24174 14,7	35337 21,5	42366 25,7	26937 16,4	10630 6,5	164506 100
Твердолиственные	116 17,4	322 48,3	148 22,2	77 11,6	1 0,2	2 0,3	666 100
Мягколиственные	9721 8,5	27640 24,1	29905 26,1	30907 26,9	10929 9,5	5679 4,9	114781 100
Итого, приспевающие	34899 12,5	52136 18,6	65390 23,4	73350 26,2	37867 13,5	16311 5,8	279953 100
Спелые и перестойные							
Хвойные	48756 15,8	52258 16,9	75965 24,5	77171 24,9	42651 13,8	12656 4,1	309457 100
Твердолиственные	49 5,1	108 11,2	432 44,6	244 25,2	124 12,8	11 1,1	968 100
Мягколиственные	40432 13,7	78533 26,7	83454 28,3	68492 23,2	18764 6,4	4971 1,7	294646 100
Итого, спелые и перестойные	89237 14,8	130899 21,6	159851 26,4	145907 24,1	61539 10,2	17638 2,9	605071 100
Всего	205078 14,1	275835 19,0	353912 24,4	347791 24,0	174837 12,1	93400 6,4	1450853 100

Таблица 1.8 – Распределение площади насаждений с преобладанием основных лесообразующих пород по группам пород, группам возраста, классам бонитета в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров, га

Группа пород	Класс бонитета					Итого
	II и выше	III	IV	V	VA–VБ	
Молодняки						
Хвойные	38646 32,2	56851 47,4	24036 20,1	372 0,3	9 0,0	119914 100
Твердолиственные	141 35,4	154 38,7	96 24,1	4 1,0	3 0,8	398 100
Мягколиственные	19252 53,5	10760 29,9	5726 15,9	234 0,7	–	35972 100
Итого, молодняки	58039 37,1	67765 43,4	29858 19,1	610 0,4	12 0,0	156284 100
Средневозрастные						
Хвойные	114450 40,4	144974 51,2	23418 8,3	339 0,1	–	283181 100
Твердолиственные	46 9,6	79 16,5	345 72,2	8 1,7	–	478 100
Мягколиственные	52375 41,6	51093 40,6	17164 13,6	5254 4,2	–	125886 100
Итого, средневозрастные	166871 40,7	196146 47,9	40927 10,0	5601 1,4	–	409545 100
Приспевающие						
Хвойные	98176 59,7	55131 33,5	11046 6,7	153 0,1	–	164506 100
Твердолиственные	16 2,4	187 28,1	341 51,2	120 18,0	2 0,3	666 100
Мягколиственные	59875 52,1	40511 35,3	12828 11,2	1567 1,4	–	114781 100
Итого, приспевающие	158067 56,5	95829 34,2	24215 8,6	1840 0,7	2 0,0	279953 100
Спелые и перестойные						
Хвойные	203828 65,9	67826 21,9	36370 11,7	1427 0,5	6 0,0	309457 100
Твердолиственные	114 11,8	488 50,4	246 25,4	119 12,3	1 0,1	968 100
Мягколиственные	171656 58,3	77309 26,2	38400 13,0	7281 2,5	–	294646 100
Итого, спелые и перестойные	375598 62,1	145623 24,1	75016 12,4	8827 1,4	7 0,0	605071 100
Всего	758575 52,3	505363 34,8	170016 11,7	16878 1,2	21 0,0	1450853 100

Молодняки и средневозрастные насаждения района исследований представлены преимущественно насаждениями III класса бонитета и, с небольшим отставанием, насаждениями II класса бонитета. Приспевающие и спелые насаждения в большей степени характеризуются II и выше классами бонитета. Данное обстоятельство может быть следствием того, что молодняки и средневозрастные насаждения формируются под пологом старшего поколения, которое угнетает их рост.

Средние таксационные показатели насаждений с преобладанием основных лесообразующих пород с распределением по лесничествам и климатическим зонам приведены в таблице 1.9.

Следует отметить, что в четвертом столбце таблицы 1.9 показаны не все преобладающие породы, выделенные ФГБУ Рослесинфорг в пределах лесничеств. Сделано это для компактности записи и простоты восприятия данных. Если запас насаждений с преобладанием определенной породы по лесничеству был менее 1 %, такая порода не была показана в столбце «Преобладающие породы (доля запаса насаждений с преобладанием данной породы, %)».

Низкая доля (менее 60 %) запаса древостоев с преобладанием сосны обыкновенной наблюдается в лесничествах, в которых нет лесов, отнесенных к категории «ленточные боры» (Шипуновское, Знаменское), а также в самых северных лесничествах района исследований (Баевское, Панкрушихинское, Ордынское, Сузункое). В пределах лесного района имеется тенденция на увеличение доли сосняков при продвижении с северо-востока на юго-запад.

По лесному району средний запас насаждений с преобладанием основных лесообразующих пород на землях, на которых расположены леса, составляет 172 м^3/га, средний запас спелых и перестойных насаждений – 195 м^3/га, в сосняках всех групп возраста – 195 м^3/га. Значения среднего запаса насаждений были определены для каждого лесничества по данным государственного лесного реестра (путем деления общего запаса насаждений определенной категории земель на площадь таких земель), а затем были рассчитаны средневзвешенные значения показателей для всего района исследований.

Таблица 1.9 – Средние таксационные показатели насаждений с преобладанием основных лесообразующих пород

Лесничество	Площадь лесничества, га	Земли, на которых расположены леса, га	Преобладающие породы (доля запаса насаждений с преобладанием данной породы, %)	Средние таксационные показатели					
				Возраст, лет	Относительная полнота	Класс бонитета	Запас насаждений на 1 га, м^3		Прирост на 1 га покрытой лесом площади, м^3
							Покрытые лесом земли	Спелые и перестойные	
Лесостепная зона									
Ордынское	170237	161831	С(54) Б(44) Ос (2)	81	0,63	II,0	194	205	2,40
Сузунское	218674	200877	С(56) Б(40) Ос(2) Т(1) Ив(1)	74	0,65	II,0	183	206	2,47
Барнаульское	26049	24276	С(89) Б(10) Ос(1)	111	0,67	II,3	235	250	2,12
Павловское	74675	68538	С(82) Б(17) Ос(1)	77	0,67	II,3	215	209	2,79
Панкрушихинское	115719	105126	Б(50) С(48) Ос(2)	86	0,62	II,1	184	193	2,14
Баевское	76430	66224	Б(54) С(28) Ос(16) Т(1) Ив(1)	61	0,67	III,1	151	173	2,48
Кулундинское	86398	71392	С(63) Б(32) Ос(4) Т(1)	94	0,62	II,4	187	197	1,99
Ребрихинское	61535	47561	С(64) Б(33) Ос(3)	104	0,65	II,4	205	210	1,97
Шипуновское	44702	32689	Б(54) Т(30) Ив(8) Ос(1) С(6) Л(1)	59	0,57	II,8	135	148	2,29
Новичихинское	111950	64431	С(78) Б(21) Ос(1)	82	0,58	III,0	173	199	2,11

Окончание таблицы 1.9

Лесничество	Площадь лесничества, га	Земли, на которых расположены леса, га	Преобладающие породы (доля запаса насаждений с преобладанием данной породы, %)	Средние таксационные показатели					
				Возраст, лет	Относительная полнота	Класс бонитета	Запас насаждений на 1 га, м^3		Прирост на 1 га покрытой лесом площади, м^3
							Покрытые лесом земли	Спелые и перестойные	
Степная зона									
Волчихинское	128712	103082	С(89) Б(10) Ос(1)	107	0,62	II,4	195	198	1,82
Знаменское	44182	42100	Б(69) Ос(26) С(4) Л(1)	133	0,55	II,9	132	144	0,99
Лебяжинское	86757	69048	С(83) Б(17)	93	0,59	II,7	201	245	2,16
Ракитовское	95063	80803	С(90) Б(8) Ос(2)	87	0,58	III,1	142	173	1,63
Ключевское	88254	65385	С(98) Б(1) Ос(1)	65	0,62	III,1	139	174	2,14
Степно-Михайловское	113818	84658	С(96) Б(3) Ос(1)	92	0,60	II,7	152	166	1,65
Озеро-Кузнецовское	199669	162832	С(97) Б(2) Ос(1)	87	0,57	III,1	121	134	1,39
Итого по всем лесничествам	1742824	1450853	С(68) Б(28) Ос(3) Т(1)	83	0,62	II,5	172	195	2,07

Средний возраст насаждений района исследований составляет 83 года. Данный показатель варьирует в пределах от 59 лет в Шипуновском лесничестве до 133 лет в Знаменском лесничестве. В лесостепной зоне средний возраст насаждений составляет 81 год, а в степной – 93 года.

Средняя относительная полнота по лесному району составляет 0,62, при минимальном значении – 0,55 в Знаменском лесничестве и 0,67 – в Барнаульском, Павловском и Баевском лесничестве. В лесостепной зоне средняя относительная полнота составляет 0,64, а в степной – 0,59.

Средний класс бонитета насаждений района исследований варьирует в пределах от II,0 до III,1, при среднем значении по лесному району – II,5. Если сравнивать производительность древостоев лесостепной и степной зоны, то в лесостепи средний класс бонитета составляет II,3, в степи – II,9.

Средний общий прирост древесины на 1 га покрытой лесом площади в пределах Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров составляет 2,07 $м^3$/га. В пределах лесостепной зоны данный показатель равен 2,33 $м^3$/га, в степной зоне – 1,67 $м^3$/га.

Современная лесная типология ленточных боров начала формироваться в 1911 году. Лесоустройством тогда было выделено всего два типа леса «сухой бор» и «жировая сосна в ямках». В 1923 году выделялось также два типа леса «сухой лишайниковый бор» и «травяной бор». В дальнейшем лесная типология начала усложняться: в 1926–1929 гг. было выделено пять типов леса, в 1933 – шесть, в 1936 – десять. Такое большое количество типов леса оказалось неудобным для применения на практике и их количество снова начали сокращать. Лесоустройство 1949–1951 гг. выделяло пять типов леса: сухой бор высоких бугров, сухой бор пологих всхолмлений (лишайниковый бор), западинный бор (зеленомошник-брусничник), травяной бор, березняк по понижениям и болотам (согра). Названия, приведенные в скобках, были приняты для двух северных лент Алеусской и Кулундинской (Вангниц, 1953; Ключников, Парамонов, 2003).

В 1957 сотрудники 8-й Ленинградской лесоустроительной экспедиции, взяв за основу классификацию типов леса, составленную Лебяжинской лесной опытной станцией под руководством И.Ю. Месоеда (1934б), разработали лесную типологию, которая применяется в настоящее время. Данная классификация включает в себя следующие типы леса: сухой бор высоких всхолмлений (СБВ); сухой бор пологих всхолмлений (СБП); свежий бор (СВБ); сосняк пристепной (СПР); травяной бор (ТРБ); свежий бор (СВБ); согра сосновая (СГРС); согра лиственная (СГРЛ) (Маленко, 2012). Описание перечисленных типов леса приведено в приложении 3.

В основу принятой для ленточных боров схемы типов леса положены шесть типов лесорастительных условий, градация которых определяется характером гидрологического режима почв и сводится к местоположению относительно микро- и мезорельефа (Грибанов, 1960; Бирюков, 1982; Залесов и др., 2023). При этом выделенные типы условий местопроизрастания (A_0–A_5) характеризуют только влажность почвы, но не ее плодородие (трофность).

В Алтайском крае предпринимались также попытки применения типологии, составленной по геоботаническому принципу (Бугаев, Косарев, 1988). Однако в связи с частыми пожарами, хозяйственной деятельностью человека и проникновением степной растительности в леса, применение такой типологии было весьма затруднено (Грибанов, 1960; Парамонов, 2011).

В ленточных борах часто встречаются степные виды травянистых растений, нехарактерные и необычные для лесной среды, что является следствием лесорастительных условий переходных от леса к степи. Общий список насчитывает около 400 видов (Куминова, 1960), в том числе деревьев и кустарников – 24, злаков – 35, осок – 13, бобовых – 28, разнотравья – 286, мхов и лишайников – 13 видов. Большую роль в проникновении степной флоры под полог леса играют лесные пожары (Залесов и др., 2023).

Доля лесных земель ленточных боров Алтайского края по типам леса, приведена в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Распределение площади лесных земель ленточных боров Алтайского края по типам леса, %

Лесничество	Тип леса							Всего
	СБВ	СБП	СВБ	СПР	ТРБ	СГРС	СГРЛ	
Лесостепная зона								
Барнаульское	–	3,6	51,1	-	40,5	0,0	4,8	100
Павловское	–	3,9	42,1	0,0	43,6	0,1	10,3	100
Панкрушихинское	–	13,6	28,4	0,4	42,0	7,0	8,6	100
Кулундинское	–	6,3	50,4	3,6	29,9	3,7	6,1	100
Новичихинское	0,0	13,9	45,1	0,2	33,5	0,3	7,0	100
Итого, лесостепь	0,0	9,4	40,8	0,9	38,0	3,1	7,8	100
Степная зона								
Волчихинское	0,0	29,9	42,7	0,9	23,4	0,1	3,0	100
Лебяжинское	-	33,3	40,4	0,0	18,7	0,2	7,4	100
Ракитовское	0,3	58,4	23,3	0,0	12,5	0,4	5,1	100
Ключевское	0,1	73,2	23,9	0,3	1,9	0,4	0,2	100
Степно-Михайловское	0,0	44,1	48,1	0,9	5,0	1,1	0,8	100
Озеро-Кузнецовское	1,1	65,4	25,9	0,4	6,5	0,1	0,6	100
Итого, степь	0,4	52,4	33,1	0,4	11,0	0,3	2,4	100
Всего, лесостепь и степь	0,3	37,0	35,8	0,6	20,6	1,3	4,4	100

Таблица 1.10 составлена на основании информации, содержащейся в электронной базе данных в формате «.xlsx», содержащей характеристику более 268 тыс. таксационных выделов одиннадцати лесничеств Алтайского края. Общая площадь выделов в базе данных составляет 1014,3 тыс. га. Имеющиеся данные характеризуют лесной фонд района исследований по состоянию на 2001–2011 годы (Осипенко, Залесов, 2023). По нашей оценке, на долю трех наиболее распространенных типов леса (СБП, СВБ и ТРБ) приходится 93,4 % площади лесов. Поэтому данным типам леса в настоящей диссертационной работе уделено особое внимание.

Распределение площади лесных земель по типам леса неодинаково в различных лесничествах Алтайского края (Вангниц, 1953; Ключников, Парамонов, 2003; Осипенко и др., 2019). С продвижением с северо-востока на юго-запад доля типов леса СБВ и СБП возрастает, а других типов леса сокращается.

В актуальных регламентах лесничеств Алтайского края, утвержденных в 2018–2022 гг., применяемая в лесничествах схема типов леса, не приведена. Однако в регламентах, утвержденных в 2009 году, схемы типов леса для ленточных боров и колочных лесов Алтайского края приводились, но содержали орфографические и фактические ошибки и многочисленные опечатки. Вероятно, по этой причине в более поздние редакции лесохозяйственных регламентов, начиная с 2011 года, данные схемы типов леса не были включены. В целях систематизации и обобщения информации о типах леса района исследований мы исправили недочеты схем типов леса, приведенных в регламентах 2009 года, внесли в них дополнения и изменения на основании результатов наших исследований (Осипенко и др., 2019; Залесов и др., 2023; Осипенко, Залесов, 2023, 2024а) и данных, приведенных в литературных источниках (Вангниц, 1953; Гудочкин, Чабан, 1958; Парамонов и др., 1997, 2000; Хрусталева, 2009; Силантьева, 2013; Усов, 2020; Малиновских, 2021). В том числе были актуализированы названия растений, произрастающих в описанных типах леса. Измененные и дополненные схемы типов леса и лесорастительных условий для ленточных боров и колочных лесов Алтайского края приведены в приложениях 3 и 4.

В регламентах лесничеств Новосибирской области схемы типов леса имеются. В основу типологической характеристики лесных земель Ордынского и Сузунского лесничеств лесоустройством принята схема типов леса, составленная сотрудниками Западно-Сибирского филиала АН СССР под руководством профессора Г.В. Крылова (приложение 5). Указанная схема типов леса предназначена для остепненных лесов четвертой лесохозяйственной зоны, в которую входили Курганская область; южные части Тюменской, Омской, Новосибирской областей и Красноярского края; северные части Казахс-

тана и Алтайского края; северо-западная часть Кемеровской области (Крылов и др., 1958). Для колочных лесов лесостепной зоны Новосибирской области применялась классификация типов леса Института леса и древесины СО АН СССР, составленная под руководством В.В. Кузьмичева (1963) (приложение 6). В последних двух классификациях нами также были актуализированы названия подлесочных видов и травянистых растений в живом напочвенном покрове.

В таблице 1.11 приведено сопоставление групп типов леса, указанных в Правилах лесовосстановления (2021) и типов леса, выделенных при лесоустройстве в лесном фонде Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров. Сопоставление типов леса с группами типов леса и типами лесорастительных условий в таблице 1.11 выполнено на основании характеристик распределяемых типов леса и рекомендаций лесохозяйственных регламентов лесничеств.

Типы леса, указанные в материалах лесоустройства Новосибирской области, отличаются от схем типов леса, приведенных в приложениях 5 и 6: добавлены лишайниковый (ЛШ), вейниково-разнотравный (ВРТ) и согровый (СГР) типы леса; изменены буквенные индексы мшисто-ягодникового (МШЯГ вместо СМЯ), кустарниково-разнотравного (КРТ вместо ЕКР, СКР, БКР) и лабазниково-пойменного (ЛБП вместо ЛТБ) типов леса; у остальных типов леса из индексов убрана первая буква, обозначавшая древесную породу.

Названия типов леса ленточных боров Алтайского края (приложение 3), соответствуют названиям, которые указываются в материалах лесоустройства (табл. 1.11), в отличие от наименований типов леса, применяемых для колочных лесов Алтайского края (приложение 4). Последние совпадают с материалами лесоустройства лишь частично. Объясняется это, по нашему мнению, тем, что лесоустройство лесничеств края выполнялось разными организациями, использующими в своей работе различные схемы типов леса. Аналогичная ситуация возникала и в прошлом (Ключников, Парамонов, 2003).

Следует отметить, что группы типов леса нагорная и сложная в лесном

фонде Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров отсутствуют, а группы типов леса чернично-долгомошная, мшистая, брусничная можно условно объединить в одну группу типов леса – зеленомошная.

Таблица 1.11 – Сопоставление групп типов леса, указанных в Правилах лесовосстановления и типов леса, выделенных при лесоустройстве в лесном фонде Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров

№ п/п	Группа типов леса, типов лесорастительных условий по Правилам лесовосстановления	Тип леса			
		Алтайский край		Новосибирская область	
		Ленточные боры	Колочные леса	Остепненные леса	Колочные леса
1	Нагорная, лишайниковая A_0, A_1, B_0, B_1, C_0, C_1	СБВ, СБП	–	ЛШ	–
2	Зеленомошная, чернично-долгомошная, мшистая, сложная, брусничная, солонцы A_2, B_2, C_2	СВБ, СПР	СК	СК, МШЯГ	–
3	Травяная, свежие и влажные березняки A_3, B_3, C_3	ТРБ	РТ, СРТ, БРТ, ОРТ, КРТ, БКР, СТ, БСТ, ЛСТ, ТСТ, ВСТ, В, ИДРТ, ИКРТ, РТП, ТРТ, ШТ	ПП, РТ, В, ВРТ, ШТ, КРТ, ЛБП	РТ, ШТ, РТП
4	Травяно-болотная A_4, B_4, C_4, A_5, B_5, C_5,	СГРС, СГРЛ	ТБ, БТБ	СФ, ТБ, СГР	СФ, ТБ

Расшифруем названия типов леса, описания которых отсутствуют в приложении 4: СК – сухокустарниковый, РТ – разнотравный; КРТ – кустарниково-разнотравный; ИДРТ, ИКРТ – ивняки древовидный и кустарниковый разно-

травные; СТ, БСТ, ЛСТ, ТСТ, ВСТ – степной, березняк, лиственничник, тополевник, вязовник степные; В – вейниковый, РТП – разнотравно-пойменный; ШТ – широкотравный. Из перечисленных типов леса только степные (с индексом СТ) не имеют аналогов в схемах типов леса Г.В. Крылова и В.В. Кузьмичева. Выделены степные типы леса в группе лесничеств на юге и юго-западе лесного района (Волчихинское, Ключевское, Лебяжинское, Новичихинское, Озеро-Кузнецовское, Шипуновское). Преимущественно данные типы леса выделены в защитных лесных насаждениях и лесных культурах. Насаждения характеризуются средним классом бонитета II,5.

Свежие и влажные березняки, степной, вейниковый, остепненно-вейниковый и злаковый типы леса были отнесены к травяной группе типов леса, так как в лесохозяйственных регламентах всех лесничеств Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров имеется примечание к нормативам рубок ухода за лесом в березовых и осиновых насаждениях о том, что травяная группа типов леса включает разнотравные, широкотравные, крупнотравные, папоротниковые, вейниковые, злаковые, остепненные типы леса.

В связи с важностью лесной типологии, в качестве «фундамента» для рационального ведения лесного хозяйства (Фомин и др., 2023), считаем целесообразным утвердить и внести в лесохозяйственные регламенты лесничеств исследуемого лесного района единые региональные схемы типов леса для ленточных боров, колочных лесов и, при необходимости, прочих лесов, которые не относятся к названным категориям (в случае, если первые две схемы типов леса не подойдут для классификации лесов Новосибирской области). По нашему мнению, во всех лесах категории «ленточные боры» должна применяться схема типов леса, приведенная в приложении 3, как наиболее распространенная и общепринятая. Для прочих лесов следует подобрать или разработать схему типов леса, которая включала бы такие типы леса как: разнотравный, разнотравно-пойменный, широкотравный, травяно-болотный и степной (остепненный). Перечисленные пять типов леса охватывают около 98 % площади колочных лесов Алтайского края. Вероятно, в качестве универсальной

схемы типов леса для насаждений района исследований, кроме ленточных боров, наилучшим образом подошла бы схема типов леса В.В. Кузьмичева (1963). Однако следует отметить, что данный вопрос требует отдельных исследований и не входил в программу настоящей диссертационной работы.

Выводы

1. Район исследований находится в лесостепной и степной природных зонах, однако данный факт не отражен в нормативных документах. Для обеспечения эффективного и устойчивого ведения лесного хозяйства целесообразно рассмотреть вопрос разделения Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров на две лесорастительные зоны и два лесных района или, как минимум, на два подрайона.

2. В районе исследований наблюдаются процессы аридизации климата, опустынивания и деградации земель. Особенно сильно заметны эти процессы в наиболее засушливой юго-западной части Алтайского края.

3. Большое влияние на лесные экосистемы оказывает мезорельеф территории, который представлен преимущественно песчаными холмами и гривами, чередующимися с понижениями. В лесостепной зоне рельеф более пологий (перепады высот не превышают 1–3 метров), а в степной зоне перепады высот элементов мезорельефа достигают 30–40 метров.

4. В ленточных борах преобладают дерново-подзолистые почвы песчаного и супесчаного гранулометрического состава. Степень оподзоленности и гумусированности почв возрастает при переходе от вершин холмов к понижениям мезорельефа. Легкий гранулометрический состав почв является одним из определяющих факторов, обусловивших возможность существования ленточных боров в условиях степи и лесостепи.

5. Район исследований находится в Обь-Иртышском междуречье и характеризуется слабо развитой речной сетью и большим количеством озер. Озера степной зоны преимущественно соленые, а лесостепной – пресные. Уровень грунтовых вод в ленточных борах колеблется в широких пределах (от 0

до 17 м и более) в зависимости от мезорельефа и глубины залегания водоупорных слоев почвогрунта. По химическому составу грунтовые воды ленточных боров в основном пресные.

6. Общая площадь лесов района исследований составляет 1,74 млн га. К категории «ленточные боры» отнесено 64,8 % от общей площади лесов (1,13 млн га). В лесном районе на насаждения с преобладанием сосны обыкновенной приходится 59,2 % площади, а в пределах ленточных боров на долю сосняков приходится 81,6 % площади.

7. Сосняки ленточных боров являются преимущественно спелыми (35,4 % площади) и средневозрастными (32,3 %), среднеполнотными (0,6–0,7), характеризуются преимущественно II и III классами бонитета, имеют средний запас покрытой лесом площади 195 $м^3$/га. Большая часть сосняков района исследований произрастает в условиях типов леса сухой бор пологих всхолмлений, свежий бор и травяной бор.

8. Рекомендуется исключить из Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров часть Сузунского лесничества Новосибирской области, оставив в указанном лесном районе только Битковский лесохозяйственный участок, так как леса категории ленточные боры находятся лишь в последнем, а остальная часть лесничества территориально и по своим характеристикам ближе к правобережным приобским борам Алтайского края.

9. В Алтайском крае и Новосибирской области для ленточных боров и прочих лесов применяются различные лесные типологии. Для повышения сопоставимости и удобства использования рекомендуется унифицировать лесные типологии в пределах одного лесного района. Кроме того, соответствующие схемы типов леса следует включить в регламенты всех лесничеств района исследований.

ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕНТОЧНЫХ БОРОВ

2.1. Особенности лесовосстановления

Объективная оценка количественных и качественных характеристик подроста является обязательным условием рационального ведения лесного хозяйства. Характеристики подроста определяют выбор вида рубок спелых и перестойных насаждений, специализированных рубок ухода, параметры их проведения, а также выбор способа лесовосстановления (Об утверждении Правил заготовки …, 2020; Об утверждении Правил ухода…, 2020; Об утверждении Правил лесовосстановления…, 2021; Морозов, Батурин, 2020; Залесов и др., 2023).

Естественное возобновление зависит от лесорастительных условий, степени развития живого напочвенного покрова, наличия обсеменителей, биологических особенностей пород, полноты древостоя, его возраста и структуры, от проведенных лесохозяйственных мероприятий, рекреационной нагрузки и других факторов (Парамонов, 2000; Залесов, Луганский, 2002; Луганский и др., 2010б; Луферов, Лабоха, 2018; Морозов и др., 2019; 2021; Huth et al. 2022; Гончарова и др., 2023).

Специфика естественного возобновления сосны в ленточных борах подробно описана в многочисленных исследованиях (Грибанов, 1949, 1960; Вангниц, 1953; Некрасова, 1960; Смирнов, 1966; Бугаев, Косарев, 1988; Парамонов, 2000, 2014; Ключников, Парамонов, 2003; Ишутин, 2004; Парамонов и др., 2006, 2008; Галецкая, 2007; Маленко, 2012; Неверова, Малиновских, 2012; Зленко, Кошурникова, 2013; Малиновских, Куприянов, 2015; Малиновских, 2017, 2023, 2024а; Малиновских, Маленко, 2017, 2018, 2022; Башегуров и др., 2019, 2020; Малиновских, Савин, 2019; Мартынюк и др., 2019; Желдак и др., 2022; Залесов и др., 2023). Анализ литературных источников позволил выявить ряд общих закономерностей, определяющих успешность естественного возобновления в специфических лесорастительных условиях района исследо-

ваний. Установлено, что ключевыми лимитирующими факторами являются влагообеспеченность и высокая температура поверхности почвы, что обусловливает пространственную дифференциацию возобновления сосны обыкновенной (Вангниц, 1953; Бугаев, Косарев, 1988; Парамонов, 2000; Маленко, 2012). Подрост размещается преимущественно куртинами, концентрируясь на элементах рельефа с лучшим водным режимом и в конусе тени крупных деревьев. При этом в лесостепной зоне естественное возобновление протекает существенно успешнее, чем в более засушливых условиях степной зоны (Неверова, Малиновских, 2012; Малиновских, Савин, 2019; Малиновских, Маленко, 2022; Буряк, Каленская, 2023).

Сильное задернение живым напочвенным покровом, особенно степными злаками, является важным негативным фактором, усиливающим дефицит влаги. Мощная корневая система злаков проникает на глубину до 16–18 см и интенсивно иссушает верхние горизонты почвы, что делает крупноплощадные гари степной зоны одной из наиболее проблемных категорий земель для естественного возобновления (Малиновских, Маленко, 2017; Малиновских 2020, 2021).

В условиях травяного бора (ТРБ) количество подроста сосны чаще всего ниже необходимого для восстановления древостоя, что приводит к затуханию процесса естественного возобновления либо к смене сосны на мелколиственные породы (Залесов и др., 2023). Эта тенденция наиболее выражена в лесостепной части района исследований, где доля сухого бора пологих всхолмлений (СБП) сокращается, а доля ТРБ возрастает. Наиболее благоприятным типом леса для естественного возобновления, при прочих равных условиях, является свежий бор (СВБ), характеризующийся умеренным увлажнением и умеренным развитием живого напочвенного покрова (Парамонов, 2000; Малиновских, 2024а).

В условиях ленточных боров важное значение имеет предварительное возобновление. Однако оно имеет свои ограничения: по мере роста у соснового подроста существенно возрастает потребность в солнечном освещении, вследс-

твие чего подрост сначала замедляет рост, а затем отмирает. Поэтому подрост предварительной генерации целесообразно накапливать при полноте древостоев 0,3–0,7, а спустя несколько лет необходимо частично либо полностью удалять деревья старших поколений (Кабанова, Данченко, 2017; Залесов и др., 2023).

Накоплению подроста под пологом способствуют мероприятия по содействию естественному возобновлению (МСЕВ). Одним из наиболее распространенных мероприятий является минерализация поверхности почвы. Однако в юго-западной части ленточных боров, особенно в условиях СБП, данная мера часто не приводит к появлению подроста, поскольку удаление лесной подстилки лишает семена и всходы защиты от пересыхания, что приводит к их гибели. В северо-восточной части ленточных боров такая проблема отсутствует (Бугаев, Косарев, 1988).

Несмотря на то, что естественное лесовосстановление является более предпочтительным с экономической и экологической точек зрения, в экстремальных лесорастительных условиях ленточных боров его осуществление часто затруднено. В ряде случаев процесс растягивается на десятилетия или не происходит вовсе, что обусловливает ключевую роль искусственного лесовосстановления в регионе (Парамонов, 2000; Осипенко, 2020; Zhumadina et al., 2022). Вопросы создания и выращивания искусственных насаждений в ленточных борах изучались многими исследователями (Месоед, 1934а; Вангниц, 1953; Грибанов, 1954; 1960; Сидоров, 1963; Смирнов, 1966; Огиевский, 1966; Вдовенко, 1974; Макаренко, 1977, 1978; Бугаев, Косарев, 1988; Парамонов и др., 1997; 2000, 2006; Заблоцкий, 2000, 2006; Ишутин, 2004; Баранник и др., 2005; Парамонов, Ананьев, 2011; Кривошеева и др., 2017; Маленко, Курсикова, 2018; Гоф и др., 2019а, 2019б; Гоф, 2020; Желдак и др., 2022; Маленко и др., 2022, 2023; Залесов и др., 2023).

В условиях района исследований посадка сеянцев рассматривается как более эффективный метод по сравнению с посевом, особенно в засушливых условиях (Сидоров, 1963; Смирнов, 1966). Этот способ обеспечивает более вы-

сокую приживаемость, ускоряет отнесение площадей к лесопокрытым землям, обеспечивает более равномерное размещение растений и снижает потребность в агротехнических уходах (Маленко, 2012; Кабанова, Данченко, 2017; Залесов и др., 2023). Посев лесных культур в районе исследований почти не применяется и опытных данных на эту тему крайне мало (Маленко, 2008).

Наиболее благоприятными сроками посадки лесных культур сосны в ленточных борах Алтайского края является ранняя весна, когда почва содержит максимальный запас влаги, а температура воздуха еще невысока. Ранневесенняя посадка позволяет использовать влагу снеготаяния, что повышает приживаемость сеянцев (Баранник и др., 2005; Проказин и др., 2025). Посадка возможна сразу после схода снега и оттаивания почвы на глубину 20–30 см, и продолжается до начала вегетации растений и пересыхания верхних слоев почвы, обычно до конца апреля – начала мая. Осенняя посадка допустима только при благоприятных условиях после влагозарядки почвы, однако риск зимнего иссушения сохраняется, и сеянцы могут не прижиться (Баранник и др., 2005; Кабанова, Данченко, 2017). В юго-западной части ленточных боров лесокультурный период начинается на несколько дней раньше, чем в северо-восточной.

Сочетание высоких температур и низкой влажности воздуха в первой половине вегетационного периода усиливает транспирацию и приводит к гибели самосева и лесных культур, особенно на крупноплощадных открытых участках. Пониженная относительная влажность воздуха дополнительно осложняет создание лесных культур: корневые системы подсыхают при посадке, а физическая сухость почвы снижает приживаемость (Симоненко и др., 2003; Родин, Калашникова, 2016; Проказин и др., 2023).

Действующими Правилами лесовосстановления (2021) посадка и дополнение лесных культур сеянцами, саженцами с закрытой корневой системой (ЗКС) разрешена «весной, летом, за исключением засушливых периодов, и осенью не позднее чем за 2 недели до устойчивого замерзания почвы…». Однако научных исследований, подтверждающих эффективность поздневесен-

ней или летней посадки сеянцев с ЗКС в условиях ленточных боров не проводилось. Данные из других регионов (северная Монголия, южная и центральная Финляндия) показывают, что поздневесенняя и летняя и посадка связаны с повышенными рисками из-за засух и не дают положительного результата (Sukhbaatar et al., 2020; Pikkarainen et al., 2020).

В Алтайском крае накоплен значительный опыт выращивания качественного посадочного материала с открытой корневой системой (Парамонов, 2000; Желдак и др., 2022). Однако в 2012 г., без достаточного научного обоснования, регион был ориентирован на использование посадочного материала с ЗКС, что совпало с вводом в эксплуатацию селекционно-семеноводческого центра в с. Бобровка (Желдак и др., 2022). Мировая практика действительно отмечает преимущества ЗКС – возможность посадки в течение всего периода при непромерзшем грунте, снижение риска пересушивания корневой системы и уменьшение потребности в количестве посадочного материала (South et al., 2005; Landis et al., 2010; Grossnickle, Ivetić, 2022; Романов и др., 2023; Siqueira et al., 2025). Тем не менее эти положения не были проверены для условий района исследований. Кроме того, без должного научного обоснования густота посадки лесных культур в Алтайском крае, как и в целом по стране, была снижена до 2,0 тыс. шт./га (Об утверждении Правил лесовосстановления…, 2016). Кроме того, сеянцы с ЗКС имеют более высокую себестоимость (Корчагов, 2017б).

В сухих условиях ленточных боров иссушение почвы до влажности завядания достигает глубины около 20 см, поэтому длина корней посадочного материала должна составлять около 25 см (Баранник и др., 2005). Это противоречит активному внедрению посадочного материала с ЗКС, поскольку размер кома сеянцев составляет лишь 7,3 см (Об утверждении Правил лесовосстановления…, 2016), что в три раза меньше рекомендуемого. В результате переход на сеянцы с ЗКС вызвал значительные трудности и снижение приживаемости, особенно в юго-западной части ленточных боров (Желдак и др., 2022).

Возможные причины низкой приживаемости сеянцев с ЗКС отмечены и в других исследованиях (Родин, Родин, 2010; Гоф и др., 2019б; Дебков, 2021; Маленко и др., 2023; Данчева и др., 2023а; South et al., 2023; Ilintsev et al., 2023; Ильинцев, Наквасина, 2024; Collet et al., 2024).

С учетом изложенного возникает необходимость научного пересмотра рекомендаций по применению посадочного материала с ЗКС и разработки адаптированных технологий искусственного лесовосстановления для района исследований.

В сухих и очень сухих условиях посадку целесообразно осуществлять в дно борозды, на дренированных почвах с нормальным увлажнением – на уровне поверхности (Кабанова, Данченко, 2017; Родин и др., 2019б; 2020). Без обработки почвы рекомендуется посадка только на склонах более 30°, недоступных для тракторов (Баранник и др., 2005). Однако действующие Правила лесовосстановления (2021) допускают создание лесных культур без обработки почвы на хорошо очищенных вырубках при отсутствии риска возобновления быстрорастущих малоценных пород только путем посадки саженцев. Следовательно, на участках с крутыми склонами требуется использовать разные типы посадочного материала, что усложняет проектирование лесовосстановления и расчет необходимого количества саженцев и сеянцев.

Оптимальная густота посадки определяется целевым назначением насаждений, породным составом, схемой смешения, природно-климатическими условиями, рельефом, почвами и оснащенностью предприятия (Маленко, 2012; Кабанова, Данченко, 2017; Родин и др., 2019а; Терехов и др., 2025). Для сухих и засушливых условий учеными предложены нормы 4–12 тыс. шт./га (Парамонов и др., 1997; Гвоздев и др., 2003; Осипенко, Залесов, 2017а), 12–20 тыс. шт./га (Рубцов, 1957; Кабанова, Данченко, 2017), 30–40 тыс. шт./га (Годнев, 1957) и даже 100 тыс. шт./га (Нестеров, 1949). По мнению Е.Г. Парамонова с соавторами (2000), оптимальной следует считать густоту, обеспечивающую достижение полноты 1,0 к началу прореживания.

Предыдущий регламент Ракитовского лесничества (2011) рекомендовал

создавать чистые культуры сосны с густотой не менее 4 тыс. шт./га по следующим схемам: 2,5×0,5 м (8,0 тыс.), 3,5×0,7 м (4,0 тыс.), 3,0×0,55 м (6,0 тыс. шт./га). Допускался посев семян (с увеличением числа посевных мест на 20 %) и посадка саженцев с уменьшением густоты до 2,5 тыс. шт./га.

В действующем Регламенте (2018) схемы размещения растений на лесокультурной площади исключены, как и указание о снижении густоты при использовании саженцев. Вместе с тем допускается применение посадочного материала младшего возраста (при соответствии нормативам по высоте и диаметру) и снижение густоты посадки сеянцев с ЗКС до 2,0 тыс. шт./га.

В условиях ленточных боров густоты менее 5–6 тыс. шт./га снижают потребность в рубках ухода, но повышают риск низкой приживаемости, необходимости дополнения культур, формирования редкостойных низкопродуктивных насаждений, уязвимых для болезней и вредителей (Залесов и др., 2023).

Размещение деревьев должно быть максимально равномерным с обеспечением 3–4,5-метровых междурядий для механизированных уходов и противопожарного доступа; предпочтительно формировать междурядья на этапе создания культур (Кабанова, Данченко, 2017).

При формировании смешанных лесных культур следует учитывать взаимодействие пород. Так, лиственница сибирская положительно влияет на рост сосны обыкновенной, а карагана древовидная – негативно. В менее засушливых условиях (типы леса СВБ и ТРБ) целесообразно создавать культуры сосны с березой повислой и лиственницей, а на бедных почвах вводить ольху и облепиху (Маленко, Эбель, 2008; Шамирян, 2012; Кабанова, Данченко, 2017). Однако следует учитывать, что в юго-западной части ленточных боров лиственница демонстрирует низкую приживаемость и продуктивность, что делает ее использование малоперспективным (Маленко, 2010).

Создание лесных культур сосны под защитой ивы остролистной (*Salix acutifolia* Willd., шелюга) является эффективным мероприятием для закрепления подвижных песков (Castro et al., 2004; Баранник и др., 2005; Залесов и др., 2014а). Исторически, еще в 1930-х годах, четыре из десяти схем лесовосста-

новления в ленточных борах включали шелюгу. Рекомендовалось выполнять посев сосны по шелюге и использовать ее в качестве МСЕВ (Смирнов, 1966).

В современной практике шелюгование почти не применяется в связи с возрастанием пожарной опасности. Иву высаживали не только в сухих условиях для закрепления песков, но и в более благоприятных местах (типы леса СВБ, ТРБ), где она активно разрасталась, препятствовала проезду техники и сформировала негативное отношение к методу. Дополнительно, отмершие стволы шелюги медленно разлагаются и при пожарах хорошо горят, разбрасывая искры. Потенциальным решением данной проблемы является мульчирование, однако оно требует дополнительных затрат (Залесов и др., 2023). Таким образом, шелюгование целесообразно применять только в тех случаях, когда иными способами обеспечить лесовосстановление невозможно.

Для предотвращения зарастания поверхности почвы сорной растительностью и обеспечения накопления влаги в почве необходимо своевременно выполнять агротехнические уходы за лесными культурами.

В регламентах лесничеств Алтайского края, утвержденных в 2011 году, были установлены рекомендуемые сроки проведения уходов: первый – до 10 июня, второй – до 10 июля, третий – до 30 августа. Общее количество уходов составляло 9–11 шт. за период от создания лесных культур до момента их отнесения к землям, на которых расположены леса. Начинать агротехнические уходы рекомендовалось в год посадки (Лесохозяйственный регламент Ракитовского…, 2011).

В действующих регламентах также рекомендуется начинать агротехнические уходы в год посадки, однако конкретные сроки и количество мероприятий больше не регламентируются. Указано, что их следует проводить в соответствии с проектом лесовосстановления, а число уходов определяется в зависимости от лесорастительных условий и интенсивности отрастания нежелательной растительности. Из действующей редакции исключены пояснения об особенностях применения химических средств для борьбы с сорной травянистой и нежелательной древесной растительностью, содержащиеся в предыду-

щем документе; отмечено лишь, что их применение допускается в исключительных случаях (Лесохозяйственный регламент Ракитовского…, 2018).

Значительное влияние на лесовосстановление в районе исследований оказывают дикие копытные животные и грызуны, повреждающие самосев и лесные культуры. Во многих случаях их воздействие определяет характер формирования ландшафта и таксационные показатели насаждений, развивающихся на нелесных площадях (Залесов и др., 2023). Отпад деревьев в результате ветровала также является важным экологическим фактором, оказывающим заметное влияние на ход процессов естественного возобновления (Бобровский, Стаменов, 2020; Глазунов и др., 2024).

Нормативная приживаемость лесных культур в Алтайском крае согласно «Шкале нормативной приживаемости по лесничествам Алтайского края» составляет: для культур 1-го года – 65%, 3-го – 63%, 5-го – 60%.

Под «приживаемостью лесных культур» понимается выраженное в процентах отношение числа посадочных мест с сохранившимися растениями к общему числу посадочных мест, учтенных на пробной площади (Об утверждении Правил лесовосстановления…, 2021). В научной литературе наряду с этим термином аналогичное определение имеет термин «сохранность лесных культур», но применяется он по отношению к лесным культурам более старшего возраста. Так, некоторые авторы считают уместным использовать этот термин для культур начиная с третьего года роста (Пак, Бобринев, 2013; Соколов и др., 2015; Гоф, 2020; Толкач и др., 2020) или четвертого (Башегуров и др., 2023; Маленко и др., 2023). Другие исследователи (Корчагов и др., 2017а; Терехов и др., 2018а; Романов и др., 2020; Гаврилова и др., 2023; Трегубов и др., 2023; Пеккоев, Неронова, 2024) используют данный термин без его пояснения по отношению к культурам различного возраста, вероятно, придерживаясь того же принципа, что и одна из предыдущих групп авторов. В актуальных Правилах лесовосстановления (2021) термин «сохранность лесных культур» не применяется, а в ГОСТ 17559-82 «Лесные культуры. Термины и определения» и в Лесной энциклопедии (1986) он определяется как отношение площади жизне-

способных лесных культур к общей площади заложенных культур за определенный период, выраженное в процентах. Н.Н. Чернов с соавторами (2012) различает «сохранность лесных культур» и «сохранность культивируемых растений»: первый термин трактуется аналогично ГОСТ 17559-82, а второй применяется к культурам после их отнесения к землям, на которых расположены леса. Подход Н.Н. Чернова представляется наиболее логичным.

Отнесение земель, предназначенных для лесовосстановления к землям, на которых расположены леса, для сосновых молодняков района исследований осуществляется в возрасте не менее 6 лет при густоте не менее 2,0–2,5 тыс. шт./га и при средней высоте 0,9–1,3 м, в зависимости от группы типов леса (Об утверждении Правил лесовосстановления…, 2021).

В районе исследований биологические свойства сосны обыкновенной в сочетании с экстремальными лесорастительными условиями обусловливают устойчивость сосновых насаждений и тесную зависимость естественного возобновления от типологических характеристик местообитаний. На открытых площадях в условиях A_0–A_1 возобновление сосны протекает крайне медленно и возможно лишь при наличии обсеменителей; в условиях A_2–A_4 оно нередко сопровождается сменой пород (Родин, Родин, 2015; Залесов и др., 2023).

В ленточных борах сосновая формация устойчива к современным климатическим условиям и сохраняет ареал. При этом процессы лесовосстановления под пологом древостоев и на непокрытых лесной растительностью площадях имеют выраженные зонально-типологические особенности и развиваются по-разному как в естественных условиях, так и под воздействием антропогенных факторов (Парамонов, 2011).

2.2. Закономерности роста и развития сосновых насаждений естественного и искусственного происхождения

Естественное и искусственное лесовосстановление, так же как предварительное и последующее, обладают собственными преимуществами и ограничениями (Луганский, Залесов, 2010б). Эти различия обусловливают неоди-

наковый рост, структуру и продуктивность насаждений различного происхождения (Залесов и др., 2002). Вопрос сравнительной оценки таких насаждений подробно изучался многими исследователями (Рубцов, 1964, 1969; Науменко, 1960; Тимофеев, 1965; Золотухин, 1966; Царьков, 1967; Мирошников, 1971; Исаева, Луганский, 1972; Егоров, 1973, 1996; Успенский, Попов, 1974; Прокопьев, 1975; Попова, 1972; Никитин, 1981; Поляков и др., 1986; Соловьев, 1993; Ackzell, 1993; Усольцев и др., 1994; Залесов и др., 2002; Усанин, Рома-нова, 2006; Луганский, Шипицина, 2008; Ермакова, Иванова, 2011; Данчева, 2015; Długosiewicz et al., 2019; Usoltsev et al., 2020; Ермакова, 2023; Sewerniak et al., 2023). При этом данных по ленточным борам относительно немного (Грибанов, 1965; Макаренко, 1980; Парамонов и др., 2006; Маленко, 2012; Маленко и др., 2014; Осипенко, 2020; Залесов и др., 2023).

Факторы, определяющие дифференциацию деревьев в молодняках разного происхождения, включают разновозрастность и неравномерность размещения деревьев в естественных древостоях, различия в наследственных свойствах растений, влияние микрорельефа, формирующегося после обработки почвы при создании лесных культур, а также проведение агротехнических уходов. В результате дифференциация деревьев в искусственных насаждениях выражена слабее, поскольку в культурах выравниваются возраст, условия местообитания, площадь питания и уровень конкурентного взаимодействия (Залесов и др., 2002). Благодаря этому лесные культуры рассматриваются как простая и удобная модель для анализа закономерностей роста и формирования древостоев (Рогозин, Разин, 2015а; 2015б).

Вследствие большей первоначальной густоты самосев проходит стадию интенсивной конкуренции, в результате которой сохраняются наиболее устойчивые и конкурентоспособные особи (Поляков и др., 1986; Zhezhkun, Demianenko, 2021; Camarero et al., 2021). Густота естественных насаждений изменяется за счет отпада отстающих в росте деревьев, при неизменном числе лидеров. В культурах, напротив, благодаря равномерной посадке формируется значительное число лучших деревьев, что обуславливает более позднюю и

иную по характеру дифференциацию. Поэтому одновозрастные естественные сосняки характеризуются большим варьированием размеров деревьев и, как правило, большей густотой, что ведет к повышенному отпаду по сравнению с культурами (Золотухин, 1966; Попова, 1972; Chen et al., 2024).

В отношении густоты древостоев большинством исследователей признано, что универсального оптимума исходной и текущей густоты не существует (Демаков и др., 2016). При этом влияние густоты на рост и развитие древостоев остается недостаточно изученным и по-прежнему относится к числу ключевых проблем лесоводства и лесокультурного производства (Демаков, Исаева, 2017; Залесов, Осипенко, 2018).

Более высокая продуктивность лесных культур во многом определяется обработкой почвы, выравниванием условий среды, подбором подходящей породы, качеством посадочного материала, агротехническими уходами и равномерностью размещения деревьев (Бабич, 1999; Alan, 2020; Cook et al., 2024).

Данные большинства авторов (Борисов, 1964; Рубцов, 1964, 1969; Егоров, 1973; Прокопьев, 1983; Бабич, Редько, 1983; Поляков и др., 1986; Редько, Бабич, 1991; Бабич, Мерзленко, 1998; Залесов и др., 2002; Zhu et al., 2003; Усанин, Романова, 2006; Романов и др., 2008; Луганский, Шипицина, 2008; Ермакова, Иванова, 2011; Данчева, 2015; Кабанова, Данченко, 2017) подтверждают, что искусственные насаждения более продуктивны, быстрее растут и обеспечивают древесину более высокого качества. Вместе с тем существует ряд работ (Неволин, 1969; Исаева, Луганский, 1972; Цветков, 1981; Феклистов и др., 2015), свидетельствующих о сопоставимой или даже более высокой продуктивности естественных древостоев. Другие авторы (Нефедов, Шишкин, 1970; Данилик и др., 1978; Прудов, Гущин, 1978; Ларин, Паутов, 1984; Грязькин, 1998; Ермакова, Иванова, 2011; Ковалев и др., 2015) указывают на низкую эффективность культур с учетом высоких затрат. Имеются также исследования (Залесов и др., 2002; Климов, Кузьмичев, 2005; Плугатарь и др., 2008; Романов и др., 2008), подчеркивающие необходимость разработки специальных методов таксации и ведения хозяйства в искусственных лесах.

Важной особенностью естественных сосновых насаждений в условиях Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров является их разновозрастность: около 80 % площади занимают сосняки, состоящие из двух и более поколений. Наиболее представлены насаждения из 2 и 3 поколений – 37,4 и 30,1 % соответственно, на долю насаждений из 4–7 поколений приходится 12,1 % (Осипенко, Залесов, 2023).

По данным Л.Н. Грибанова (1965), в условиях ленточных боров формируются два основных типа сосновых насаждений: одновозрастные, простые по форме, возникшие на сплошных гарях и вырубках в благоприятные по увлажнению годы; и группово-разновозрастные, сложные по форме, состоящие из нескольких хорошо выраженных поколений леса, возникшие естественным путем в неблагоприятные по увлажнению годы (Пономарев и др., 1995). Разновозрастность сосняков обусловлена массовой гибелью самосева от ожога корневой шейки при повышении температуры поверхности почвы до 60 ºС. В наиболее жаркие и сухие периоды подрост сохраняется только в конусе полуденной тени от крупных деревьев. В результате в составе древостоев присутствуют деревья различного возраста, при этом дифференциация увеличивается при продвижении с северо-востока на юго-запад региона (Парамонов, 2014). Кроме того, разновозрастность сосняков может быть обусловлена зонально-типологическими условиями, а также характером пирогенного и антропогенного воздействия на лесные насаждения (Буряк и др., 2011; 2021б; 2022; Lundqvist et al., 2019; Gallo et al., 2020; Кутявин и др., 2021; Залесов и др., 2023).

Особенности роста сосновых древостоев ленточных боров отражены в таблице хода роста полных сосновых древостоев Юга Сибири (Швиденко и др., 2008), таблицах хода роста сомкнутых сосновых древостоев ленточных боров Казахстана (Макаренко и др., 1980), таблицах хода роста культур сосны северных областей Казахстана (Макаренко и др., 2016), а также в ряде публикаций (Маленко, Эбель, 2008; Парамонов и др., 2008; Маленко, Усольцев, 2009; Маленко и др., 2015; Данчева, Залесов, 2016а; 2016б; 2017; Елизаров, Маленко, 2017; Кривошеева и др., 2017). Вместе с тем установлено, что имею-

щиеся таблицы хода роста либо составлены для естественных сосняков и не учитывают особенности роста лесных культур, либо характеризуются существенными отличиями от составленных эскизов таблиц хода роста, поскольку разработаны для более густых древостоев (Осипенко, 2020).

Для Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров существует необходимость разработки и применения местных лесохозяйственных нормативов, учитывающих региональные природные и лесорастительные особенности. Особое место в системе таких нормативов занимают таблицы хода роста (ТХР) сосновых древостоев, широко используемые в практике лесного хозяйства (Залесов и др., 2023).

Одним из принципиальных вопросов при составлении ТХР является способ группировки экспериментального материала – по классам бонитета или по типам леса (Багинский, 2013). Каждый из указанных подходов обладает как достоинствами, так и ограничениями. В пользу ТХР, составленных на бонитетной основе, приводятся следующие аргументы: удобство при организации учета леса; простота практического использования; возможность получения однозначных количественных оценок запаса и других таксационных показателей древостоев конкретного бонитета в заданном возрасте. Вместе с тем к недостаткам бонитетных ТХР относят их преимущественно статический характер по отношению к отдельному древостою, а также недостаточное отражение разнообразия условий местопроизрастания, поскольку древостои одного возраста и бонитета могут иметь существенно различный ход роста.

Таблицы хода роста, построенные на типологической основе, в большей степени ориентированы на задачи лесовыращивания, так как позволяют учитывать конкретные условия произрастания насаждений. Однако они, как правило, не обладают устойчивой количественной основой и не обеспечивают возможности проведения однородных количественных сопоставлений, поскольку один тип леса включает не менее двух классов бонитета. В связи с этим типологические ТХР ограниченно пригодны для целей лесоучетного дела (Семечкин и др., 2005; Багинский, 2013).

В настоящее время в научной литературе сформировалась позиция, согласно которой при разработке ТХР целесообразно системное сочетание типологического и бонитетного подходов либо поиск компромиссных решений, например, путем указания основных типов леса, соответствующих определенному классу бонитета. При этом приоритетность и практическая целесообразность выбора основания классификации должны определяться целевой направленностью конкретного исследования и задачами лесохозяйственной практики (Семечкин и др., 2005; Багинский, 2013; Залесов и др., 2023).

Учитывая важность воспроизводства лесов для Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров, а также целевое назначение ленточных боров, целесообразно составлять таблицы хода роста на типологической основе с указанием класса бонитета для отдельных возрастных периодов.

2.3. Проблема ухода за сосновыми насаждениями

Рубки ухода являются одним из ключевых лесохозяйственных мероприятий, направленных на формирование продуктивных и устойчивых насаждений, регулирование состава древостоев, формирование стволов и крон деревьев, а также на их размещение по площади. Кроме того, правильно проведенные рубки ухода способствуют повышению устойчивости древостоев к пожарам, снижению темпов развития корневой губки, предотвращению естественного отпада деревьев и повышению рекреационной ценности ландшафтов (Залесов, 2020; Данчева, Панкратов, 2021). В зонах, подверженных ветровой эрозии, основная задача рубок ухода заключается в формировании насаждений с выраженными почвозащитными и водорегулирующими свойствами (Эбель и др., 2014а; Данчева, Залесов, 2016а; Наквасина и др., 2018). Эффективность данного мероприятия в значительной степени определяется корректностью выбора сроков, способов, методов и интенсивности рубок, поскольку ошибки в их проведении могут приводить к снижению устойчивости насаждений и к ухудшению их таксационных показателей (Крюк и др., 2009; Данчева, Залесов, 2016б).

Несмотря на признанную значимость рубок ухода, действующие нормативные документы, включая Правила ухода за лесами (2020), в недостаточной мере учитывают специфику древостоев различного происхождения и не отражают всего разнообразия лесных культур, характерного для ленточных боров (Осипенко, Залесов, 2018б; Осипенко и др., 2019). Искусственные насаждения существенно отличаются от естественных по ходу роста, строению и пространственной организации, что объективно требует иного подхода к их формированию и уходу. Однако в нормативных документах методы рубок ухода практически не дифференцируются в зависимости от происхождения древостоя, что снижает их практическую применимость и не позволяет в ряде случаев достигать ожидаемого лесоводственного эффекта, выражающегося в формировании устойчивых и высокопродуктивных древостоев с заданными целевыми характеристиками (Залесов и др., 2007; Залесов, 2020; Осипенко, Залесов, 2024б). Более детальные рекомендации по проведению рубок ухода в условиях ленточных боров представлены в технических указаниях А.А. Маленко с соавторами (2009). Вместе с тем и в данном документе остаются нерешенными важные вопросы, касающиеся как отбора деревьев, так и обоснования интенсивности мероприятий в древостоях различного происхождения.

В практике ухода за лесными насаждениями в России используется классификация, согласно которой деревья подразделяются на лучшие, вспомогательные и нежелательные (Об утверждении Правил ухода…, 2020). Вместе с тем критерии отнесения деревьев к указанным категориям недостаточно конкретизированы, что снижает эффективность их применения. Отсутствие количественно выраженных критериев отбора деревьев при рубках ухода ограничивает возможности целенаправленного управления процессами формирования насаждений и указывает на необходимость научной доработки существующих классификаций деревьев (Захаров, Чибисов, 2013; Николаева, Соловьев, 2019; Осипенко, Клинов, 2022).

В настоящее время проведение рубок ухода в ленточных борах существенно ограничено, главным образом вследствие низкой востребованности

мелкотоварной древесины. Тем не менее с лесоводственной точки зрения выполнение рубок ухода в искусственных насаждениях является необходимым, поскольку способствует повышению устойчивости древостоев и улучшению роста лучших деревьев (Crecente-Campo et al., 2009; Маленко и др., 2012; Осипенко и др., 2022а; 2022б).

В сухих и очень сухих лесорастительных условиях рубки осветления и прочистки проектируются редко, что объясняется малой долей участия мягколиственных пород, подлежащих удалению. Вместе с тем в лесостепной и степной зонах проведение ранних уходов представляется необходимым, поскольку они способствуют улучшению влагообеспеченности насаждений, что повышает устойчивость сосняков в периоды засух (Луганский и др., 1993; Азаренок, Залесов, 2015; Данчева, Панкратов, 2021).

В лесохозяйственных регламентах лесничеств Алтайского края, действовавших до 2018 г., указывалось, что лесоводственные уходы за лесными культурами, как правило, проводятся после отнесения их к землям, на которых расположены леса; рубки осветления назначаются при участии лиственных пород в составе в количестве трех единиц и более; в целях предотвращения гибели лесных культур, созданных на свежих вырубках, где возможно их заглушение лиственными породами, лесоводственные уходы рекомендуется начинать с 3–4-летнего возраста (Лесохозяйственный регламент Ракитовского …, 2011). В регламентах, действующих до 2028 г., минимальный возраст начала лесоводственных уходов составляет 6–10 лет для лиственных древостоев с примесью сосны до трех единиц; 8–12 лет – для сосново-лиственных древостоев с долей сосны 4–6 единиц; 15–20 лет – для сосновых насаждений с примесью лиственных пород до трех единиц (Лесохозяйственный регламент Ракитовского …, 2018).

Существует мнение, что процесс выращивания лесных культур можно считать завершенным и переводить несомкнувшиеся лесные культуры в лесопокрытые земли только после выхода главной культивируемой породы в первый ярус и устранения опасности ее заглушения или повреждения центральн-

ого побега дикими копытными животными (Еремин и др., 2006). Однако в настоящее время такой подход реализовать невозможно, поскольку минимальный возраст сосновых молодняков при отнесении к землям, на которых расположены леса, ниже, чем возраст начала лесоводственных уходов (Об утверждении Правил лесовосстановления…, 2021).

Интенсивность рубок ухода должна определяться не только относительной полнотой и породным составом, но и густотой насаждений, а также природными условиями. В древостоях, где уходы длительное время не проводились, изреживание рекомендуется осуществлять осторожно и с меньшими интервалами между приемами. На равнинных территориях интенсивность прореживаний, как правило, выше, чем в горных условиях (Добрев и др., 1983). У быстрорастущих и светолюбивых пород интенсивность рубок должна быть выше; она возрастает также в более южных широтах, на плодородных почвах, а также в смешанных и сложных по строению древостоях (Луганский и др., 2001; Varmola, Salminen, 2004).

Рубки ухода в сосняках целесообразно выполнять преимущественно по низовому методу с одновременной обрезкой сучьев у оставляемых на корню деревьев на высоту до 2,5 м (Залесов, 2020). В то же время имеются рекомендации и научные исследования, обосновывающие применение комбинированного метода (Hyytiäinen et al., 2005; Маленко и др., 2009; Tahvonen et al., 2013), а также работы, ставящие под сомнение необходимость рубок ухода в сосняках, поскольку древостои без уходов способны формировать сопоставимый объем товарной древесины независимо от метода отбора деревьев и сроков начала прореживаний (Nilsson et al., 2010). Вопрос о компенсации затрат на рубки ухода за счет более раннего получения продукции и увеличения доли крупномерной древесины в большинстве исследований остается открытым и требует дальнейшего изучения (Hyytiäinen et al., 2002; Mäkinen et al., 2004; Acuna et al., 2017; Ahtikoski et al., 2021; Laitila, Väätäinen, 2023).

В ленточных борах Алтайского края в последние два десятилетия при проведении прореживаний лесных культур, в том числе полосных (ленточ-

ных), широко применяется регулярно-равномерный (линейно-селективный) способ рубки. Вместе с тем в технических указаниях по проведению рубок ухода в культурах светлохвойных пород данный способ рекомендуется исключительно для сплошных культур (Маленко и др., 2009). В искусственных сосняках полосного типа в качестве технологических коридоров предпочтительно использовать межполосные пространства или ряды с кустарниками, которые при необходимости подлежат измельчению специализированной техникой. Однако на практике соблюдение указанных рекомендаций зачастую затруднено по следующим причинам: высокая густота культур в пределах ленты, особенно при количестве рядов более четырех; зарастание межленточных пространств жизнеспособным подростом, уничтожение которого нецелесообразно с лесоводственной точки зрения; недостаточное финансирование и слабая материально-техническая база исполнителей работ. В результате в районе исследований накоплен значительный практический опыт применения регулярно-равномерных рубок ухода в ленточных культурах сосны, который до настоящего времени недостаточно изучен (Осипенко и др., 2022а; 2022б; Осипенко, Залесов, 2024б).

Для получения положительного лесоводственного эффекта необходим научно обоснованный подход к режиму проведения рубок ухода, что требует долгосрочных наблюдений за ростом насаждений в пределах конкретного лесорастительного района. Это обусловлено тем, что проведение рубок ухода не может базироваться исключительно на теоретических положениях и результатах, полученных в иных лесорастительных районах страны (Залесов и др., 2007; Крюк и др., 2009). С учетом значительного разнообразия типов лесных культур, методов ухода и природно-климатических условий России проблема адаптации и оптимизации рубок ухода приобретает особую актуальность.

Особенно это касается ленточных боров, где природные условия, специфика лесов и высокая доля искусственно созданных насаждений формируют уникальный лесорастительный контекст. В этих условиях возникает необходимость разработки региональных рекомендаций по проведению рубок ухода

в лесных культурах, учитывающих происхождение древостоя, тип леса и целевые параметры насаждений, что требует всестороннего анализа как научных данных, так и практического опыта ведения лесного хозяйства в аналогичных условиях (Осипенко и др., 2022б).

2.4. Проблема омоложения сосновых насаждений

Ленточные боры представляют собой уникальные по своему происхождению и значению леса, выполняющие почвозащитные, водорегулирующие, средозащитные и социальные функции. Однако осознание их многофункциональной роли сформировалось лишь в начале XX века, когда ленточные боры уже были существенно истощены, а площадь земель, требующих лесовосстановления, составляла в них около 26 % (288 тыс. га). В целях улучшения их состояния в 1933 г. ленточные боры были отнесены к защитным лесам, а с 1934 г. в них были запрещены сплошные рубки. В дальнейшем значение экологических функций ленточных боров возрастало, в связи с чем в 1943 г. они были отнесены к лесам первой группы, а в 1949 г. – к ценным лесным массивам. Кроме того, в период с 1947 по 1952 гг. в целях ограничения лесопользования в ленточных борах были запрещены все виды рубок, за исключением санитарных рубок и рубок ухода (Бугаев, Косарев, 1988).

На сегодняшний день в спелых и перестойных насаждениях ленточных боров разрешены добровольно-выборочные (ДВР), группово-выборочные (ГВР) и чересполосные постепенные рубки (ЧПР). Из числа специализированных рубок ухода, регламенты лесничеств Алтайского края допускают следующие рубки: обновления (ОБН), переформирования (ПРФ), реконструкции (РРК), рубки единичных деревьев (РЕД), рубки сохранения лесных насаждений и ландшафтные рубки. В лесных насаждениях, поврежденных лесными пожарами или с наличием фаутных усыхающих деревьев и поврежденных вредными организмами, разрешены выборочные (ВСР) и сплошные санитарные рубки (ССР) (Лесохозяйственный регламент Павловского…, 2018).

Арсенал выборочных рубок, описанный в научной литературе, чрезвычайно широк, однако в современном лесном законодательстве предусмотрено применение лишь семи видов (способов) рубок (Залесов, 2020). В условиях ленточных боров применяются только три из них, причем ЧПР применяется крайне редко, а ДВР и ГВР зачастую осуществляются по сходному принципу, что фактически нивелирует различия между ними. Несмотря на то что система рубок в ленточных борах неоднократно изменялась (Мартынюк и др., 2019; Желдак и др., 2022), ее нельзя признать оптимальной. Во многих случаях проводимые рубки не обеспечивают смену спелых и перестойных насаждений на более молодые, недостаточно учитывают природно-климатические и лесорастительные особенности территории, а также не в полной мере соответствуют современным социальным и экологическим требованиям к лесам.

За более чем 90-летний период выборочной системы рубок в сосняках Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров сформировалась следующая возрастная структура: 13,6 % площади земель, на которых расположены леса, приходится на молодняки, в том числе около 7 % – на лесные культуры; 32,3 % составляют средневозрастные насаждения; 18,8 % – приспевающие; 35,4 % – спелые и 1,8 % – перестойные насаждения (табл. 1.5). При этом 36,4 % площади спелых и перестойных насаждений имеют относительную полноту 0,5 и менее (табл. 1.7), что делает их недоступными для проведения выборочных рубок (Об утверждении Правил заготовки…, 2020).

Таким образом, современная возрастная структура сосняков ленточных боров характеризуется преобладанием спелых и средневозрастных древостоев при выраженном дефиците молодняков, особенно естественного происхождения, и подроста, способного в перспективе сформировать новые возрастные поколения насаждений. В результате процессы естественного возобновления сосны обыкновенной носят фрагментарный и нестабильный характер и не обеспечивают устойчивого воспроизводства лесов района исследований. В этих условиях актуализируется задача снижения среднего возраста насаждений как фактора усиления их средообразующих функций.

В определенной степени низкая обеспеченность молодыми насаждениями естественного происхождения (около 3,6 % площади) компенсируется разновозрастностью преобладающей части (около 80 %) сосновых древостоев ленточных боров (Парамонов, 2014; Малиновских, Маленко, 2018; Дебков и др., 2021; Осипенко, Залесов, 2023). Вместе с тем разновозрастность насаждений не всегда обеспечивает полноценную смену поколений.

При внедрении выборочной системы рубок предполагалось, что снижение относительной полноты спелых сосновых древостоев до 0,5 позволит создать условия для формирования второго яруса или разновозрастного соснового насаждения. Ожидалось, что в таких условиях увеличение относительной полноты будет происходить за счет прироста более молодых деревьев, что, в свою очередь, создаст предпосылки для проведения очередных приемов выборочных рубок и постепенного омоложения насаждений (Парамонов, 2014; Малиновских, Маленко, 2018; Малиновских и др., 2018а). Однако на практике данный подход не дал положительных результатов в одновозрастных сосняках с равномерным размещением деревьев по площади. Подрост сосны при относительной полноте древостоя около 0,5, как правило, успешно накапливается, но не формирует второй ярус и в дальнейшем погибает вследствие дефицита солнечного света. При этом наличие значительного количества подроста под пологом древостоя создает иллюзию нормального протекания процесса лесовозобновления. Формирование жизнеспособного подроста в одновозрастных сосняках района исследований возможно лишь для отдельных экземпляров в куртинах подроста, сконцентрированных в окнах древостоев (Башегуров и др., 2019; Залесов и др., 2023; Грязькин и др., 2025).

Применение добровольно-выборочных и группово-выборочных рубок, преобладающих в ленточных борах, в разновозрастных сосняках в определенной степени способствует омоложению сосновых насаждений и усиливает дифференциацию их структуры (Парамонов, 2015; Дебков и др., 2017; Szmyt, 2025). Вместе с тем при проведении выборочных рубок в сосняках ленточных боров существует вероятность проявления отрицательной селекции, при кото-

рой вырубаются быстрорастущие и крупные деревья, тогда как медленнорастущие и угнетенные экземпляры остаются на доращивание, получая тем самым больше возможностей для оставления потомства (Чижов и др., 2015; Tikhonova et al., 2021; Huang et al., 2023; Тараканов и др., 2024). Исследования возрастной структуры ленточных боров показывают, что разделение деревьев сосны на поколения по размерным показателям является во многом условным, поскольку старые деревья нередко оказываются угнетенными и характеризуются меньшими диаметром ствола и высотой по сравнению с более молодыми деревьями, развивающимися в благоприятных условиях (Лозовой, 1998; Осипенко и др., 2020; Осипенко, Залесов, 2023).

Таким образом, переход к выборочной системе рубок способствовал более бережному ведению лесного хозяйства в ленточных борах, но привел к формированию проблемы их омоложения. В настоящее время данная проблема является одной из наиболее актуальных для лесного хозяйства Алтайского края. Для ее решения необходимо совершенствование системы рубок в ленточных борах на основе лесной типологии, данных о структуре насаждений и закономерностей их роста и развития (Мартынюк и др., 2019; Башегуров и др., 2019; Желдак и др., 2022; Залесов и др., 2023).

Проблема омоложения ленточных боров осложняется тем, что влияние относительной полноты древостоев на формирование подроста сосны носит неоднозначный характер. Снижение полноты повышает освещенность под пологом и потенциально благоприятно для светолюбивого подроста, однако одновременно с этим стимулирует развитие живого напочвенного покрова (ЖНП), что ограничивает появление всходов и угнетает имеющийся подрост (Родин, 2005). Выраженность отрицательного воздействия ЖНП возрастает с увеличением плодородия почв и улучшением условий увлажнения: на сухих песчаных почвах оно минимально, тогда как в условиях травяного бора снижение относительной полноты приводит к интенсивному развитию ЖНП и подлеска, угнетающих подрост. Минерализация почвы под пологом спелых и перестойных насаждений типов леса свежий бор и сухой бор пологих всхолм-

лений может обеспечить накопление подроста, достаточного для смены поколений, в то время как в условиях травяного бора для этого требуется разработка специализированной системы лесохозяйственных мероприятий, направленных на омоложение сосновых насаждений (Харлов, 2006; Годовалов и др., 2009; Прищепов, 2022; Залесов и др., 2023; Мехренцев и др., 2024; Семенякин, Тихонова, 2024).

С точки зрения воспроизводства лесов в сосновых насаждениях района исследований ГВР являются более предпочтительными по сравнению с ДВР, поскольку при их проведении спелые и перестойные деревья вырубаются группами площадью 0,01– 0,5 га в соответствии с их размещением по площади лесосеки (Об утверждении Правил заготовки…, 2020). В результате проведения ГВР в пологе древостоя формируются достаточно крупные окна, обеспечивающие поступление солнечного излучения в объеме, необходимом для роста и развития молодого поколения леса. Однако формирование таких окон не всегда сопровождается накоплением подроста старших возрастов, поскольку при резком изменении светового, температурного и водного режимов часть подроста предварительной генерации может погибать из-за резкого изменения условий произрастания (Парамонов, 2014; Теринов и др., 2015; 2023; Малиновских, Маленко, 2018; Башегуров и др., 2019).

В качестве альтернативы ДВР и ГВР в научной литературе рассматриваются чересполосные постепенные, комбинированные выборочные, равномерно-постепенные, группово-постепенные рубки, а также рубки обновления и рубки непрерывного формирования (Лозовой, 1998; Усов и др., 2017; Башегуров и др., 2019; Желдак и др., 2022; Залесов и др., 2023). Теоретически указанные виды рубок позволяют сочетать выполнение защитных функций леса с созданием благоприятных световых и микроклиматических условий для возобновления сосны. Вместе с тем практический опыт их применения в ленточных борах Алтайского края остается ограниченным и неоднозначным (Парамонов, Шульц, 2011; Малиновских и др., 2018а; 2018б; Усов, 2020; Желдак и др., 2022; Залесов и др., 2023; Осипенко, Башегуров, 2025).

Чересполосные постепенные рубки в условиях ленточных боров применяются сравнительно редко: на их долю приходится около 0,3 % общего объема заготовленной древесины (Мартынюк и др., 2019). Чаще всего они приурочены к насаждениям типа леса ТРБ. Вместе с тем особенности данного типа леса, рассмотренные выше, не позволяют обеспечить надежную смену спелых насаждений молодняками как при использовании ЧПР, так и при применении ДВР и ГВР. В условиях типов леса СБП и СВБ ЧПР, как правило, не назначаются, поскольку считается, что лесовозобновление при ДВР и ГВР здесь протекает достаточно успешно и необходимость в применении ЧПР отсутствует (Залесов и др., 2023).

Следует отметить, что, как и сплошнолесосечные рубки, ЧПР в большей степени соответствуют природе одновозрастных древостоев, тогда как в абсолютно разновозрастных насаждениях данный способ рубок неприемлем.

К числу преимуществ ЧПР по сравнению с ДВР и ГВР относится возможность более эффективного использования многооперационных лесозаготовительных машин, активно применяемых в ленточных борах в последние годы, а также отсутствие необходимости клеймения деревьев, что способствует повышению производительности лесосечных работ (Алексеев, 1967; Герц и др., 2012; Герц, Теринов, 2017; 2019). Дополнительным преимуществом ЧПР является возможность создания лесных культур на вырубленных полосах при одновременном отсутствии необходимости в последующей заготовке древесины на участках подпологовых лесных культур. Данное обстоятельство послужило основой для разработки технологии комбинированных выборочных рубок (Залесова и др., 2017; Правила заготовки древесины…, 2020; Залесов и др., 2023).

Несмотря на указанные преимущества, в связи со схожестью ЧПР со сплошными рубками, запрещенными в ленточных борах, отношение местного населения к данному виду рубок остается негативным, что, вероятно, является одной из причин их ограниченного распространения в районе исследований.

Рубки обновления при корректном применении могут рассматриваться как эффективное лесохозяйственное мероприятие, направленное на омоложение насаждений и последующее естественное возобновление сосны обыкновенной без проведения искусственного лесовосстановления (Парамонов, Ключников, 2006; Годовалов и др., 2009; Залесов и др., 2015; Маленко и др., 2019; Луферов, 2020). Вместе с тем достижение заявленных целей возможно лишь при учете зонально-типологических особенностей лесов и их целевого назначения (Ващук, 2008; Залесов, Бачурина, 2013; Иванов, Семенякин, 2021; Прищепов, Рожков, 2024).

В лесохозяйственной практике накоплен значительный опыт применения рубок обновления в сосновых насаждениях (Ключников, Парамонов, 2003; Залесов и др., 2014б; Желдак и др., 2022; Залесов и др., 2023), однако его результаты носят неоднозначный характер. В ряде случаев рубки обновления проводились с нарушениями технологических и методических требований и (или) не обеспечивали достижения основной цели – формирования молодняков хозяйственно ценных пород (Магасумова и др., 2001; Лабоха и др., 2021).

В ленточных борах Алтайского края рубки обновления широко применялись в период с 1995 по 2008 гг. (Ключников, 1999; Маленко и др., 2012; Желдак и др., 2022). В последующем они были практически исключены из лесохозяйственной практики в связи с отсутствием четко регламентированных критериев их назначения и проведения. После принятия обновленных Правил ухода за лесами (2017) возможность применения рубок обновления в защитных лесах была восстановлена (Мартынюк и др., 2019). В настоящее время актуальной является задача оценки накопленного производственного опыта проведения рубок обновления в ленточных борах с учетом их долгосрочных лесоводственных последствий.

Рядом исследователей предлагается сократить ассортимент разрешенных в ленточных борах рубок, исключив ЧПР (Малиновских, Маленко, 2017), ДВР и ГВР (Башегуров и др., 2019; Толстиков и др., 2019) либо все перечисленные способы рубок, заменив их рубками обновления (Желдак и др., 2022)

или рубки непрерывного формирования (Лозовой, 1998). Вместе с тем отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о том, что сокращение перечня разрешенных способов рубок спелых и перестойных насаждений не способствует оптимизации лесопользования, поскольку каждое конкретное насаждение требует индивидуального подхода при выборе вида рубки (Побединский, 1973, 1980; Горшенин, Швиденко, 1977; Тихонов, Зябченко, 1990; Луганский и др., 2001; Мелехов, 2007; Сеннов, 2008; Азаренок, Залесов, 2015; Азаренок и др., 2015; Залесов и др., 2023).

Таким образом, проблема омоложения сосновых насаждений ленточных боров носит системный характер и обусловлена совокупным воздействием природных, биологических и организационно-хозяйственных факторов, а также несоответствием современного состояния лесов района исследований применяемой системе рубок. Отсутствие однозначных критериев оценки успешности омоложения насаждений и недостаточная изученность процессов воспроизводства лесов обуславливают необходимость проведения исследований, направленных на разработку научно обоснованных и регионально адаптированных подходов к ведению лесного хозяйства в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров. Реализация такого подхода позволит сформировать гармонизированную систему лесохозяйственных мероприятий, ориентированную на устойчивое ведение лесного хозяйства (Лозовой, 1998; Кулагин и др., 2016; Парамонов, Рыбкина, 2017; Терехов и др., 2018б; Banaś et al., 2018; Желдак и др., 2022).

Выводы

1. Ключевыми факторами, влияющими на лесовозобновление в ленточных борах, являются влагообеспеченность, температура поверхности почвы, степень развития живого напочвенного покрова, наличие источников обсеменения и структура древостоев.

2. Искусственное лесовосстановление в степной зоне Алтайского края имеет решающее значение, особенно на крупноплощадных гарях, так как есте-

ственные процессы возобновления в таких условиях могут затягиваться на десятилетия или не происходить вовсе.

3. В районе исследований применение посадочного материала с закрытой корневой системой и снижение густоты посадки лесных культур до 2,0 тыс. шт./га не были научно обоснованы, что снизило эффективность искусственного лесовосстановления и создает риски формирования малоустойчивых и редкостойных насаждений. Это требует пересмотра действующих рекомендаций и разработки адаптированных технологий искусственного лесовосстановления и выращивания посадочного материала.

4. Насаждения сосны естественного и искусственного происхождения существенно различаются по структуре, ходу роста и продуктивности, что определяется условиями их формирования, исходной густотой, размещением деревьев и характером конкурентных взаимоотношений.

5. Искусственные сосновые насаждения, отличающиеся одновозрастностью, равномерным размещением деревьев и выровненными условиями произрастания, характеризуются ослабленной дифференциацией и более предсказуемым ходом роста, что позволяет рассматривать их как удобную и простую модель для изучения закономерностей формирования древостоев.

6. Универсального оптимума исходной и текущей густоты сосновых древостоев не существует, а влияние густоты на рост и развитие насаждений остается одной из ключевых, но недостаточно изученных проблем современного лесоводства.

7. Рубки ухода являются необходимым условием формирования устойчивых и продуктивных сосновых насаждений, однако недостаток количественно обоснованных критериев отбора деревьев ограничивает возможности целенаправленного управления древостоями.

8. Несмотря на продолжительную историю применения в районе исследований выборочных рубок спелых и перестойных насаждений, а также специализированных рубок ухода имеющийся опыт их проведения не обобщен, а многие вопросы их проведения остаются нерешенными.

9. Эффективность лесохозяйственных мероприятий по омоложению сосновых насаждений в ленточных борах существенно зависит от лесорастительных условий: в типах леса сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор мероприятия более эффективны, тогда как для условий травяного бора надежные методы омоложения отсутствуют.

10. Добровольно- и группово-выборочные рубки в определенной мере способствуют омоложению разновозрастных сосновых древостоев, однако не эффективны в одновозрастных насаждениях и сопровождаются риском отрицательной селекции.

11. Чересполосные постепенные и комбинированные выборочные рубки теоретически позволяют сочетать сохранение защитных функций леса с созданием условий для роста молодняков сосны, однако их практическое применение в ленточных борах остается ограниченным и неоднозначным по результатам. Данный вид рубки целесообразно применять в одновозрастных сосновых насаждениях.

12. Рубки обновления при корректном применении могут рассматриваться как перспективное направление омоложения сосновых насаждений, однако имеющийся опыт их использования свидетельствует о необходимости четких критериев назначения и оценки эффективности.

13. Проблема омоложения сосновых насаждений ленточных боров носит системный характер и обусловлена сочетанием природных условий, биологических особенностей сосны обыкновенной и применяемой системы лесохозяйственных мероприятий.

14. Для Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров необходимо разработать и внедрить в производство региональные лесохозяйственные нормативы и рекомендации по воспроизводству лесов, а также доработать существующие системы рубок ухода и рубок спелых насаждений с учетом зонально-типологических особенностей, происхождения, густоты и возрастной структуры насаждений.

ГЛАВА 3. ПРОГРАММА, МЕТОДИКА, ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

3.1. Программа работ

В соответствии с целью и задачами исследования программой работ предусматривалось изучение следующих вопросов:

– обеспеченность подростом сосновых насаждений;

– влияние мер содействия естественному возобновлению на накопление подроста под пологом сосновых древостоев;

– рост и развитие лесных культур в фазах приживания и индивидуального роста на крупноплощадных гарях и на участках, пройденных чересполосной постепенной рубкой;

– рост и развитие самоизреживающихся сосновых насаждений;

– влияние основных и специализированных рубок ухода на сосновые древостои и подрост под их пологом;

– влияние выборочных рубок на сосновые древостои и подрост.

По результатам исследований разработаны рекомендации по воспроизводству и омоложению сосновых насаждений в районе исследований.

3.2. Методика и объекты исследований

Основная часть полевых материалов была собрана в период с 2015 по 2025 гг. на территории трех лесничеств Алтайского края: Ключевское, Новичихинское и Ракитовское (рис. 3.1). Расположение указанных лесничеств в двух различных климатических зонах (лесостепь и степь) обеспечивает получение репрезентативных данных о лесном фонде в районе исследований.

На рисунке 3.1. использованы следующие условные обозначения: желтая линия – государственная граница Российской Федерации; серая линия – границы субъектов государств; красная линия – границы Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров; белая линия – границы лесничеств, в которых осуществлялся сбор полевых данных.

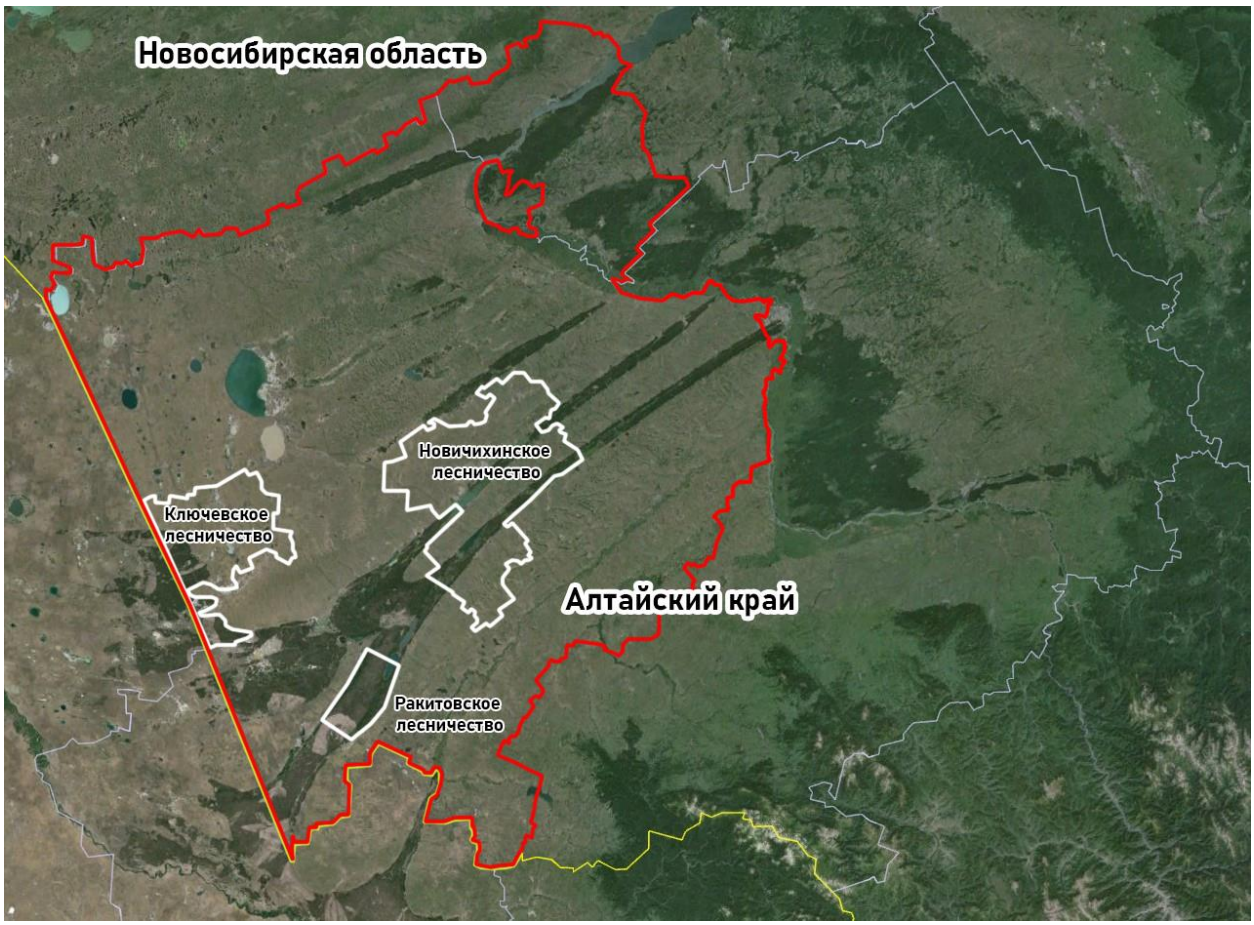


Рисунок 3.1 – Расположение лесничеств Алтайского края, в которых осуществлялся сбор полевых данных

В основу большей части полевых работ заложен комплексный подход, основанный на методе пробных площадей (Инструкция …, 1995; ОСТ 56-69-83) и методических разработках (Молчанов, Смирнов, 1967; Анучин, 1984; Верхунов, 1985; Бунькова и др., 2020; Данчева и др., 2023б). Подбор насаждений для закладки пробных площадей (ПП) осуществлялся на основе лесоустроительных баз данных, картографических материалов и результатов натурного обследования лесных участков. ПП прямоугольной или близкой к ней формы закладывались в наиболее типичных для описываемых насаждений местах, отвечающих предъявленным требованиям и задачам исследований (Залесов и др., 2023).

Древостои в пределах ПП имели однородный состав, полноту, сомкнутость крон, историю хозяйственного воздействия и другие характеристики. Для минимизации влияния бокового освещения со стороны непокрытых лес-

ной растительностью площадей пробные площади закладывались на расстоянии не менее 30 м от них (Рабочие правила …, 1995; Feklistov et al., 2023).

Размер ПП подбирался таким образом, чтобы охватить не менее 200 деревьев основного элемента леса (или элемента несомкнувшихся лесных культур) и площадь не менее 0,25 га (если конфигурация участка позволяла; в противном случае ПП закладывались меньшей площади). Такой подход обеспечил репрезентативность выборки и позволил достичь точности измерений диаметров деревьев на уровне 2–3 % при уровне доверия 0,68, что соответствует нормативам, установленным в классической методике таксационных измерений (Анучин, 1984). Необходимое количество деревьев на ПП определялось по следующей формуле:

$$N = \frac{CV^2}{RSE^2} \qquad (3.1)$$

где *CV* – коэффициент вариации, %; *RSE* – относительная стандартная ошибка среднего значения, %.

Под термином «элемент несомкнувшихся лесных культур» понимается совокупность деревьев одной породы, имеющих одинаковое происхождение и характеризующихся сходным развитием в однородных условиях местопроизрастания на участке несомкнувшихся лесных культур (Осипенко и др., 2025а).

Все пробные площади на местности отграничивались визирными линиями и фиксировались по углам деревянными вешками. При исследовании лесных культур границы ПП по длине проходили по центру межленточных пространств или междурядий (при отсутствии первых). Границы ПП измерялись мерной лентой с точностью до 0,1 м. Координаты расположения каждой ПП определялись с использованием GPS-навигатора Garmin eTrex touch 25. На каждой ПП выполнялась фотосъемка.

Средний шаг посадки лесных культур рассчитывался как отношение тройной длины пробной площади к сумме посадочных мест в трех случайно выбранных рядах. Средняя ширина междурядий определялась как отношение ширины пробной площади к числу рядов лесных культур. Густота посадки

определялась делением 10 тыс. м² на произведение среднего шага посадки и средней ширины междурядья. Ширина междурядий в пределах лент рассчитывалась делением суммарной ширины всех лент, вошедших в ПП (расстояния между крайними рядами лент), на количество междурядий внутри лент. Средняя ширина межленточных пространств определялась как среднее арифметическое расстояние между лентами культур, вошедшими в ПП.

Сплошной перечет деревьев на ПП выполнялся с использованием мерной вилки Mantax Blue (Haglöf) на высоте 1,3 м с регистрацией диаметра по ступеням толщины 1 см. Учет деревьев осуществлялся по элементам леса или элементам несомкнувшихся лесных культур. При построении диаграмм ступени толщины 1 см были сгруппированы в ступень толщины 2 см для повышения наглядности распределений и снижения влияния ошибки измерения.

При перечете деревья на ПП распределялись по классам Крафта: I – доминирующие; II – субдоминирующие; III – средние; IV – угнетенные; V – отмирающие и мертвые (Va – живые с признаками отмирания, Vб – сухостой). В связи с тем, что данную классификацию принято применять только для чистых одновозрастных древостоев (Мелехов, 1980), на части ПП также оценивались качественные характеристики деревьев по классификации Г.А. Чибисова с соавторами (Чибисов и др., 2004; Захаров, Чибисов, 2013), основанной на классификации швейцарского ученого В. Шеделина (Мелехов, 2007). Деревья классифицировались по трем группам признаков: качество кроны (индекс 100/200/300), ствола (10/20/30) и положения в пологе (1–4). По каждому критерию выставлялись индексы, формировавшие трехзначный комплексный индекс, по которому деревья распределялись на «хорошие» (111, 112, 121, 211), «средние» (122, 212, 221, 222) и «плохие» (все другие комбинации). Из-за схождения оценки 3 и 4 по положению в пологе в одну категорию «плохие», классификация по данному признаку была упрощена до 3-балльной шкалы.

Для определения средней высоты древостоя у 20–25 деревьев каждого элемента леса, пропорционально представительству каждой ступени толщины, измерялись высоты с помощью высотомера Suunto PM-5/1520 PC с точ-

ностью до 0,1 м (Нагимов и др., 2010). У отобранных деревьев дополнительно измерялся диаметр на высоте 1,3 м с точностью до 1 см. По результатам измерений высот и диаметров строился график зависимости высоты от диаметра, на основании которого определялась средняя высота древостоя.

Средний возраст основного элемента леса (или несомкнувшихся лесных культур) в искусственных насаждениях и естественных молодняках определялся по материалам лесоустройства с уточнением его по мутовкам. В средневозрастных и более старших естественных насаждениях возраст устанавливался по кернам (10–15 шт.), отобранным возрастным буравом у деревьев I–III классов Крафта, либо по пням на участках, пройденных рубкой. Средний возраст элемента леса рассчитывался как среднее арифметическое возраста всех модельных деревьев или пней. При наличии нескольких возрастных поколений средний возраст определялся отдельно для каждого поколения.

Абсолютная полнота древостоев в пересчете на 1 га определялась по сумме площадей поперечных сечений деревьев на высоте 1,3 м. На основании отношения общей площади сечений к числу учтенных деревьев определялась площадь поперечного сечения среднего дерева, по которой устанавливался средний диаметр древостоя.

Относительная полнота древостоев рассчитывалась как отношение абсолютной полноты исследуемого древостоя к значениям абсолютной полноты из таблиц сумм площадей сечений и запасов насаждений при полноте 1,0 (Макаренко и др., 1980), либо к стандартным значениям сумм площадей сечений нормальных древостоев основных лесообразующих пород по классам бонитета (Общесоюзные нормативы…, 1992).

Запас древостоев определялся с использованием региональных сортиментных и товарных таблиц для древостоев Западной и Восточной Сибири (Сортиментные…, 2005).

Учет валежа осуществлялся путем подсчета количества поваленных деревьев на ПП с измерением диаметра ствола на расстоянии 1,3 м от комля и в его средней части с использованием мерной вилки, а также определением

длины ствола мерной лентой. Вычисление объемов стволов валежных деревьев осуществлялось по простой формуле серединного сечения Губера (Шевелев, 2016; Сальникова и др., 2017).

Диагностика типов леса выполнялась с учетом методических рекомендаций И.Ю. Месоеда (1934б), П.Р. Вангница (1953); Л.Н. Грибанова (1954), В.Н. Сукачева и С.В. Зонна (1964), В.А. Бугаева и Н.Г. Косарева (1988). При определении типа леса учитывались следующие признаки: положение на рельефе, характеристики почвы, условия увлажнения, класс бонитета, состав древостоя, структура подлеска, особенности живого напочвенного покрова, тенденции лесообразовательного процесса. Класс бонитета определялся по бонитировочной шкале М.М. Орлова (Третьяков и др., 1952).

К подросту относились древесные растения высотой до 1/4 высоты древостоя, способные сформировать древостой. К всходам относился самосев в возрасте до двух лет (Луганский и др., 2010а, 2010б).

На каждой ПП, где производился учет подроста, закладывалось не менее 20 учетных площадок размером 2×2 м (4 м^2). Учетные площадки закладывались через равные расстояния на двух трансектах, проходящих по диагоналям ПП (Побединский, 1966; Бунькова и др., 2011, 2020).

Подрост классифицировался в соответствии с актуальными на момент исследований Правилами лесовосстановления (2007; 2016; 2019; 2020; 2021) и методическими рекомендациями (Бунькова и др., 2011, 2020) по породам, категориям состояния (жизнеспособный, сомнительный, нежизнеспособный), высоте (мелкий –до 0,5 м, средний – 0,6–1,5 м, крупный – более 1,5 м) и густоте (редкий – до 2,0 тыс. шт./га, средней густоты – 2,0–8,0 тыс. шт./га, густой – более 8,0 тыс. шт./га).

Для обеспечения сравнимости данных производился пересчет количества подроста в крупный. При пересчете учитывался весь жизнеспособный подрост, и половина сомнительного, а нежизнеспособный исключался. Для пересчета в крупный применялись коэффициенты: для мелкого подроста – 0,5, для среднего – 0,8, для крупного – 1,0.

Возраст соснового подроста определялся по мутовкам, других пород – по годичным кольцам на срезе стволика на высоте шейки корня. На каждой ПП для определения возраста отбиралось по 10 экземпляров мелкого, среднего и крупного подроста. При наличии на ПП подроста какой-либо группы высот в меньшем количестве возраст определялся у всех имеющихся экземпляров.

Встречаемость подроста определялась, как отношение количества учетных площадок с жизнеспособным подростом к общему количеству учетных площадок на ПП, выраженное в процентах. По данному показателю подрост классифицировался как равномерный (встречаемость свыше или равна 65 %), неравномерный (встречаемость 40–65 %) и групповой (не менее 10 шт. мелкого или 5 штук среднего и (или) крупного жизнеспособного сомкнутого подроста) (Об утверждении Правил лесовосстановления…, 2021).

Для установления реакции подроста на изреживание древостоев замерялись приросты центрального побега по годам у 10 экземпляров подроста каждой категории высот (всего 30 штук на ПП). Для замеров текущих приростов по высоте и диаметров крон подроста отбирались экземпляры подроста, расположенные ближе всего к центру учетной площадки. Подлесок учитывался на тех же учетных площадках, что и подрост. При учете устанавливались: видовой состав, количество кустов, средняя высота.

Исследование обеспеченности подростом сосновых насаждений основано на анализе электронной повыдельной базы данных в формате .xlsx, содержащей сведения более чем о 268 тыс. таксационных выделов общей площадью 1014 тыс. га. Общая площадь лесных земель в анализируемой базе составляет 840,6 тыс. га, в том числе площадь земель, на которых расположены леса, – 757,4 тыс. га. Данные характеризуют лесной фонд района исследований по состоянию на 2001–2011 гг. В базе данных представлены сведения по одиннадцати лесничествам Алтайского края: Барнаульскому, Волчихинскому, Ключевскому, Кулундинскому, Лебяжинскому, Новичихинскому, Озеро-Кузнецовскому, Павловскому, Панкрушихинскому, Ракитовскому и Степно-Михайловскому (Осипенко, Залесов, 2023; 2024а).

При анализе базы данных необходимым для успешного лесовозобновления количеством соснового подроста в сосновых насаждениях типов леса СБВ и СБП считалось количество подроста более 1,5 тыс. шт./га; для насаждений типов леса СВБ, СПР, ТРБ и СГРС – более 2,0 тыс. шт./га. Достаточным количеством березового подроста в сосняках типов леса СБВ, СБП, СВБ и СПР принималось значение более 2,5 тыс. шт./га; для сосняков типов леса ТРБ и СГРС – более 3,0 тыс. шт./га (Осипенко, Залесов, 2024а). Указанные пороговые значения определены с учетом Правил лесовосстановления (2021).

Изучение влияния мер содействия естественному возобновлению (МСЕВ) на формирование сосновых молодняков и подроста под пологом древостоев проводилось в Ракитовском лесничестве Алтайского края в 2025 г. Исследование выполнено на основе материалов книги учета площадей с проведенными МСЕВ за период 2010–2022 гг. и данных, полученных глазомерно-измерительным методом (Об утверждении лесоустроительной…, 2022).

Изучение живого напочвенного покрова (ЖНП) проводилось на территории Ракитовского лесничества в июле 2025 года, в период максимального развития фитомассы растительности и стабилизации ее влажности (Трофимова и др., 2015; Matula et al., 2020). В пределах ПП по двум пересекающимся диагоналям закладывались трансекты. На каждой трансекте через равные расстояния располагались учетные площадки размером 0,5×0,5 м (0,25 м^2) в количестве не менее 20 шт. (Шенников, 1964; Бунькова и др., 2020). На учетных площадках определялись видовой состав и проективное покрытие для отдельных видов. На части пробных площадей, помимо этих показателей, дополнительно оценивалась фитомасса ЖНП. Для этого ЖНП (за исключением краснокнижных видов) срезался на уровне поверхности почвы (Неронов, 2002; Чернова, Былова, 2004; Данчева и др., 2023б). Срезанные растения помещались в бумажные пакеты, а затем в камеральных условиях разбирались по видам и взвешивались на электронных аналитических весах с точностью до 0,001 г. Все образцы ЖНП высушивались при температуре 105 °С до прекращения изменения массы.

Определение видов ЖНП выполнялось по региональным определителям (Красноборов и др., 2003; Гудкова, Олонова, 2024), а современные научные названия на русском и латинском языках выверялись по электронным базам (International Plant Names Index, 2025; Plants of the World Online, 2025; World Flora Online, 2025; Плантариум…, 2025).

Принадлежность растений к эколого-ценотическим группам (ЭЦГ) устанавливалась в соответствии с литературными источниками (Крылов, 1931; Миркин и др., 2002; Красноборов и др., 2003; Хрусталева, 2009; Силантьева, 2013). Для облегчения интерпретации данных эколого-ценотические группы объединялись в компоненты ЖНП: лесной, луговой, степной, болотный и синантропный (Малиновских, Семенов, 2013; Малиновских, 2024б).

При анализе флористической общности ввиду высокой разреженности бинарной матрицы (доля присутствий около 12 %) для оценки сходства видового состава пробных площадей использован коэффициент Серенсена-Чекановского (далее – коэффициент Серенесена), более устойчивый к преобладанию нулевых значений по сравнению с коэффициентом Жаккара (Hao et al., 2019; Stamin et al., 2025):

$$C_S = \frac{2c}{a+b} \qquad (3.2)$$

где C_S – коэффициент Серенсена; a – количество видов, на участке А, шт.; b – количество видов, на участке В, шт.; c – количество видов, общих для обоих участков, шт.

Оценка степени флористической общности выполнялась по значениям коэффициента Серенсена, приведенным в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Степень флористической общности списков ЖНП

Степень общности	Коэффициент Серенсена
Низкая (или отсутствует)	0,00–0,20
Умеренная	0,21–0,45
Высокая	0,46–0,85
Очень высокая (или полное)	0,86–1,00

Границы интервалов степеней флористической общности установлены с учетом распределения фактических значений коэффициента с целью повышения наглядности и интерпретируемости результатов. Значение 0,21 соответствует 25-му процентилю, 0,45 – 75-му процентилю, а 0,85 – приблизительно 99-му процентилю.

Под лесными культурами в фазах приживания и индивидуального роста в рамках настоящей диссертационной работы понимаются насаждения возраста до 5 и 10 лет соответственно. При изучении лесных культур в указанных фазах на каждой ПП учитывались все живые деревья, с разделением по происхождению (искусственное и естественное), виду посадочного материала (сеянцы с ОКС или ЗКС) и году посадки. В условиях типа леса СБП учитывались только экземпляры самосева сосны обыкновенной, поскольку в данных условиях именно подрост этой породы способен сформировать древостой (Малиновских, Савин, 2019; Башегуров и др., 2020).

Состав несомкнувшихся лесных культур определялся пропорционально густоте их элементов. У элементов несомкнувшихся лесных культур с минимальной высотой деревьев более 1,3 м измерялся диаметр ствола только на высоте 1,3 м; у элементов с минимальной высотой культивируемых растений менее 1,3 м – диаметр у основания ствола и, при наличии, на высоте 1,3 м. Диаметры фиксировались электронным штангенциркулем Electronic Digital Caliper (точность ± 0,2 мм), высота и приросты – измерительной рулеткой (точность ± 0,4 мм на 1 м).

Высота растений, диаметр кроны (вдоль и поперек рядов культур) и текущие приросты по высоте измерялись у не менее 30 деревьев (при наличии) каждого элемента несомкнувшихся лесных культур. Средний диаметр кроны рассчитывался как среднее арифметическое между промерами вдоль и поперек ряда, отдельно для элементов.

В ходе исследований определялись приживаемость лесных культур и сохранность культивируемых растений. Под приживаемостью лесных культур в данной работе понимается выраженное в процентах отношение числа посадоч-

ных мест с сохранившимися растениями к общему числу посадочных мест, учтенных на пробной площади (Об утверждении Правил лесовосстановления…, 2021). Этот термин применяется по отношению к лесным культурам, не отнесенным к землям, на которых расположены леса. Понятие сохранности культивируемых растений аналогично по определению, однако используется в отношении лесных культур, отнесенных к покрытым лесом землям.

При наличии на ПП погибших экземпляров, часть из них извлекалась из почвы для установления причины гибели и особенностей формирования корневых систем сеянцев после их высадки на лесокультурную площадь.

Обследование лесных культур с применением беспилотного воздушного судна (БВС) проводилось в июле 2024 г. Обследуемые ПП на местности обозначались кольями и цветными тканевыми сигнальными знаками. Модель применяемого БВС – DJI Phantom 4 Pro+. Управление полетом выполнялось при помощи приложения PIX4Dcapture Pro. Съемка участка выполнялась дважды – на высотах 50 и 85 м. Используемая камера – DJI FC6310 с фокусным расстоянием – 9 см. Перекрытие снимков – 80%, угол наклона камеры – 90°. Средняя скорость полета дрона – 3,8 и 4,6 м/с соответственно. Снимки сохранялись в формате JPEG с разрешением 5472×3648 пикселей. Размер пикселя на местности (GSD) составил 1,36 и 2,32 см/пикс.

Характеристики крон, определенные по данным БВС, измерялись для всех деревьев, выявленных при дешифрировании ортофотопланов, создававшихся в программе Agisoft PhotoScan Professional 1.4.3.6488. Средний диаметр кроны по данным с БВС определялся в программе ArcGIS Pro 3.5.3 через площадь проекции кроны. Сначала выделялся контур кроны (периметр), затем программными средствами рассчитывались площадь и длина периметра кроны. После этого в программе Excel вычислялся эквивалентный диаметр по площади (d_A) по формуле:

$$d_A = 2\sqrt{\frac{S}{\pi}}\ ; \qquad (3.3)$$

где S – площадь проекции кроны; π – математическая константа.

Изучение искусственного лесовосстановления на участках, пройденных чересполосной постепенной рубкой, проводилось в Новичихинском лесничестве Алтайского края в сентябре 2024 года. Объектом исследований служил лесной участок, на котором в 2016 году был проведен первый прием чересполосной постепенной рубки. Методика исследований соответствовала описанной выше для лесных культур в фазах приживания и индивидуального роста.

Сбор полевых данных для изучения хода роста самоизреживающихся сосняков выполнен в период с 2015 по 2025 гг. на территории Ракитовского и Ключевского лесничеств Алтайского края. Объектом исследования выступают культуры сосны со средним биологическим возрастом культивируемых растений 7–95 лет, созданные в период с 1931 по 2020 гг. и естественные сосняки (13–127 лет), произрастающие в типах леса СБП и СВБ (приложения 7–12).

При изучении самоизреживающихся сосняков пробные площади закладывались в насаждениях, отнесенных к одному естественному ряду роста и развития. Такой ряд рассматривался как совокупность древостоев разного возраста, но сходных по ходу роста, биологическим и экологическим признакам, то есть представляющих одно насаждение в разные периоды его развития (Нагимов, 1999, 2016; Семечкин, Зиганшин, 2010; Разин, Рогозин, 2011; Багинский, 2013; Третьяков и др., 2013; Хлюстов, Лебедев, 2016).

Отбор древостоев в единый естественный ряд осуществлялся по следующим полевым критериям: происхождение, тип леса и тип условий местопроизрастания, отсутствие следов хозяйственной деятельности, тип древостоя (одновозрастный, одноярусный, чистый по составу). Для искусственных древостоев дополнительно учитывалась ориентировочная густота посадки, определяемая по среднему шагу посадки и ширине междурядий (Осипенко, 2020).

Составление таблиц хода роста (ТХР) самоизреживающихся сосновых древостоев выполнялось по методике З.Я. Нагимова (2016). Для расчетов использовались данные пробных площадей, заложенных в древостоях одного типа леса и одинакового происхождения.

Для группировки древостоев применялся показатель относительной площади сечения (G:H). Для каждого набора данных строилась зависимость G:H от возраста, а поле точек аппроксимировалось с использованием средней линии в программе Statistica 8. В качестве уравнения аппроксимации использовалось уравнение Теразаки, так как оно показало наибольший коэффициент детерминации (R^2), наименьшие значения средней ошибки аппроксимации и лучшее соответствие биологической природе объекта исследования по сравнению с другими S-образными кривыми: Коллера, Корсуня, Корфа, Левановича, Митчерлиха, Никитина, Хосвельда, Хугерсхофа (Кузьмичев, 1977; Малышев, Мурзинов, 2012; Иванова, Бабич, 2023).

От линии аппроксимации были определены пределы отклонений ± 15 %. Древостои, расположенные в пределах этих границ, были отнесены к одному классу начальной густоты. Для искусственных древостоев типа СБП исходное поле значений G:H дополнительно делилось на три равные интервальные полосы, соответствующие трем группам по начальной густоте: густые, средней густоты и редкие лесные культуры. Для каждой полосы строилась отдельная выровненная линия с пределами отклонений ±15 %.

Точность моделей оценивалась по средней квадратичной ошибке (Гусев, 2002):

$$m_y = \sqrt{\frac{\sum(y_i - \tilde{y}_i)^2}{n - e}} \qquad (3.4)$$

где $\sum(y_i - \tilde{y}_i)^2$ – сумма квадратов отклонений между фактическими (y_i) и аппроксимированными ($\tilde{y}_i$) значениями; n – объем выборки; e – количество коэффициентов уравнения.

Кроме того, рассчитывалась средняя ошибка аппроксимации:

$$\delta = \frac{\sum \left| \frac{y_i - \tilde{y}_i}{y_i} \right|}{n} \times 100\ \% \qquad (3.5)$$

где y_i – фактическое значение; $\tilde{y}_i$ – аппроксимированное значение; n – объем выборки.

После группировки древостоев выполнялось построение регрессионных моделей методом обратной шаговой регрессии. В результате были получены уравнения для относительной площади сечения (G:H), средней высоты, среднего диаметра, густоты древостоя и видовой высоты (HF). Построенные модели характеризуются коэффициентами детерминации более 0,942 и средними относительными ошибками аппроксимации менее 12 %. Все коэффициенты уравнений значимы на 5%-ном уровне.

Дальнейшие расчеты при составлении ТХР выполнялись последовательно. Сумма площадей сечений для каждого десятилетнего возрастного интервала определялась как произведение G:H, густоты и средней высоты. Видовые числа находили делением видовой высоты на среднюю высоту древостоев. Запас растущей части насаждения рассчитывали как произведение суммы площадей сечений на соответствующую видовую высоту. Среднее изменение запаса определяли делением запаса растущей части на возраст, а текущее изменение – как разность запасов двух соседних возрастных интервалов, поделенную на 10 лет.

Количество стволов отпада определялось как разница густот за десятилетний период; для первого возрастного интервала искусственных сосняков использовалась средняя густота посадки лесных культур, вошедших в выборку. Запас стволов отпада вычислялся следующим образом: при повторных перечетах внутри прежних границ ПП выявлялись деревья, перешедшие в отпад с момента предыдущего обследования; затем средний объем отпавших стволов аппроксимировался в зависимости от возраста и умножался на количество стволов отпада. Такой подход использован, поскольку применение данных о ежегодном отпаде нормальных древостоев (по В.В. Загрееву) (Общесоюзные нормативы…, 1992) приводило к существенному завышению среднего объема отпавших деревьев.

Суммарный запас отпада определялся путем суммирования запасов стволов за предыдущие возрастные периоды. Общая производительность насаждений рассчитывалась как сумма запаса стволовой древесины растущей

части и накопленного запаса отпада. Средний и текущий приросты по запасу вычислялись аналогично расчетам для растущей части, но с учетом отпада.

Сбор полевых данных для оценки влияния основных рубок ухода на сосновые древостои выполнен в мае 2022 и 2023 гг. на территории Ключевского лесничества Алтайского края (Ключевский и Михайловский административный район). Объектом исследования выступают культуры сосны обыкновенной (36–86 лет), созданные в период с 1939 по 1989 гг. и естественные сосняки (25–116 лет), произрастающие в типах леса СБП и СВБ (приложение 13).

Лесные культуры создавались рядовым и ленточным способом. Количество рядов в лентах варьирует от 2 до 18 шт., шаг посадки – 0,65–1,3 м, среднее междурядье – 1,9–4,4 м, среднее междурядье в пределах лент – 1,2–3,3 м, ширина межленточных пространств – 3,4–21,5 м. Древостои формировались в условиях типов леса СБП и СВБ. В период с 2009 по 2022 гг. в ряде исследуемых сосняков были проведены рубки ухода различной интенсивности: прочистки (ПРЧ) интенсивностью 26,5–35,2 % по густоте; прореживания (ПРЖ) – 0,4–56,4 % по запасу; проходные рубки (ПРХ) – 14,9–65,4 % по запасу. По способу рубки были селективные (равномерные), линейные (регулярные) и линейно-селективные. Рубки осуществлялись по беспасечной технологии: клеймение, валка бензопилами, очистка стволов от сучьев, раскряжевка и трелевка сортиментов трактором МТЗ-82 с навесным оборудованием «Муравей». Движение техники осуществлялось по вырубленным рядам и межленточным пространствам лесных культур, а в естественных сосняках – в пространствах между деревьями (Залесов и др., 2023). В большей части сосняков проводилась одна рубка ухода, на шести участках – две. Вероятно, в насаждениях, пройденных ПРЖ и ПРХ, могли проводиться также ПРЧ, однако подтверждений этому обнаружено не было (отсутствуют данные в ведомственных документах и пни, имеющие большую давность появления, чем пни, появившиеся в результате исследуемых рубок).

При исследовании влияния рубок на сосновые древостои у деревьев помимо диаметра на высоте 1,3 м измерялся диаметр основания ствола на высоте

0,1 м. Прирост деревьев по диаметру определялся по кернам, которые отбирались у 10-15 деревьев I-III классов роста и развития по Крафту. Отобранные возрастным буравом на пробных площадях керны были изучены с применением методов древесно-кольцевого анализа (Шиятов и др., 2000) на измерительном комплексе LINTAB 5 с точностью до 0,01 мм с использованием соответствующих методик и программы TSAP-Win.

Характеристика древостоев на момент до рубки и непосредственно после нее была получена методом реконструкции таксационных показателей древостоев. Реконструкция осуществлялась на основании методик, описанных в работах (Lafond et al., 2012; Вайс, Воробьева, 2015; Westfall, McRoberts, 2017; Sovanchandara et al., 2018). Для реконструкции таксационных показателей на ПП осуществлялся учет всех пней и валежа. В случае, если на участке было две рубки, старые и свежие пни учитывались раздельно. Таксационный диаметр вырубленных деревьев восстанавливался с помощью линейных регрессионных уравнений от диаметра пня (составлялись отдельно для каждой ПП), а диаметры живых деревьев корректировались в меньшую сторону с учетом их прироста с момента рубки. Высота деревьев на момент рубки устанавливалась на основании графика высот. Густота древостоев оценивалась как сумма стволов оставшихся деревьев, пней и валежных деревьев, имеющихся на ПП на момент исследования. Валежные деревья прибавлялись на основании предположения о том, что валеж, накопившийся до рубки, был убран с ПП вместе с порубочными остатками. На контрольных участках, где рубки не осуществлялись, к густоте реконструируемого древостоя прибавлялась лишь часть валежных деревьев, которая определялась исходя из общего количества валежных деревьев, возраста и густоты древостоев, давности рубки.

Для более детальной оценки количественных изменений, происходящих в древостое в результате основных рубок ухода, рассчитывался показатель «эффективной продуктивности», предложенный Г.А. Владимировой (1981). Данный показатель позволяет учитывать общий объем древесины, сформированный насаждением к моменту исследования, включая как наличный запас,

так и объем древесины, ранее изъятый при рубках ухода. При этом в расчет не включается неликвидная древесина, удаленная в ходе прочисток. Показатель «эффективной продуктивности» отражает суммарный прирост насаждения с учетом антропогенного изъятия древесины и служит для более объективной оценки продуктивности древостоя в зависимости от режима и сроков проведения рубок.

При лесоводственной оценке рубок ухода рассчитывался показатель «эффективная работа древостоя», характеризующий относительное увеличение запаса древесины за определенный период. Под «эффективной работой древостоя» понимается отношение прироста запаса древесины к запасу древесины после рубки, что позволяет оценить темпы наращивания древесной массы с учетом исходных условий. Этот показатель отражает количественные изменения в древостое и может служить основой для сравнительной оценки эффективности рубок ухода. В качестве базы сравнения используется прирост древесины, приходящийся на 1 м³ первоначального запаса после проведения рубок (Залесов и др., 2007).

Для обеспечения сопоставимости данных при анализе влияния рубок ухода на древостои использовался модифицированный показатель «среднегодовая эффективная работа древостоя». В отличие от исходного показателя «эффективная работа древостоя», предложенного С.В. Залесовым с соавторами (2007), он определяется делением значения эффективной работы древостоя на количество лет, прошедших после проведения рубки. Применение данного показателя позволяет устранить влияние различной давности рубок на показатели эффективной работы и тем самым обеспечивает корректность оценки темпов прироста запаса древесины в разных древостоях.

Для оценки эффективности специализированных рубок ухода с точки зрения формирования молодого поколения леса в сосновых насаждениях района исследований было заложено 12 пробных площадей. Полевые данные были собраны в июле 2023 года на территории Ракитовского лесничества (ПП

142, 143) и в сентябре 2024 года на территории Новичихинского лесничества Алтайского края (ПП Н7–Н10, Н14–Н19).

Естественные сосновые насаждения, произрастающие в условиях типов леса СБП, СВБ и ТРБ были пройдены рубками обновления (ОБН), переформирования (ПРФ) и реконструкции (РРК) в 2003–2008 гг. На части обследованных участков (Н7, Н8, Н9, Н16, Н18, Н19) спустя несколько лет также проводились группово-выборочные рубки различной интенсивности.

Рубки обновления были направлены на создание благоприятных условий для роста молодых перспективных деревьев и подроста сосны. На участках Н15–Н17 проводился первый прием ОБН, на Н9 и Н10 удаляли деревья первого яруса с оставлением второго, что можно рассматривать как заключительный прием рубки обновления.

Рубки переформирования на ПП Н7, Н8, Н18, Н19 выполнялись для изменения возрастной структуры насаждений в пользу более молодых поколений: предполагалось вырубить элементы леса возрастом 130–150 лет и оставить на доращивание деревья 110 лет и моложе. На ПП Н14 ПРФ были ориентированы на создание лучших условий для появления подроста сосны.

Рубка реконструкции (ПП 142, 143) была назначена с целью удаления деревьев естественного происхождения на участке подпологовых лесных культур 1984 года. Состояние культур сосны в 2009 году было оценено лесоустройством как неудовлетворительное, а к моменту исследования культуры отсутствовали.

Исследование влияния добровольно- и группово-выборочных рубок на сосновые древостои проведено в августе 2019 г. на территории Ракитовского лесничества Алтайского края. Объектом являлись сосновые древостои естественного происхождения. На момент проведения исследований выборочные рубки были выполнены в четырех насаждениях (ПП 128, 129, 131, 133), тогда как в двух других (ПП 130, 132) проведен только отвод с клеймением деревьев. Исследуемые древостои относились к одноярусным условно разновозрастным и разновозрастным насаждениям (Вайс, 2007; Осипенко и др., 2020).

Лесные участки, пройденные чересполосными постепенными рубками, были обследованы в сентябре 2024 года на территории Новичихинского лесничества Алтайского края. Объектом исследования являлось сосновое насаждение, пройденное первым приемом рубки в 2016 г.

Последствия проведения рубок, направленных на создание противопожарных заслонов, изучались на территории Покровского участкового лесничества Ключевского лесничества Алтайского края в 2023 г.

При проведении всех рубок, за исключением прочисток, использовалась беспасечная технология проведения лесосечных работ. Валка деревьев осуществлялась с использованием бензомоторных пил. Обрезка сучьев и раскряжевка стволов на сортименты производилась на месте валки деревьев. Трелевка сортиментов выполнялась с использованием трактора МТЗ-82 с оборудованием «Муравей». Порубочные остатки сжигались в пожаробезопасный период в мелких кучах на участках лесосеки без подроста (Залесов и др., 2023).

Весь фактический материал был обработан методами математической статистики (Стоноженко и др., 2012; Янцев, 2012; Багинский, Лапицкая, 2017; Chandra et al., 2020; Шевелина, Нуриев, 2022).

Статистическая значимость различий между распределениями деревьев по классам качества в исследуемых древостоях определялась с использованием критерия χ^2. Значения p были скорректированы по методу Бонферрони и округлены до трех знаков после запятой; при p <0,001 указывалось как «p <0,001», при p >0,001 указывалось точное значение.

Для выявления различий в величине текущих приростов подроста и модельных деревьев применялся H-критерий Краскела-Уоллиса.

Нормальность распределения данных оценивалась по критериям Колмогорова-Смирнова (с поправкой Лильефорса) и Шапиро-Уилка. Различия между парами выборок по приживаемости, сохранности и диаметру крон культивируемых растений определялись с использованием U-критерия Манна-Уитни и t-критерия Стьюдента. Однородность дисперсий проверялась тестом

Левене. Для оценки различий вариабельности показателей сохранности культивируемых растений с ОКС и ЗКС, использовался двухвыборочный *F*-тест.

Статистическая обработка данных выполнялась в программных пакетах MS Excel-2013, IBM SPSS Statistics 27 и STATISTICA 8. Для отдельных операций по улучшению читабельности текста применялись системы автоматизированного лингвистического анализа (ChatGPT, DeepSeek, GigaChat). Их использование ограничивалось задачами стилистической корректуры и не влияло на научное содержание диссертации.

3.3. Объем выполненных работ

В ходе исследований выполнен следующий объем работ:

1) Проанализированы материалы лесоустройства, содержащие сведения более чем о 268 тыс. таксационных выделов общей площадью 1014 тыс. га.

2) Оцифрованы и проанализированы данные книг лесных культур и книг учета площадей с проведенными мерами содействия естественному возобновлению Ракитовского и Ключевского лесничеств (всего 2601 запись).

3) Выполнен метаанализ данных о приживаемости и сохранности культивируемых растений на 71 участке лесных культур, полученных из опубликованных исследований других авторов; данных о средней приживаемости лесных культур в 16 лесничествах района исследований, предоставленных Министерствами природных ресурсов и экологии Алтайского края и Новосибирской области; а также данных о состоянии лесов района исследований по материалам ФГБУ «Рослесинфорг» на 01.01.2021 г.

4) На 30 участках лесных культур, созданных посадочным материалом с закрытой и открытой корневой системой, в фазах приживания и индивидуального роста определены показатели приживаемости (сохранности) и установлены морфометрические характеристики более 1,1 тыс. культивируемых растений.

5) Обследованы 12 участков лесных культур с применением аэрофотосъемки, выполненной беспилотным воздушным судном; результаты сопо-

ставлены с данными наземного обследования. Общая площадь полетного задания составила 16 га. Суммарное время полета – 87 мин.

6) За период 2015–2025 гг. в самоизреживающихся сосновых насаждениях типов леса сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор было заложено 234 временные пробные площади, из которых 107 являются повторными перечетами, выполненными через 5-8 лет после первичных измерений.

7) Составлено четыре таблицы хода роста для искусственных и естественных самоизреживающихся сосновых древостоев, произрастающих в условиях типов леса сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор.

8) На 67 пробных площадях оценено влияние основных рубок ухода (прочистка, прореживание, проходная), специализированных рубок ухода (обновление, переформирование, реконструкция), а также выборочных рубок (добровольно- и группово-выборочные, чересполосные постепенные, рубки с целью создания противопожарного заслона) на сосновые древостои и подрост под их пологом.

9) Для построения кривых высот и определения средних высот древостоев обмерены высоты и диаметры более 6,6 тыс. модельных деревьев.

10) Для оценки количественных и качественных показателей подроста и подлеска заложено более 4 тыс. учетных площадок размером 4 м^2. У более 2 тыс. экземпляров подроста измерены приросты центрального побега за весь период роста и диаметры крон в двух перпендикулярных направлениях.

11) Выполнена глазомерно-измерительная таксация 13 лесных участков, на которых проводились меры содействия естественному возобновлению.

12) Выполнены геоботанические описания 63 лесных участков, относящихся к трем наиболее распространенным типам леса; на 26 из этих участков оценена фитомасса живого напочвенного покрова. Для изучения ЖНП заложено 1260 учетных площадок.

13) Для определения среднего возраста деревьев и прироста по диаметру отобрано, сдатировано и проанализировано 1202 древесных керна.

ГЛАВА 4. ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ

4.1. Фонд лесовосстановления и площадь лесных культур района исследований

Распределение земель, предназначенных для лесовосстановления, по лесничествам и способам лесовосстановления по данным ФГБУ «Рослесинфорг» (Интерактивная карта…, 2024) представлено в таблице 4.1. Согласно этим данным, на степную зону Алтайского края приходится 68,7 % площадей естественного возобновления, 62,4 % мер содействия естественному возобновлению (МСЕВ) и 93,9 % искусственного лесовосстановления.

В лесостепной зоне района исследований на естественный способ лесовосстановления и МСЕВ в совокупности приходится 76,9 % площади, а на искусственный и комбинированный – 23,1 % (в 3,3 раза меньше). В степной зоне соотношение иное: на естественный способ и МСЕВ приходится 36,7 %, а на искусственный способ – 63,3 % (в 1,7 раза больше).

В целом по району исследований основным способом лесовосстановления является искусственный (54,8 % площади). Вторым по распространенности является естественный способ, а на долю МСЕВ и комбинированного метода приходится лишь 8,2 и 1,0 % соответственно.

Сведения о распределении площади земель, предназначенных для лесовосстановления, по категориям земель приведены в приложении 14. В соответствии с данными ФГБУ «Рослесинфорг» (Интерактивная карта…, 2024), по состоянию на 01.01.2021 г. в районе исследований 80,2 % таких земель отнесены к прогалинам и пустырям. На категории земель «погибшие насаждения» и «вырубки» приходится 8,9 и 8,6 % соответственно. Всего 2,3 % отнесены к категории «гари». Низкая доля гарей не свидетельствует о слабом влиянии пожаров на выбытие лесов. Напротив, пожары являются одной из основных причин появления в ленточных борах земель, предназначенных для лесовосстановления (Ишутин, 2004; Шубин, Осипенко, 2019). Небольшая доля гарей в структуре фонда лесовосстановления объясняется длительными сроками их

восстановления при крупноплощадном характере пожара. Лесовосстановление, как естественное, так и искусственное, в таких условиях может затягиваться на многие годы и даже десятилетия (Буряк и др., 2021а). Поэтому к моменту очередного лесоустройства значительная часть территорий, пройденных огнем, классифицируется уже как прогалины или пустыри.

Таблица 4.1 – Распределение земель, предназначенных для лесовосстановления, по лесничествам и способам лесовосстановления (по данным ФГБУ Рослесинфорг, на 01.01.2021 г.), га / %

Лесничество	Естественный	Содействие естественному возобновлению	Комбинированный	Искусственный	Всего
1	2	3	4	5	6
Лесостепная зона					
Ордынское	–	211 64,1	51 15,5	67 20,4	329 100
Сузунское	644 64,9	–	123 12,4	225 22,7	992 100
Барнаульское	49 77,8	–	–	14 22,2	63 100
Павловское	175 59,1	92 31,1	–	29 9,8	296 100
Панкрушихинское	86 71,7	31 25,8	–	3 2,5	120 100
Баевское	357 65,6	135 24,8	–	52 9,6	544 100
Кулундинское	472 91,3	–	–	45 8,7	517 100
Ребрихинское	57 82,6	–	–	12 17,4	69 100
Шипуновское	–	–	–	58 100	58 100
Новичихинское	188 50,4	88 23,6	–	97 26,0	373 100
Всего, лесостепная зона	2028 60,3	577 16,6	174 5,2	602 17,9	3361 100

Окончание таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6
Степная зона					
Волчихинское	1439 94,2	25 1,6	–	63 4,1	1527 100
Знаменское	–	–	–	161 100	161 100
Лебяжинское	259 54,0	–	–	221 46,0	480 100
Ракитовское	727 59,5	65 5,3	–	429 35,1	1221 100
Ключевское	–	–	–	1944 100	1944 100
Степно-Михайловское	226 97,8	–	–	5 2,2	231 100
Озеро-Кузнецовское	1791 19,8	833 9,2	–	6425 71,0	9049 100
Всего, степная зона	4442 30,4	923 6,3	–	9248 63,3	14613 100
Всего, лесостепная и степная зона	6470 36,0	1480 8,2	174 1,0	9850 54,8	17974 100

В таблице 4.2 приведено распределение площади лесных земель, лесных культур и несомкнувшихся лесных культур по лесничествам Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров. Согласно данным таблицы 4.2, лесными культурами занято 13,4 % общей площади лесных земель. В пределах ленточных боров их доля достигает 17,4 %.

В разрезе лесорастительных зон соотношение следующее: в лесостепной зоне района исследований доля лесных культур и несомкнувшихся лесных культур составляет 5,2 % от общей площади лесных земель; в степной зоне этот показатель составляет 24,4 %. Наибольшие площади искусственных сосняков и несомкнувшихся лесных культур наблюдается в Озеро-Кузнецовском (57261 га), Ключевском (27088 га), Ракитовском (24874 га) и Степно-Михайловском (23243 га) лесничествах, что согласуется с результатами нашего исследования (Osipenko, Zalesov, 2019).

Таблица 4.2 – Площадь лесных земель, лесных культур и несомкнувшихся лесных культур в районе исследований (по данным ФГБУ Рослесинфорг, по состоянию на 01.01.2021 г.), га

Лесничество	Все леса, в отношении которых проводилось лесоустройство			Ленточные боры		
	Лесные земли	В том числе лесные культуры	Несомкнувшиеся лесные культуры	Лесные земли	В том числе лесные культуры	Несомкнувшиеся лесные культуры
Лесостепная зона						
Ордынское	162916	5247	307	103683	3410	127
Сузунское	204846	17227	1067	5703	61	28
Барнаульское	24777	748	13	7608	222	5
Павловское	70246	1630	98	42712	946	89
Панкрушихинское	106330	1912	96	52915	1601	96
Баевское	70423	3179	45	13270	1133	10
Кулундинское	72736	2691	88	42081	2661	88
Ребрихинское	49238	540	4	30327	411	4
Шипуновское	42743	3804	209	–	–	–
Новичихинское	66557	5808	198	50231	4607	198
Всего, лесостепь	870812	42786	2125	348530	15052	645
Степная зона						
Волчихинское	106285	8735	157	99291	6552	154
Знаменское	42836	5592	287	–	–	–
Лебяжинское	70813	10532	465	68552	9369	457
Ракитовское	85363	23299	1575	85363	23299	1575
Ключевское	73821	21056	6032	72748	20087	6032
Степно-Михайловское	85306	22993	250	84608	22884	247
Озеро-Кузнецовское	182806	47547	9714	176545	46832	9527
Всего, степь	647230	139754	18480	587107	129023	17992
Итого, лесостепная и степная зона	1518042	182540	20605	935637	144075	18637

Приблизительная динамика площадей ежегодного создания лесных культур в ленточных борах Алтайского края за период 1908–2025 гг. по объединенным данным В.А. Бугаева, Н.Г. Косарева (1988), Е.Г. Парамонова с соавторами (2000, 2014), В.А. Саета (2013) и Министерства природных ресурсов и экологии Алтайского края представлена на рисунке 4.1.

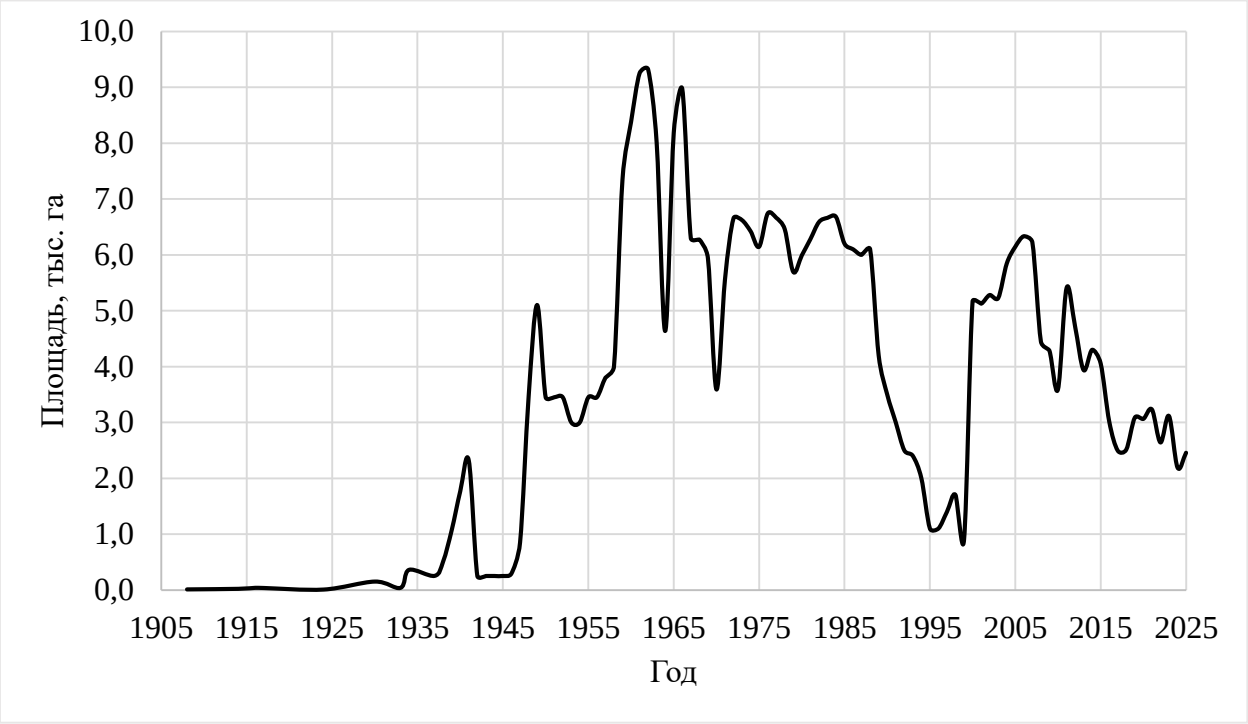


Рисунок 4.1. – Площадь искусственного лесовосстановления в ленточных борах Алтайского края по годам

График (рис. 4.1) начинается с 1908 г., когда в Павловском лесничестве был заложен первый положительный опыт выращивания искусственных насаждений (Грибанов, 1960). До 1930-х гг. работы по искусственному лесовосстановлению велись в небольших объемах из-за отсутствия адаптированных методик. С 1933 г. ленточные боры были отнесены к защитным лесам, а с 1938 г. началось широкое развертывание лесокультурных мероприятий и создание питомников. В годы войны объемы сократились, однако было создано около 1 тыс. га культур. С 1948 г. площади искусственного лесовосстановления вновь увеличились благодаря механизации. В 1960 г. объединение лесхозов и леспромхозов привело к дальнейшему росту объемов, которые вплоть до

1990 г. колебались в рамках пятилетних планов. В 1990-е гг. произошел спад из-за перехода на рыночные отношения и сокращения лесокультурного фонда. Крупные пожары 1997 г. (67,7 тыс. га в ленточных борах) вызвали временный рост объемов работ, достигший максимума к 2007 г., после чего вновь последовал спад. Кратковременное увеличение в 2011–2012 гг. было связано с пожарами 2010 г. Дальнейшее снижение обусловлено исчерпанием лесокультурного фонда (Залесов и др., 2023).

Следует отметить, что площадь созданных лесных культур не совпадает с площадью сохранившихся искусственных насаждений вследствие их гибели после пожаров, а также списания части культур из-за низкой приживаемости.

В 1936 г. в ленточных борах Алтайского края площадь земель, требующих лесовосстановления, составляла около 288 тыс. га, а к 1951 г. – около 245 тыс. га, при этом доля непокрытых лесом земель в южной части ленточных боров возросла до 69% (на 21 % больше по сравнению с 1937 г.), что свидетельствует о низкой эффективности лесовосстановления в этом районе (Бугаев, Косарев, 1988).

По данным на 1998 год фонд лесовосстановления в лесничествах Алтайского края, относящихся к району исследований, составлял 88,2 тыс. га, в том числе: гари – 63,3 тыс. га, вырубки – 16,3 тыс. га, прогалины – 8,4 тыс. га, погибшие насаждения – 0,2 тыс. га. при общей площади ленточных боров 1123,6 тыс. га (Парамонов и др., 2000). По состоянию на 2014 год непокрытые лесной растительностью земли составляли 84,9 тыс. га (6,3%), при общей площади ленточноборового почвозащитного района 1352,5 тыс. га (Парамонов и др., 2014).

По данным государственного лесного реестра на 2021 г., общая площадь лесных земель Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров составляла 1518,0 тыс. га, а площадь земель, нуждающихся в лесовосстановлении, – 18,0 тыс. га. Однако имеются сведения, что в 2022–2023 гг. вследствие лесных пожаров площадь непокрытых лесом земель в районе исследований увеличилась примерно на 25 тыс. га (Государственный доклад…, 2024).

На рисунке 4.2 представлена информация о доле площади лесных культур и лесокультурного фонда, от общей площади лесных земель Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров. Лесничества на рисунке расположены в последовательности с северо-востока на юго-запад, что соответствует направлению увеличения засушливости климата.

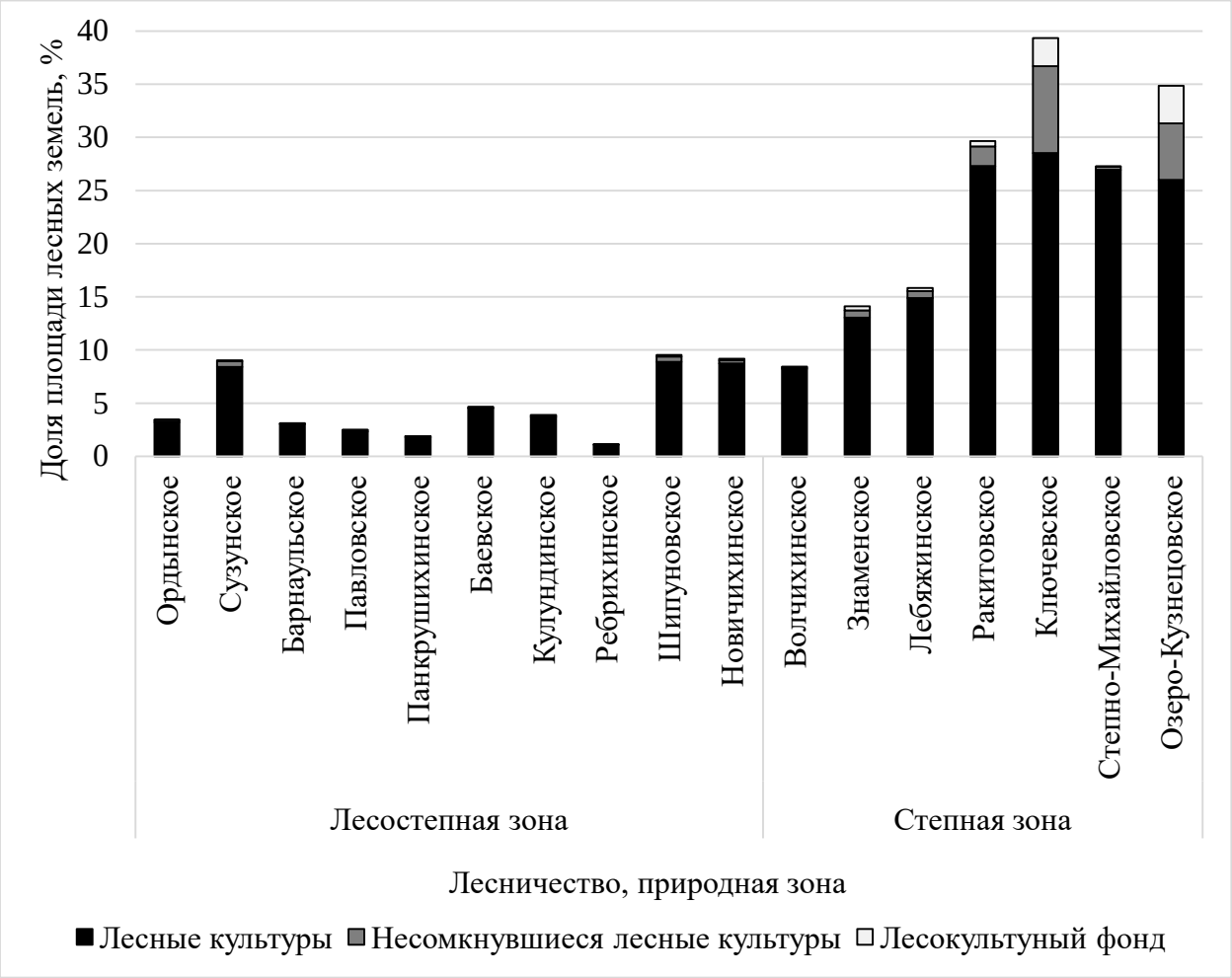


Рисунок 4.2 – Доля площади лесных земель, занятых лесными культурами и предназначенных для искусственного лесовосстановления

Данные рисунка 4.2 показывают, что в четырех наиболее засушливых лесничествах Алтайского края 27,2–36,7 % площади лесных земель занимают лесные культуры. В условиях аридизации климата и увеличения частоты лесных пожаров доля искусственных насаждений будет увеличиваться, что обусловливает необходимость разработки региональных рекомендаций по воспроизводству лесов с учетом изменения природно-климатических условий.

4.2. Обеспеченность подростом сосновых насаждений

Обеспеченность насаждений подростом предварительной генерации зачастую является основополагающим фактором успешности естественного лесовозобновления (Усов и др., 2016; Ivanova, Petrova, 2021). Выявление закономерностей накопления подроста в сосновых насаждениях района исследований необходимо для разработки рациональной системы лесоводственных мероприятий (Белов и др., 2022; Залесов и др., 2023), так как данные о количестве подроста используются при планировании лесовосстановления и позволяют подбирать подходящий способ рубки, соответствующий конкретным лесорастительным условиям (Залесова и др., 2019).

Для Ленточных боров Алтайского края была произведена оценка обеспеченности подростом предварительной генерации естественных сосновых насаждений VI и более высоких классов возраста различных типов леса. Результаты данного исследования изложены в статье (Осипенко, Залесов, 2024а) и монографии (Залесов и др., 2023). В рамках настоящей диссертации приведены лишь наиболее важные сведения.

Информация о количестве и площади выделов, вошедших в анализируемую выборку, с распределением по типам леса и климатическим зонам приведена в таблице 4.3.

На сосновые насаждения с преобладанием подроста той же породы приходится 98 % площади. На насаждения с преобладанием березового подроста – 1,7 %. Насаждения с преобладанием подроста осины, ели, сосны кедровой сибирской приходится лишь 0,3 % площади.

На рисунке 4.3 представлена зависимость доли площади сосновых насаждений различных типов леса, обеспеченных подростом в количестве достаточном для успешного лесовозобновления, от относительной полноты древостоев. Уравнения, описывающие кривые аппроксимации рисунка 4.3 отражены в таблице 4.4.

Таблица 4.3 – Распределение количества и площади анализируемых выделов сосновых насаждений по типам леса и климатическим зонам

Тип леса	Количество выделов, шт. / %			Площадь выделов, га / %		
	Лесостепь	Степь	Итого	Лесостепь	Степь	Итого
СБВ	3 0,0	242 0,5	245 0,5	11 0,0	1472 0,6	1483 0,6
СБП	1590 3,0	13975 26,3	15565 29,3	7024 2,8	86153 33,7	93177 36,5
СВБ	11148 21,0	12491 22,6	23639 44,6	52458 20,5	55421 21,7	107879 42,2
ТРБ	10111 19,1	2995 5,6	13106 24,7	39257 15,3	11634 4,6	50891 19,9
СПР	160 0,3	211 0,4	371 0,7	1183 0,5	635 0,2	1818 0,7
СГРС	83 0,2	19 0,0	102 0,2	246 0,1	51 0,0	297 0,1
Итого	23095 43,6	29933 56,4	53028 100,0	100179 39,2	155366 60,8	255545 100,0

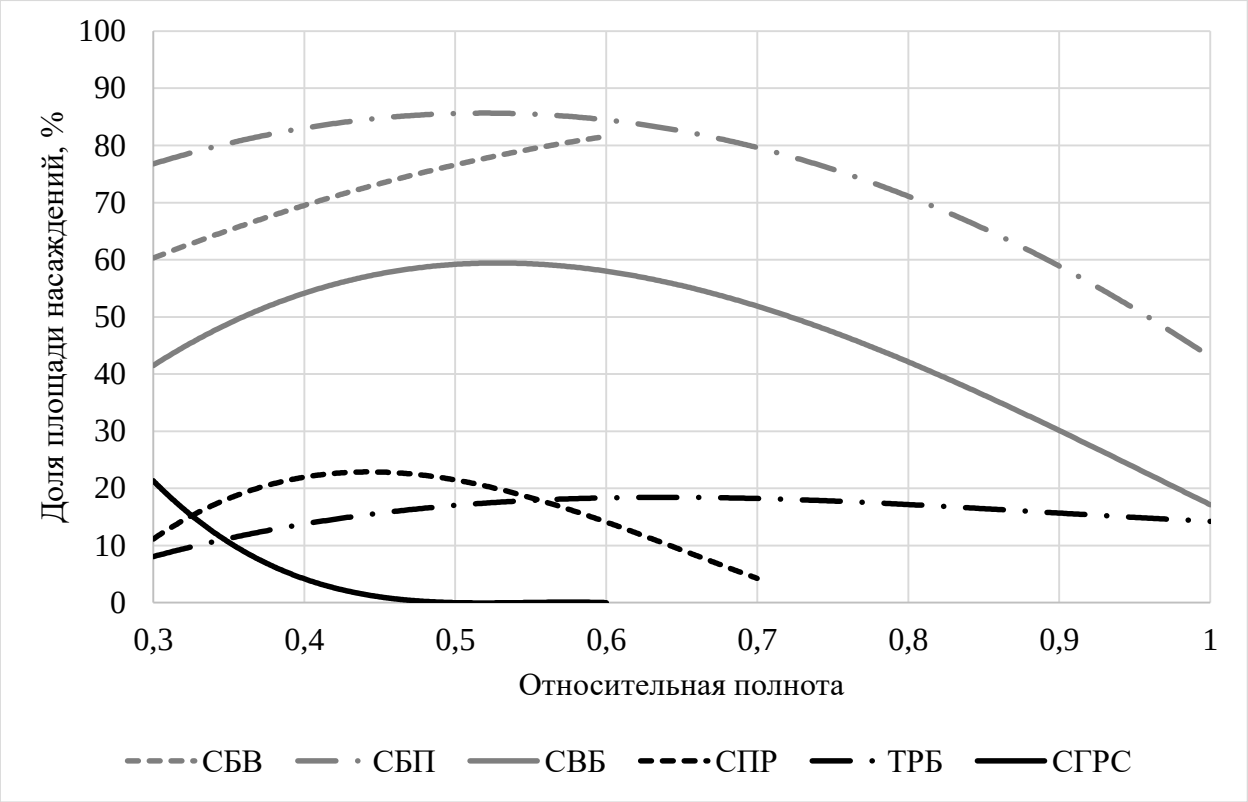


Рисунок 4.3 – Зависимость доли площади сосновых насаждений различных типов леса, обеспеченных подростом в количестве, достаточном для успешного лесовозобновления, от относительной полноты

Таблица 4.4 – Уравнения, описывающие зависимость обеспеченности подростом сосновых насаждений от относительной полноты древостоев

Тип леса	Уравнение	Коэффициент детерминации (R^2)	Номер уравнения
СБВ	$y = –105,12x^2 + 165,56x + 20,1$	0,77	4.1
СБП	$y = –184,68x^2 + 191,81x + 35,859$	0,89	4.2
СВБ	$y = 220,77x^3 – 643,94x^2 + 495,46x – 55,144$	0,99	4.3
СПР	$y = 734,42x^3 – 1446,2x^2 + 848,82x – 133,18$	0,96	4.4
ТРБ	$y = 83,243x^3 – 221,72x^2 + 181,36x – 28,637$	0,77	4.5
СГРС	$y = –1468,6x^3 + 2411,2x^2 – 1315,9x + 238,73$	1,00	4.6

Примечание: уравнения действительны для интервалов линий, показанных на рисунке 4.3

Наиболее обеспеченный подростом тип леса в условиях района исследований – СБП: 82 % площади сосняков обеспечена подростом в достаточном количестве для успешного лесовозобновления; 9 % площади требуют мер содействия естественному возобновлению или комбинированного лесовосстановления (КЛВ); на 8 % площади подрост отсутствует или имеется в крайне малом количестве. В зависимости от относительной полноты древостоев доля сосняков, обеспеченных подростом, составляет от 45 (при полноте 1,0) до 88 % (при полноте 0,5). Снижение доли насаждений, обеспеченных подростом, при полноте 0,4 и 0,3 можно объяснить жесткими климатическими условиями, в которых подрост выживает только в конусе полуденной тени материнских деревьев (Салтыков, 2021), либо тем, что только при низких полнотах материнского полога подрост способен входить в состав древостоя (переходить из категории подрост в категорию деревья) в качестве молодого поколения леса.

Обеспеченность подростом сосновых насаждений типа леса СБВ тоже довольна велика: 70 % площади обеспечено подростом в достаточном количестве; 17 % площади нуждается в МСЕВ или КЛВ; на 14 % площади, в случае удаления материнского древостоя, потребуется искусственное лесовосстанов-

ление. В условиях данного типа леса наиболее обеспечены подростом насаждения с полнотой 0,6, что может объясняться малыми высотой и объемом крон деревьев материнского полога, последнее обусловлено очень сухими условиями произрастания (A_0).

В условиях типа леса СВБ доля сосняков с достаточным количеством подроста составляет от 18 (при полноте 1,0) до 60 % (при полноте 0,5). В среднем достаточно обеспечены подростом 54 % площади насаждений указанного типа леса; 27 % площади сосняков нуждаются в МСЕВ или КЛВ; 19 % – в создании лесных культур (в случае удаления материнского полога). Меньшая обеспеченность подростом по сравнению с СБП и СБВ объясняется большей конкуренцией со стороны подлеска и живого напочвенного покрова (Малиновских, 2020; 2021).

Сосновые насаждения типа леса СПР приурочены к кромочной части боров по границе с большими безлесными пространствами, поэтому живой напочвенный покров здесь представлен степными видами, которые иссушают почву и тем самым препятствуют накоплению и росту подроста. Доля обеспеченных подростом сосняков в данных условиях составляет в среднем 12 %; 26 % площади насаждений данного типа леса требуют МСЕВ или КЛВ; на 62 % площади подрост отсутствует или его количество мало. Наиболее обеспечены подростом в условиях СПР сосняки с полнотой 0,4–0,5 (23 % от их площади).

Из числа трех наиболее распространенных типов леса ленточных боров наименее обеспеченным подростом является ТРБ. Доля сосняков, достаточно обеспеченных подростом, в данном типе леса варьирует от 8 (при полноте 0,3) до 19 % (при полноте 0,6). В среднем 17 % площади сосняков этого типа леса обеспечено подростом в достаточном количестве для успешного лесовозобновления; 25 % площади требует МСЕВ или КЛВ; 58 % площади сосняков ТРБ не обеспечено подростом. Низкая доля обеспеченных подростом насаждений данного типа леса обусловлена сильным задернением почвы и наличием густого подлеска.

Наименьшая доля насаждений, обеспеченных подростом наблюдается в условиях типа леса СГРС: в среднем только 1 % площади обеспечен подростом в достаточном количестве; 11 % площади нуждаются в МСЕВ или КЛВ; 88 % площади – не обеспечено подростом. что также обусловлено близким залеганием грунтовых вод, периодическим подтоплением и вымоканием древесной растительности.

На рисунке 4.4 приведены линии тренда, отражающие данные о среднем количестве подроста в различных типах леса в зависимости от относительной полноты древостоев. Уравнения, описывающие кривые аппроксимации рисунка 4.4 приведены в таблице 4.5.

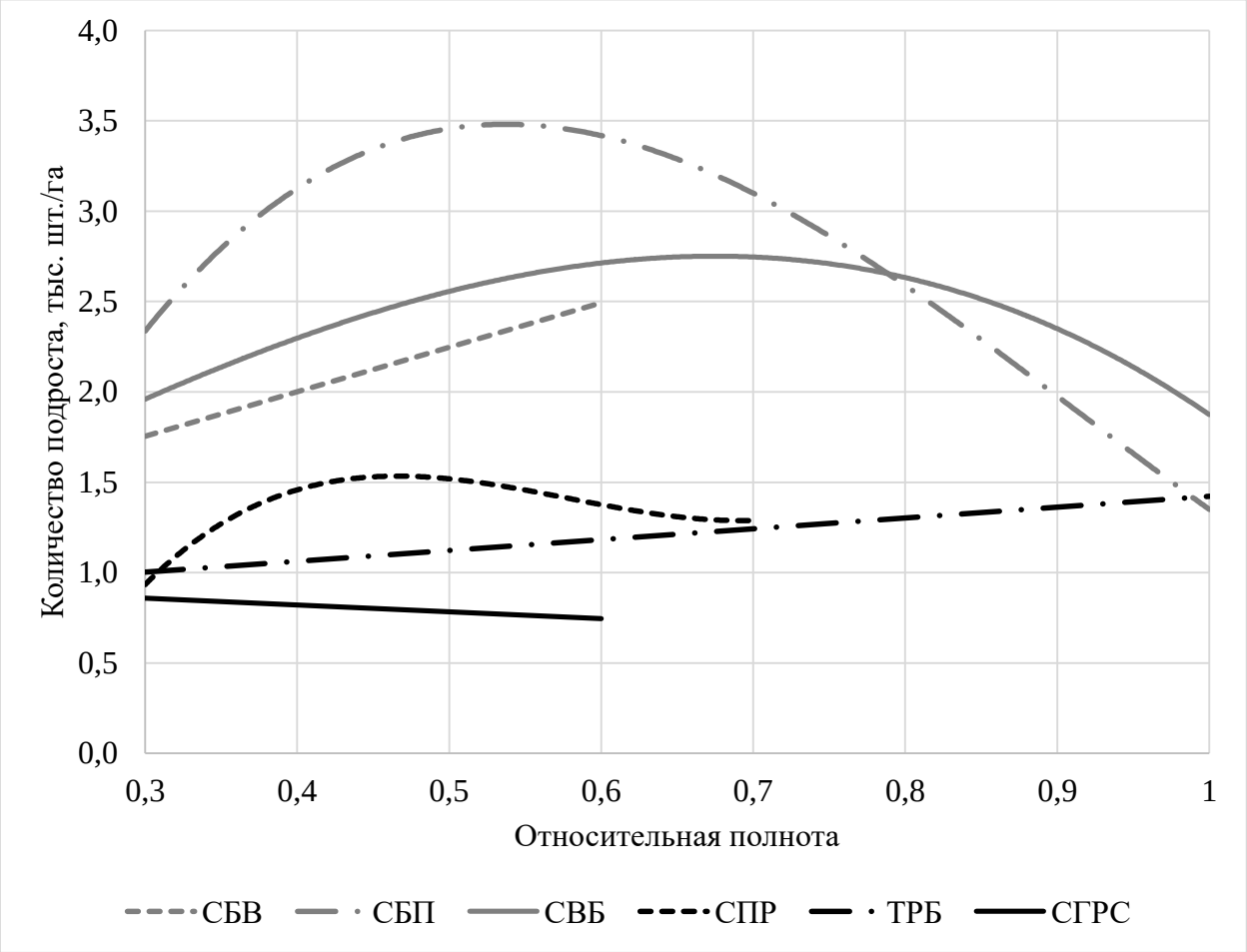


Рисунок 4.4 – Зависимость среднего количества подроста в сосновых насаждениях различных типов леса от относительной полноты древостоев

Таблица 4.5 – Уравнения, описывающие зависимость среднего количества подроста в сосновых насаждениях различных типов леса от относительной полноты древостоев

Тип леса	Уравнение	Коэффициент детерминации (R^2)	Номер уравнения
СБВ	$y = 2{,}4603x + 1{,}0163$	0,99	4.7
СБП	$y = 14{,}828x^3 – 40{,}709x^2 + 30{,}901x - 3{,}67$	0,97	4.8
СВБ	$y = –3{,}7734x^3 + 0{,}5851x^2 + 4{,}3625x + 0{,}7003$	0,98	4.9
СПР	$y = 43{,}224x^3 – 75{,}015x^2 + 41{,}755x – 6{,}0081$	0,83	4.10
ТРБ	$y = 0{,}5982x + 0{,}8241$	0,76	4.11
СГРС	$y = –0{,}375x + 0{,}9708$	0,60	4.12

Примечание: уравнения действительны для интервалов линий, показанных на рисунке 4.4

В среднем, в насаждениях исследуемых типов леса накапливается следующее количество подроста (тыс. шт./га): СБВ – 2,0; СБП – 3,1; СВБ – 2,6; СПР – 1,3; ТРБ – 1,2; СГРС – 0,8. При этом наибольшее количество подроста (2,8 тыс. шт./га) в среднем по всем типам леса накапливается при полноте древостоев 0,5 (Осипенко, Залесов, 2024а).

Помимо насаждений, обеспеченных подростом в количестве достаточном для успешного лесовозобновления, были установлены закономерности, описывающие зависимость площади сосняков без подроста от относительной полноты древостоев (рис. 4.5). Уравнения, описывающие кривые аппроксимации рисунка 4.5 приведены в таблице 4.6.

Данные рисунков 4.3–4.5 свидетельствуют, что лучшей обеспеченностью подростом характеризуются сосновые насаждения типов леса СБВ, СБП и СВБ. В среднем, в условиях типа леса СБВ 5 % площади насаждений не имеет подроста под пологом, в условиях СБП – 6 %, СВБ – 15 %, СПР – 55 %, ТРБ – 49 %, СГРС – 63 %.

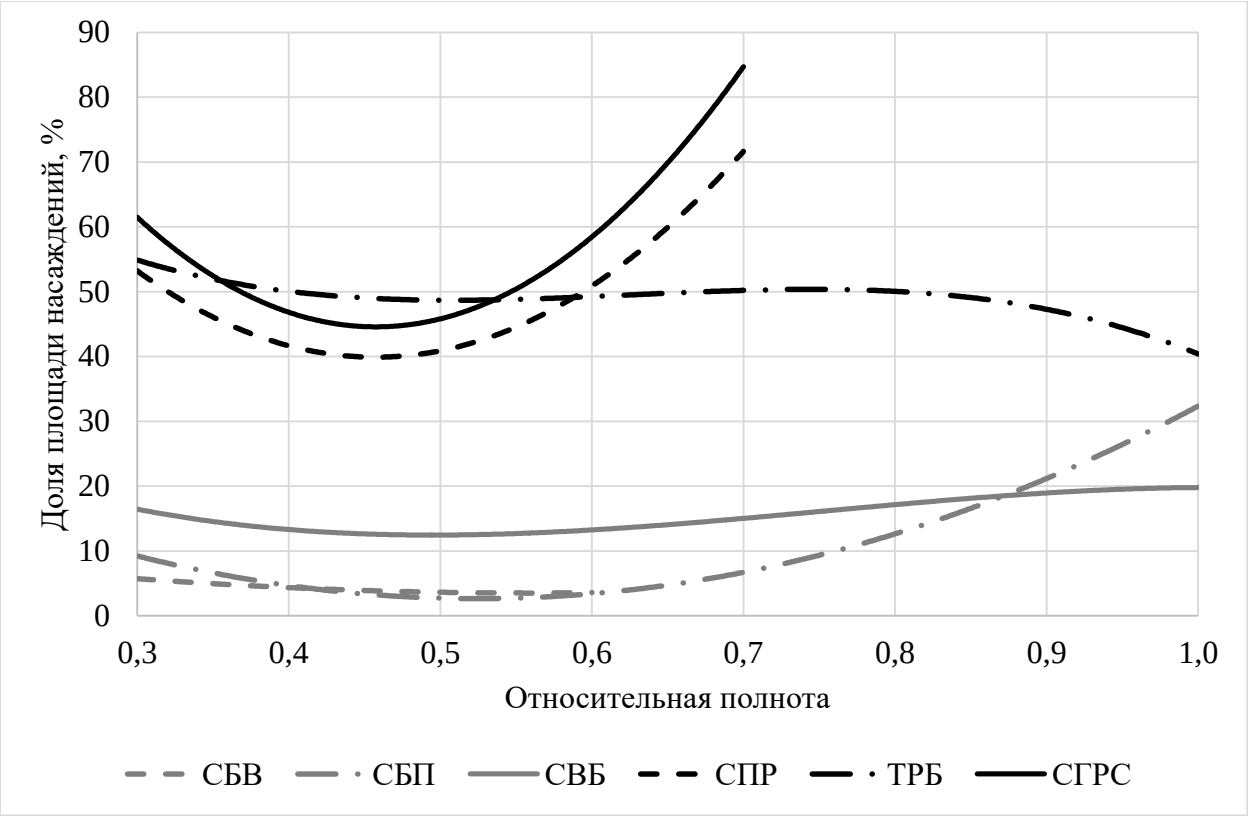


Рисунок 4.5 – Доля площади сосновых насаждений без подроста

Таблица 4.6 – Уравнения, описывающие зависимость доли площади насаждений без подроста от относительной полноты древостоев

Тип леса	Уравнение	Коэффициент детерминации (R^2)	Номер уравнения
СББ	$y = 32{,}862x^2 - 36{,}763x + 13{,}8$	0,55	4.13
СБП	$y = 131{,}03x^2 - 137{,}34x + 38{,}64$	0,99	4.14
СВБ	$y = -108{,}37x^3 + 244{,}46x^2 - 162{,}38x + 46{,}079$	0,69	4.15
СПР	$y = 538{,}56x^2 - 492{,}44x + 152{,}46$	0,82	4.16
ТРБ	$y = -252{,}45x^3 + 474{,}89x^2 - 287{,}13x + 105{,}08$	0,76	4.17
СГРС	$y = 681{,}86x^2 - 623{,}77x + 187{,}23$	0,94	4.18

Примечание: уравнения действительны для интервалов линий, показанных на рисунке 4.5

В целом, доли площади сосняков VI и более высоких классов возраста, указанных типов леса, по обеспеченности подростом распределяются следующим образом: достаточно обеспеченные подростом – 56,7 %; нуждающиеся в

содействии естественному возобновлению или комбинированном лесовосстановлении – 20,3 %; нуждающиеся в искусственном лесовосстановлении – 23,0 % (недостаточное количество подроста – 4,6 %; подрост отсутствует – 18,4 %).

Таким образом, можно заключить, что значительная доля (43,3 %) сосновых насаждений района исследований в большей или меньшей степени нуждается в проведении мероприятий по накоплению жизнеспособного подроста. Особенно остро стоит вопрос лесовозобновления в условиях типов леса ТРБ, СПР и СГРС, где подрост испытывает сильную конкуренцию со стороны живого напочвенного покрова и подлеска.

На рисунке 4.6 представлена зависимость доли площади сосновых насаждений различных типов леса, обеспеченных подростом в количестве достаточном для успешного лесовозобновления, от класса возраста древостоев. Уравнения, описывающие кривые аппроксимации рисунка 4.6 отражены в таблице 4.7.

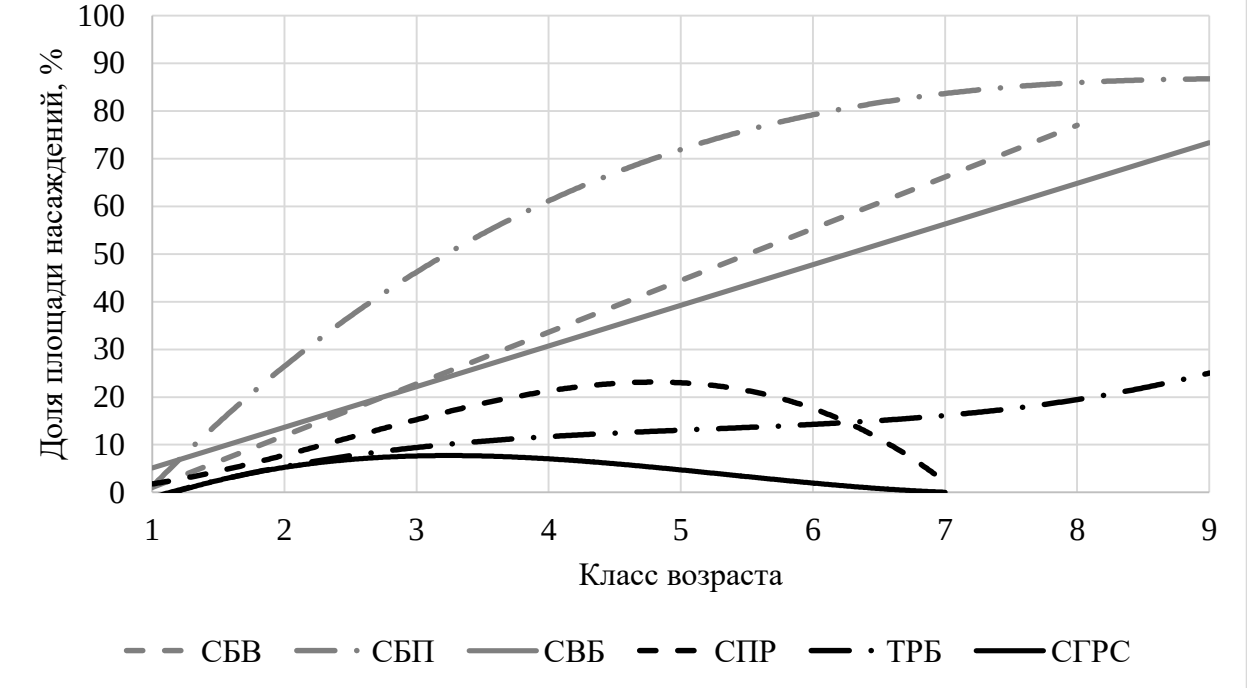


Рисунок 4.6 – Зависимость доли площади сосновых насаждений различных типов леса, обеспеченных подростом в количестве достаточном для успешного лесовозобновления, от класса возраста древостоев

Таблица 4.7 – Уравнения, описывающие зависимость обеспеченности подростом сосновых насаждений от класса возраста древостоев

Тип леса	Уравнение	Коэффициент детерминации (R^2)	Номер уравнения
СБВ	$y = 10,85x - 9,7947$	0,97	4.19
СБП	$y = 0,1103x^3 - 3,3996x^2 + 34,646x - 30,103$	0,99	4.20
СВБ	$y = 8,5276x - 3,3817$	0,98	4.21
СПР	$y = -0,4745x^3 + 3,5519x^2 - 1,2967x$	0,70	4.22
ТРБ	$y = 0,132x^3 - 2,0467x^2 + 11,719x - 10,874$	0,87	4.23
СГРС	$y = 0,2134x^3 - 3,4207x^2 + 15,446x - 13,664$	0,36	4.24

Примечание: уравнения действительны для интервалов линий, показанных на рисунке 4.6

В условиях типов леса СБВ, СБП, СВБ, ТРБ с увеличением возраста древостоев возрастает доля насаждений, обеспеченных подростом в количестве достаточном для успешного лесовозобновления. В условиях типа леса СПР данная закономерность наблюдается лишь до пятого класса возраста, после чего наблюдается снижение доли сосняков, обеспеченных подростом в достаточном количестве. В условиях типа леса СГРС повышение доли сосняков, обеспеченных подростом, наблюдается до третьего класса возраста, а при более высоких классах возраста – плавное снижение.

4.3. Содействие естественному возобновлению

Общая площадь проведенных МСЕВ в Ракитовском лесничестве Алтайского края за 13-летний период составила 1915,2 га (в среднем 147,3 га в год). Наибольший объем мероприятий выполнен с 2011 по 2018 гг. (рис. 4.7). Данный период совпадает со сроком действия лесохозяйственного регламента Ракитовского лесничества, утвержденного в 2011 году (Лесохозяйственный регламент Ракитовского…, 2011).

Наиболее распространенной мерой является минерализация 25–30 % поверхности почвы трактором МТЗ-82 в агрегате с культиватором КЛБ-1,7 (48,1

% площади МСЕВ) и в агрегате с плугом ПКЛ-70 (36,4 %). На сохранение подроста приходится 6,6 % площади, на уход за подростом – 2,9 %. Оставшиеся 6,0 % площади – это комбинация минерализации 10–15 % поверхности почвы и ухода за подростом.

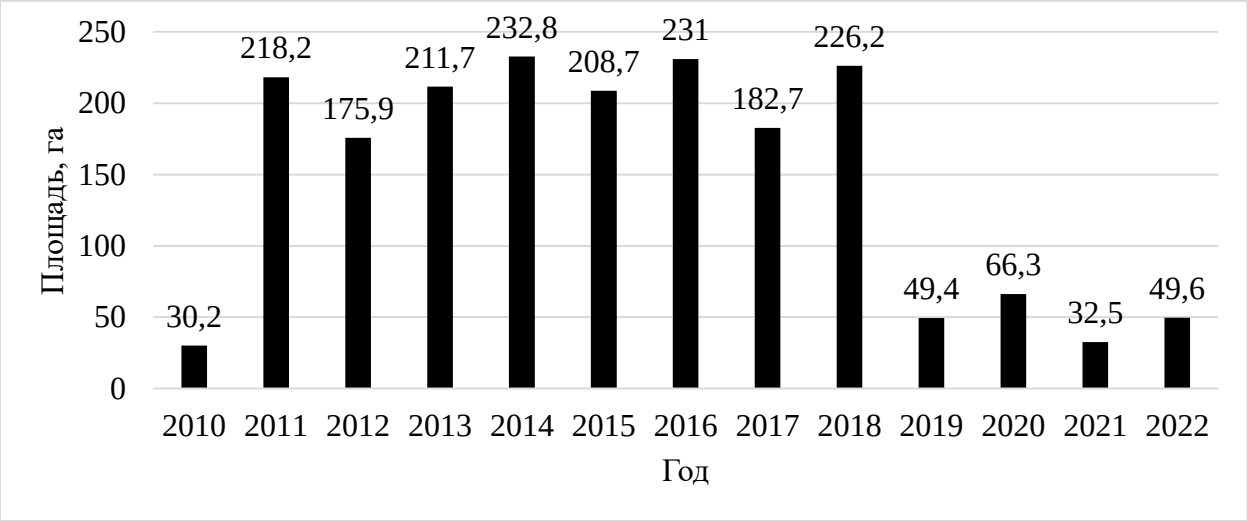


Рисунок 4.7 – Распределение площади мер содействия естественному возобновлению в Ракитовском лесничестве по годам

В структуре лесных земель Ракитовского лесничества тип леса СБП занимает 58,4 % общей площади. Однако на его долю приходится лишь 28,8 % площади проведенных МСЕВ. Свежие боры занимают 23,3 % площади лесных земель, при этом в них выполнено 43,8 % площади МСЕВ. На травяные боры приходится 12,5 % площади лесных земель и 28,5 % площади МСЕВ, на другие типы леса – 0,5 % МСЕВ (рис. 4.8).

Для оценки приоритетности проведения МСЕВ в различных типах леса использован показатель, рассчитываемый как отношение доли площади, на которой проведены МСЕВ в данном типе леса, к доле площади этого типа леса в общей площади лесных земель лесничества. Данный показатель целесообразно обозначить как «коэффициент интенсивности МСЕВ». При значении коэффициента, равном 1, проведение МСЕВ соответствует доле площади данного типа леса. Значения меньше 1 свидетельствуют о низком охвате площади лесных участков определенного типа леса мероприятиями по содействию, а значения больше 1 – о приоритетности их проведения в конкретном типе леса.

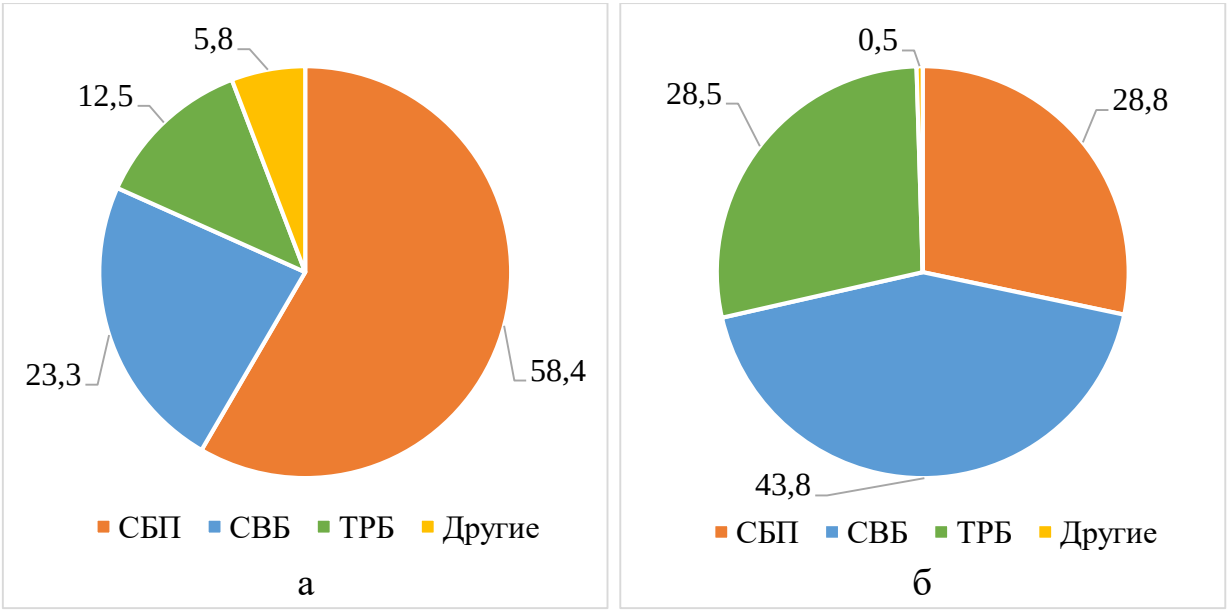


Рисунок 4.8 – Распределение площади лесных земель Ракитовского лесничества (а) и площади мер содействия естественному возобновлению (б) по типам леса, %

В Ракитовском лесничестве коэффициент интенсивности МСЕВ составил: для типа леса СБП – 0,49; для СВБ – 1,88; для ТРБ – 2,28. Это указывает на то, что МСЕВ значительно интенсивнее проводятся в травяном и свежем борах, тогда как в сухом бору пологих всхолмлений их охват относительно площади низкий. Высокая интенсивность МСЕВ в условиях ТРБ и СВБ, вероятно, связана соответственно с низкой и средней обеспеченностью насаждений подростом, тогда как низкие значения коэффициента в условиях СБП отражают высокую естественную обеспеченность подростом в насаждениях данного типа леса.

Анализ распределения площади МСЕВ, проведенных в основных типах леса (СБП, СВБ, ТРБ), по категориям лесных земель показал, что подавляющая их часть проводится в насаждениях – 80,4 % площади МСЕВ. Существенно реже мероприятия выполняются на прогалинах – 16,2 %, вырубках – 2,5 % и гарях – 0,9 % (рис. 4.9).

В то же время коэффициент интенсивности МСЕВ для различных категорий лесных земель Ракитовского лесничества (Лесохозяйственный регламент Ракитовского…, 2018) имеет следующие значения: для насаждений – 0,8;

для вырубок – 5,0; для гарей – 2,1, для прогалин – 13,6. Таким образом, приоритетность проведения мероприятий снижается в ряду: прогалины, вырубки, гари, насаждения. Однако вследствие преобладающей доли насаждений в структуре лесных земель именно на них приходится основная часть МСЕВ.

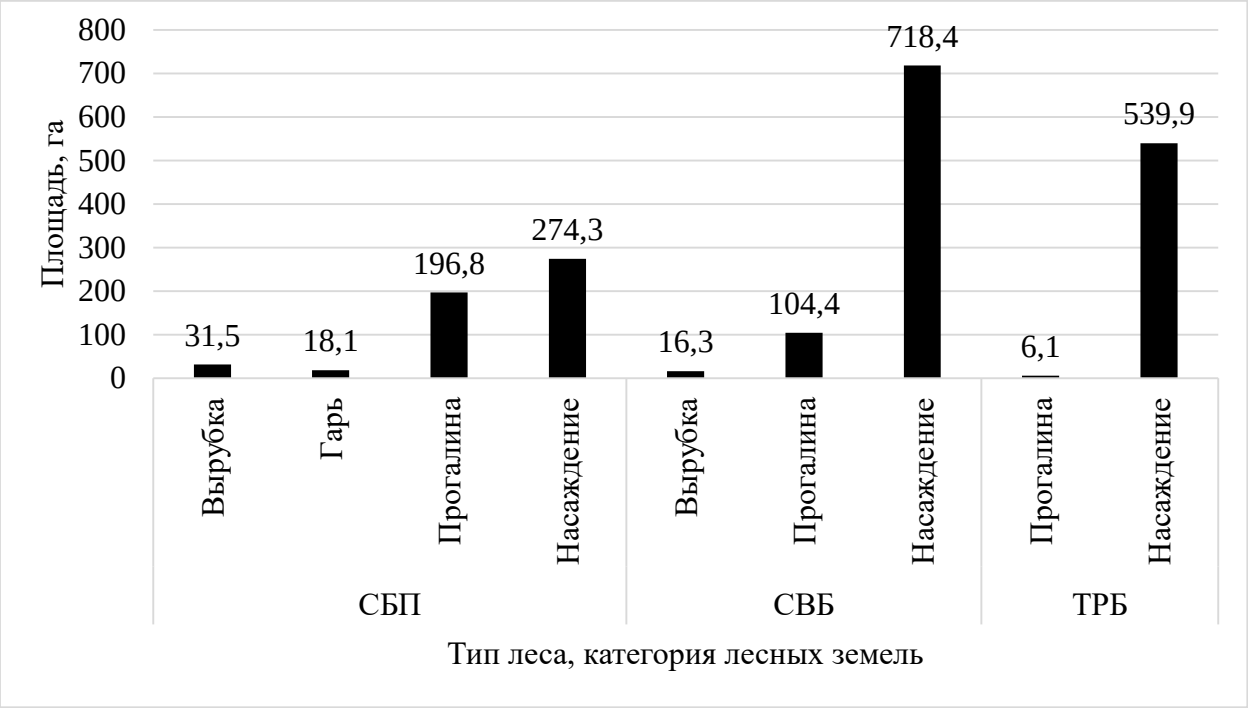


Рисунок 4.9 – Распределения площади МСЕВ, проведенных в трех основных типах леса, по категориям лесных земель

Для лесных участков, на которых проводились МСЕВ в 2010–2017 гг., в книге учета содержались сведения о результатах мероприятий, полученные при обследовании этих участков на пятый год после их проведения. При наличии жизнеспособного подроста в пересчете на крупный в количестве 3,0 тыс. шт./га и более, результат МСЕВ оценивался как «хороший». При густоте подроста 2,0–2,9 тыс. шт./га результат признавался «удовлетворительным», а при значении менее 2,0 тыс. шт./га – «плохим» (рис. 4.10).

По данным рисунка 4.10, наибольшая эффективность МСЕВ отмечена под пологом насаждений в условиях СБП: на 86,7 % площади мероприятий их результат был оценен как удовлетворительный или хороший. Значительно меньшая результативность (33,2–37,0 % площади) наблюдается на вырубках в условиях СБП, на прогалинах и в насаждениях СВБ. Под пологом насаждений

в условиях ТРБ положительный эффект МСЕВ зафиксирован лишь на 24,4 % площади. Отсутствие либо крайне малая доля (до 1,8 %) положительных оценок выявлено на гарях и прогалинах СБП, на вырубках СВБ и на прогалинах ТРБ. Однако следует учитывать, что количество участков из категорий лесных земель с отсутствием или низкой успешностью МСЕВ составило всего 17 шт., что ограничивает надежность оценки и может искажать реальную картину вследствие малой выборки.

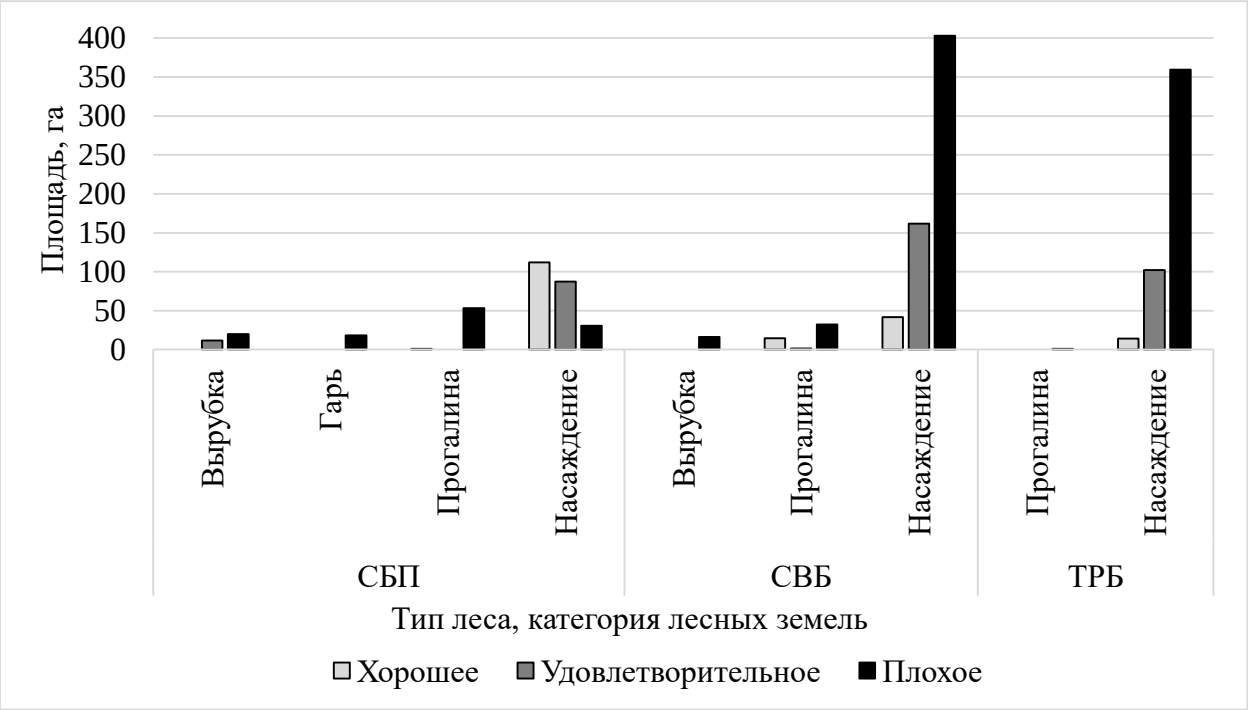


Рисунок 4.10 – Распределение площади мер содействия естественному возобновлению по типам леса, категориям лесных земель и оценкам возобновления

На рисунке 4.11 представлена оценка эффективности проведенных МСЕВ в различных типах леса и на разных категориях лесных земель. В график включены только те сочетания мероприятий с типами леса и категориями лесных земель, которые были реализованы не менее чем в 3 выделах. Наибольший объем выборок получен по мероприятиям минерализации почвы различными орудиями в насаждениях типов леса СВБ и ТРБ, где количество обследованных выделов варьировало в пределах 50–82 шт.

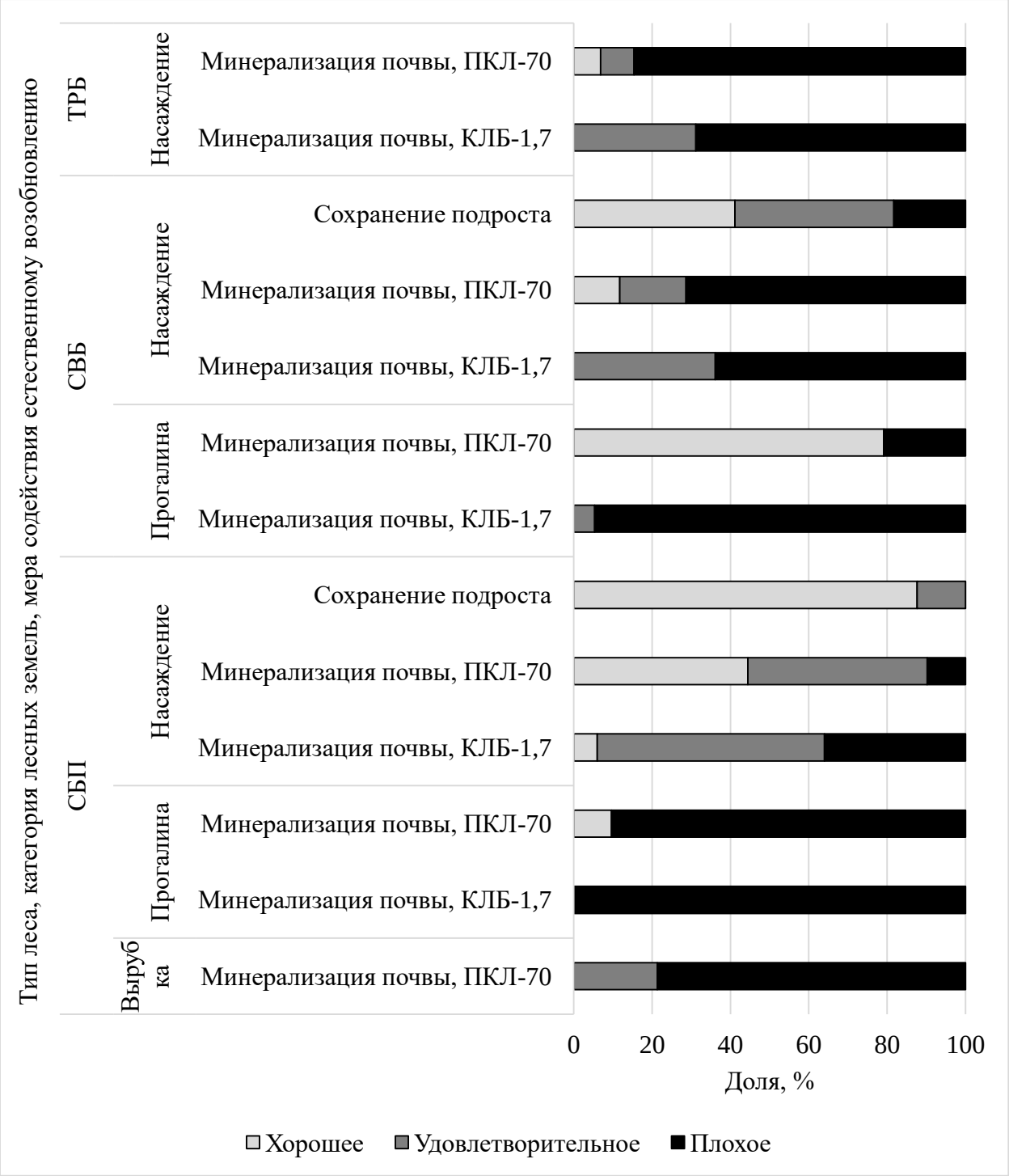


Рисунок 4.11 – Оценка мер содействия естественному возобновлению, проведенных в различных типах леса и на разных категориях лесных земель

Наиболее высокие результаты среди проведенных МСЕВ (совокупная площадь возобновления, оцененная как «хорошо» и «удовлетворительно», превышает 79 %) показали следующие мероприятия: сохранение подроста в насаждениях СБП и СВБ, а также минерализация поверхности почвы плугом ПКЛ-70 под пологом насаждений в условиях СБП и на прогалинах СВБ.

Высокая эффективность сохранения подроста обусловлена тем, что это мероприятие проводится во время рубок в насаждениях, где подрост уже имеется в достаточном количестве для успешного естественного возобновления. Кроме того, проведение рубки увеличивает инсоляцию подроста, создавая более благоприятные условия для его роста. Высокая доля успешного возобновления при минерализации почвы плугом на прогалинах СВБ, вероятно, объясняется ограниченным объемом выборки (всего 5 выделов) в сочетании с низкой густотой подлеска на обследованных участках.

Минимальные площади успешного возобновления зафиксированы после минерализации почвы на прогалинах СБП, после минерализации поверхности почвы культиватором на прогалинах СВБ, а также после минерализации почвы плугом ПКЛ-70 в насаждениях ТРБ.

В условиях ТРБ наибольшую эффективность продемонстрировала минерализация почвы культиватором КЛБ-1,7. Однако даже в этом случае площадь удовлетворительного возобновления при проведении мероприятий под пологом насаждений не превышала 31,2 %.

Помимо анализа материалов лесничества было проведено глазомерно-измерительное обследование 13 лесных участков, на которых выполнялись МСЕВ. Все они расположены в Ракитовском лесничестве: С1-С12 – в Ракитовском участковом лесничестве, участок С13 – в Шелковниковском. Обследование выполнялось как в насаждениях, так и на прогалинах различных типов леса. Во всех выделах в период с 2010 по 2019 гг. осуществлялась минерализация 25-30 % поверхности почвы трактором МТЗ-82 в агрегате с культиватором КЛБ-1,7 либо плугом ПКЛ-70. На участке С1 МСЕВ проводились дважды (2010 и 2018 гг.), на участке С9 – трижды: в 2010, 2018 и 2019 гг.; первые два мероприятия – минерализация поверхности почвы, третье – уход за подростом с использованием ручной бензопилы.

Сведения о местоположении обследованных участков и краткая характеристика проведенных МСЕВ представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Местоположение лесных участков и характеристика хозяйственных мероприятий, проводившихся на них

№ участка	Координаты GPS, с.ш. / в.д.	№ квартала	№ выдела	Категория лесных земель	МСЕВ		Рубка	
					Орудие, инструмент	Год	Вид	Год
Сухой бор пологих всхолмлений								
С13	51°26.743' 080°34.161'	70	14	Прогалина	КЛБ-1,7	2018	ДВР	2005
Свежий бор								
С1	51°27.066' 080°41.320'	122	16	Прогалина	КЛБ-1,7	2010, 2018	–	–
С11	51°29.449' 080°43.150'	126	2	Прогалина	КЛБ-1,7	2015	ДВР	2014
С4	51°28.364' 080°42.132'	124	1	Насаждение	КЛБ-1,7	2018	ДВР	2018
С5	51°28.042' 080°42.478'	124	28	Насаждение	КЛБ-1,7	2018	ДВР	2018
С6	51°28.020' 080°42.669'	124	31	Насаждение	КЛБ-1,7	2018	ДВР	2018
С7	51°28.254' 080°43.309'	125	32	Насаждение	ПКЛ-70	2014	ДВР	2013
С8	51°28.246' 080°43.214'	125	30	Насаждение	ПКЛ-70	2017	ДВР	2016
С10	51°29.076' 080°43.755'	126	22	Насаждение	ПКЛ-70	2016	ДВР	2015
Травяной бор								
С3	51°28.113' 080°42.071'	124	52	Прогалина	ПКЛ-70	2021	–	–
С9	51°29.076' 080°43.513'	126	18	Прогалина	ПКЛ-70, бензопила	2010, 2018, 2019	–	–
С2	51°28.109' 080°42.109'	124	26	Насаждение	ПКЛ-70	2014	ДВР	2014
С12	51°28.903' 080°43.887'	126	27	Насаждение	ПКЛ-70	2016	ДВР	2015

Таксационная характеристика древостоев (по материалам лесоустройства 2018 г.), под пологом которых проводились МСЕВ, приведена в таблице 4.9.

Таблица 4.9 –Таксационная характеристика древостоев, под пологом которых проводились МСЕВ (по материалам лесоустройства 2018 г.)

№ участка	Класс бонитета	Состав	Элемент леса	Средние			Относительная полнота	Запас, $м^3$/га
				Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см		
Свежий бор								
С4	III	10С	10С	130	25	36	0,5	200
С5	II	10С	10С	130	26	40	0,5	210
С6	II	10С	10С	110	25	36	0,6	240
С7	III	10С+С	10С	110	22	30	0,5	160
С8	III	10С	10С	130	22	28	0,5	170
С10	III	10С	10С	130	25	36	0,3	120
Травяной бор								
С2	II	9Ос1Б	9Ос	50	20	22	0,5	160
			1Б	55	18	22		
С12	III	10С	10С	130	24	40	0,4	150

Древостои характеризуются сходными таксационными показателями, за исключением участка С2, где преобладают лиственные породы. Древостой на последнем участке является производным. Следует отметить, что относительная полнота семи из восьми древостоев снижена до 0,3–0,5, что делает их недоступным для дальнейшей заготовки древесины добровольно- и групповыборочными рубками.

В таблице 4.10 приведена характеристика жизнеспособного подроста обследованных участков (в пересчете на крупный) и оценка естественного возобновления по тем же критериям, что и в материалах лесничества.

Таблица 4.10 – Характеристика подроста и оценка естественного возобновления на лесных участках с проведенными МСЕВ

№ участка	Видовой состав	Средний возраст, лет	Преобладающая категория крупности	Оценка возобновления
Сухой бор пологих всхолмлений				
С13	10С	15	Крупный и средний	Удовлетворительное
Свежий бор				
С1	7С3Ос	15	Крупный	Удовлетворительное
С11	8С2Ос	20	Крупный	Хорошее
С4	10С+Б	20	Крупный и мелкий	Удовлетворительное
С5	9С1Ос	15	Крупный и средний	Хорошее
С6	10С	10	Средний и мелкий	Хорошее
С7	10С	10	Крупный и средний	Хорошее
С8	10С	10	Средний	Хорошее
С10	7С3Ос	25	Крупный	Удовлетворительное
Травяной бор				
С3	10С	5	Средний	Плохое
С9	9Ос1С	10	Крупный и средний	Плохое
С2	9Ос1Б	10	Крупный	Плохое
С12	9С1Ос	15	Крупный	Плохое

Натурное обследование показало высокую эффективность минерализации поверхности почвы в условиях СВБ и СБП и низкую – в условиях ТРБ.

Хорошее и удовлетворительное возобновление на участках С4, С5 и С10–С13, по крайней мере частично, связано с наличием подроста предварительной генерации, сохранившегося после добровольно-выборочных рубок, проведенных за год до или в тот же год, что и МСЕВ. Этот вывод подтверждается наличием на указанных участках крупного подроста возрастом, превышающим давность проведения МСЕВ. Крупный жизнеспособный подрост приурочен преимущественно к окнам древостоя, тогда как под пологом материнских деревьев он часто угнетен или нежизнеспособен (рис. 4.12).



Рисунок 4.12 – Мелкий угнетенный подрост под пологом материнских деревьев (передний план) и крупный жизнеспособный подрост в окне древостоя (задний план) на участке С4

На участках С2, С6–С8 средний возраст подроста соответствует давности проведения МСЕВ и ДВР, что свидетельствует о его формировании в результате данных хозяйственных мероприятий (рис. 4.13).



Рисунок 4.13 – 10-летний подрост в свежем бору, участок С6

На участках С1, С3 и С9 (прогалины) в связи с отсутствием древостоев рубки не проводились, что подтверждается как отсутствием соответствующих сведений в материалах лесоустройства, так и отсутствием пней на участках (рис. 4.14). Подрост на прогалине в условиях СБП – на рисунке 4.15.



Рисунок 4.14 – Крупный жизнеспособный подрост на прогалине в условиях типа леса СВБ, участок С1



Рисунок 4.15 – Подрост на прогалине в условиях СБП, участок С13

Следует также отметить, что на участке С6, характеризующемся наибольшей полнотой древостоя, выявлены ветровальные деревья в количестве шести штук, расположенные близко друг к другу, тогда как на остальных обследованных участках ветровал отсутствовал. Наличие таких деревьев может указывать на развитие очага корневой губки в данном насаждении.

На участке С9 (прогалина, ТРБ) в бороздах отмечен в незначительном количестве подрост сосны обыкновенной; основное зарастание территории происходит осиной, преимущественно в направлении от стены леса. Похожая ситуация наблюдается на участке С3 (прогалина, СВБ), где происходит зарастание территории сосной, также преимущественно от стены леса.

4.4. Лесные культуры в фазах приживания и индивидуального роста

Особенности создания, приживаемости и роста лесных культур с открытой корневой системой в районе исследований изучены довольно хорошо. За более чем столетний период по этой части лесохозяйственной деятельности в районе исследований накоплен большой производственный опыт (Залесов и др., 2023). Поэтому в рамках настоящей диссертации больший акцент сделан на лесных культурах, созданных сеянцами с ЗКС. Создание лесных культур сеянцами, выращенными в кассетах, для лесопользователей Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров явление достаточно новое. Первые производственные посадки данного вида посадочного материала в Алтайском крае были осуществлены в 2012 году, когда Алтайский лесной селекционно-семеноводческий центр вырастил первую партию сеянцев с ЗКС (Желдак и др., 2022). Первые производственные посадки сеянцев, выращенных в кассетах, в степной зоне региона начали осуществляться в 2013 г в Озеро-Кузнецовском лесничестве. С 2017 г. данная практика распространилась на Ключевское лесничество, с 2019 г. – на Ракитовское (Осипенко и др., 2025а). В Новичихинском лесничестве сеянцы с ЗКС начали использовать с 2022 года.

Минприроды Алтайского края и Минприроды Новосибирской области, в ответ на наши обращения, предоставили информацию о приживаемости лесных культур, созданных сеянцами с ОКС и ЗКС, в лесничествах Алтайского края и Новосибирской области за период с 2014 по 2023 гг. (табл. 4.11).

Таблица 4.11 – Приживаемость лесных культур по данным Минприроды Алтайского края и Новосибирской области

Лесничество	Приживаемость, %	
	ОКС	ЗКС
Лесостепная зона		
Ордынское	56	76
Сузунское	41	Не создавались
Барнаульское	66	62
Павловское	60	56
Панкрушихинское	63	68
Баевское	81	70
Кулундинское	68	55
Шипуновское	88	86
Новичихинское	63	58
В среднем по лесостепи	65	66
Степная зона		
Волчихинское	60	56
Знаменское	73	65
Лебяжинское	58	59
Ракитовское	60	59
Ключевское	56	63
Степно-Михайловское	61	63
Озеро-Кузнецовское	61	62
В среднем по степи	61	61

По данным региональных Министерств природных ресурсов и экологии в лесничествах района исследований приживаемость культур при посадке сеянцев с ОКС в первый год варьирует от 41 до 88 %, а при посадке сеянцев с

ЗКС – от 55 до 86 %. Средняя приживаемость культур, созданных сеянцами с ОКС и ЗКС, при уровне доверия 95 %, составляет 63,4 ± 5,7 % и 63,9 ± 4,6 %.

Данные о приживаемости лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС, предоставленные Министерствами, имеют ненормальное распределение (имеется правый перекос). *W*-тест Шапиро-Уилка имеет значение 0,862 и *p*-значение 0,026. В связи с этим *t*-критерий не мог быть применен для проверки гипотезы о равенстве средних значений. Поэтому мы использовали только *U*-критерий Манна-Уитни. Эмпирическое значение *U*-критерия составило 120, при критическом значении 77 и уровне значимости 0,05, что свидетельствует об отсутствии значимых различий между двумя выборками. Двухвыборочный *F*-тест для дисперсии не выявил значимые различия между дисперсиями выборок (*F* расчетное – 1,63, *F* критическое – 2,46, *p*-значение – 0,18). Таким образом, по данным Минприроды Алтайского края и Минприроды Новосибирской области в условиях района исследований нет статистически-достоверных различий по приживаемости лесных культур, созданных посадочным материалом с ЗКС и ОКС.

Если сравнивать приживаемость сеянцев с ОКС в лесничествах Алтайского края, расположенных в различных природных зонах, то в лесостепи средняя приживаемость выше (69,9 %), чем в степи (61,3 %). При использовании *U*-критерия Манна-Уитни данное расхождение при уровне значимости 0,05 достоверно (эмпирическое значение *U*-критерия 8, при критическом значении 11), *t*-тест не применялся в связи ненормальным распределением данных по степной зоне.

По приживаемости сеянцев с ЗКС различий между лесостепной и степной зонами по данным Минприроды Алтайского края выявить не удалось (эмпирическое значение *U*-критерия 23, при уровне значимости 0,05 и критическом значении 11). *W*-тест Шапиро-Уилка не выявил в данных обеих выборок отклонений от нормального распределения (*W* расчетное – 0,873 и 0,940 при

p-значениях 0,198 и 0,641). Двухвыборочный *t*-тест с различными дисперсиями также не выявил достоверных различий (*t*-статистика 0,93, *p*-значение двухсторонее 0,38, *t*-критическое двухстороннее – 2,36).

Данные Министерств природных ресурсов и экологии, были предоставлены нам в обобщенном виде, без информации о сезонах и годах посадки, о возрасте посадочного материала, о типах леса, в которых создавались лесные культуры и т.д. Поэтому делать однозначное заключение о корректности полученных результатов, опираясь только на данные региональных органов управления лесным хозяйством, считаем некорректным. К тому же в лесном хозяйстве распространена практика манипулирования данными для «красивой отчетности», что также могло привести к искажению итоговых значений приживаемости лесных культур.

Для того чтобы установить, как различные факторы и условия при искусственном лесовосстановлении влияют на приживаемость и рост лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС, в условиях Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров были проанализированы литературные источники, посвященные данному вопросу (Маленко, Курсикова, 2018; Гоф и др., 2019а; Гоф, 2020; Усов, 2020; Желдак и др., 2022; Маленко и др., 2022; 2023; Чичкарев и др., 2023), далее по тексту «данные других авторов». Данные, приведенные в научных работах других авторов оказались весьма немногочисленными и зачастую фрагментарными (отсутствовала исчерпывающая информация о местоположении лесных культур, условиях и технологии их создания, некоторых таксационных характеристиках).

Характеристики лесных культур, в созданных сеянцами с ЗКС и ОКС, в возрасте до 10 лет (фазы приживания и индивидуального роста), по данным других авторов, приведены в приложении 15.

Всего в работах других ученых было найдено описание 71-го участка лесных культур в фазах приживания и индивидуального роста, созданных с ЗКС (47 шт.) и ОКС (24 шт.). Последние приводились в источниках в качестве контроля. Однако некоторые участки культур, описанных другими авторами,

могут дублироваться. Проверить дублирование по опубликованным материалам не представляется возможным из-за отсутствия данных о точном местоположении участков в пределах лесничеств (не указано участковое лесничество, квартал, выдел, координаты). По некоторым участкам не известно даже лесничество, в котором проводились исследования, хотя указывалось, что площади заложены в ленточных борах или в степной зоне на юге Сибири.

Большая часть участков лесных культур, обследованных другими авторами, находится в Озеро-Кузнецовском лесничестве – 44 шт. (в т. ч. 29 созданы сеянцами с ЗКС). В Шипуновском лесничестве находится 10 участков (в т. ч. 8 – с ЗКС), в Павловском – 5 (в т. ч. 4 – с ЗКС), в Сузунском – 4 (в т. ч. 3 - с ЗКС), для 8 участков лесничество указано не было. Вид лесокультурной площади большей части участков – это гари 1997–2010 гг., часть культур создавалась на вырубках, участках чересполосных постепенных рубок, на пустырях, сенокосах. Рельеф для большей части лесных культур характеризуется как слабовсхолмленный, на некоторых участках рельеф ровный, встречаются такие формы рельефа, как пологое понижение, бугор, увал, склон холма. Условия произрастания на большинстве участков лесных культур представлены боровыми песками и дерново-подзолистыми песчаными и супесчаными почвами. Реже лесные культуры создавались на черноземах, серой лесной и навеянной дерново-карбонатной почве. Тип леса для большей части участков не указывался, но там, где это было сделано, чаще всего фигурировал тип леса СБП, реже – СВБ, ТРБ, бор разнотравный (БРТ). Сезон посадки указан только для 12 участков, но чаще фигурирует весна. Год посадки варьирует в пределах от 2011 до 2017 гг. Сеянцы с ОКС выращены на местных питомниках из местных семян, а сеянцы с ЗКС – выращены в Алтайском ЛССЦ. Возраст сеянцев с ОКС во всех случаях – 2 года, с ЗКС – 1 год, кроме участка № 71 (в Шипуновском лесничестве), на нем посажены двухлетние сеянцы с ЗКС. Обработка почвы на большинстве участков осуществлялась плугом ПКЛ-70 в агрегате с тракторами МТЗ-82 или ДТ-75. На двух участках (№ 19 и 20) обработка почвы не

осуществлялась. Посадка лесных культур выполнялась лесопосадочной машиной МЛУ-1 и вручную с помощью мечей Колесова и посадочных труб «Поттипутки», при чем сеянцы с ЗКС высаживались не только лесопосадочной трубой, но и механизировано, и под меч Колесова, что могло негативно отразиться на приживаемости (Гоф и др., 2019а). Способ создания большей части лесных культур – рядовой, но на пяти участках (№ 17, 56, 60, 61, 71) создавались полосные двухрядные культуры. Возраст лесных культур, обследованных другими учеными, составлял на момент учета от 1 до 9 лет, при среднем значении 5 лет. Густота посадки сеянцев с ОКС составляла от 1,8 до 7,3 тыс. шт./га (в среднем – 4,3 тыс. шт./га). Густота посадки сеянцев с ЗКС составляла от 2,0 до 5,0 тыс. шт./га (в среднем 2,6 тыс. шт./га). Текущая густота лесных культур, созданных сеянцами с ОКС, на момент учета варьировала от 0,6 до 4,4 тыс. шт./га (в среднем 2,7 тыс. шт./га). Текущая густота лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС, составила от 0,2 до 2,9 тыс. шт./га (в среднем 1,4 тыс. шт./га). Средняя приживаемость лесных культур, созданных сеянцами с ОКС, при уровне значимости 0,05, составляет 61,5 ± 5,0 %, созданных сеянцами с ЗКС – 54,6 ± 5,4 %.

Причины гибели культивируемых растений по данным других авторов: засушливые условия, высокая температура воздуха и почвы, использование нестандартного посадочного материала (мелкие, с аномальной морфологией), загиб корня (для ОКС), закручивание корня (для ЗКС), травянистая растительность, нарушение технологии посадки, отсутствие обработки почвы и подготовки участка, хемотропизм корневых систем (для ЗКС), воздушный карман в посадочной щели, наличие карбонатов в почве, формирование у культивируемых растений поверхностной корневой системой, химический ожог, объедание культивируемых растений копытными и грызунами (Маленко, Курсикова, 2018; Гоф и др., 2019а; Гоф, 2020; Усов, 2020; Желдак и др., 2022; Маленко и др., 2022; 2023; Чичкарев и др., 2023; Чичкарев, 2024).

Для проверки гипотезы о равенстве средних значений приживаемости лесных культур, созданных сеянцами с ОКС и ЗКС, был использован *U*-критерий Манна-Уитни. Анализ всей совокупности данных других авторов не выявил достоверных различий по приживаемости сеянцев с ОКС и ЗКС (эмпирическое значение *U*-критерия – 473, уровень значимости 0,05, критическое значение *U*-критерия – 428). Отсутствие значимых различий, по нашему мнению, может объясняться неоднородностью данных, так как лесные культуры, описанные другими авторами, создавались в различных типах леса, на различных почвах, по различным технологиям и т.д.

Для устранения этой особенности исходных данных, из выборок были исключены участки, значительно отличавшиеся от общей совокупности данных (участки с типами леса БРТ, СВБ, ТРБ; участки культур на черноземах, навеянных дерново-карбонатных и серых лесных почвах; участки культур, созданные без обработки почвы). Оставшиеся участки были поделены на две выборки (культуры, созданные сеянцами с ЗКС и ОКС). В первой выборке осталось 32 участка, во второй 18. В таблице 4.12 приведены статистические данные о приживаемости лесных культур, созданных различным посадочным материалом, в условиях Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров, по данным других авторов.

Результаты статистического анализа данных других авторов после отбраковки участков с отличающимися лесорастительными условиями: эмпирическое значение *U*-критерия – 149, критическое значение *U*-критерия при уровне значимости 0,05 составило 206, а при уровне значимости 0,01–172. Применение *t*-теста было нецелесообразно в связи с ненормальностью распределения данных (W-тест показал для выборок следующие результаты: *W* расчетное – 0,823 и 0,915; *p*-значение 0,0033 и 0,015). Таким образом, по данным других авторов, приживаемость сеянцев с ОКС на песчаных и супесчаных почвах достоверно выше, чем сеянцев с ЗКС. Однако характеристика анализируемых лесных культур не полная, а значит данные других авторов могут быть

несопоставимыми. Поэтому вывод, сделанный на основании данных других авторов, по нашему мнению, нельзя считать окончательным.

Таблица 4.12 – Описательная статистика приживаемости лесных культур, созданных сеянцами с закрытой и открытой корневой системой (по материалам других авторов), %

Показатель	Весь массив данных		После исключения участков с значительными отличиями	
	ОКС	ЗКС	ОКС	ЗКС
Среднее	61,5	54,6	65,2	53,1
Стандартная ошибка	2,4	2,7	2,0	3,0
Медиана	66,4	58,8	67,6	57,8
Мода	68,3	–	68,3	–
Стандартное отклонение	11,8	18,3	8,6	17,2
Дисперсия выборки	139,1	334,8	73,2	296,7
Эксцесс	1,3	0,3	1,2	0,02
Асимметрия	–1,1	-1,0	–0,73	–0,87
Минимум	32,0	5,0	47,9	9,6
Максимум	82,9	80,0	82,9	80,0
Объем выборки, шт.	24	47	18	32
Точность опыта	3,9	4,9	3,1	5,7
Коэффициент вариации	19,2	33,5	13,1	32,4

Для восполнения дефицита данных о приживаемости лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС, на следующем этапе нашего исследования мы оцифровали и проанализировали данные книг лесных культур Ракитовского (за период с 1998 по 2022 гг.) и Ключевского лесничеств (за период с 2001 по 2022 гг.). За указанные временные периоды в Ракитовском лесничестве было создано 11515,8 га, а в Ключевском – 23675,6 га лесных культур (включая комбинированное лесовосстановление). Сеянцами с ЗКС в Ракитовском лесничестве лесные культуры создавались в 2019–2022 гг. на площади 282,2 га (24 участка); в Ключевском лесничестве – в 2017, 2018 и 2021 гг. на площади

1974,8 га (44 участка). Все участки, на которых высаживались сеянцы с ЗКС, характеризуются условиями типа леса СБП, однако зачастую лесные культуры создавались крупными блоками (до 100 га), в пределах которых тип леса варьировал.

Для сравнения данных о приживаемости лесных культур, созданных различным посадочным материалом, из составленной базы данных были сделаны две выборки лесных культур, созданных сеянцами с ОКС и ЗКС. В выборки были включены все участки лесных культур, созданные в условиях типа леса СБП, за период с 2017 по 2022 гг. Участки комбинированного лесовосстановления в выборку не вошли. Также были исключены участки, в описании которых, по какой-то причине, в книге лесных культур отсутствовали данные о приживаемости лесных культур. Объемы выборок составили 64 участка (для культур, созданных сеянцами с ЗКС) и 125 участков (для культур, созданных сеянцами с ОКС).

Лесные культуры, отобранные для анализа, были созданы на следующих категориях земель: гарь, прогалина, вырубка. Анализ приживаемости лесных культур в зависимости от категории земель не выполнялся, так как все три категории земель в условиях района исследований обычно возникают в следствии пожаров. Все лесные культуры были созданы на боровых песках. Для обработки почвы на всех участках использовался плуг ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Подготовка почвы производилась преимущественно в осенние месяцы, т.е. после созревания и опадения основной массы семян сорных травянистых растений. Указанным достигалась минимизация конкуренции сеянцам сосны обыкновенной со стороны живого напочвенного покрова (Залесов и др., 2023).

Посадка осуществлялась в дно борозды. Сеянцы с ЗКС высаживались посадочной трубой Поттипутка, сеянцы с ОКС – мечом Колесова и лесопосадочной машиной МЛУ-1. Ширина междурядий, при создании культур сеянцами с ОКС, варьировала от 2,2 до 3,4 м, шаг посадки – от 0,71 до 1,0 м. Ширина

междурядий, при создании культур сеянцами с ЗКС, составляла 3–4 м, шаг посадки 1,0–1,3 м. Сеянцы с ОКС имели возраст два года и были выращены на местных питомниках. Сеянцы с ЗКС были одно- и двухлетнего возраста, выращены в Алтайском ЛССЦ.

В таблице 4.13 приведены статистические данные о приживаемости лесных культур, созданных различным посадочным материалом, в условиях Ключевского и Ракитовского лесничеств.

Таблица 4.13 – Описательная статистика приживаемости лесных культур, созданных сеянцами с закрытой и открытой корневой системой (по материалам книг лесных культур Ракитовского и Ключевского лесничеств), %

Показатель	ЗКС		ОКС		
	В 1-й год	На 3-й год	В 1-й год	На 3-й год	На 5-й год
Среднее	62,6	45,3	56,8	52,2	38,8
Стандартная ошибка	2,9	3,7	1,9	2,1	3,8
Медиана	64,0	51,0	57,8	51,0	33,0
Мода	64,0	55,6	53,0	50,0	–
Стандартное отклонение	23,0	24,2	20,9	16,7	14,1
Дисперсия выборки	529,2	586,4	438,2	277,6	197,4
Эксцесс	–1,2	–1,0	–0,2	0,8	–1,0
Асимметрия	–0,2	–0,2	–0,3	0,6	0,8
Минимум	19,5	1,0	3,0	25,6	25,5
Максимум	98,2	88,0	100,0	99,0	64,2
Объем выборки, шт.	64	43	125	61	14
Точность опыта	4,6	8,2	3,3	4,1	9,7
Коэффициент вариации	36,7	53,5	36,9	31,9	36,2

Достоверность различий средних значений приживаемости и дисперсий выборок оценивалась при помощи *U*-критерия Манна-Уитни и двухвыборочного *F*-теста для дисперсии. Двухвыборочный *t*-тест применить не удалось, из-

за того, что частотные распределения данных о приживаемости лесных культур не соответствуют закону нормального распределения. В связи с тем, что объем выборок был более 60 значений, расчет эмпирических значений *U*-критерия Манна-Уитни, и асимптотическая значимость рассчитывались в программе SPSS Statistics, которая позволяет осуществлять такие расчеты. Результаты статистических анализов приведены в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Результаты статистического анализа данных о приживаемости лесных культур, созданных сеянцами с закрытой и открытой корневой системой (по материалам книг лесных культур Ракитовского и Ключевского лесничеств)

Наименование анализа	Статистический показатель	Приживаемость сеянцев	
		В 1-й год	На 3-й год
U-критерий Манна-Уитни	Эмпирическое значение *U*-критерия	3440	1483
	Уровень значимости	0,05	0,05
	Асимптотическая значимость	0,116	0,258
Двухвыборочный *F*-тест для дисперсии	Эмпирическое значение *F*	1,21	2,11
	P одностороннее	0,19	0,004
	F критическое одностороннее	1,42	1,59

F-тест показал отсутствие различий в дисперсиях выборок однолетних лесных культур, созданных различным посадочным материалом и наличие различий по второй паре сравниваемых выборок (приживаемость лесных культур на третий год). Вариабельность значений приживаемости лесных культур, созданных сеянцами с ОКС, меньше, чем у культур, созданных сеянцами с ЗКС. Это значит, что результаты лесовосстановления сеянцами с ОКС более предсказуемы, что полезно при планировании мероприятий по дополнению сеянцев.

U-критерий Манна-Уитни при уровне значимости 0,5 не выявил достоверных различий в приживаемости лесных культур с ОКС и ЗКС по материалам книг лесных культур Ракитовского и Ключевского лесничеств. Различия отсутствуют как в первый, так и на третий год после посадки.

Помимо анализа книг лесных культур в ключевых лесничествах были заложены пробные площади на участках лесных культур возрастом до 10 лет с целью определения приживаемости (сохранности) и таксационных характеристик лесных культур. Участки культур, созданных сеянцами с ЗКС и ОКС, подбирались таким образом, чтобы они были максимально похожими по времени и технологии создания. Для чистоты эксперимента по выявлению различий в приживаемости лесных культур, созданных посадочным материалом с ЗКС и ОКС, необходимо проанализировать приживаемость и сохранность лесных культур, созданных в один сезон года, при одинаковых погодных и лесорастительных условиях, по схожей технологии, одними и теми же рабочими. Собрать такого рода данные в производственных условиях довольно сложно, так как от посадки к посадке указанные факторы зачастую изменяются. К тому же сеянцы с ЗКС в Ракитовском и Ключевском лесничествах высаживаются преимущественно осенью, а сеянцы с ОКС – весной, поэтому найти участки одинакового года и сезона посадки, но с различным видом посадочного материала было довольно затруднительно (Осипенко и др., 2025а; 2025б).

Сбор полевых материалов осуществлялся в мае 2023 г, июле и сентябре 2024 г, преимущественно на крупноплощадных гарях 1997–2010 гг. До пожара на всех обследованных участках, кроме ПП Н11, произрастали сосновые насаждения III–IV классов бонитета, тип леса – СБП. ПП Н11 была заложена в Новичихинском лесничестве на гари 2019 года в условиях типа леса ТРБ. Почва участков – дерново-подзолистая, песчаная по гранулометрическому составу (Беховых и др., 2022; Беховых, Беховых, 2023). Мезорельеф участков лесных культур представлен пологими холмами, буграми и гривами, чередующимися с пологими понижениями (ложбинами и западинами).

В качестве посадочного материала использовались сеянцы с ОКС и ЗКС 1–2-летнего возраста. Сеянцы с ЗКС были выращены в Алтайском лесном селекционно-семеноводческом центре в кассетах Plantek-F, BCC SideSlit (81 ячейка) по технологии, описанной в нашей монографии (Залесов и др., 2023). Сеянцы с ОКС были выращены в местных питомниках (Кузнецовский, Рублевский, Покровский, Михайловский, Ракитовский, Сростинский) из семян местного сбора (12 лесосеменной район). Более подробная информация о местоположении исследуемых участков лесных культур и особенностях их создания приведена в приложении 16 и наших статьях (Осипенко и др., 2025а; 2025б).

Все обследованные участки лесных культур возрастом до 10 лет созданы рядовым способом, в отличие от культур более старшего возраста. Значительная часть последних создавалась полосным (ленточным) способом. Деревья высаживали в дно борозд глубиной до 35 см, созданных плугом ПКЛ-70, агрегатированным с трактором МТЗ-82. Посадка сеянцев осуществлялась как вручную (мечом Колесова и посадочной трубой Поттипутки), так и механизировано (лесопосадочной машиной МЛУ-1). Агротехнические уходы за лесными культурами осуществлялись культиватором КЛБ-1,7 (Осипенко и др., 2022а; 2025б). Общее представление об исследуемых лесных культурах можно составить, обратившись к рисункам 4.16–4.18.

Исследуемые лесные культуры были созданы в период с 2014 по 2022 гг., однако на участках № 150, 154, 156, 159 попытки создания лесных культур предпринимались и ранее, но оказались неудачными (участки не были отнесены к землям, на которых расположены леса). По этой причине на указанных участках имеются деревья искусственного происхождения более старших возрастов. На рисунке 4.18 показаны несомкнувшиеся культуры сосны, созданные посадочным материалом с ЗКС, на участке, где уже дважды (в 2007 и 2016 гг.) создавались культуры сеянцами с ОКС (ПП 150).



Рисунок 4.16 – Несомкнувшиеся культуры сосны, созданные сеянцами с закрытой корневой системой (ПП К46)



Рисунок 4.17 – Несомкнувшиеся культуры сосны, созданные сеянцами с открытой корневой системой (ПП К46)

На большинстве обследованных участках выполнялось дополнение лесных культур, при чем на многих участках неоднократно. В связи с этим воз-

раст деревьев, отнесенных к одному элементу несомкнувшихся лесных культур, на участках мог варьировать в пределах до 5 лет (Осипенко и др., 2025а).



Рисунок 4.18 – Несомкнувшиеся культуры сосны, созданные сеянцами с закрытой корневой системой (мелкие деревья в среднем ряду), на участке, где искусственное лесовосстановление осуществлялось трижды (ПП 150)

Из-за большого количества дополненных сеянцев, имеющих меньший возраст, чем деревья, высаженные первоначально, на некоторых участках средний биологический возраст деревьев в пределах одного элемента несомкнувшихся лесных культур на 1–2 года меньше, чем максимальный возраст соответствующего элемента. По нашей оценке, на долю дополненных сеянцев в различных элементах несомкнувшихся лесных культур приходится от 20 до 93 % от общего количества живых растений. В связи с этим, средние таксационные показатели несомкнувшихся лесных культур имеют меньшие значения, чем потенциально могли быть при отсутствии дополнений или при дополнении посадочным материалом того же возраста, что и растения, посаженные первоначально. Таксационная характеристика лесных культур в фазах приживания и индивидуального роста приведена в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Таксационная характеристика лесных культур в фазах приживания и индивидуального роста

№ ПП	Состав	Давность создания, лет	Элемент	Средние				Текущая густота, шт./га	Приживаемость, %	Доля дополненных сеянцев, %
				Возраст биологический, лет	Высота, м	Диаметр ствола, см				
						На высоте 1,3 м	У основания			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Открытая корневая система										
149	10С	10	10С	11	1,97	1,5	4,3	4685	78,1	63
К61	10С	9	10С	10	2,60	2,3	4,7	3555	84,6	54
К63	10С	9	10С	10	2,90	2,9	4,8	2895	76,2	44
К62	10С	8	10С	10	2,15	1,9	4,5	4594	80,6	–
К47	10С	5	10С	7	0,58	–	1,6	1744	48,4	–
	+С	–	+С	10	2,24	3,1	6,8	8	–	–
151	10С	5	10С	6	0,57	–	1,7	2324	52,8	72
146	8С2С ед. С	5	8С	5	0,21	–	0,4	1018	22,1	83
		–	2С	10	0,93	–	2,9	219	–	–
		–	ед. С	73	17,0	27,7	–	34	–	–
160	10С	5	10С	5	0,29	–	0,8	1133	37,0	85
153	5С5С ед. С	4	5С	5	0,28	–	0,7	1825	58,9	80
		–	5С	10	1,32	0,8	3,3	1524	–	–
		–	ед. С	51	16,2	25,0	–	73	–	–
148	10С+ С	3	10С	4	0,35	–	1,1	1444	53,5	70
		–	+С	20	6,75	13,0	–	7	–	–
К45	10С	2	10С	3	0,15	–	0,4	3190	87,2	–
Н11	10С	2	10С	3	0,22	–	0,7	628	36,9	50
Закрытая корневая система										
К65	10С	6	10С	7	0,82	–	2,9	1436	47,9	74
	+С	–	+С	9	1,24	1,9	4,5	16	–	–

Окончание таблицы 4.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
К43	10С +С	6	10С	7	0,78	–	2,2	882	44,1	–
		–	+С	10	1,99	2,5	6,2	24	–	–
К44	10С +С	6	10С	7	0,79	0,7	2,4	734	36,7	20
		–	+С	10	2,1	2,3	5,8	66	–	–
К46	10С	6	10С	7	0,86	–	2,2	1208	54,9	–
К64	10С	6	10С	7	0,74	1,5	2,5	960	38,4	–
156	8С2С	5	8С	6	0,41	–	1,1	736	33,5	30
		20	2С	22	4,04	6,4	–	132	8,8	–
150	5С4С 1С	5	5С	6	0,34	–	0,9	800	40,0	60
		9	4С	10	1,22	1,2	3,5	659	54,9	70
		18	1С	20	3,81	5,5	–	243	25,9	–
157	10С	5	10С	5	0,36	–	1,1	1709	51,8	27
158	10С	3	10С	4	0,17	–	0,4	1707	71,1	66
159	10С+С	3	10С	4	0,18	–	0,5	1370	47,2	58
		10	+С	10	1,34	1,1	4,9	42	1,4	59
154	6С4С +С	4	6С	4	0,20	–	0,5	572	26,0	50
		17	4С	19	3,54	4,9	–	462	23,1	63
		–	+С	9	1,10	–	3,2	45	–	–
147	9С1С	3	9С	3	0,13	–	0,4	247	8,8	93
		–	1С	14	2,86	4,4	8,3	16	–	–

Примечание: прочерком обозначено отсутствие данных; диаметр на высоте 1,3 м определялся только у деревьев, достигших указанной высоты

В соответствии с актуальными Правилами лесовосстановления (2021), для отнесения к землям, на которых расположены леса, культуры сосны в условиях типа леса СБП (лишайниковая группа типов леса) должны иметь густоту не менее 2,5 тыс. шт./га, среднюю высоту – не менее 0,9 м, возраст (давность посадки) – не менее 6 лет. Данным требованиям соответствуют участки лесных культур на ПП 149, К61–К63. Перечисленные участки объединяет то, что они были созданы в период до 2015 года и успели прижиться до наступления лет с засушливой весной (рис. 4.19). Очевидно, что в 2019–2023 гг. условия

для роста растений в мае были не самыми благоприятными. Недостаточное количество месячных осадков (4–14 мм, при среднем значении 7 мм) сопровождалось довольно высокими для мая средними температурами воздуха (от 12,3 до 18,8 °С, при среднем значении 16 °С). Для сравнения, в период с 2013 по 2018 гг. в мае выпадало в среднем 39,3 мм осадков, а средняя температура воздуха была на 3 °С ниже (Осипенко и др., 2025б).

По нашим данным средняя высота лесных культур, созданных в 2017–2022 гг., ниже нормативных значений, установленных Правилами лесовосстановления (2021). Недостаточная высота большинства культур объясняется малой давностью их создания – 2–5 лет. Однако на ряде участков (К43–К44, К46, К64–К65), несмотря на достаточный возраст для отнесения к землям, на которых расположены леса, культивируемые растения не достигли требуемой высоты. Причина медленного роста также может заключаться в дефиците осадков в весенний и раннелетний период (Кулагин и др., 2020; Белова и др., 2023), наблюдавшемся в период с 2019 по 2023 гг.

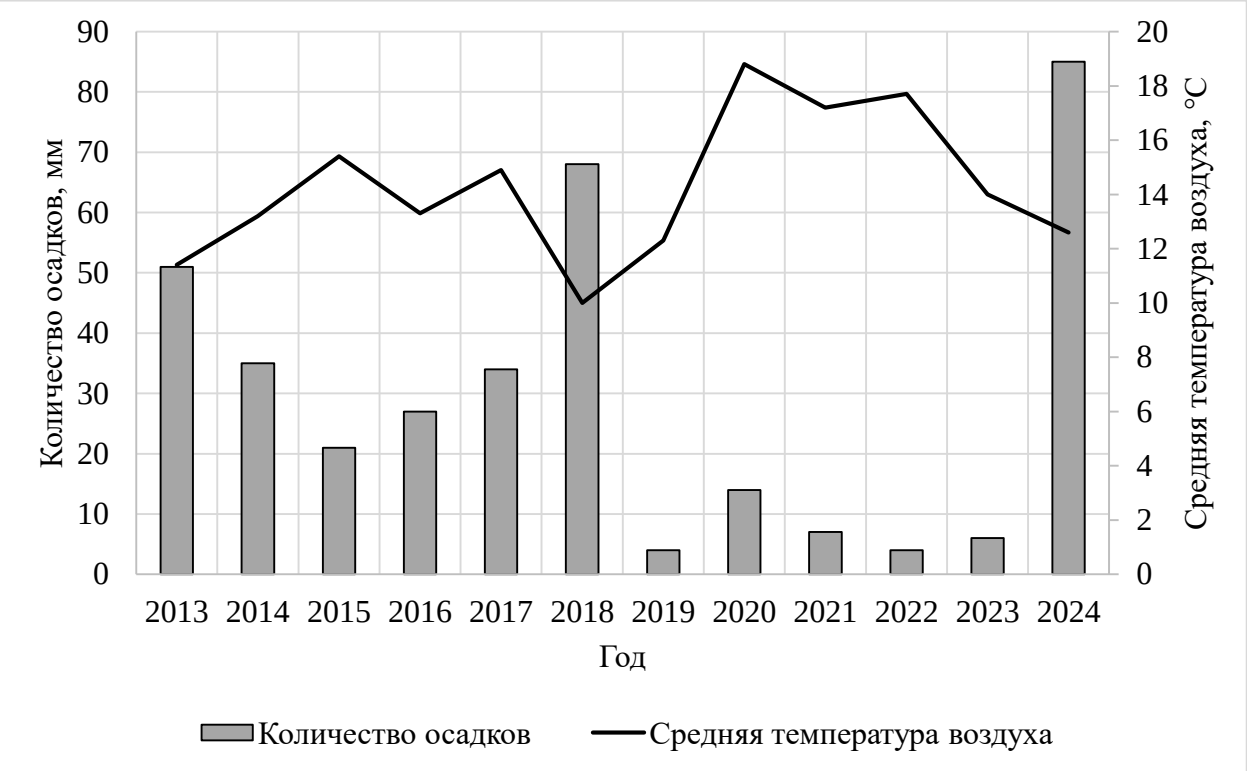


Рисунок 4.19 – Количество осадков и средняя температура воздуха в мае за период с 2013 по 2024 гг.

Текущая густота обследованных культур, с учетом деревьев естественного происхождения и списанных культур старшего возраста, варьирует на обследованных участках в пределах от 0,3 до 4,7 тыс. шт./га, при среднем значении 1,9 тыс. шт./га. Средняя текущая густота культур, созданных сеянцами с ЗКС, – 1,2 тыс. шт./га, сеянцами с ОКС – 2,6 тыс. шт./га.

Густота сосны, достаточная для отнесения к землям, на которых расположены леса, наблюдается только на шести участках (ПП 149, К45, К61–К63, 153) из 24 обследованных. На всех перечисленных участках высаживались сеянцы с ОКС, посадка осуществлялась весной. Высокая текущая густота на участках 149, К61–К63 обеспечена благоприятными погодными условиями в весенне-летние периоды 2014–2018 гг.; на участке К45 с момента посадки до учета сеянцев прошло всего два года и вероятнее всего, отпад растений продолжится; на ПП 153 высокое значение густоты достигнуто лишь за счет самосева, которого нетипично много на данном участке (1,5 тыс. шт./га) из-за близости стен леса и наличия на участке деревьев 51-летнего возраста, выполняющих функцию обсеменителей и защищающих самосев от чрезмерной инсоляции. В соответствии с полученными данными, для отнесения большинства обследованных участков к землям, на которых расположены леса, необходимо выполнить очередной прием дополнения лесных культур.

Помимо временных и финансовых затрат на дополнение лесных культур, редкие лесные культуры имеют целый ряд недостатков. Создание редких лесных культур в условиях района исследований будет приводить к формированию низкополнотных, а значит низкопродуктивных, неустойчивых молодняков, которые будут уязвимы перед сосновым подкорным клопом (Воронцов, 1982; Бабинцева, 2010) и характеризоваться низкой пожароустойчивостью (Залесов, 2021).

На 15 из 24 участков культур самосев сосны отсутствовал, еще на восьми участках его количество не превышало 0,2 тыс. шт./га. И только на одном участке самосева насчитывается 1,5 тыс. шт./га. Таким образом, можно заключить, что без искусственного лесовосстановления облесение данных участков

не произошло бы, несмотря на то, что с момента пожара на некоторых участках прошло 27 лет. Этот факт подтверждает вывод о бесперспективности естественного лесовосстановления на крупноплощадных гарях в условиях юго-западной части ленточных боров (Баранник, Заблоцкий, 1999; Заблоцкий, 2000).

Резюмируя сказанное выше, можно заключить, что последние 9 лет в условиях района исследований густота посадки 2,0–4,6 тыс. шт./га, при создании лесных культур на крупноплощадных гарях, в условиях типа леса СБП, не обеспечивает текущую густоту, достаточную для отнесения участков к землям, на которых расположены леса. Поэтому на крупноплощадных гарях можно рекомендовать увеличить густоту посадки лесных культур до 5–6 тыс. шт./га. При такой густоте посадки и приживаемости лесных культур 42–50 % деревьев основной древесной породы будет достаточно для отнесения несомкнувшихся лесных культур к землям, на которых расположены леса. Реализация данного предложения позволит сократить количество мероприятий по дополнению лесных культур (Осипенко и др., 2025а).

Для корректного сравнения средних значений приживаемости культур, созданных сеянцами с ОКС и ЗКС, из совокупности участков лесных культур, созданных сеянцами с ОКС, были исключены следующие участки: ПП 149, К61–К63, Н11. Первые четыре участка были созданы до 2018 года, когда погодные условия в мае были значительно лучше, чем во все последующие годы, а ПП Н11 заложена на участке, характеризующемся типом леса ТРБ, в отличие от всех прочих участков. Таким образом для сравнения приживаемости было проанализировано 7 участков лесных культур, созданных сеянцами с ОКС, и 12 участков – с ЗКС.

В таблице 4.16 приведены статистические данные о приживаемости лесных культур, созданных различным посадочным материалом, в условиях Ключевского и Ракитовского лесничеств, по нашим материалам, после исключения данных по участкам № 149, К61–К63, Н11.

Таблица 4.16 – Описательная статистика приживаемости лесных культур, созданных сеянцами с закрытой и открытой корневой системой (по нашим материалам), %

Показатель	ОКС	ЗКС
Среднее	51,4	41,7
Стандартная ошибка	7,6	4,5
Медиана	52,8	42,1
Стандартное отклонение	20,1	15,5
Дисперсия выборки	403,2	240,9
Эксцесс	1,56	1,47
Асимметрия	0,52	-0,32
Минимум	22,1	8,8
Максимум	87,2	71,1
Объем выборки, шт.	7	12
Точность опыта	14,8	10,7
Коэффициент вариации	39,1	37,2

Средняя приживаемость культур сосны, созданных сеянцами с ЗКС, по нашим данным, при уровне значимости 0,05, составляет 41,7 ± 9,8 %, а сеянцами с ОКС – 51,4 ± 18,6 %. Наши данные характеризуются нормальным распределением (*W*-тест Шапиро-Уилка для первой выборки имеет значение 0,95 при *p*-значении 0,72, для второй выборки – 0,97 при *p*-значении 0,92). Эмпирическое значение *U*-критерия Манна-Уитни составило 27. Критическое значение *U*-критерия при уровне значимости 0,05 составляет 21. Расчетное значение *F*-критерия для тех же выборок составило 1,67, при *F*-критическом 3,09 и *p*-значении равном 0,22. Двухвыборочный *t*-тест с одинаковыми дисперсиями показал следующие результаты: *t*-статистика – 1,18, *p*-значение двухстороннее – 0,25, *t*-критическое двухсторонее – 2,11. Нулевая гипотеза не была отклонена ни в одном из тестов, а значит, по нашим данным, средняя приживаемость культур, созданных различным посадочным материалом в период с 2016 по 2022 гг. не имеет достоверных различий при уровне значимости 0,05. Похожие результаты исследований были описаны в научной литературе для песчаных и

супесчаных почв Алтайского края (Гоф и др., 2019а), Республики Бурятия (Гладинов и др., 2021), Республики Карелия (Гаврилова и др., 2023), Польши (Socha et al., 2022).

Сравнить приживаемость сеянцев, посаженных весной и осенью, по нашим данным нельзя, так как в значительной мере приживаемость на момент учета зависела от мероприятий по дополнению, которые могли проводиться не в тот же сезон года, в который изначально создавались лесные культуры.

Причинами гибели сеянцев на лесокультурной площади являются те же факторы, что и по данным других авторов (были перечислены ранее).

В приложении 17 приведена информация о текущих приростах по высоте деревьев сосны искусственного и естественного происхождения, произрастающих на обследованных участках лесных культур. Данные получены путем обмера годичных приростов по высоте не менее 1 тыс. деревьев сосны искусственного и естественного происхождения.

Текущие приросты за первые два года роста были объединены в связи со сложностью их определения, обусловленная отсутствием мутовки у сосны обыкновенной после первого года роста. При этом сумму текущих приростов за первые два года роста деревьев нельзя рассматривать как величину посадочного материала, так как сеянцы в районе исследований высаживаются обычно с заглублением корневой шейки до 5 см и более. К тому же, борозды, в которые посажены деревья, постепенно заносятся песком, что также искажает представление о размерах посадочного материала.

На основании данных о средних текущих приростах по высоте были построены графики хода роста культур сосны, созданных посадочным материалом с ОКС и ЗКС, а также самосева сосны, произрастающего на участках лесных культур (рис. 4.20).

При благоприятных погодных условиях в течение первых 5 лет после посадки, лесные культуры сосны, созданные в условиях типа леса СБП, способны достигать средней высоты, требуемой для отнесения к землям, на которых расположены леса. Биологический возраст растений при этом составляет

7 лет. Однако в годы с засушливой весной и началом лета деревьям требуется более 7 лет для достижения высоты 0,9 м и более (предположительно 8–9 лет). Таким образом, при неблагоприятных погодных условиях для отнесения лесных культур, созданных двухлетними сеянцами с ОКС, потребуется ждать 6–7 лет после посадки, а при посадке однолетних сеянцев с ЗКС – 7–8 лет. При этом в случае низкой приживаемости и при дополнении лесных культур посадочным материалом более младшего возраста, по сравнению с деревьями, посаженными первоначально, сроки перевода несомкнувшихся лесных культур в покрытые лесом земли могут сдвигаться.

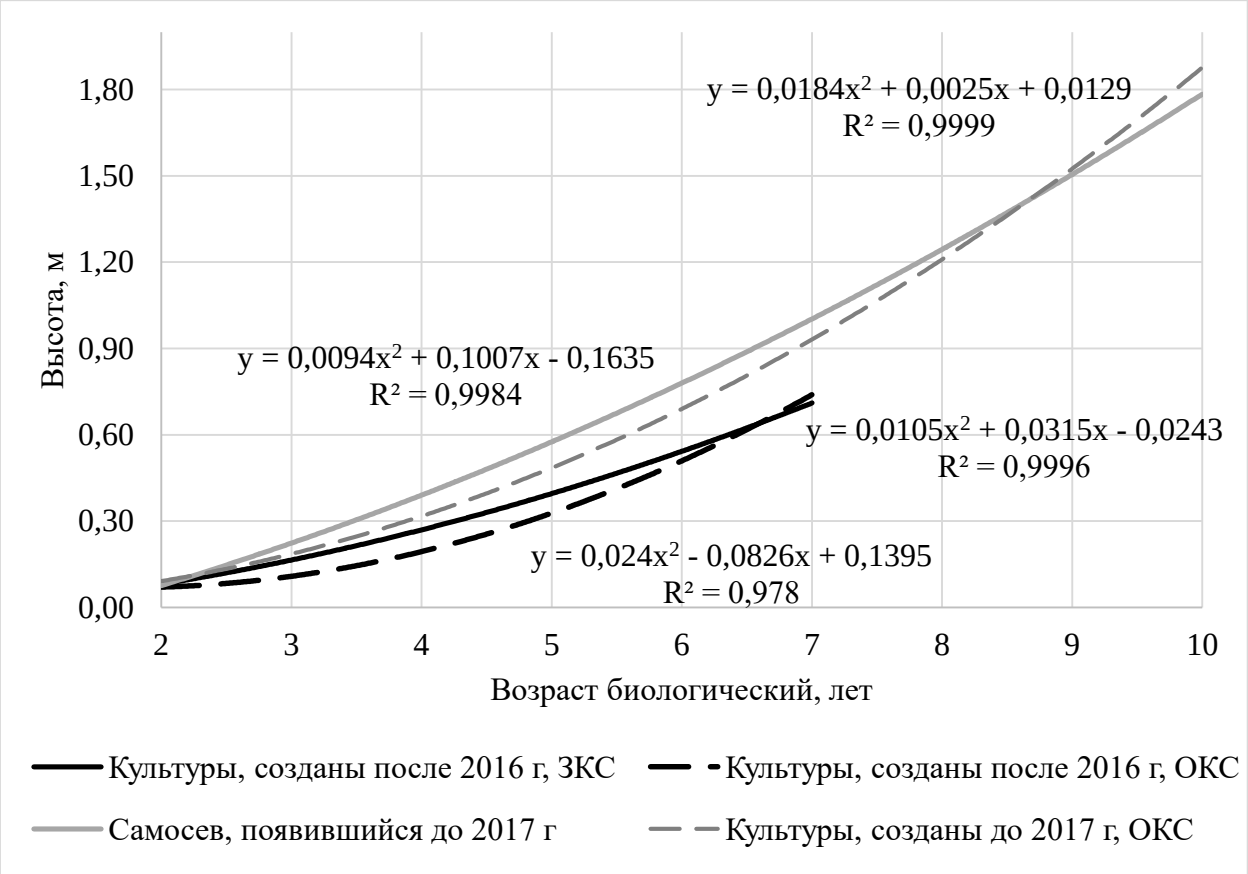


Рисунок 4.20 – Ход роста по высоте самосева и культур сосны обыкновенной

Отставание в росте по высоте культур сосны, созданных сеянцами с ОКС в период до 2017 г, от деревьев естественного происхождения в первые годы после посадки объясняется послепосадочным стрессом культивируемых

растений и необходимостью восстановления поврежденной корневой системы. Культуры сосны догоняют и начинают опережать в росте деревья естественного происхождения через 7 лет после посадки.

Медленный рост лесных культур, созданных после 2016 года, обусловлен засушливыми погодными условиями района исследований в 2019–2023 гг. В период с 2013 по 2018 гг. за год выпадало в среднем 325 мм осадков, а в период с 2019 по 2022 гг. – 247 мм. Лесные культуры, созданные сеянцами с ЗКС, в первые 4 года после посадки опережают в росте культуры, созданные сеянцами с ОКС, однако в семилетнем возрасте их средние высоты одинаковы.

В таблице 4.17 приведены данные о диаметрах крон деревьев сосны, произрастающих на участках лесных культур Ракитовского и Новичихинского лесничеств. Средний диаметр кроны деревьев является важным параметром, характеризующим структуру насаждений и влияющим на продуктивность и газообмен. Эти данные могут использоваться для картирования биомассы и запасов углерода (Liu et al., 2023).

Наименьший диаметр кроны (3–8 см) имеют сеянцы одно- и двухлетнего возраста, посаженные в 2024 и 2023 гг. в рамках мероприятий по дополнению лесных культур. Такие сеянцы на момент исследований еще не успели сформировать первую мутовку. Наибольший средний диаметр крон имеют деревья более старшего возраста (Осипенко и др., 2025а).

Смыкание крон в рядах лесных культур у части деревьев произошло только на ПП 149. Лесные культуры на других участках еще не достигли данного этапа роста. Как видно из данных таблицы 4.17, кроны культивируемых деревьев на всех участках равномерно развиты в двух перпендикулярных направлениях. Кроны деревьев на ПП 149 только начинают вытягиваться в перпендикулярном рядам направлении, однако достоверных различий в диаметрах крон пока не наблюдается. Результаты двухвыборочного *F*-теста: *F* расчетное – 1,02; *p*-значение – 0,47; *F*-критическое – 1,88. Результаты двухвыборочного *t*-теста с одинаковыми дисперсиями: *t*-статистика – 0,74; *p* двухстороннее – 0,46; *t* критическое двухстороннее – 2,00.

Таблица 4.17 – Диаметр крон деревьев сосны на участках культур

№ ПП	Средний возраст биологический, лет	Густота, шт./га	Диаметр кроны, см				Проективное покрытие крон, %
			Минимальный	Максимальный	Средний		
					Вдоль ряда	Поперек ряда	
Деревья искусственного происхождения, ОКС							
150	20	243	62	264	181,1 ± 11,6	198,8 ± 15,1	6,89
149	11	4685	31	171	80,9 ± 7,1	88,3 ± 7,0	26,34
159	10	42	52	162	89,7 ± 9,7	86,2 ± 8,6	0,25
150	10	659	29	159	72,3 ± 5,4	73,9 ± 5,7	2,76
151	6	2324	20	76	47,8 ± 2,5	45,9 ± 2,5	4,00
146	5	1018	4	35	10,5 ± 1,1	10,1 ± 1,1	0,08
160	5	1133	3	77	25,5 ± 2,5	25,1 ± 2,4	0,57
153	5	1825	3	59	20,7 ± 2,1	21,6 ± 2,5	0,64
148	4	1444	8	46	26,2 ± 1,9	25,7 ± 1,8	0,76
Н11	3	628	4	47	17,1 ± 1,8	16,3 ± 1,8	0,14
Деревья искусственного происхождения, ЗКС							
156	6	736	19	63	37,8 ± 2,3	36,2 ± 2,3	0,79
150	6	800	14	53	29,5 ± 1,7	30,5 ± 1,6	0,57
157	5	1709	4	73	33,6 ± 3,0	34,7 ± 3,0	1,56
158	4	1707	6	41	15,3 ± 0,9	15,4 ± 0,9	0,32
159	4	1370	5	43	16,6 ± 1,2	16,2 ± 1,1	0,29
154	4	572	7	33	17,4 ± 1,0	17,5 ± 1,2	0,14
147	3	247	3	33	10,9 ± 1,3	10,2 ± 1,1	0,02
Деревья естественного происхождения							
147	14	16	96	220	142,6 ± 6,8	181,4 ± 18,3	0,33
153	10	1524	15	173	73,3 ± 7,5	73,0 ± 7,5	6,40

Единственный элемент несомкнувшихся лесных культур, в котором средние диаметры крон в двух перпендикулярных направлениях не равны – это деревья возрастом 14 лет естественного происхождения на ПП 147. Кроны этих деревьев вытянуты в направлении с севера на юг и перпендикулярно направлению рядов. Можно заключить, что к возрасту 14 лет крона одиноко

растущих деревьев сосны в районе исследований вытягивается в направлении с севера на юг для лучшей инсоляции (Стрелковский, 2005; Ветошкина, Вайс, 2016; Осипенко и др., 2025а).

На основании данных о среднем диаметре крон деревьев сосны на исследуемых участках было определено проективное покрытие крон. Наибольшее значение данного показателя наблюдается на ПП 149 (26,34 %), а наименьшее – на ПП 146 (0,08 %). Проективное покрытие крон на всех исследуемых участках пока мало и этот фактор не имеет большого влияния на окружающую растительность. Однако в дальнейшем следует ожидать, что в более густых лесных культурах, созданных с ОКС, лесная среда будет сформирована быстрее (Осипенко и др., 2025а; Neigh, et. al., 2025).

Наземная инвентаризация лесных культур является классическим методом оценки успешности лесовосстановления, обеспечивающая высокую точность, но требующая значительных трудозатрат и малоэффективная на больших площадях. Методы дистанционного зондирования, включая анализ спутниковых снимков, расширяют возможности мониторинга, однако их пространственное разрешение часто недостаточно для детальной оценки качества культур (Фомин и др., 2015; Ольхин и др., 2022; Kabonen et al., 2023).

Беспилотные воздушные судна (БВС) позволяют получать изображения высокого разрешения и существенно снижать трудозатраты по сравнению с полевыми обследованиями, но их использование ограничивается погодными условиями и небольшой зоной охвата вследствие ограниченного времени полета. Наибольшую эффективность демонстрирует комбинированный подход, сочетающий материалы БВС и результаты наземного обследования (Осипенко и др., 2017б; Ольхин и др., 2023; Liu et al., 2023).

Применение БВС для оценки лесных культур в ленточных борах Алтайского края является перспективным направлением для повышения точности и эффективности анализа лесовосстановительных процессов. В связи с этим на ПП 147–151, 153, 154 и 156–160 было проведено обследование лесных культур с использованием квадрокоптера. Пример сформированного ортофотоплана с

выделенными кронами деревьев искусственного происхождения различного возраста приведен на рисунке 4.21.

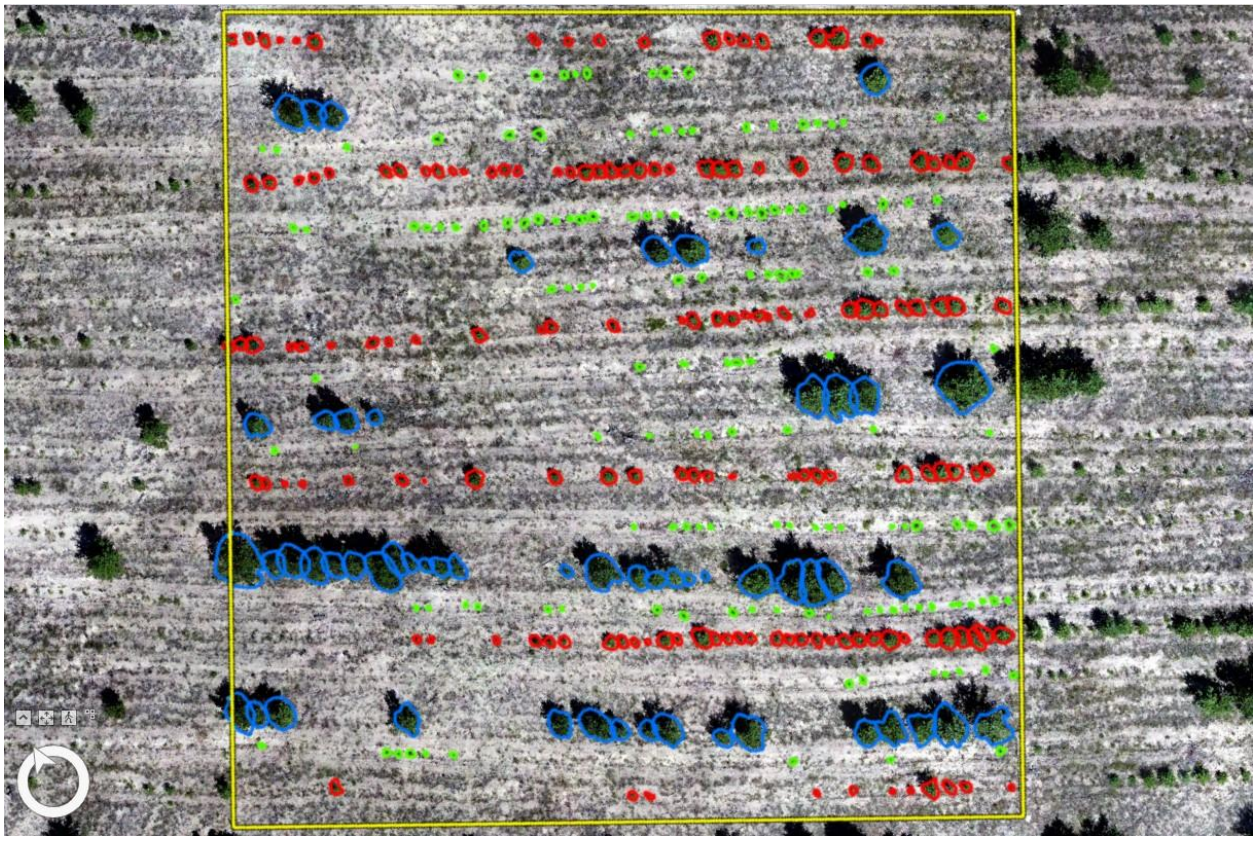


Рисунок 4.21 – Ортофотоплан участка культур сосны обыкновенной (ПП 150) с выделением границ пробной площади и периметров крон деревьев различного возраста: желтым – граница пробной площади; синим – кроны 20-летних деревьев; красным – кроны 10-летних деревьев; светло-зеленым – кроны 6-летних деревьев

На рисунке 4.21 видно, что сомкнувшиеся кроны 20-летних деревьев вытянуты в южном направлении. Это может быть связано с гелиотропизмом растений, а также с затрудненным определением границ крон при их плотном расположении.

Результаты дешифрирования ортофотопланов приведены в таблицах 4.18 и 4.19. Согласно данным аэрофотосъемки, на всех пробных площадях выявлено меньшее количество культивируемых растений по сравнению с результатами наземного обследования.

Таблица 4.18 – Статистические показатели площадей проекций крон деревьев сосны различного возраста (по данным аэрофотосъемки), м^2

№ ПП	Средний возраст биологический, лет	Количество растений, шт.		Среднее	Минимум	Максимум	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %	Точность, %
		На ПП	Учтено							
Деревья искусственного происхождения, ОКС										
156	22	37	37	2,22	0,24	4,88	0,20	1,23	55	9,1
154	19	122	98	1,70	0,16	4,68	0,11	1,06	62	6,3
150	18	62	58	2,45	0,19	7,87	0,20	1,53	63	8,2
149	11	1218	977	0,49	0,03	2,32	0,01	0,28	57	1,8
159	10	10	10	0,70	0,22	1,71	0,15	0,47	67	21,3
150	10	168	162	0,43	0,02	2,12	0,02	0,31	71	5,6
151	6	581	568	0,21	0,02	0,63	0,004	0,10	51	2,1
160	5	289	180	0,17	0,01	0,66	0,01	0,13	76	5,7
153	5	527	345	0,05	0,01	0,20	0,002	0,03	66	3,6
148	4	390	373	0,09	0,02	0,53	0,003	0,05	58	3,0
Деревья искусственного происхождения, ЗКС										
156	6	207	195	0,12	0,01	0,51	0,01	0,07	65	4,6
150	6	204	150	0,10	0,02	0,31	0,01	0,06	58	4,8
157	5	434	330	0,16	0,01	0,72	0,01	0,10	63	3,5
158	4	446	338	0,04	0,01	0,27	0,002	0,04	94	5,1
159	4	374	315	0,04	0,01	0,22	0,002	0,03	82	4,6
154	4	151	123	0,07	0,01	0,27	0,004	0,05	69	6,2
147	3	63	35	0,06	0,02	0,15	0,01	0,04	63	10,6

Различия в количестве учтенных растений объясняются рядом факторов: недостаточной детализацией исходных снимков, в результате чего часть мелких сеянцев сливается с травянистой растительностью; потерей части информации при создании ортофотоплана (вследствие объединении снимков размер пикселя на местности увеличивается примерно на 5–15%); а также близким расположением некоторых крупных деревьев друг к другу, вследствие чего их

кроны сливаются и образуют единую проекцию. Кроме того, на ПП 153 часть культивируемых растений была скрыта кронами крупных деревьев естественного происхождения. В целом по всех участкам при дешифрировании не выявлено 18,7 % растений (от 2,2 до 44,4 %), преимущественно 2–3-летнего возраста, посаженных при дополнении лесных культур.

Таблица 4.19 – Статистические показатели диаметров крон деревьев сосны различного возраста (по данным аэрофотосъемки), см

№ ПП	Средний возраст биологический, лет	Количество растений, шт.		Среднее	Минимум	Максимум	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %	Точность, %
		На ПП	Учтено							
Деревья искусственного происхождения, ОКС										
156	22	37	37	160	55	249	8	51	32	5,2
150	20	62	58	168	49	317	7	54	32	4,3
154	19	122	98	140	45	244	5	47	34	3,4
149	11	1218	977	76	19	172	1	21	28	0,9
159	10	10	10	90	53	147	9	30	33	10,4
150	10	168	162	70	16	164	2	25	36	2,8
151	6	581	568	49	16	89	1	13	27	1,1
160	5	289	180	43	13	92	1	18	40	3,0
153	5	527	345	25	9	50	1	8	33	1,8
148	4	390	373	33	15	82	1	9	27	1,4
Деревья искусственного происхождения, ЗКС										
156	6	207	195	37	11	81	1	11	30	2,2
150	6	204	150	35	16	63	1	10	29	2,3
157	5	434	330	42	6	96	1	14	33	1,8
158	4	446	338	21	7	59	1	9	46	2,5
159	4	374	315	21	9	52	1	8	38	2,2
154	4	151	123	28	12	58	1	9	32	2,9
147	3	63	35	26	14	43	1	8	32	5,4

Коэффициенты вариации площади крон варьируют в пределах от 51 до 94 %, тогда как для диаметров крон этот показатель составляет 27–46 %. Точность измерения площади крон деревьев по данным аэрофотосъемки для большинства пробных площадей не превышает 10 %, а для диаметров крон – 5%. Превышение указанных пределов наблюдается в выборках с наименьшим количеством растений (до 37 шт.).

Для проверки нормальности распределения данных о среднем диаметре крон в программе IBM SPSS Statistics 27 были выполнены тесты Колмогорова–Смирнова (с коррекцией значимости Лильефорса) и Шапиро–Уилка (табл. 4.20).

Таблица 4.20 – Результаты проверки нормальности распределения диаметров крон деревьев сосны обыкновенной различного возраста при использовании разных методов сбора данных

№ ПП	Средний возраст биологический, лет	Количество учтенных растений, шт.	Критерий Колмогорова-Смирнова			Критерий Шапиро-Уилка		
			D	*p*-значение	Нормальность	*W*	*p*-значение	Нормальность
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Деревья искусственного происхождения, ОКС, по данным аэрофотосъемки								
150	20	58	0,088	0,200*	Да	0,972	0,198	Да
149	11	977	0,045	< 0,001	Нет	0,983	< 0,001	Нет
159	10	10	0,172	0,200*	Да	0,923	0,386	Да
150	10	162	0,051	0,200*	Да	0,980	0,017	Нет
151	6	568	0,051	0,001	Нет	0,995	0,059	Да
160	5	180	0,079	0,009	Нет	0,971	< 0,001	Нет
153	5	345	0,106	< 0,001	Нет	0,959	< 0,001	Нет
148	4	373	0,074	< 0,001	Нет	0,961	< 0,001	Нет
Деревья искусственного происхождения, ЗКС, по данным аэрофотосъемки								
156	6	195	0,101	< 0,001	Нет	0,955	< 0,001	Нет
150	6	150	0,112	< 0,001	Нет	0,958	< 0,001	Нет
157	5	330	0,040	0,200*	Да	0,994	0,256	Да

Окончание таблицы 4.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9
158	4	338	0,140	< 0,001	Нет	0,924	< 0,001	Нет
159	4	315	0,120	< 0,001	Нет	0,931	< 0,001	Нет
154	4	123	0,126	< 0,001	Нет	0,918	< 0,001	Нет
147	3	35	0,097	0,200*	Да	0,949	0,108	Да
Деревья искусственного происхождения, ОКС, по данным наземного обследования								
150	20	30	0,107	0,200*	Да	0,965	0,643	Да
149	11	30	0,186	0,012	Нет	0,908	0,016	Нет
159	10	10	0,191	0,200*	Да	0,846	0,051	Да
150	10	30	0,124	0,200*	Да	0,938	0,079	Да
151	6	30	0,135	0,165	Да	0,945	0,124	Да
160	5	52	0,121	0,056	Да	0,930	0,005	Нет
153	5	30	0,118	0,200*	Да	0,957	0,263	Да
148	4	30	0,134	0,179	Да	0,965	0,402	Да
Деревья искусственного происхождения, ЗКС, по данным наземного обследования								
156	6	30	0,126	0,200*	Да	0,908	0,015	Нет
150	6	30	0,100	0,200*	Да	0,971	0,575	Да
157	5	32	0,086	0,200*	Да	0,966	0,389	Да
158	4	94	0,230	< 0,001	Нет	0,842	< 0,001	Нет
159	4	64	0,214	< 0,001	Нет	0,897	< 0,001	Нет
154	4	30	0,107	0,200*	Да	0,973	0,616	Да
147	3	30	0,241	< 0,001	Нет	0,834	< 0,001	Нет

*Нижняя граница истинной значимости.

Анализ полученных результатов показал, что при объеме выборки более 50 распределение данных в большинстве случаев отклонялось от нормального, тогда как при меньшем объеме статистические критерии чаще не фиксировали таких отклонений. Это связано с различием мощности критериев проверки нормальности: при малых выборках они обладают низкой чувствительностью и не выявляют слабых нарушений, тогда как при больших – даже незначительные отклонения от нормального распределения становятся статистически значимыми. По данным наземного обследования нулевая гипотеза в большинстве

случаев не отклонялась. Для аэрофотосъемки отклонение от нормальности также можно объяснить потерей части растений при дешифрировании, что приводит к искажению распределения.

Распределение на ПП 151 было признано нормальным, так как на больших выборках (>200) тест Колмогорова–Смирнова становится очень чувствительным и очень часто реагирует на малейшие отклонения. В таких случаях целесообразно опираться на тест Шапиро–Уилка (более надежный при умеренных выборках).

Для сравнения средних значений пар наборов данных, полученных методом наземных измерений и с применением БВС, применялся *U*-критерий Манна-Уитни (в случае ненормального распределния данных в одной или обеих выборках) и *t*-критерий (при нормальном распределении данных в обеих выборках). Гомогенность дисперсий проверялась критерием Левене. Результаты проверки значимости различий приведены в таблице 4.21.

Согласно полученным результатам, метод обследования оказал статистически значимое влияние на итоговые показатели в половине случаев (7 из 15), при этом данные о среднем диаметре крон в этих вариантах оказались завышенными. Существенные различия фиксировались преимущественно в культурах с возрастом культивируемых растений до 4 лет. Для растений 5 лет и старше результаты, полученные различными методами, были более стабильными. Во всех случаях при выявлении значимых различий значения, полученные по данным аэрофотосъемки, превышали результаты наземных измерений: средний диаметр крон был завышен на 5–18 см (17–144 %). Наибольшее завышение зафиксировано на ПП 147, где возраст культур составлял 3 года. В случаях, когда различия методов учета не были статистически значимыми, разница в средних диаметрах крон находилась в пределах 0–8 см (менее 25 %).

Таким образом, апробированная методика инвентаризации лесных культур с применением БВС может считаться эффективной для растений возрастом 5 лет и старше, но не обеспечивает достоверных результатов для более молодых культур. Для повышения точности обследования культур 1 и 3 года

роста рекомендуется снизить высоту полета БВС до 30–40 м, а также проводить обследования весной или осенью, в периоды отсутствия зеленой травянистой растительности.

Таблица 4.21 – Результаты проверки значимости различий средних диаметров крон деревьев сосны разного возраста по данным наземного обследования и аэрофотосъемки

№ ПП	Средний возраст биологический, лет	*U*-критерий Манна-Уитни		*t*-критерий		Различие значимо
		Z	*p*-значение	*t*-статистика	*p*-значение	
Деревья искусственного происхождения, ОКС						
150	20	–	–	−0,142	0,888	Нет
149	11	0,300	0,764	–	–	Нет
159	10	–	–	–0,094	0,926	Нет
150	10	0,270	0,787	–	–	Нет
151	6	–	–	0,949	0,343	Нет
160	5	–5,000	< 0,001	–	–	Да
153	5	–1,829	0,067	–	–	Нет
148	4	–3,545	< 0,001	–	–	Да
Деревья искусственного происхождения, ЗКС						
156	6	–0,095	0,924	–	–	Нет
150	6	–2,209	0,027	–	–	Да
157	5	–	–	0,396	0,692	Нет
158	4	–5,471	< 0,001	–	–	Да
159	4	–4,566	< 0,001	–	–	Да
154	4	–6,233	< 0,001	–	–	Да
147	3	–5,789	< 0,001	–	–	Да

Дальнейшие исследования могут быть направлены на апробацию алгоритмов машинного обучения для автоматического распознавания мелких сеянцев на снимках сверхвысокого разрешения и для определения таксационных и морфометрических показателей деревьев по проекции их крон (Усольцев и др., 2024; Усольцев, 2024; Фомин и др., 2024; Бессчетнова и др., 2025).

4.5. Искусственное лесовосстановление на участках, пройденных чересполосной постепенной рубкой

Полевой этап исследований осуществлялся в сентябре 2024 года. Объектом исследований является лесной участок в Новичихинском лесничестве Алтайского края, на котором в 2016 году был проведен первый прием чересполосной постепенной рубки (ЧПР). В 2017 году на данном участке были созданы экспериментальные культуры сосны обыкновенной. Цель эксперимента заключалась в оценке лесоводственной эффективности создания лесных культур на участке ЧПР в условиях типа леса травяной бор (ТРБ).

Фактически, выполненные на данном лесном участке лесохозяйственные мероприятия по своим характеристикам соответствуют комбинированным выборочным рубкам (Об утверждении Правил заготовки…, 2016; 2020). Однако, поскольку данный вид рубок отсутствует в регламенте Новичихинского лесничества (2011; 2018), в тексте настоящей диссертации используется официальное наименование проведенных мероприятий.

Исследуемый лесной участок расположен в квартале 37, выделе 12 (до 2021 г. – выделы 22 и 23) Новичихинского участкового лесничества, его площадь составляет 6,3 га. Рельеф участка волнистый, представлен пологими повышениями и понижениями с перепадами высот до пяти метров. Две ПП были заложены на невырубленных участках ЧПР (рис. 4.22), шесть ПП – на вырубленных полосах (рис. 4.23, 4.24). Всего пробными площадями было охвачено 25,7 % выдела.

Лесные культуры создавались двухлетним посадочным материалом с открытой корневой системой. Почва под лесные культуры обрабатывалась плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82 (борозды) и ковшом бульдозера «Амкодор» (полосы). Посадка осуществлялась вручную мечом Колесова в дно борозд и полос. Полосы имеют ширину 2,7 м. Растения в полосах высаживались в два ряда. На всех участках лесных культур осуществлялось дополнение лесных культур.



Рисунок 4.22 – Невырубленная полоса ЧПР (ПП Н1)



Рисунок 4.23 – Лесные культуры на вырубленной полосе ЧПР (ПП Н4)

Данные о местонахождении и краткая характеристика насаждений на момент исследований приведены в таблице 4.22.



Рисунок 4.24 – Подлесок на вырубленной полосе ЧПР (ПП Н13)

Таблица 4.22 – Местонахождение и описание исследуемых насаждений на лесном участке, пройденном чересполосной постепенной рубкой

№ ПП	Координаты GPS, с.ш. / в.д.	Положение на рельефе	Способ обработки почвы	Направление борозд (полос)	Средний шаг посадки, м	Междурядье, м		Густота посадки, тыс. шт./га
						Среднее	В полосе	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Невырубленные полосы ЧПР								
Н1	52°10.336′ 081°20.218′	Склон и понижение	–	–	–	–	–	–
Н2	52°10.245′ 081°20.249′	Понижение	–	–	–	–	–	–
Вырубленные полосы ЧПР								
Н6	52°10.391′ 081°20.194′	Повышение	Борозды	СЗ-ЮВ	0,94	3,8	–	2,8
Н13	52°10.373′ 081°20.214′	Склон и понижение			0,78	4,3	–	3,0

Окончание таблицы 4.22

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Н3	52°10.251′ 081°20.271′	Понижение	Борозды	СЗ-ЮВ	0,94	3,4	–	3,1
Н4	52°10.187′ 081°20.253′	Повышение	Полосы	Бессистемно	0,94	–	1,6	3,0
Н12	52°10.386′ 081°20.269′	Склон и понижение		ЮЗ-СВ	0,70	3,8	1,3	2,4
Н5	52°10.238′ 081°20.211′	Понижение		СЗ-ЮВ	0,94	3,5	1,5	3,0

Густота посадки на участке Н12 ниже, чем позволяет схема размещения растений 0,7 × 3,8. Это объясняется тем, что полосы для посадки ЛК были созданы поперек длинной стороны вырубленной полосы. Данная технологическая особенность значительно увеличила количество разворотов трактора. Поэтому часть поверхности почвы не была обработана, что снизило густоту посадки.

Насаждения на невырубленных полосах ЧПР характеризуются классом бонитета II. Таксационная характеристика древостоев приведена в таблице 4.23. Характеристика подроста на невырубленных полосах ЧПР и влияние этих рубок на всходы и подрост рассмотрены в шестой главе диссертации.

Таблица 4.23 – Таксационная характеристика естественных сосновых древостоев на невырубленных участках чересполосных постепенных рубок

№ ПП	Состав	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Полнота		Запас, $м^3$/га
			Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см		Абсолютная, $м^2$/га	Относительная	
Н1	10С+Б	С	140	27,7	41,6	293	39,7	0,95	518
		Б	40	12,0	12,1	17	0,2	0,01	1
Н2	10С	С	120	25,5	34,8	267	25,3	0,62	314

Таксационная характеристика лесных культур, созданных на вырубленных полосах ЧПР, приведена в таблице 4.24.

Таблица 4.24 – Таксационная характеристика лесных культур, созданных на вырубленных полосах чересполосных постепенных рубок

№ПП	Состав	Элемент леса	Происхождение	Средние				Текущая густота, шт./га	Сохранность, %
				Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см			
						на высоте 1,3 м	основания ствола		
Н6	8С2С+Б	8С	Ест.	7	0,64	–	1,0	5812	–
		2С	Иск.	9	1,47	1,4	2,5	1099	39,3
		+Б	Ест.	5	0,94	–	–	100	–
Н13	5С1С3Ос 1Б	5С	Ест.	6	0,65	–	0,9	769	–
		1С	Иск.	9	1,73	1,8	3,1	166	5,5
		3Ос	Ест.	6	1,46	–	–	225	–
		1Б	Ест.	6	1,66	–	–	413	–
Н3	6С4С+Б	6С	Ест.	7	0,99	0,8	1,3	462	–
		4С	Иск.	9	1,78	1,6	3,0	347	11,2
		+Б	Ест.	5	1,25	–	–	19	–
Н4	9С1С	9С	Ест.	6	0,96	0,9	1,7	8801	–
		1С	Иск.	9	2,50	2,7	4,7	1314	43,8
Н12	5С1С3Б 1Ос	5С	Ест.	6	0,50	–	0,7	1969	–
		1С	Иск.	10	2,65	2,6	4,3	331	13,8
		3Б	Ест.	5	1,17	–	–	925	–
		1Ос	Ест.	5	1,01	–	–	250	–
Н5	6С1С3Б +Ос	6С	Ест.	6	0,65	–	1,1	1800	–
		1С	Иск.	9	2,39	1,8	3,7	213	7,1
		3Б	Ест.	8	2,53	–	–	925	–
		+Ос	Ест.	7	2,45	–	–	125	–

На всех рассматриваемых участках лесных культур по густоте преобладают деревья сосны естественного происхождения. Средний возраст, высота и диаметр выше у деревьев искусственного происхождения, что объясняется их высадкой в полосы и борозды до появления самосева и использованием двухлетнего посадочного материала, тогда как самосев развивается из семян. Более

медленный рост самосева также обусловлен его высокой густотой, вызывающей внутривидовую конкуренцию на ранних стадиях, а также конкуренцией с травянистой растительностью и кустарником, которая усиливается с каждым годом после обработки почвы. Кроме того, возможно, часть мелких деревьев искусственного происхождения была ошибочно учтена как самосев, что создает эффект «ошибки выжившего» и может завышать средние таксационные показатели лесных культур.

Густота деревьев сосны искусственного происхождения на исследуемых участках варьирует от 0,2 до 1,3 тыс. шт./га, а сохранность культивируемых растений – от 5,5 до 43,8 %. Наибольшая густота и сохранность посаженных растений наблюдается на повышениях рельефа. На данных участках наблюдается меньшее задернение почвы и густота подлеска.

Для оценки способов обработки почвы мы сравнили сохранность культивируемых растений, посаженных в борозды и полосы. Средняя сохранность при посадке в борозды составляет 18,7 ± 10,4 %, а при посадке в полосы – 21,6 ± 11,3 %. Точность наших данных очень низкая из-за малого объема выборок и очень высокой вариации данных (коэффициент вариации 96,9 и 90,6 %). Тем не менее мы применили *U*-критерий Манна-Уитни для оценки достоверности различий. При уровне значимости 0,05 *U*-критерий не выявил достоверных различий в сохранности культивируемых растений, посаженных по бороздам и полосам (расчетное значение *U*-критерия – 3, *U*-критическое – 0). Аналогичный результат мы получили при сравнении густоты деревьев сосны (независимо от их происхождения), произрастающих в бороздах (средняя густота 2,9 тыс. шт./га) и на полосах (4,8 тыс. шт./га).

Если оценивать густоту не в среднем, а отдельно по пробным площадям, то достаточное количество подроста для успешного лесовосстановления (2,0 тыс. шт./га) наблюдается на четырех участках из шести. Три участка – это лесные культуры, созданные на полосах, а четвертый – культуры сосны, созданные на повышении рельефа с посадкой в дно борозды.

Таким образом, можно заключить, что в условиях типа леса ТРБ, на участках, где ожидается сильное задернение и зарастание подлеском, лучшие результаты лесовосстановления дает полосная обработка почвы.

Необходимо отметить, что на сохранность лесных культур в условиях типа леса ТРБ влияют также мышевидные грызуны. На многих деревьях сосны нами были зафиксированы характерные следы погрызов у основания ствола. Аналогичная проблема существует и в других регионах России (Толкач и др., 2020; Голубев и др., 2023). В ряде случаев деревья были полностью окольцованы, что привело их к гибели (рис. 4.25).



Рисунок 4.25 – Погрызы мышевидных грызунов на стволе сосны (слева) и дерево, погибшее в результате данных повреждений (справа)

Также известны случаи повреждения лесных культур дикими копытными животными (Белов и др., 2016; Савин и др., 2017а, 2017б; Velamazán et

al., 2018; Hardalau et al., 2024). Однако на обследованных участках таких повреждений зафиксировано не было, что можно объяснить близостью участка к населенному пункту.

Большая часть самосева (на некоторых ПП до 100 %) находится на минерализованной поверхности почвы (борозды и полосы), при этом подлесок сосредоточен преимущественно на неминерализованной поверхности почвы.

Подлесок в условиях травяного бора является одним из важнейших факторов, влияющих на лесовосстановительный процесс (Камышова, Кулагин, 2009; Малиновских и др., 2018а; Малиновских, 2023; Осипенко, Залесов, 2024а). В подлеске на исследуемом лесном участке встречаются следующие виды: карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.), она же – акация желтая (Аж); шиповник коричный (*Rosa cinnamomea* L.) (Шп); малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.) (Мал); клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) (Кл), ива пепельная (*Salix cinerea* L.) и козья (*Salix caprea* L.) (Ив), вяз гладкий (*Ulmus pumila* L.) (В), спирея городчатая (*Spiraea crenata* L.) (Спр), черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.) (Чр), бузина сибирская (*Sambucus sibirica* Nakai.) (Бзн), яблоня ягодная (*Malus baccata* (L.) Borkh.) (Яб). Информация о составе, густоте и средней высоте подлеска на участках, охваченных пробными площадями, приведена в таблице 4.25.

Таблица 4.25 – Характеристика подлеска

№ ПП	Состав подлеска	Густота, тыс. шт./га	Средняя высота, м
Н1	47Аж36Мл14Шп3Ив	4,5	1,3
Н2	62Аж19Шп11В4Спр4Кл	6,8	2,1
Н6	89Аж11Чр	1,1	1,2
Н13	81Мл9Аж4Кл2Спр1Яб1Чр1Шп1В	19,0	1,7
Н3	36Аж32Шп18Кл7Спр7В	3,5	2,7
Н4	100Аж	0,5	1,7
Н12	83Мл6Аж5Шп2Ив1Спр1В1Чр1Бзн	23,6	1,7
Н5	34Аж27Кл20В12Шп7Ив	5,1	2,6

Густота подлеска на исследуемых участках варьирует в широких пределах: от 0,5 до 23,6 тыс. шт./га. Наименьшая густота подлеска наблюдается на повышениях рельефа (ПП Н4 и Н6), наибольшая густота – на пологих склонах и в понижениях (ПП Н12 и Н13). Густота подлеска и его видовое богатство возрастает при переходе от повышений к понижениям рельефа, что обусловлено уменьшением глубины залегания грунтовых вод (Парамонов и др., 2000).

Наличие клена ясенелистного на исследуемых участках является весьма опасной тенденцией. Данная древесная порода способна полностью подавлять естественное возобновление сосны обыкновенной, вытеснять ее и полностью изменять местные экосистемы (Малиновских, 2023). При этом наличие клена зафиксировано как на вырубленных полосах, так и на невырубленных полосах ЧПР.

Анализ текущих приростов по высоте деревьев сосны на участках лесных культур, созданных на вырубленных полосах ЧПР, показал преимущество деревьев искусственного происхождения по сравнению с самосевом (табл. 4.26). На протяжении всего периода роста, начиная с первого года после посадки, прирост у культур в среднем превышает показатели самосева аналогичного возраста: разница составляет от 3,1 см (31,3 %) в 3-летнем возрасте до 22,7 см (122,7 %) к девятому году.

Таким образом, выжившие культивируемые растения имеют лучшую динамику роста по высоте и демонстрируют более выраженное ускорение роста по сравнению с самосевом. Преимущество искусственных насаждений обусловлено совокупностью факторов: выращиванием посадочного материала в питомнике, что обеспечивает ему лучшие стартовые условия в первые два года развития, а также более ранним появлением культивируемых растений на лесокультурной площади. Это способствует их закреплению на участке в условиях меньшей конкуренции со стороны травянистой растительности и подлеска. Следует, однако, учитывать, что при проведении измерений в ряде случаев могли быть зафиксированы преимущественно более развитые экземпляры культивируемых растений, тогда как самые мелкие растения оставались

трудноотличимыми от самосева. Этот фактор может частично усиливать выявленное различие между деревьями различного происхождения.

Таблица 4.26 – Текущие приросты по высоте деревьев сосны на участках лесных культур, созданных в вырубленных полосах ЧПР, см

№ ПП	Возраст биологический, лет								
	1+2	3	4	5	6	7	8	9	10
Деревья искусственного происхождения									
Н6	9,2	10,7	13,7	16,9	18,9	21,8	24,5	33,4	50,0
Н13	8,3	12,4	15,8	21,6	24,0	29,2	34,1	35,1	58,5
Н3	9,2	12,8	14,4	21,3	24,1	28,6	40,2	34,8	47,5
Н4	8,4	14,9	18,8	26,0	29,2	36,3	41,7	50,8	64,0
Н12	9,8	12,1	18,4	25,8	27,2	36,9	41,2	45,9	59,6
Н5	7,6	15,0	20,1	25,0	30,8	35,5	63,2	47,1	57,3
Среднее	8,8	13,0	16,9	22,8	25,7	31,4	40,8	41,2	56,2
Деревья естественного происхождения									
Н6	8,7	9,1	8,9	12,6	12,5	17,3	20,8	20,0	–
Н13	6,7	11,8	11,7	16,9	18,8	19,0	21,0	–	–
Н3	10,1	10,7	12,2	16,3	19,8	26,3	30,7	–	–
Н4	7,7	13,0	14,4	19,9	25,8	34,1	37,0	–	–
Н12	6,7	7,2	9,7	11,5	13,2	17,9	18,0	–	–
Н5	5,0	7,8	11,1	13,1	19,3	22,3	27,0	17,0	–
Среднее	7,5	9,9	11,3	15,1	18,2	22,8	25,8	18,5	–

Культивируемые растения в условиях ТРБ на вырубленных полоса ЧПР достигли средней высоты 0,9 м спустя четыре года после посадки (биологический возраст 6 лет), а самосев сосны достиг этой высоты только к возрасту восьми лет (рис. 4.26).

В таблице 4.27 приведены данные о диаметрах крон деревьев сосны естественного и искусственного происхождения, произрастающих на вырубленных полосах ЧПР.

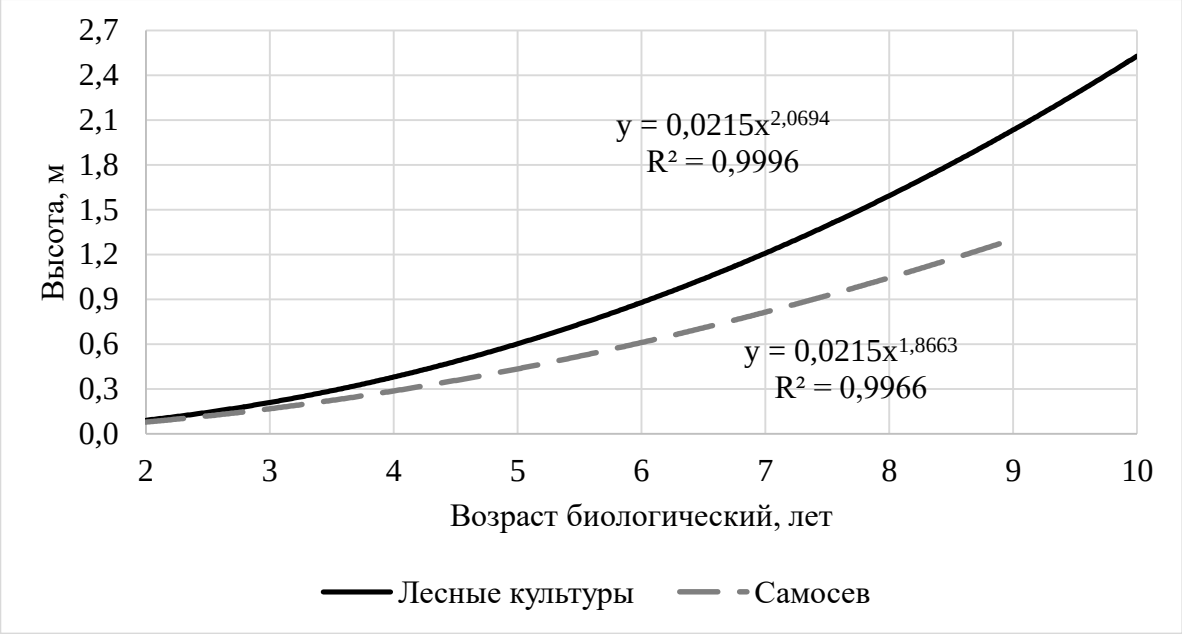


Рисунок 4.26 – Ход роста по высоте самосева и культур сосны обыкновенной на вырубленных полосах ЧПР

Таблица 4.27 – Диаметр крон деревьев сосны на участках лесных культур, созданных в полосах ЧПР

№ ПП	Средний возраст биологический, лет	Густота, шт./га	Диаметр кроны, см			
			Минимальный	Максимальный	Средний	
					Вдоль ряда	Поперек ряда
Деревья искусственного происхождения						
Н6	9	1099	36	117	67,3 ± 4,8	65,2 ± 5,5
Н13	9	166	40	155	89,7 ± 8,1	86,1 ± 8,1
Н3	9	347	36	137	75,8 ± 5,9	73,9 ± 6,2
Н4	9	1314	51	199	123,4 ± 7,4	120,8 ± 6,8
Н12	10	331	54	167	118,4 ± 6,4	121,1 ± 6,6
Н5	9	213	54	158	104,8 ± 7,3	103,9 ± 7,4
Деревья естественного происхождения						
Н6	7	5812	8	59	28,3 ± 3,3	27,9 ± 3,3
Н13	6	769	11	53	31,0 ± 2,7	28,9 ± 2,6
Н3	7	462	17	78	38,7 ± 4,0	40,4 ± 3,5
Н4	6	8801	8	91	47,4 ± 5,3	45,8 ± 5,4
Н12	6	1969	5	68	27,3 ± 4,1	24,0 ± 3,3
Н5	6	1800	7	93	35,6 ± 5,0	31,7 ± 5,1

Анализ диаметров крон сосны выявил существенные различия между деревьями искусственного и естественного происхождения, в основном обусловленные меньшим средним возрастом самосева. Для культур, имеющих средний биологический возраст 9–10 лет, средний диаметр кроны вдоль ряда составил 67,3–123,4 см, поперек ряда – 65,2–121,1 см. В то же время у деревьев самосева при среднем возрасте 6–7 лет средние значения диаметров кроны находились в пределах 27,3–47,4 см вдоль ряда и 24,0–45,8 см поперек ряда.

Несмотря на более крупные размеры деревьев искусственного происхождения, эффективность искусственного лесовосстановления на обследованном участке ЧПР остается низкой, за исключением участков на повышениях рельефа. Повысить эффективность лесовосстановления можно посредством создания широких минерализованных полос, применения гербицидов и арборицидов, использования крупномерного посадочного материала, а также проведения работ по содействию естественному лесовосстановлению за 3–5 лет до ЧПР (Родин и др., 2020; Зарубина и др., 2022; 2024б; Семенякин, Тихонова, 2024). При отсутствии подроста предварительной генерации наибольшую эффективность, вероятно, обеспечит сплошная расчистка площади от верхнего слоя почвы толщиной 10–15 см или обработка баковой смесью для уничтожения нежелательной растительности (Гусева, 2012; Егоров, Партолина, 2014; Егоров и др., 2017; Партолина, Егоров, 2017; Итешина и др., 2024; Кабанова и др., 2024). О положительных результатах сплошной расчистки полос, вырубленных при ЧПР, со складированием пней, порубочных остатков и верхнего слоя почвы в валы для условий разнотравной группы типов леса приречных сосняков сообщали Е.Г. Парамонов и А.Н. Шульц (2011).

Однако с нашей точки зрения, сплошная обработка почвы не является природосберегающей, поэтому ее применение в условиях ленточных боров нельзя рекомендовать без научного обоснования и оценки влияния подобных мер на биоразнообразие местных экосистем. Вопрос применения химических уходов и сплошной обработки почвы в условиях района исследований также требует отдельного изучения.

Примеры сплошной обработки почвы встречались в ленточных борах на ПП 145 (57-летние лесные культуры) и на участках К67, К68 (65-летние и 52-летние культуры). На момент исследований (2023 г.) валы из верхнего слоя почвы сохранялись в межленточных пространствах лесных культур. Все три участка характеризуются типом леса СВБ.

После посадки лесные культуры в условиях типа леса ТРБ нуждаются в интенсивных агротехнических и лесоводственных уходах до тех пор, пока средняя высота деревьев сосны не превысит среднюю высоту подлеска (1,2–2,7 м). По нашим данным деревьям сосны требуется 7–9 лет для достижения высоты 1,2 м и более 10 лет для превышения 2,7 м.

Выводы

1. Наиболее обеспеченными подростом являются насаждения типов леса БСП и СБВ, что связано со слабым развитием живого напочвенного покрова и подлеска. Доля сосняков, обеспеченных подростом в количестве, достаточном для естественного возобновления, составляет 45–88 % в зависимости от относительной полноты древостоев.

2. В условиях типа леса СВБ доля насаждений, обеспеченных подростом предварительной генерации, варьирует от 18 (при полноте 1,0) до 60 % (при полноте 0,5). При этом в высокополнотных сосняках СВБ в среднем накапливается больше подроста, чем в других типах леса – 1,8–2,7 тыс. шт./га.

3. Наименее обеспечены подростом типы леса ТРБ, СПР и СГРС, где естественному лесовосстановлению препятствуют: задернение почвы и густой подлесок (ТРБ), иссушение почвы степными видами растений (СПР) и периодическое переувлажнение (СГРС). Доля обеспеченных подростом насаждений в этих типах леса не превышает 25%.

4. Наибольшее среднее количество подроста при оптимальной полноте древостоев отмечено в следующих типах леса: ТРБ – 1,0 (1,4 тыс. шт./га); СВБ – 0,7 (2,7 тыс. шт./га); СБВ – 0,6 (2,5 тыс. шт./га); СБП – 0,5–0,6 (3,6 тыс. шт./га); СПР – 0,4–0,5 (1,6 тыс. шт./га); СГРС – 0,3 (0,8 тыс. шт./га).

5. В условиях Ракитовского лесничества в структуре проведенных МСЕВ преобладает минерализация 25–30 % поверхности почвы (84,5 % общей площади мероприятий), выполняемая трактором МТЗ-82 в агрегате с культиватором КЛБ-1,7 и плугом ПКЛ-70. На долю сохранения и ухода за подростом приходится соответственно 6,6 и 2,9 %. Доля площади комбинированных мер содействия – 6,0 %.

6. Основной объем МСЕВ (80,4 % площади) выполняется под пологом насаждений, что обусловлено их доминированием в структуре лесных земель. Наиболее интенсивно меры проводятся в условиях СВБ и ТРБ, где коэффициенты интенсивности составляют 1,88 и 2,28 соответственно. В СБП интенсивность в четыре раза ниже (0,49), что связано с высокой естественной обеспеченностью подростом.

7. Наиболее высокая результативность МСЕВ (удовлетворительное и хорошее возобновление на более чем 79 % площади) отмечена при сохранении подроста под пологом насаждений типов леса СБП и СВБ.

8. Эффективность минерализации поверхности почвы существенно варьирует в зависимости от типа леса, категории лесных земель и применяемого орудия. В насаждениях ТРБ положительный результат достигается не более чем на 31,2 % площади, в СВБ – до 36,2 %, тогда как в СБП – до 90,2 %.

9. В условиях степной зоны Алтайского края различия по приживаемости культур сосны обыкновенной, созданных сеянцами с открытой и закрытой корневой системой, статистически недостоверны. Средняя приживаемость по различным данным составляет от 39 до 65 %. При этом в лесостепной зоне приживаемость культур, созданных сеянцами с ОКС, выше, чем в степной.

10. Многократное дополнение несомкнувшихся культур более молодыми растениями снижает их средние таксационные показатели и задерживает перевод в земли, на которых расположены леса.

11. В условиях усиливающейся аридизации густота посадки 2–3 тыс. шт./га, применяемая при создании культур сеянцами с ЗКС, не обеспечивает нормативной густоты 2,5 тыс. шт./га. Для крупноплощадных гарей степной

зоны Алтайского края целесообразно либо увеличить проектную густоту посадки до 4–6 тыс. шт./га, либо отказаться от использования сеянцев с ЗКС.

12. Низкая приживаемость культур, созданных сеянцами с ЗКС, связана преимущественно с недостаточной глубиной размещения корневой системы сеянцев при посадке, деформацией корней, формированием поверхностной корневой системы и нарушениями технологии посадки.

13. Естественное возобновление сосны в условиях ленточных боров эффективно лишь вблизи к источникам обсеменения. На крупноплощадных гарях района исследований предпочтителен искусственный способ лесовосстановления.

14. При благоприятных погодных условиях в течение первых пяти лет после посадки лесные культуры сосны, созданные в условиях типа леса СБП, достигают средней высоты 0,9 м, достаточной для отнесения их к землям, на которых расположены леса. В годы с засушливой первой половиной вегетационного периода этот срок может увеличиваться до 8–9 лет.

15. Апробированная методика инвентаризации лесных культур с применением БВС показала удовлетворительную точность для растений возрастом 5 лет и старше. Для обследования более молодых культур следует снизить высоту полета до 30–40 м и проводить обследования в период отсутствия зеленой травянистой растительности.

16. Лесные культуры, созданные на вырубленных полосах ЧПР в условиях ТРБ, требуют регулярных агротехнических и лесоводственных уходов в течение первых 7–10 лет до формирования молодняков с преобладанием сосны обыкновенной.

17. Приживаемость лесных культур на вырубленных полосах ЧПР в условиях ТРБ не зависит от способа обработки почвы, однако естественное возобновление на минерализованных полосах шириной 2,7 м протекает интенсивнее по сравнению с бороздами шириной 0,7 м. Наибольший эффект отмечен на возвышенных элементах мезорельефа, где отсутствует интенсивное зарастание подлеском.

ГЛАВА 5. РОСТ И РАЗВИТИЕ САМОИЗРЕЖИВАЮЩИХСЯ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

5.1. Ход роста самоизреживающихся сосновых древостоев

Настоящее исследование продолжает работу по изучению хода роста самоизреживающихся сосновых древостоев различного происхождения, начатую в 2013 году (Маленко и др., 2014; Осипенко и др., 2017а; Осипенко, Залесов, 2017б; 2018а; Осипенко, 2020).

Таблицы хода роста (ТХР) подготовлены на основе данных, представленных в приложениях 7–12 настоящей диссертации и в приложениях 1–4 кандидатской диссертации (Осипенко, 2020). Кроме того, в выборки были включены древостои, подобранные в качестве контрольных (без проведения рубок) при изучении влияния рубок на сосновые древостои (приложение 13) и лесные культуры со средней высотой более 1,3 м из приложения 16. С целью экономии объема материалы кандидатской диссертации в настоящей работе не приводятся.

ПП под номерами 1–127 настоящей диссертации, как правило, были заложены в тех же кварталах и выделах, что и ПП кандидатской диссертации (нумерация сохранена). В большинстве случаев границы ПП были смещены, расширены или перенесены в другую часть выдела в силу различных причин: для увеличения объема выборки исследуемых деревьев, вследствие проведения рубок ухода после предыдущего обследования, а также из-за невозможности точно определить границы отдельных старых ПП. По этой причине данные повторного перечета могут расходиться с ранее полученными. Тем не менее большая часть ПП корректно отражает изменения, произошедшие в насаждениях за период с предыдущего обследования.

При составлении ТХР искусственных самоизреживающихся сосновых древостоев, произрастающих в условиях типа леса СБП, из общей совокупности данных (112 ПП) с использованием показателя G:H были отобраны 74 древостоя и распределены по трем классам густоты. Древостои разделены на три

условных класса: 1 – редкие, 2 – средней густоты, 3 – густые. Уравнения, полученные методом пошагового регрессионного анализа, представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Регрессионные уравнения для расчета таксационных показателей искусственных самоизреживающихся сосновых древостоев, произрастающих в условиях типа леса СБП

Показатель	Уравнение	Adj. R^2	δ, %	№
Относительная площадь сечения	$\ln(G:H) = -6{,}58 - 0{,}454\sqrt{A} + 2{,}11\ln(A) - 0{,}654\sqrt{K}$	0,957	± 10,1	5.1
Средняя высота	$\ln(H) = -0{,}233\sqrt{A} + 1{,}21\ln(A) + 0{,}302\ln(G:H)$	0,997	± 10,4	5.2
Средний диаметр	$\ln(D) = 3{,}09 + 0{,}238\ln(A) + 0{,}679\ln(G:H)$	0,967	± 5,5	5.3
Густота	$\ln(N) = -0{,}0156A + 1{,}34\ln(A) - 1{,}34\ln(G:H)$	0,999	± 10,7	5.4
Видовая высота	$\ln(HF) = -0{,}192\sqrt{A} + 0{,}948\ln(A) + 0{,}233\ln(G:H)$	0,997	± 7,2	5.5

Примечание: Adj. R^2 – скорректированный коэффициент детерминации; δ – средняя относительная ошибка аппроксимации; № - номер уравнения; К – класс густоты; А – средний возраст древостоя; G:H – относительная площадь сечения (здесь и далее).

Регрессионные уравнения, представленные в таблице 5.1, были использованы при разработке ТХР искусственных самоизреживающихся сосновых древостоев, произрастающих в условиях типа леса СБП (табл. 5.2). ТХР отражает три варианта динамики основных таксационных показателей древостоев, в зависимости от их густоты.

При построении использовались характеристики древостоев III–V классов бонитета. Это отразилось и в ТХР: в первые 20–50 лет древостои характеризуются III классом бонитета, в 30–80 – IV, а в 70–90 лет – V классом. Таким образом, с увеличением возраста самоизреживающихся сосняков типа леса СБП их класс бонитета снижается с III до V. При чем в более густых древостоях снижение происходит быстрее вследствие накопления значительного количества угнетенных деревьев.

Таблица 5.2 – Ход роста искусственных самоизреживающихся сосновых древостоев в условиях типа леса СБП

Возраст, лет	Растущая часть насаждения								Отпад			Общая производительность, $м^3$/га		
	Средние		Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Видовое число	Запас стволовой древесины, $м^3$/га	Изменение запаса, $м^3$/га		Количество стволов, шт./га	Запас стволов, $м^3$/га	Сумма запасов, $м^3$/га	Запас	Прирост	
	высота, м	диаметр, см					среднее	текущее					средний	текущий
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Класс густоты 1														
10	2,5	2,9	3158	1,7	0,801	3	0,3	–	2301	1	1	4	0,4	–
20	5,5	6,1	2143	6,2	0,662	23	1,2	2,0	1015	3	4	27	1,4	2,3
30	8,0	8,7	1851	11,6	0,602	56	1,9	3,3	292	2	6	62	2,1	3,5
40	10,0	10,9	1731	16,9	0,569	96	2,4	4,0	121	1	7	103	2,6	4,1
50	11,5	12,6	1674	21,3	0,548	134	2,7	3,8	56	1	8	142	2,8	3,9
60	12,5	13,8	1647	24,8	0,534	165	2,8	3,1	27	1	9	174	2,9	3,2
70	13,2	14,8	1635	27,1	0,524	188	2,7	2,3	12	0	9	197	2,8	2,3
80	13,7	15,4	1631	28,5	0,517	201	2,5	1,3	5	0	9	210	2,6	1,3
90	13,9	15,9	1629	29,0	0,512	207	2,3	0,6	1	0	9	216	2,4	0,6

Окончание таблицы 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Класс густоты 2														
10	2,3	2,4	4545	1,7	0,816	3	0,3	–	1300	1	1	4	0,4	–
20	5,1	5,0	3084	6,3	0,674	21	1,1	1,8	1461	4	5	26	1,3	2,2
30	7,4	7,3	2664	11,7	0,614	53	1,8	3,2	420	4	9	62	2,1	3,6
40	9,2	9,1	2490	17,1	0,580	91	2,3	3,8	174	3	12	103	2,6	4,1
50	10,6	10,4	2409	21,6	0,558	127	2,5	3,6	81	2	14	141	2,8	3,8
60	11,5	11,5	2371	25,0	0,544	157	2,6	3,0	39	1	15	172	2,9	3,1
70	12,2	12,3	2353	27,4	0,534	178	2,5	2,1	17	1	16	194	2,8	2,2
80	12,6	12,9	2346	28,8	0,527	191	2,4	1,3	7	0	16	207	2,6	1,3
90	12,8	13,2	2344	29,4	0,522	196	2,2	0,5	2	0	16	212	2,4	0,5
Класс густоты 3														
10	2,1	2,1	6009	1,8	0,828	3	0,3	–	554	1	1	4	0,4	–
20	4,8	4,4	4077	6,3	0,684	21	1,1	1,8	1931	5	6	27	1,4	2,3
30	6,9	6,3	3522	11,8	0,623	51	1,7	3,0	555	6	12	63	2,1	3,6
40	8,6	7,9	3292	17,2	0,588	87	2,2	3,6	230	4	16	103	2,6	4,0
50	9,9	9,1	3185	21,8	0,566	122	2,4	3,5	107	2	18	140	2,8	3,7
60	10,8	10,0	3134	25,3	0,551	151	2,5	2,9	51	1	19	170	2,8	3,0
70	11,4	10,7	3111	27,7	0,541	171	2,4	2,0	23	1	20	191	2,7	2,1
80	11,8	11,2	3102	29,1	0,534	184	2,3	1,3	9	0	20	204	2,6	1,3
90	12,0	11,5	3099	29,6	0,529	188	2,1	0,4	3	0	20	208	2,3	0,4

В V классе возраста наибольший средний диаметр и высота древостоев наблюдаются при низкой густоте, наименьшие – в густых насаждениях. Наибольший запас растущих деревьев и общая производительность древостоев накапливаются в редких древостоях. Сумма площадей сечений в древостоях разных классов густоты отличается незначительно.

Наибольшее среднее изменение и средний прирост запаса древесины наблюдаются во второй половине III класса возраста. Значения этих показателей варьируют в пределах 2,5–2,8 и 2,8–2,9 м^3/га в зависимости от класса густоты. Наибольшее текущее изменение и текущий прирост запаса древесины отмечены во второй половине II класса возраста. Значения этих показателей варьируют в пределах 3,6–4,0 и 4,0–4,1 м^3/га.

Наиболее интенсивный отпад деревьев по количеству стволов во всех классах густоты наблюдается в I классе возраста. Наибольший запас отпада наблюдается во второй половине II и в первой половине III классов возраста. Наибольшая сумма запасов отпада наблюдается в густых лесных культурах (20 м^3/га).

При составлении ТХР естественных самоизреживающихся сосновых древостоев, произрастающих в условиях типа леса СБП, общая совокупность данных (39 ПП) была поделена на три класса густоты при помощи показателя G:H. Однако из-за отсутствия в выборке отдельных возрастных категорий для первого и третьего класса густоты было принято решение составить ТХР только для второго класса густоты (среднегустотные). Для этой цели были отобраны 17 древостоев. Полученные регрессионные уравнения представлены в таблице 5.3.

Среднегустотные естественные древостои в условиях типа леса СБП уступают искусственным древостоям того же класса густоты по средним высоте и диаметру до III класса возраста, после чего начинают их превосходить. Аналогичная тенденция характерна для суммы площадей сечений, запаса растущей части и общей производительности насаждения. Данная закономер-

ность объясняется тем, что естественные молодняки в условиях ленточных боров формируются преимущественно из подроста предварительной генерации на рединах, возникших в результате группово-выборочных рубок или специализированых рубок ухода. Следовательно, в первые 1–3 десятилетия деревья сосны естественного происхождения могут быть угнетены материнским пологом до рубки и (или) оставленными на рединах крупными деревьями старшего возраста после рубки. Также отличительной чертой естественных древостоев является значительно более высокая стартовая густота: количество самосева на одном гектаре может достигать нескольких десятков тысяч штук (Парамонов и др., 2000; Залесов и др., 2023).

Таблица 5.3 – Регрессионные уравнения для расчета таксационных показателей естественных самоизреживающихся сосновых древостоев, произрастающих в условиях типа леса СБП

Показатель	Уравнение	Adj. R^2	δ, %	№
Относительная площадь сечения	$G{:}H = 0{,}0330\sqrt{A} - 0{,}0443\ln(A)$	0,996	± 8,8	5.6
Средняя высота	$\ln(H) = 1{,}20\ln(A) - 5{,}11\sqrt{A} + 0{,}429\ln(G{:}H)$	0,999	± 4,5	5.7
Средний диаметр	$\ln(D) = -0{,}0054A + 0{,}905\ln(A) + 0{,}397\ln(G{:}H)$	0,999	± 2,5	5.8
Густота	$\ln(N) = 10{,}02 - 7{,}35\sqrt{G{:}H}$	0,973	± 7,5	5.9
Видовая высота	$HF = 0{,}703 + 0{,}122\sqrt{A} + 0{,}383\ln(H)$	0,988	± 3,4	5.10

ТХР естественных самоизреживающихся сосновых древостоев, произрастающих в условиях типа леса СБП, представлены в таблице 5.4. Описываемые сосняки соответствуют IV классу бонитета на всех возрастных этапах, представленных в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Ход роста естественных самоизреживающихся сосновых древостоев в условиях типа леса СБП

Возраст, лет	Растущая часть насаждения								Отпад			Общая производительность, $м^3$/га		
	Средние		Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Видовое число	Запас стволовой древесины, $м^3$/га	Изменение запаса, $м^3$/га		Количество стволов, шт./га	Запас стволов, $м^3$/га	Сумма запасов, $м^3$/га	Запас	Прирост	
	высота, м	диаметр, см					среднее	текущее					средний	текущий
20	3,2	2,5	9279	4,4	0,892	13	0,6	–	–	2	2	15	0,7	–
30	5,5	4,6	6345	10,3	0,746	42	1,4	3,0	2934	5	7	49	1,6	3,5
40	7,6	6,6	4746	16,1	0,668	81	2,0	3,9	1599	7	14	95	2,4	4,6
50	9,5	8,6	3744	21,1	0,621	124	2,5	4,3	1002	8	22	146	2,9	5,1
60	11,2	10,5	3059	25,4	0,589	168	2,8	4,4	684	9	31	199	3,3	5,3
70	12,9	12,2	2564	28,8	0,567	210	3,0	4,2	495	9	40	250	3,6	5,1
80	14,4	13,8	2191	31,7	0,550	251	3,1	4,0	374	10	50	301	3,8	5,0
90	15,8	15,2	1900	34,0	0,538	289	3,2	3,8	291	10	60	349	3,9	4,8
100	17,1	16,6	1668	35,8	0,529	324	3,2	3,5	232	10	70	394	3,9	4,5
110	18,4	17,7	1479	37,2	0,522	357	3,2	3,3	189	10	80	437	4,0	4,3
120	19,5	18,8	1322	38,4	0,517	387	3,2	3,0	157	10	90	477	4,0	4,0

Более выраженная размерная дифференциация деревьев в естественных насаждениях приводит к усиленной внутривидовой конкуренции, вследствие чего интенсивность самоизреживания в них выше, чем в искусственных (Vospernik, Sterba, 2015; Wang et al., 2017). Повышенная начальная густота и более интенсивное самоизреживание в естественных сосняках обусловливают накопление запаса мертвой древесины, который превышает соответствующий показатель в среднегустотных искусственных древостоях в 5,6 раза. К концу IV класса возраста густота естественных сосняков становится меньше густоты искусственных древостоев второго класса густоты.

Для составления ТХР искусственных самоизреживающихся сосновых древостоев, произрастающих в условиях типа леса СВБ, из числа обследованных насаждений (37 ПП) к одному естественному ряду было отнесено 16 древостоев. Как и в предыдущей выборке, составить полный возрастной ряд для редких и густых древостоев не удалось, поэтому следующая ТХР отражает ход роста среднегустотных насаждений. Регрессионные уравнения, на основании которых была составлена ТХР, приведены в таблице 5.5, а непосредственно ТХР – в таблице 5.6.

Таблица 5.5 – Регрессионные уравнения для расчета таксационных показателей искусственных самоизреживающихся сосновых древостоев, произрастающих в условиях типа леса СВБ

Показатель	Уравнение	Adj. R^2	δ, %	№
Относительная площадь сечения	$G{:}H = 1{,}96 \times 10^{-7}A^3 + 0{,}0296\ln(A)$	0,994	± 7,4	5.11
Средняя высота	$\ln(H) = 0{,}695\ln(A)$	0,998	± 7,9	5.12
Средний диаметр	$\ln(D) = 1{,}98G{:}H + 0{,}623\ln(A)$	0,999	± 4,8	5.13
Густота	$\ln(N) = 9{,}23 - 5{,}32\sqrt{G{:}H}$	0,910	± 10,6	5.14
Видовая высота	$\ln(HF) = -0{,}00731A + 0{,}0482H + 0{,}431\ln(A)$	0,999	± 2,3	5.15

Таблица 5.6 – Ход роста искусственных самоизреживающихся сосновых древостоев в условиях типа леса СВБ

Возраст, лет	Растущая часть насаждения								Отпад			Общая производительность, $м^3$/га		
	Средние		Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Видовое число	Запас стволовой древесины, $м^3$/га	Изменение запаса, $м^3$/га		Количество стволов, шт./га	Запас стволов, $м^3$/га	Сумма запасов, $м^3$/га	Запас	Прирост	
	высота, м	диаметр, см					среднее	текущее					средний	текущий
10	5,0	4,6	3445	7,2	0,642	23	2,3	–	1373	2	2	25	2,5	–
20	8,0	7,2	2911	13,1	0,576	61	3,1	3,8	533	3	5	66	3,3	4,1
30	10,6	9,5	2585	18,5	0,545	107	3,6	4,6	327	4	9	116	3,9	5,0
40	13,0	11,7	2287	23,7	0,526	162	4,1	5,5	298	6	15	177	4,4	6,1
50	15,2	13,8	1980	28,7	0,512	223	4,5	6,1	307	10	25	248	5,0	7,1
60	17,2	16,1	1666	33,5	0,501	289	4,8	6,6	314	15	40	329	5,5	8,1
70	19,2	18,8	1359	37,6	0,491	354	5,1	6,5	307	20	60	414	5,9	8,5
80	21,0	21,9	1074	40,7	0,482	413	5,2	5,9	284	24	84	497	6,2	8,3
90	22,8	25,7	825	42,3	0,473	458	5,1	4,5	250	22	106	564	6,3	6,7
100	24,6	30,7	616	42,3	0,465	484	4,8	2,6	209	20	126	610	6,1	4,6

Таксационные показатели древостоев, представленные в ТХР, соответствуют I классу бонитета (в возрасте 10–20 лет) и II классу бонитета (в возрасте 30–100 лет).

При сравнении среднегустотных лесных культур типов леса СВБ и СБП установлено, что в первые 30 лет роста самоизреживание древостоев протекает с сопоставимой интенсивностью. Однако в последующие возрастные периоды количество и запас отпавших деревьев в условиях СВБ значительно выше. Это подтверждает положение о том, что предельная густота самоизреживающихся древостоев возрастает при ухудшении лесорастительных условий (Лосицкий, Чуенков, 1980; Залесов и др., 2002).

Возраст кульминации запаса отпада в лесных культурах второго класса густоты типа леса СБП наступил в начале II класса возраста, а в СВБ – во второй половине IV класса возраста, что также объясняется ухудшением лесорастительных условий и соответствует закономерностям, описанным в общесоюзных нормативах (1992). Также подтвердилось, что с ухудшением условий местопроизрастания значения средних высот и диаметров, сумм площадей сечений, запасов растущей части, прироста и общей производительности уменьшаются, а видовых чисел - увеличиваются.

Однако не подтвердилось положение о том, что возраст количественной спелости (точка пересечения значений среднего и текущего приростов) повышается с ухудшением лесорастительных условий. В лесных культурах типа леса СВБ он наступил в V классе возраста, а в условиях СБП, несмотря на более жесткие лесорастительные условия, древостои достигли технической спелости в IV классе возраста. Причины такого явления на основании имеющихся данных выявить не удалось, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований для уточнения закономерностей достижения технической спелости сосновыми древостоями в разных типах леса района исследований.

При составлении ТХР естественных самоизреживающихся сосновых древостоев, произрастающих в условиях типа леса СВБ, из 29 обследованных древостоев к одному естественному ряду было отнесено 17. Регрессионные

уравнения, использованные для построения ТХР представлены в таблице 5.7, а ТХР – в таблице 5.8.

Таблица 5.7 – Регрессионные уравнения для расчета таксационных показателей естественных самоизреживающихся сосновых древостоев, произрастающих в условиях типа леса СВБ

Показатель	Уравнение	Adj. R^2	δ, %	№
Относительная площадь сечения	$\ln(G:H) = -29{,}1 - 0{,}0622A + 7{,}12\ln(A) + 95{,}4/A$	0,991	± 3,4	5.16
Средняя высота	$\ln(H) = -0{,}336\sqrt{A} + 1{,}57\ln(A) + 0{,}452\ln(G:H)$	0,999	± 3,8	5.17
Средний диаметр	$\ln(D) = 0{,}846\ln(A) + 0{,}345\ln(G:H)$	0,999	± 4,6	5.18
Густота	$\ln(N) = 5{,}63 - 0{,}804\ln(G:H)$	0,962	± 5,8	5.19
Видовая высота	$\ln(HF) = 0{,}00584\ln(H)$	0,999	± 2,8	5.20

Проведенное сравнение таксационных характеристик показало наличие принципиальных различий в динамике роста искусственных и естественных самоизреживающихся сосняков в условиях типа леса СВБ. Установлено, что характер формирования древостоев и темпы их роста существенно зависят от происхождения насаждений. На ранних стадиях развития (до 30–40 лет) искусственные древостои характеризуются значительно более высокими показателями высоты и диаметра. При возрасте 20 лет высота лесных культур составляет 8,0 м, тогда как в естественных древостоях она достигает лишь 3,6 м. Аналогичная закономерность наблюдается и для среднего диаметра, что свидетельствует об ускоренном росте лесных культур в молодом возрасте, что обусловлено оптимальной исходной густотой, одновозрастностью и более низкой или отсутствующей конкуренцией со стороны деревьев старших возрастных поколений.

Таблица 5.8 – Ход роста естественных самоизреживающихся сосновых древостоев в условиях типа СВБ

Возраст, лет	Растущая часть насаждения								Отпад			Общая производительность, $м^3$/га		
	Средние		Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Видовое число	Запас стволовой древесины, $м^3$/га	Изменение запаса, $м^3$/га		Количество стволов, шт./га	Запас стволов, $м^3$/га	Сумма запасов, $м^3$/га	Запас	Прирост	
	высота, м	диаметр, см					среднее	текущее					средний	текущий
20	3,6	2,9	8434	4,4	0,754	12	0,6	–	–	3	3	15	0,8	–
30	6,6	5,2	4894	9,3	0,660	41	1,4	2,9	3540	10	13	54	1,8	3,9
40	10,5	8,3	2943	16,5	0,597	103	2,6	6,2	1951	23	36	139	3,5	8,5
50	14,4	11,8	1983	25,1	0,557	201	4,0	9,8	960	36	72	273	5,5	13,4
60	18,0	15,6	1486	33,5	0,530	320	5,3	11,9	497	46	118	438	7,3	16,5
70	20,8	19,4	1216	40,8	0,514	436	6,2	11,6	270	41	159	595	8,5	15,7
80	22,7	22,9	1071	45,9	0,504	526	6,6	9,0	146	31	190	716	9,0	12,1
90	23,7	26,1	1000	48,6	0,499	575	6,4	4,9	70	18	208	783	8,7	6,7
100	23,8	28,7	982	49,0	0,499	581	5,8	0,6	18	5	213	794	7,9	1,1

По мере перехода к средневозрастному состоянию различия между древостоями разного происхождения постепенно уменьшаются. В возрасте 40–60 лет значения средних высоты и диаметра в искусственных и естественных насаждениях становятся близкими, а к 80–100 годам практически выравниваются. Таким образом, преимущества искусственных самоизреживающихся древостоев по основным таксационным показателям носят временный характер и наиболее выражены в молодом возрасте.

Динамика изменения густоты древостоев указывает на различную интенсивность процессов самоизреживания. Естественные древостои формируются при существенно большей исходной густоте (более 8 тыс. шт./га), что приводит к усиленной внутривидовой конкуренции между деревьями и, как следствие, к ускоренному снижению количества стволов с возрастом. В лесных культурах в 20-летнем возрасте густота в 2,9 раза ниже, что обеспечивает более благоприятные условия для роста.

В старших возрастах преимущество по сумме площадей сечений и запасу древесины переходит к естественным древостоям. К 80–100 годам они формируют большую площадь сечения (до 49 $м^2$/га против 42,3 $м^2$/га в искусственных) и больший запас древесины (до 581 $м^3$/га против 484 $м^3$/га). Однако следует учитывать, что эта разница может быть обусловлена не только естественными различиями темпов роста, но и ограничениями точности полученных ТХР, вследствие малого количества обследованных лесных культур возрастом старше 90 лет.

Следует отметить, что таблицы хода роста отражают усредненные траектории развития древостоев. Индивидуальные траектории роста конкретных насаждений района исследований могут существенно отклоняться от представленных средних значений, поскольку на рост и развитие естественных и искусственных самоизреживающихся сосняков влияет широкий комплекс природных факторов: тип леса, мезо- и микрорельеф, условия конкуренции за свет и влагу, характер размещения растений по площади лесного участка и другие факторы. Учет всего спектра этих факторов в рамках составления ТХР

методически затруднен и практической необходимости не имеет.

Подробное сравнение хода роста исследуемых древостоев по среднему диаметру, средней высоте и запасу растущей части насаждений с материалами лесоустройства, с общей таблицей нормальных сосновых насаждений (Общесоюзные нормативы…, 1992), с таблицами хода роста полных сосновых древостоев в ленточных борах Юга Сибири (Швиденко и др., 2008), хода роста культур сосны северных областей Казахстана и полных сосновых древостоев в мелкосопочнике Казахстана (Макаренко и др., 1980; 2016), а также с данными статей, посвященных сосновым древостоям ленточных боров (Маленко, Эбель, 2008; Парамонов и др., 2008; Маленко, Усольцев, 2009; Маленко и др., 2015; Данчева, Залесов, 2016а; 2016б, 2017; Елизаров, Маленко, 2017; Кривошеева и др., 2017), было выполнено в рамках кандидатской диссертации (Осипенко, 2020). Поскольку в настоящем исследовании исходные данные о растущей части насаждений были уточнены лишь незначительно, повторное детальное сравнение с перечисленными материалами не приводится. Основные выводы, сформулированные ранее, сохраняют свою актуальность и полностью применимы к анализируемым ТХР.

Сравнение хода роста исследуемых древостоев с известными нормативными материалами показывает, что в условиях типа леса СБП искусственные самоизреживающиеся сосняки характеризуются заметным накоплением отстающих в росте деревьев. Это приводит к занижению средних диаметров и высот в старших возрастных классах, однако их запас в целом соответствует запасу модальных древостоев. В условиях типа леса СВБ самоизреживание протекает интенсивнее, вследствие чего средние размеры деревьев приближаются к значениям модальных древостоев, но запас таких насаждений оказывается существенно выше.

Сопоставление с различными таблицами хода роста показало, что таблица нормальных сосновых насаждений В.В. Загреева согласуется с параметрами естественных древостоев, но неприменима к искусственным самоизреживающимся древостоям.

Таблицы хода роста, предложенные другими авторами для ленточных боров и регионов со схожими природно-климатическими условиями, отражают отдельные аспекты динамики, но в целом не описывают ход роста самоизреживающихся древостоев определенного происхождения и типа леса. Наиболее близкие к нашим данным результаты представлены в таблице хода роста полных сосняков мелкосопочника Казахстана, что позволяет рекомендовать ее для практического использования при планировании мероприятий в самоизреживающихся сосняках района исследований. Наблюдаемые отличия от данных других авторов объясняются меньшей густотой исследованных древостоев.

В исследованных сосняках значительная часть запаса древесины переходит в отпад. В связи с этим учет сухостоя и валежа приобретает особое значение, поскольку они могут служить важными индикаторами состояния насаждений. Данные об отпаде позволяют более точно оценивать структуру древостоя, выявлять особенности динамики самоизреживания и корректно интерпретировать результаты полевых обследований, что обеспечивает надежную основу для научного анализа состояния насаждений. Кроме того, показатели отпада могут использоваться в качестве технического инструмента для проверки качества ТХР (Общесоюзные нормативы…, 1992).

Полученные результаты наглядно отражают различия в формировании естественных и искусственных древостоев и подтверждают необходимость учета начальной густоты, происхождения и динамики самоизреживания при оценке их продуктивности и хода роста.

5.2. Качественные характеристики деревьев сосны в самоизреживающихся сосновых древостоях

Несмотря на то, что классификация Крафта традиционно применяется к приспевающим и спелым хвойным насаждениям, в настоящей диссертации предпринята попытка ее использования также для молодняков и средневозрастных древостоев. Это решение обосновано тем, что исследуемые сосняки

характеризуются относительно высокой первоначальной густотой (до 10 тыс. шт./га), которая уже в первом классе возраста формирует устойчивую конкуренцию за свет и инициирует раннее самоизреживание. В этих условиях в насаждениях отчетливо проявляется вертикальная дифференциация деревьев, выражающаяся в выделении доминирующих и угнетенных экземпляров (Мерзленко и др., 2024). Данная закономерность наблюдается как в культурах, так и в естественных молодняках, что позволяет корректно использовать элементы классификации Крафта для оценки формирующейся структуры древостоев. Результаты оценки деревьев в обобщенном виде с распределением по классам возраста показаны на рисунке 5.1.

Для оценки различий в распределении деревьев по классам Крафта между разными типами леса (СБП и СВБ) и происхождением насаждений (естественные и искусственные) был применен *U*-критерий Манна–Уитни для независимых выборок и критерий Краскела–Уоллиса. Результаты анализа показали, что статистически значимых различий между группами по распределению деревьев в классах Крафта не выявлено ($p > 0,05$ для всех сравнений). Это свидетельствует о том, что в пределах первых пяти классов возраста в исследуемых типах леса структура древостоев по классам Крафта остается сопоставимой, независимо от происхождения и типа леса, по крайней мере для имеющихся данных, рассмотренных в обобщенном виде.

В исследуемых сосняках наблюдается устойчивая тенденция к увеличению доли угнетенных деревьев при переходе от I к III классу возраста (рис. 5.2), что отражает естественный процесс усиления конкуренции по мере смыкания полога. В старших классах возраста доля угнетенных деревьев стабилизируется либо умеренно снижается. Искусственные древостои демонстрируют более сглаженную динамику и меньшую амплитуду колебаний, что объясняется более равномерным размещением деревьев при создании культур. Максимальные значения зафиксированы для типов леса СБП и СВБ в III и IV классах возраста – 30,0 и 34,1 %.

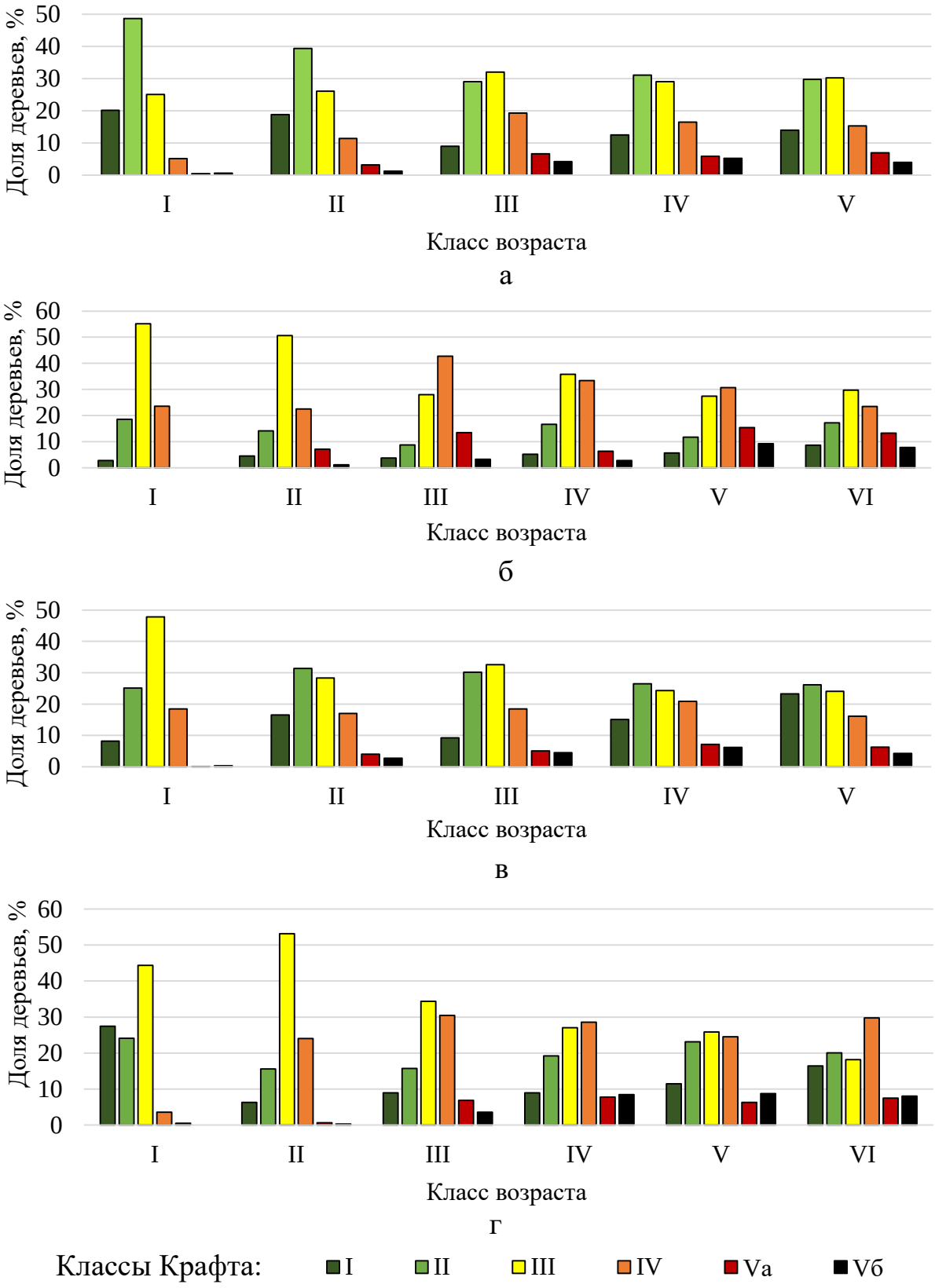


Рисунок 5.1 – Распределение деревьев по классам возраста и классам Крафта в сосновых насаждениях: а – искусственные, СБП; б – естественные, СБП; в – искусственные, СВБ; г – естественные, СВБ

Естественные древостои характеризуются более высокой долей угнетенных деревьев и большей вариабельностью динамики их накопления. Максимальные значения для них зафиксированы в условиях СБП и СВБ в III и VI классах возраста – 59,5 и 45,3 % соответственно. В условиях типа леса СВБ накопление угнетенных деревьев начинается раньше, что связано с более быстрым ростом деревьев вследствие лучших лесорастительных условий.

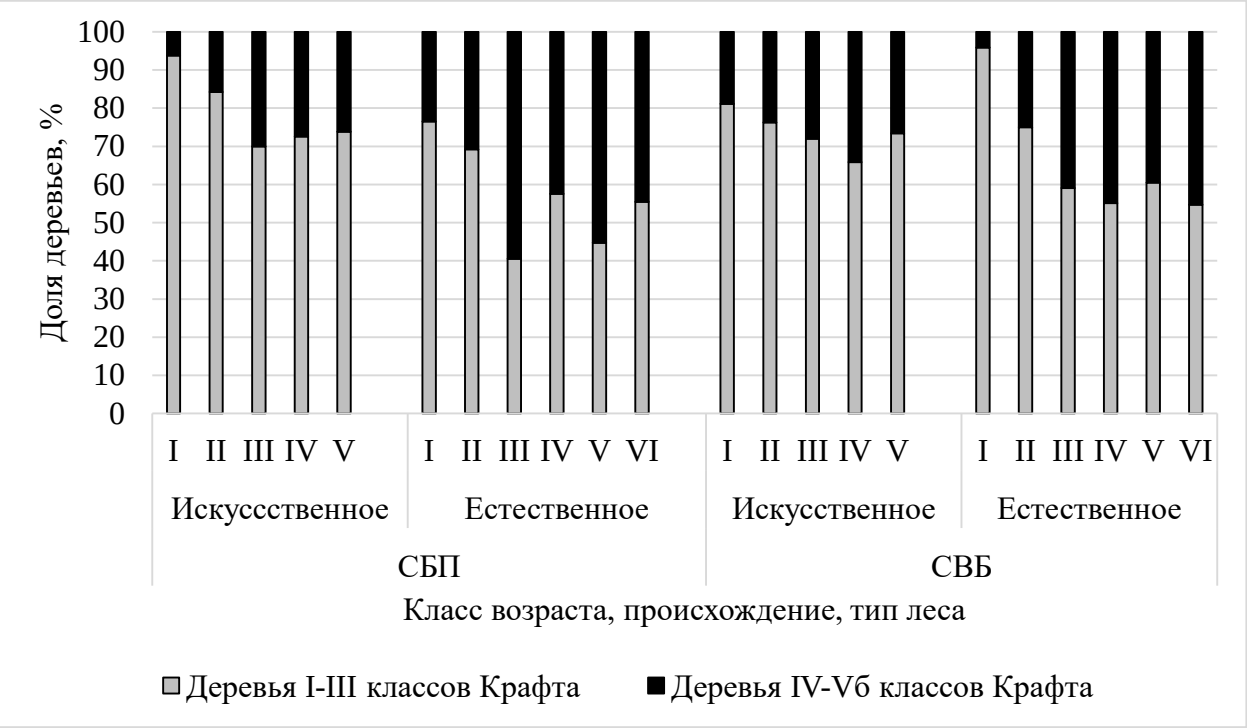


Рисунок 5.2 – Соотношение доминирующих и угнетенных деревьев в самоизреживающихся сосняках разных типов леса, происхождения и классов возраста

Для проверки наличия статистически значимых различий в накоплении угнетенных деревьев между четырьмя независимыми группами (естественные сосняки СБП; искусственные СБП; естественные СВБ; и искусственные СВБ) был применен критерий Краскела–Уоллиса. По результатам анализа значение статистики составило $H = 4{,}92$ при числе степеней свободы $df = 3$, асимптотическая значимость $p = 0{,}178$. Поскольку полученное значение p превышает принятый порог значимости ($p > 0{,}05$), нулевая гипотеза о равенстве распределений между выборками не отклоняется. Следовательно, различия между

группами не достигают статистически значимого уровня, и наблюдаемая вариация показателя может быть обусловлена случайными факторами.

Распределение угнетенных деревьев в исследуемых сосняках I–V классов возраста (в обобщенном виде) показано на рисунке 5.3. На диаграмме прямоугольником показаны центральные 50 % значений, горизонтальная линия внутри прямоугольника соответствует медиане, а «усы» отражают диапазон вариации.

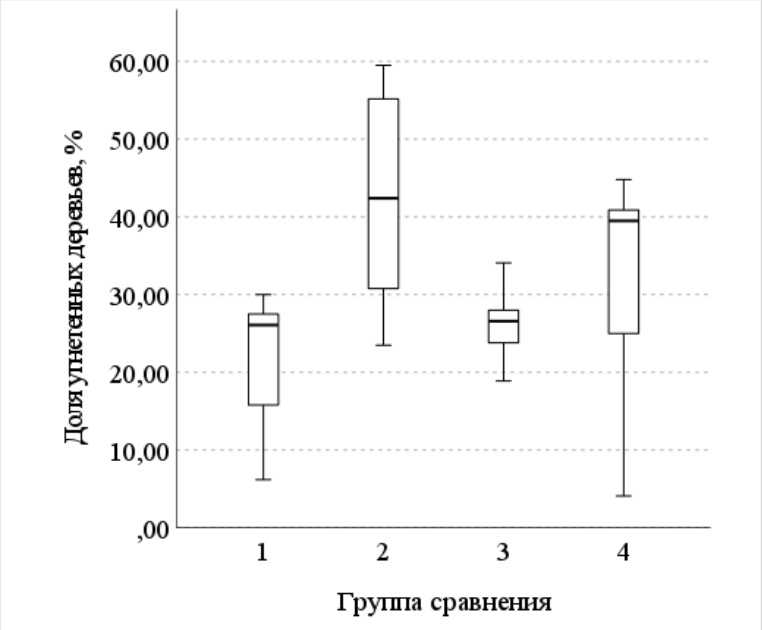
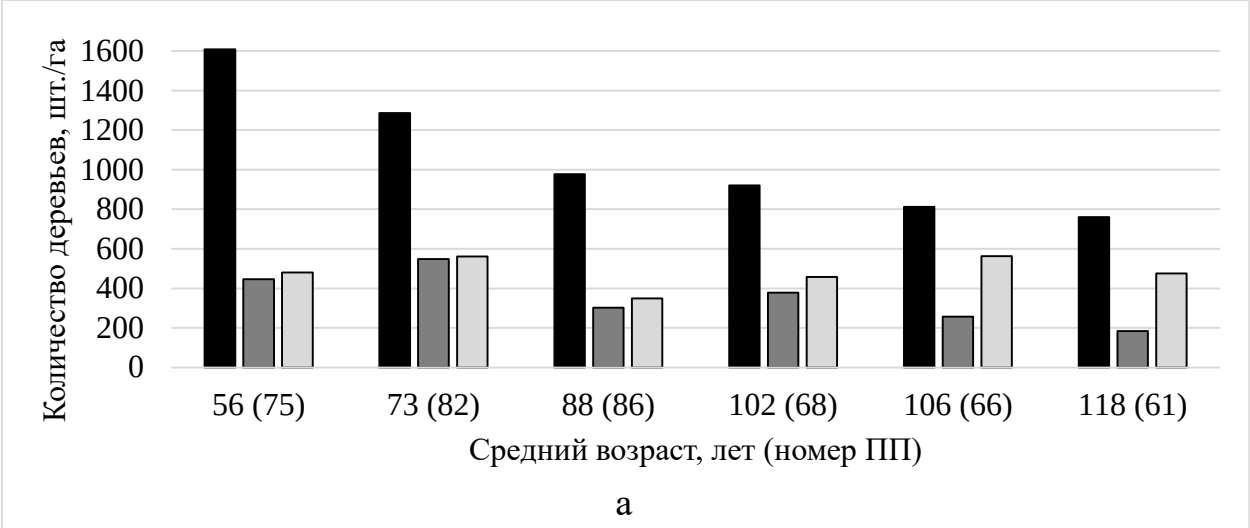
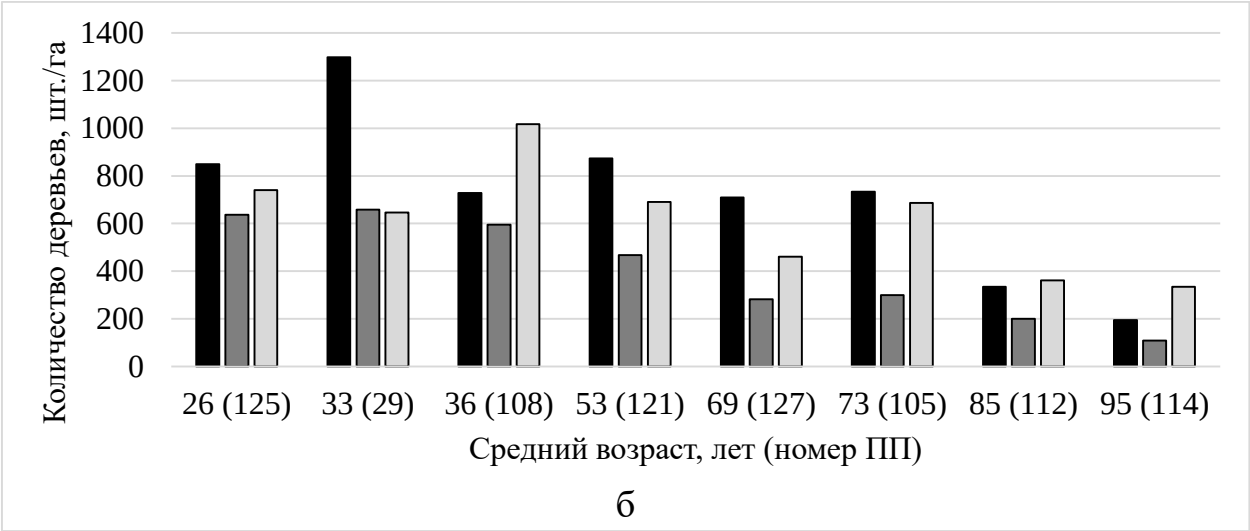


Рисунок 5.3 – Распределение доли угнетенных деревьев (IV-Vб классов Крафта) по группам сравнения: 1 – искусственные сосняки СБП; 2 – естественные сосняки СБП; 3 – искусственные сосняки СВБ; 4 – естественные сосняки СВБ

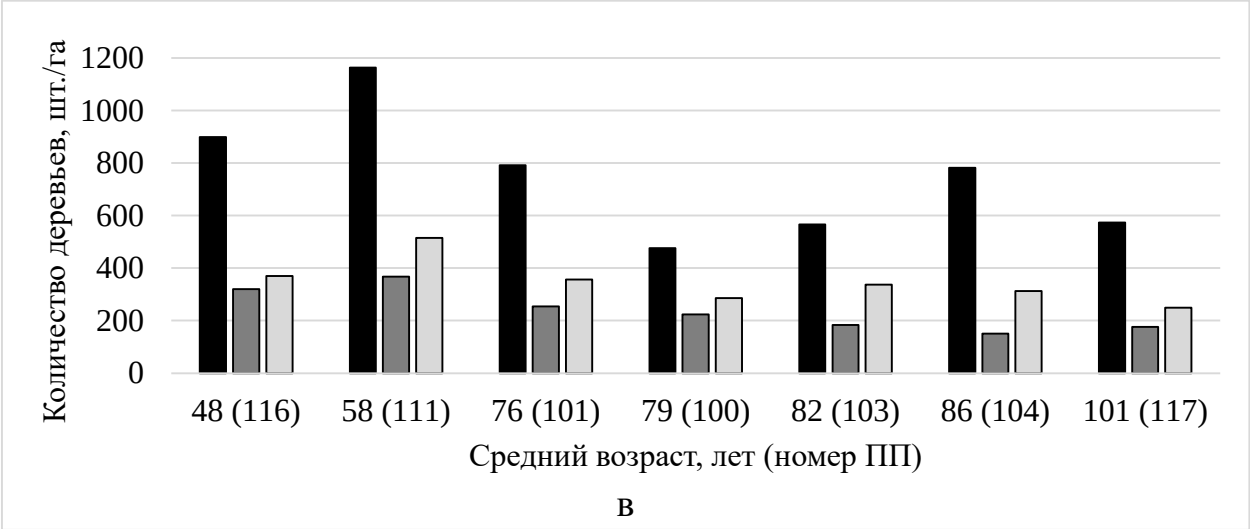
Помимо классов Крафта для деревьев на части ПП (61 шт.), заложенных в 2022-2025 гг., были определены качественные характеристики (Чибисов и др., 2004; Захаров, Чибисов, 2013). Распределение деревьев по ступеням толщины и категориям качества в естественных сосняках типа леса СБП, искусственных сосняках типа леса СВБ и естественных сосняках типа леса СВБ приведено в приложениях 18–20, а в обобщенном виде (без учета ступеней толщины) – на рисунке 5.4. В приложениях и на рисунке представлены данные по ряду насаждений, относимых к одному естественному ряду роста и развития.



а



б



в

Условные обозначения: ■ – плохое; ■ – среднее; □ – хорошее

Рисунок 5.4 – Распределение деревьев по классам качества в самоизреживающихся сосняках: а – естественные, СБП; б – искусственные, СВБ; в – естественные, СВБ

Данные рисунка 5.4 показывают, что в естественных сосняках III–IV классов возраста и в искусственных сосняках II–V классов возраста снижение густоты древостоя происходит преимущественно за счет деревьев категории «плохое». В естественных сосняках СБП и в искусственных сосняках СВБ доля деревьев хорошего качества увеличивается (с 19 до 34 % и с 33 до 52 % соответственно). В естественных сосняках СВБ этот показатель остается относительно стабильным, изменяясь в пределах от 23 до 31 %.

Доля деревьев категории «плохое» в естественных сосняках типа леса СБП сокращается с 63 % в III классе возраста до 54 % в VI классе возраста. В искусственных насаждениях типа леса СВБ данный показатель уменьшается в среднем с 40 % в III классе возраста до 31 % в V классе возраста. В естественных древостоях типа леса СВБ III–VI классов возраста доля плохих деревьев остается относительно стабильной, варьируя в пределах 48–63 %.

На основании полученных данных, а также литературных источников (Морозов, 1912; Кобранов, 1930; Огиевский, Хиров, 1964; Родин, 1979; Мелехов, 1980; Писаренко, Мерзленко, 1990; Редько, Бабич, 1994; Мерзленко, Бабич, 2002; 2011; 2020; Луганский и др., 2010б; Иванова, 2024) для самоизреживающихся культур сосны обыкновенной были выделены примерные возрастные границы фаз роста и развития самоизреживающихся лесных культур в условиях типов леса СБП и СВБ.

Фаза приживания в условиях типа леса СБП была увеличена до 5 лет, поскольку лесные культуры в данном типе леса часто подвергаются многократному дополнению. В результате к моменту отнесения земель, на которых расположены леса, средний биологический возраст культивируемых растений может быть на 1–2 года меньше возраста первоначально посаженных.

Границы фазы приспевания установлены с учетом возраста рубки: для сосняков II класса бонитета и выше (тип леса СВБ) – 101–120 лет; для сосняков III класса бонитета и ниже (тип леса СБП) – 121–140 лет (Об установлении возрастов…, 2015).

Таблица 5.9 – Примерные возрастные границы фаз роста и развития самоизреживающихся лесных культур в условиях типов леса СБП и СВБ

Фаза роста и развития	Возрастной интервал, лет		Характерные признаки
	СБП	СВБ	
Приживания	1–5	1–3	Усиленный рост корневой системы; интенсивный отпад культивируемых растений; при необходимости проводится дополнение лесных культур
Индивидуального роста	6–10	4–10	Кроны деревьев не соприкасаются; интенсивный рост по высоте и диаметру; проявляется первичная дифференциация растений по высоте
Смыкания	11–20	11–20	Кроны деревьев смыкаются в рядах; интенсивный рост по диаметру и высоте; начинается отмирание нижних ветвей и самоизреживание в результате конкуренции за свет; текущий прирост по диаметру достигает пика и начинает снижаться
Чащи	21–30	21–30	Кроны деревьев смыкаются в междурядьях; интенсивное самоизреживание; начинает снижаться текущий прирост по высоте; начинается очистка стволов от сучьев
Жердняка	31–50	31–40	Текущие приросты деревьев по высоте стабилизируются, а по диаметру – постепенно снижаются; продолжается интенсивное самоизреживание и очистка стволов от нижних ветвей и сучьев; наблюдается четкая дифференциация угнетенных и доминирующих деревьев по высоте и диаметру
Формирования стволов	51–100	41–80	Текущий прирост деревьев по диаметру стабилизируется и начинает увеличиваться, а текущий прирост по высоте уменьшается; снижается конкуренция и замедляются процессы самоизреживания
Приспевания	101–120	81–100	Приросты по высоте и диаметру начинают снижаться; происходит расширение крон и перераспределение пространства в пользу доминирующих деревьев; формируется зрелая структура древостоя

Следует отметить, что установленные границы фаз роста и развития характеризуют среднегустотные сосновые насаждения, отнесенные в рамках настоящей работы к одному естественному ряду. При этом они могут сдвигаться в широких пределах в зависимости от технологии создания и густоты лесных культур, почвенно-климатических и погодных условий, а также проведенных лесохозяйственных мероприятий и иных факторов.

5.3. Характеристика живого напочвенного покрова под пологом самоизреживающихся сосновых древостоев

Характеристики живого напочвенного покрова (ЖНП) определялись на пробных площадях, заложенных в искусственных и естественных сосновых насаждениях, несомкнувшихся лесных культурах и на участках, не покрытых лесом, в условиях типов леса СБП, СВБ и ТРБ (табл. 5.10).

Таблица 5.10 – Распределение пробных площадей, на которых изучался живой напочвенный покров, по типам леса, происхождению и возрасту древесной растительности

Средний возраст деревьев, лет	Искусственные сосняки и несомкнувшиеся лесные культуры			Естественные сосняки и контрольные участки		
	СБП	СВБ	ТРБ	СБП	СВБ	ТРБ
1–20	150, 158, **159**	–	–	Р1, **Р2**, Р3	**Р4**, Р5, Р6	**Р7**, Р8, Р9
21-40	32, 40, **56**	93, **108**, 125	–	62, 67, **73**	**94**	–
41-60	46, **47**, 48, **99**	113, 115	–	**70**, **71**, 74	**111**, 116	–
61–80	34, **35**, 36	**95**, 97, 105	**161**	69, **82**, 83	98, 100, **101**	**162**
81–100	17, **26**, **50**	112, **114**	–	**60**, 86	103, 104, **118**	–
101 и более	–	–	–	64, 66, **68**	96, 106, **117**	–

Примечание: полужирным шрифтом выделены пробные площади, на которых проводилась оценка надземной фитомассы живого напочвенного покрова

Характеристика древостоев и несомкнувшихся лесных культур на пробных площадях, приведенных в таблице 5.10, представлена в таблицах 4.15, 5.11 и 5.12, а также в приложениях 7–12 и 16.

Таблица 5.11 – Местоположение сосновых насаждений типа леса ТРБ, в которых изучался живой напочвенный покров

№ ПП	Координаты GPS	Участковое лесничество	№ квартала	№ выдела	Мезорельеф
161	51°28.487' 080°43.485'	Ракитовское	125	24	Ровный
162	51°28.126' 080°42.051'	Ракитовское	124	52	Ровный

Таблица 5.12 – Таксационная характеристика сосняков типа леса ТРБ

№ ПП	Элемент леса	Класс бонитета	Средние			Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Относительная полнота	Запас древостоя, $м^3$/га
			Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см				
161	10С	Iа	72	26,2	30,5	412	30,0	0,63	345
	+Б		50	15,8	14,6	81	1,4	0,04	11
162	10С	II	78	21,2	20,4	1349	44,2	1,17	436
	+Б		25	10,2	7,7	194	0,9	0,04	6

Контрольными участками являются ПП Р1–Р9, заложенные на лесных участках, не покрытых лесом (табл. 5.13). Общее представление о растительности контрольных участков можно получить по рисункам 5.5–5.7.

Таблица 5.13 – Местоположение и характеристика участков не покрытых лесом участков, на которых изучался живой напочвенный покров

№ ПП	Координаты GPS	Тип леса	Характеристика
Р1	51°26.283' 080°33.847'	СБП	Прогалина
Р2	51°26.705' 080°33.695'	СБП	Прогалина
Р3	51°23.136' 080°19.053'	СБП	Гарь 1997 г., склон холма
Р4	51°25.917' 080°38.078'	СВБ	Прогалина, бывшая пашня
Р5	51°24.979' 080°35.822'	СВБ	Прогалина
Р6	51°27.496' 080°39.665'	СВБ	Противопожарный разрыв
Р7	51°29.353' 080°43.586'	ТРБ	Прогалина
Р8	51°28.113' 080°42.071'	ТРБ	Заброшенный сенокос
Р9	51°28.308' 080°37.099'	ТРБ	Заброшенный сенокос



Рисунок 5.5 – Прогалина в условиях типа леса СБП (ПП Р2)



Рисунок 5.6 – Прогалина в условиях типа леса СВБ (ПП Р4)

Перечень видов травянистых растений, зафиксированных в ЖНП, с указанием встречаемости и латинского названия, приведен в приложениях 21–25.

В естественных сосняках типа леса СБП наибольшую встречаемость имеют осока приземистая (*Carex supina* Willd. ex Wahlenb.), овсяница валлисская (*Festuca valesiaca* Gaudin), вероника колосистая (*Veronica spicata* L.), тон-

коног сизый (*Koeleria glauca* (Spreng.) DC.) и качим метельчатый (*Gypsophila paniculata* L.).



Рисунок 5.7 – Прогалина в условиях типа леса ТРБ (ПП Р7)

В лесных культурах типа леса СБП спектр часто встречающихся видов расширяется за счет полыни полевой (*Artemisia campestris* L.), бурачка обратнояйцевидного (*Odontarrhena obovata* C.A. Mey.), золотарника обыкновенного (*Solidago virgaurea* L.) и козельца мечелистного (*Scorzonera ensifolia* M. Bieb.). На контрольных участках СБП (ПП Р1–Р3) отмечается высокая встречаемость тонконога сизого, осоки приземистой, овсяницы валлисской, вероники колосистой, качима метельчатого, вейника тростникового (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth) и ковылей перистого (*Stipa pennata* L.) и уклоняющегося (*Stipa anomala* P.A. Smirn.).

В естественных сосняках типа леса СВБ наиболее часто встречаются осока приземистая, вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), хвощ зимующий (*Equisetum hyemale* L.), золотарник обыкновенный, ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L.), тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.). В искусственных насаждениях СВБ преобладают осока приземистая, вероника колосистая и зо-

лотарник обыкновенный, качим метельчатый, овсяница валлисская и вейник наземный. На контрольных участках СВБ (ПП Р4–Р6) наиболее высокой встречаемостью характеризуются полынь полевая, вероника колосистая, вейники тростниковый и наземный, тонконог сизый и качим метельчатый.

На контрольных участках типа леса ТРБ (Р7–Р9) наиболее часто встречаются вейники наземный и тростниковый, мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), люцерна серповидная (*Medicago falcata* L.), тысячелистники азиатский (*Achillea asiatica* Serg.) и обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) и полынь эстрагон (*Artemisia dracunculus* L.). Под пологом естественных сосняков ТРБ наибольшую встречаемость имеют ветреница лесная (*Anemone sylvestris* L.), пырейник высокий (*Elymus excelsus* Turcz. ex Griseb.), подмаренник настоящий, кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub) и вейник наземный. В искусственном насаждении того же типа леса чаще всего отмечаются осока приземистая, вейник тростниковый и ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.).

В общей сложности в сосновых насаждениях, несомкнувшихся лесных культурах и на контрольных участках было зафиксировано 162 вида травянистых растений. Сведения о количестве видов в разрезе типов леса и классов возраста приведены в таблице 5.14.

Таблица 5.14 – Количество видов живого напочвенного покрова в условиях различных типов леса, шт.

Тип леса	Контроль	Класс возраста древостоя и несомкнувшихся лесных культур					
		I	II	III	IV	V	VI
Естественные сосняки и контрольные участки							
СБП	39	–	31	13	17	12	10
СВБ	67	–	33	34	34	47	37
ТРБ	88	–	–	–	34	–	–
Лесные культуры							
СБП	–	37	37	19	7	5	–
СВБ	–	–	57	52	48	18	–
ТРБ	–	–	–	–	36	–	–

На контрольных участках во всех типах леса зафиксировано наибольшее количество видов живого напочвенного покрова, что, обусловлено более высокой освещенностью. В условиях типа леса СБП как в естественных сосняках, так и в лесных культурах прослеживается тенденция к сокращению числа видов ЖНП с увеличением возраста древостоев. В условиях типа леса СВБ данная закономерность выражена менее отчетливо: в естественных сосняках количество видов ЖНП остается относительно стабильным. Вероятно, это связано с более благоприятными условиями увлажнения и относительно более высоким плодородием почв, которые в значительной степени компенсируют снижение освещенности под пологом древостоя. Для типа леса ТРБ данные ограничены отдельными классами возраста, однако даже в этих условиях отмечается сравнительно высокое видовое богатство ЖНП, что указывает на высокую экологическую емкость местообитаний данного типа леса.

По проективному покрытию на обследованных участках доминируют преимущественно те же виды, что имеют наибольшую встречаемость. В обобщенном виде данные о среднем проективном покрытии ЖНП под пологом сосновых насаждений различных классов возраста, в несомкнувшихся лесных культурах и на контрольных участках приведены на рисунке 5.8. Для удобства представления и восприятия данных контрольные участки и несомкнувшиеся лесные культуры на рисунке 5.8 объединены в одну категорию.

На рисунке 5.9 представлена зависимость проективного покрытия ЖНП от абсолютной полноты древостоев в условиях типов леса СБП и СВБ. Полученные уравнения аппроксимации характеризуются коэффициентами детерминации 0,76 для типа леса СВБ и 0,93 для типа леса СБП, что свидетельствует о более высокой устойчивости ЖНП в условиях типа леса СВБ к увеличению сомкнутости древостоя. Вместе с тем в обоих типах леса отмечается общее снижение проективного покрытия ЖНП с увеличением абсолютной полноты древостоев. Незначительное возрастание правых участков кривых аппроксимации, вероятно, связано с недостаточным объемом исходных данных для сосняков с наибольшими значениями абсолютной полноты.

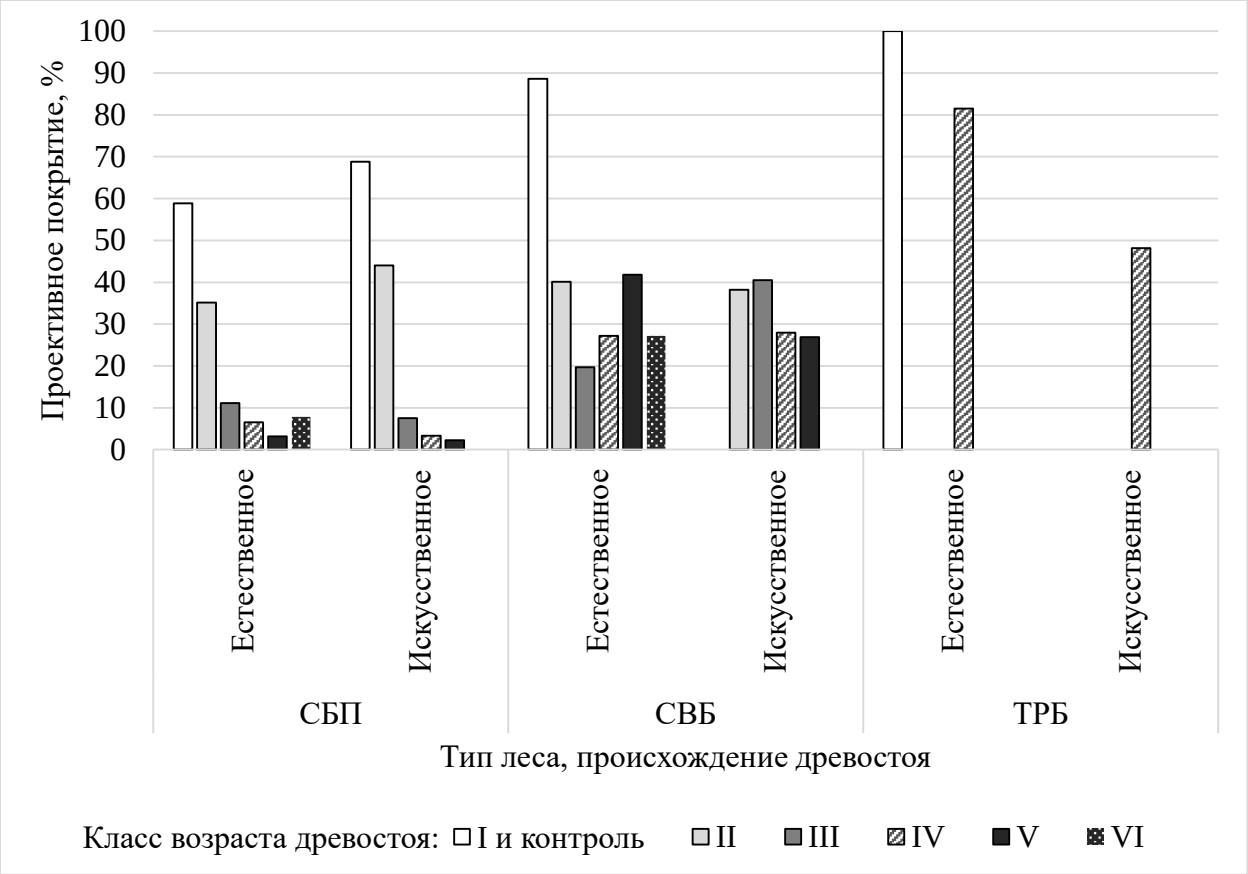


Рисунок 5.8 – Проективное покрытие живого напочвенного покрова под пологом самоизреживающихся сосновых древостоев типов леса СБП, СВБ и ТРБ в I–VI классах возраста

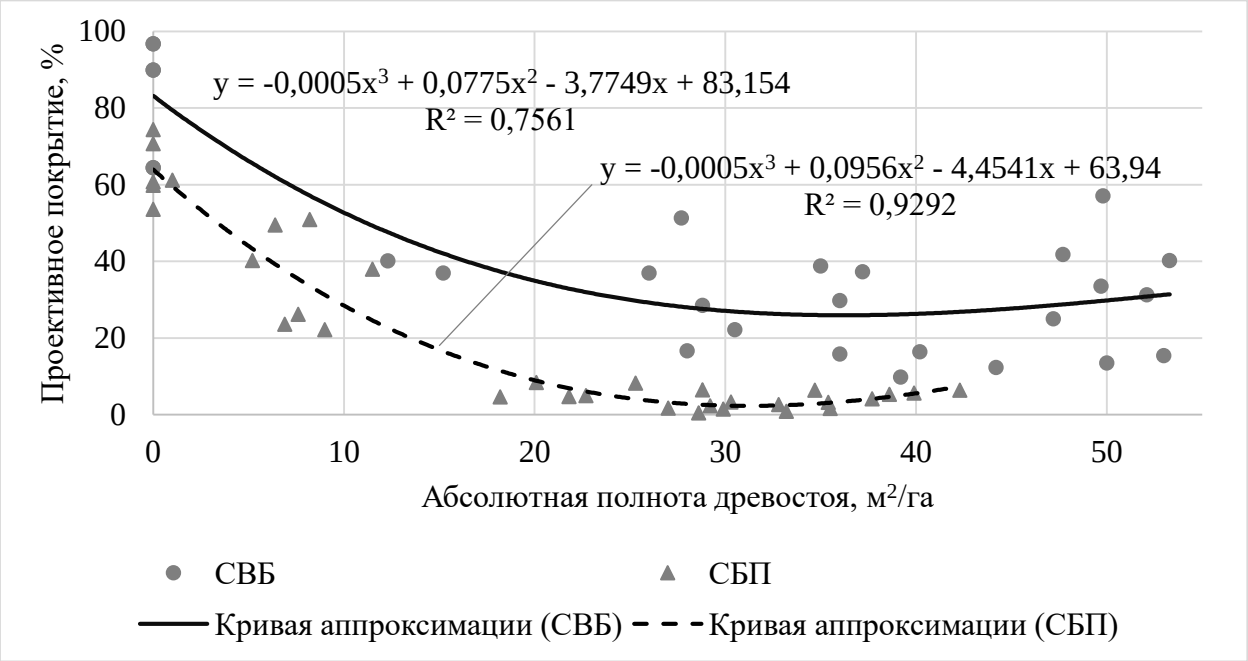


Рисунок 5.9 – Зависимость проективного покрытия ЖНП от абсолютной полноты древостоев в условиях типов леса СБП и СВБ

В приложениях 26–30 приведено распределение проективного покрытия видов ЖНП по эколого-ценотическим группам (ЭЦГ) в зависимости от классов возраста исследуемых древостоев. Анализ указанных приложений показал, что в большинстве случаев с увеличением возраста древостоев возрастает доля лесной ЭЦГ (рис. 5.10). Вместе с тем данная тенденция слабо выражена в условиях искусственных сосняков типа леса СБП, где увеличение доли проективного покрытия лесных видов прослеживается лишь до III класса возраста, после чего они под пологом древостоев отсутствуют, как и лесной компонент ЖНП в целом. Это можно объяснить тем, что степная растительность лучше приспособлена к засушливым условиям в комплексе с недостаточным освещением. В условиях типа леса ТРБ указанную тенденцию проследить не удалось вследствие ограниченного объема полевых материалов, однако следует отметить, что в 72- и 78-летних сосняках лесные виды присутствуют, в отличие от контрольного участка.

Примечательно, что в лесных культурах с увеличением возраста древостоев доля проективного покрытия степной ЭЦГ возрастает, тогда как в естественных сосняках она либо сокращается (в условиях СВБ, ТРБ), либо остается относительно постоянной (в условиях СБП). Вместе с тем при оценке степного компонента ЖНП в целом (степная, лугово-степная, опушечно-степная, опушечно-лугово-степная ЭЦГ) установлено, что в естественных сосняках типов леса СБП, СВБ и ТРБ его доля в проективном покрытии снижается, в искусственных сосняках СБП и ТРБ – увеличивается, а в искусственных сосняках СВБ – держится примерно на одном уровне.

В целом проективное покрытие степного компонента ЖНП на исследуемых лесных участках варьирует в пределах от 63,1 до 100 % в условиях типа леса СБП, от 42,9 до 81,5 % – в условиях СВБ, от 29,3 до 71,3 – в условиях ТРБ. Доля лесного компонента в проективном покрытии ЖНП варьирует в следующих пределах: 0–36,9 – в условиях СБП, 2,7–35,4 – в условиях СВБ, 4,1–6,9 – в условиях ТРБ. Проективное покрытие прочих компонентов не превышает 7,0 % в условиях СБП, 16,5 % – в условиях СВБ, и 59,2 % – в условиях ТРБ.

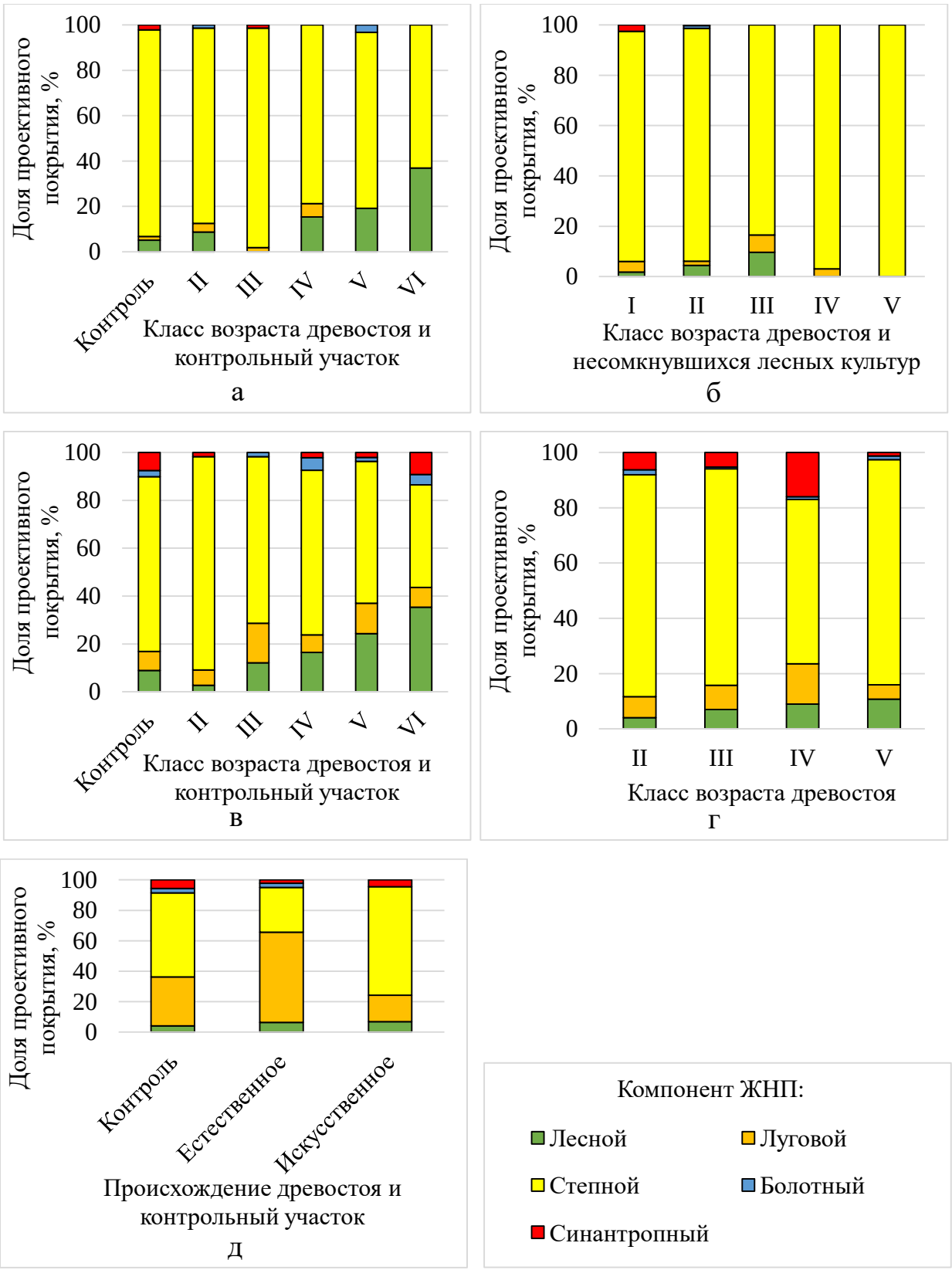


Рисунок 5.10 – Доля проективного покрытия живого напочвенного покрова эколого-ценотических компонентов: а – в естественных насаждениях СБП; б – в лесных культурах СБП; в – в естественных насаждениях СВБ; г – в лесных культурах СВБ; д – в условиях ТРБ

В таблице 5.15 приведены данные о надземной фитомассе ЖНП в абсолютно сухом состоянии под пологом сосновых древостоев различных классов возраста, в несомкнувшихся лесных культурах типа леса СБП и на контрольных участках (ПП Р1–Р9).

Таблица 5.15 – Надземная фитомасса живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии, кг/га

Тип леса	Контроль	Класс возраста древостоя и несомкнувшихся лесных культур					
		I	II	III	IV	V	VI
Естественные сосняки и контрольные участки							
СБП	474,0	–	115,6	65,2	6,7	8,6	67,4
СВБ	894,0	–	79,5	47,8	149,0	300,9	83,4
ТРБ	1644,1	–	–	–	533,7	–	–
Лесные культуры							
СБП	–	900,0	133,5	23,7	8,7	3,1	–
СВБ	–	–	55,8	–	94,8	132,5	–
ТРБ	–	–	–	–	272,0	–	–

Под пологом древостоев надземная фитомасса ЖНП имеет меньшие значения по сравнению с контрольными участками и участками несомкнувшихся лесных культур. В условиях типа леса СБП надземная фитомасса постепенно уменьшается с увеличением возраста древостоев как в естественных, так и в искусственных сосняках. При переходе от типа леса СБП к СВБ и далее к ТРБ надземная фитомасса ЖНП возрастает, что обусловлено повышением влажности и трофности почв.

На рисунке 5.11 представлено распределение надземной фитомассы живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии по эколого-ценотическим компонентам. Полученные данные не в полной мере соответствуют результатам, приведенным на рисунке 5.10, поскольку надземная фитомасса изучалась на меньшем количестве пробных площадей по сравнению с проективным покрытием. Тем не менее основные тенденции, отраженные на рисунках 5.10 и 5.11, носят сходный характер.

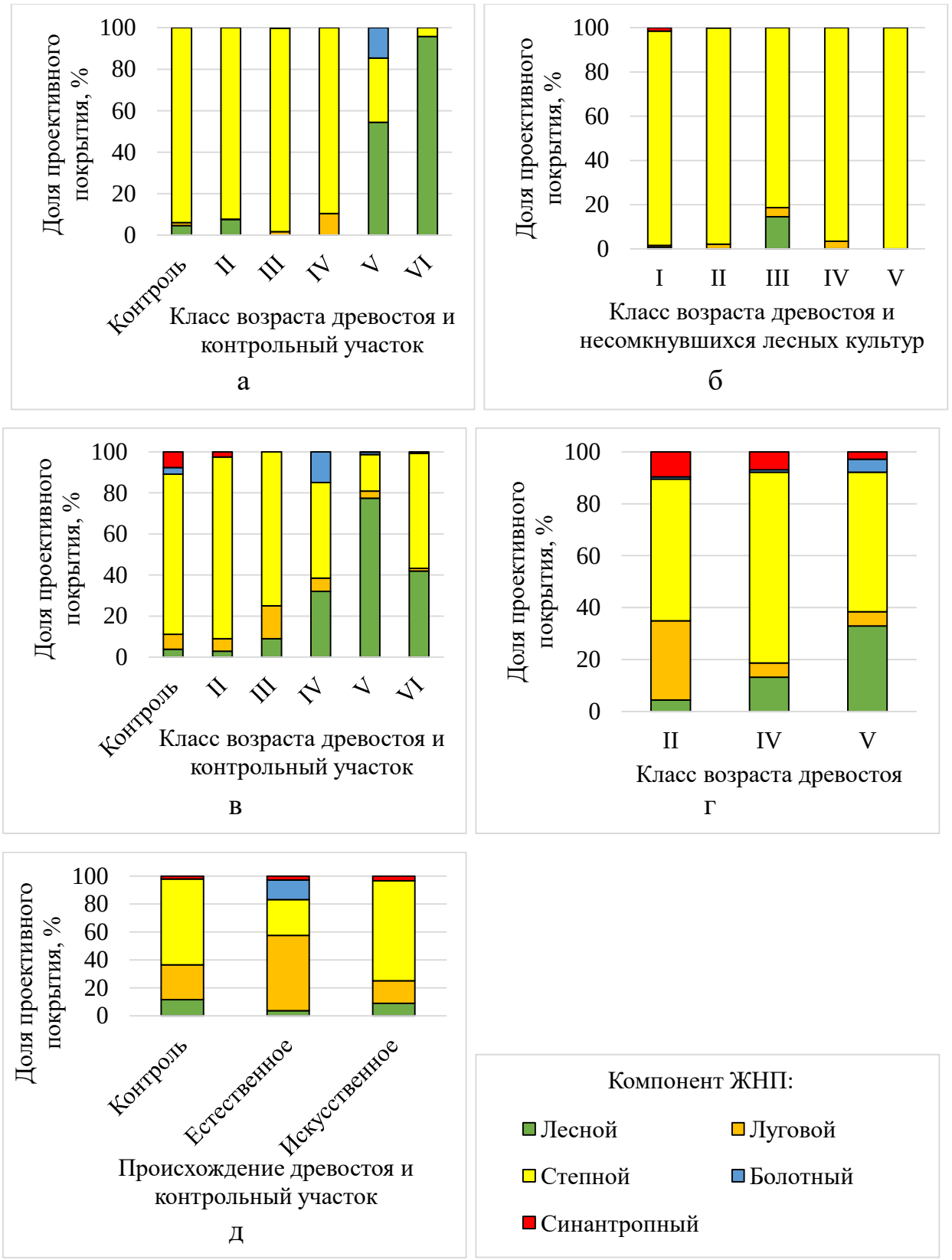


Рисунок 5.11 – Доля эколого-ценотических компонентов в надземной фитомассе живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии: а – в естественных насаждениях СБП; б – в лесных культурах СБП; в – в естественных насаждениях СВБ; г – в лесных культурах СВБ; д – в условиях ТРБ

Резкое увеличение надземной фитомассы в естественном сосняке типа леса СБП VI класса возраста (ПП 68) обусловлено высокой долей хвоща зимующего, фитомасса которого на данной ПП составляет 64,6 кг/га, или 95,8 % суммарной фитомассы ЖНП. В сосняке V класса возраста этого же типа леса (ПП 60) на долю хвоща приходится 47,4 % фитомассы.

Возрастание надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии в условиях типа леса СВБ, начиная с IV класса возраста, связано с увеличением доли хвоща зимующего и снижением густоты древостоев. На ПП 118 и 117 (естественные сосняки типа леса СВБ V и VI классов возраста) на долю хвоща зимующего приходится 189,9 и 32,3 кг/га надземной фитомассы, или 63,1 и 38,7 % соответственно. В искусственном сосняке типа леса СВБ V класса возраста (ПП 114) доля данного вида составляет 44,5 % надземной фитомассы ЖНП. На остальных ПП его вклад в надземную фитомассу не превышает 32 %. Таким образом можно заключить, что в исследуемых типах леса хвощ зимующий даже при высокой полноте древостоев способен формировать значительную надземную фитомассу при относительно низком проективном покрытии.

На основании полученных данных о встречаемости видов, их проективном покрытии и надземной фитомассе выделены доминирующие виды живого напочвенного покрова.

Под пологом сосновых древостоев III–VI классов возраста типа леса СБП доминируют следующие виды: осока приземистая, овсяница валлисская, тонконог сизый, вероника колосистая, качим метельчатый, хвощ зимующий. На землях, не покрытых лесом, и под пологом древостоев I–II классов возраста типа леса СБП (лесорастительные условия A_1, B_1, C_1) помимо указанных выше видов доминируют также: полынь полевая, ковыль уклоняющийся, ковыль перистый, бурачок обратнояйцевидный, вейник тростниковый, золотарник обыкновенный, качим высочайший (*Gypsophila altissima* L.), козелец мечелистный, молочай прутьевидный (*Euphorbia virgata* Waldst. & Kit.), смолевка днепровская (*Silene borysthenica* (Gruner) Walters).

В условиях типа леса СВБ под пологом древостоев III–VI классов возраста доминируют: осока приземистая, вейник наземный, хвощ зимующий, вероника колосистая, люцерна серповидная, овсяница валлисская, тростник южный, ястребинка зонтичная, золотарник обыкновенный, горичник Морисона (*Peucedanum morisonii* Besser ex Spreng.), зопник клубненосный (*Phlomoides tuberosa* (L.) Moench).

На землях, не покрытых лесом, и под пологом сосняков II класса возраста типа леса СВБ (лесорастительные условия A_2, B_2, C_2) доминируют: полынь полевая, осока приземистая, вероника колосистая, змееголовник поникающий (*Dracocephalum nutans* L.), вейник тростниковый, тонконог сизый, качим метельчатый, люцерна серповидная.

В условиях типа леса ТРБ под пологом древостоев доминируют: ветреница лесная, осока приземистая, кострец безостый, пырейник высокий, мятлик луговой, вейник наземный, вейник тростниковый, ковыль уклоняющийся, люцерна серповидная, ковыль волосатик, овсяница валлисская, подмаренник настоящий, ястребинка зонтичная.

На землях, не покрытых лесом, в условиях A_3, B_3, C_3 доминируют: вейник наземный, мятлик луговой, люцерна серповидная, горичник Морисона, тысячелистник обыкновенный, тысячелистник азиатский, подмаренник настоящий, полынь эстрагон, василистник малый (*Thalictrum minus* L.), вейник тростниковый, горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), бодяк седой (*Cirsium incanum* (S.G. Gmel.) Fisch.), змееголовник поникающий, овсяница валлисская.

Для всех обследованных ПП был рассчитан коэффициент Серенсена с целью количественной оценки сходства видового состава ЖНП. Это позволило оценить степень однородности ЖНП в различных типах леса и проверить возможность выделения типов леса по его флористическому составу. Считается, что в ленточных борах флористические различия ЖНП сильно размыты из-за частых пожаров и выпаса скота (Гудочкин, Чабан, 1958; Парамонов и др., 2006). Однако в исследуемых самоизреживающихся сосняках эти факторы не оказывали влияния, и состояние ЖНП в них достаточно стабильное, что дает

возможность выявления закономерностей формирования напочвенного покрова в разных типах леса.

В связи с тем, что полученная матрица коэффициентов Серенсена имеет значительный объем (63×63 ячейки), ее представление в полном виде нецелесообразно, кроме того, в таком формате она затруднительна для восприятия. В связи с этим в приложениях 31–35 приведены фрагменты итоговой таблицы, сгруппированные по относительно однородным совокупностям пробных площадей в зависимости от типа леса и происхождения насаждений.

Анализ коэффициентов Серенсена для естественных сосняков и контрольных участков типа леса СБП (приложение 31) показал, что контрольные участки (ПП Р1–Р3) характеризуются высокой внутригрупповой общностью (0,60–0,75), что отражает относительную однородность условий местообитаний и стабильный видовой состав ЖНП. Сосновые молодняки возрастом 21–40 лет (ПП 62, 67, 73) также отличаются высокой степенью флористической общности как между собой (0,59–0,79), так и с контрольными участками (0,50–0,68), что указывает на слабое влияние полога молодых древостоев на видовой состав живого напочвенного покрова.

В сосняках III класса возраста СБП (ПП 70, 71, 74) флористическое сходство умеренное и низкое (0,15–0,40), что обусловлено малым количеством видов ЖНП на ПП 70 и 74 (4 и 2 вида соответственно), тогда как на ПП 71 отмечено 11 видов. В древостоях IV–VI классов возраста (ПП 69, 82, 83, 60, 86, 64, 66, 68) значения коэффициента Серенсена варьируют в широких пределах (0,29–0,92), однако преобладают высокие значения. При этом их флористическое сходство с контрольными участками преимущественно умеренное, что указывает на трансформацию ЖНП с увеличением возраста насаждений.

Анализ коэффициентов Серенсена для лесных культур типа леса СБП (приложение 32) показал, что несомкнувшиеся лесные культуры (ПП 150, 158, 159) отличаются высокой степенью флористической общности между собой (0,79–0,85) и с контрольными участками (0,59–0,70). В сосняках II класса возраста (ПП 32, 40, 56) преобладает высокая степень флористической общности

как внутри группы (0,57–0,60), так и с несомкнувшимися культурами и контрольными участками (0,48–0,72), что подтверждает вывод о слабом влиянии сосновых молодняков на видовой состав ЖНП.

В лесных культурах типа леса СБП III класса возраста (ПП 46, 47, 48, 99) внутригрупповое сходство остается преимущественно высоким (0,53–0,80), однако степень общности с контрольными участками и молодыми культурами снижается до умеренной и высокой (0,36–0,54), что отражает начавшуюся трансформацию ЖНП под воздействием сомкнувшегося полога, выражающуюся в сокращении видового богатства с 25–26 видов на контрольных участках до 8–13 видов под пологом древостоев.

В лесных культурах типа леса СБП IV–V классов возраста (ПП 34, 35, 36, 17, 26, 50) высокая и очень высокая внутригрупповая общность (0,73–1,00), что свидетельствует об однородности видового состава ЖНП. Вместе с тем их флористическое сходство с контрольными участками, несомкнувшимися лесными культурами и насаждениями II класса возраста преимущественно умеренное (0,17–0,5), что связано с сокращением видов под пологом древостоев до 4–7 видов.

Анализ коэффициентов Серенсена для естественных сосняков и контрольных участков типа леса СВБ (приложение 33) показал, что контрольные участки (ПП Р4–Р6) характеризуются высокой внутригрупповой флористической общностью (0,46–0,61), что отражает относительную однородность условий местообитаний при отсутствии древесного полога. Сосняк II класса возраста (ПП 94) имеет высокое флористическое сходство как с контрольными участками (0,49–0,55), так и с древостоями III класса возраста, что свидетельствует о сохранении значительной части видового состава ЖНП на ранних этапах формирования насаждения.

В естественных сосняках III класса возраста типа леса СВБ (ПП 111, 116) высокая степень флористической общности как между собой (0,52), так и с древостоем II класса возраста (0,51–0,53), а с сосняками IV класса возраста преимущественно умеренная (0,32–0,48), что указывает на плавную трансфор-

мацию ЖНП. В сосняках IV класса возраста (ПП 98, 100, 101) степень флористического сходства внутри группы умеренная (0,22–0,43), с контрольными участками – низкая и умеренная (0,15–0,38); при этом отмечается повышение степени общности с древостоями V и VI классов возраста (0,19–0,58), что отражает формирование сходного напочвенного покрова в более сомкнутых древостоях. Низкое флористическое сходство ЖНП на ПП 98 с другими участками объясняется малым количеством видов в его составе (7 шт.), в то время как на ПП 100 – 22 вида, а на контрольных участках 32–45 видов.

В естественных сосняках СВБ V и VI классов возраста (ПП 103, 104, 118, 96, 106, 117) при количестве видов от 9 до 26 (в среднем 20) внутригрупповая степень флористической общности умеренная и высокая (0,33–0,58), с древостоями IV класса возраста – варьирует от низкой до высокой (0,19–0,63), а с контрольными участками – преимущественно умеренная (0,19–0,40).

В целом для естественных сосняков типа леса СВБ характерно менее выраженное сходство составов ЖНП в насаждениях одного класса возраста по сравнению с типом леса СБП, что, вероятно, объясняется более высоким видовым богатством ЖНП в условиях СВБ.

Анализ коэффициентов Серенсена для искусственных сосняков и контрольных участков типа леса СВБ (приложение 34) показал, что флористическое сходство контрольных участков (ПП Р4–Р6) с лесными культурами различных классов возраста варьирует от умеренного до высокого (0,24–0,63): во II–III классах возраста – 0,24–0,63; в IV–V классах – 0,18–0,44. Такая динамика практически повторяет изменение видового состава ЖНП в естественных сосняках СВБ. Количество видов на контрольных участках варьирует от 32 до 45 (в среднем 38).

В лесных культурах II–IV классов возраста типа леса СВБ (ПП 93, 108, 125, 113, 115, 95, 97, 105) при количестве видов на ПП от 15 до 37 (в среднем 27) внутригрупповая степень флористической общности варьирует от умеренной до высокой (0,23–0,59) с преобладанием умеренной степени, что отражает относительную разнородность состава ЖНП.

В лесных культурах V класса возраста типа леса СВБ (ПП 112, 114) отмечается высокая внутригрупповая флористическая общность (0,76), а также высокая степень сходства с насаждением IV класса возраста на ПП 105 (0,53–0,69). Это указывает на стабилизацию состава ЖНП под пологом приспевающих насаждений.

В целом для искусственных и естественных сосняков типа леса СВБ характерна схожая по динамике, более плавная и растянутая по возрастным классам трансформация состава ЖНП по сравнению с насаждениями типа леса СБП, что, вероятно, обусловлено более благоприятными лесорастительными условиями, способствующими сохранению высокого видового богатства ЖНП.

Анализ коэффициентов Серенсена для насаждений типа леса ТРБ в сравнении с контрольными участками типов леса СБП, СВБ и ТРБ, а также с насаждениями типа леса СВБ IV класса возраста (приложение 35) показал, что контрольные участки ТРБ (ПП Р7–Р9) характеризуются умеренной внутригрупповой флористической общностью (0,33–0,43), что отражает относительную разнородность видового состава ЖНП при отсутствии древесного полога.

Флористическое сходство насаждений ТРБ IV класса возраста (ПП 161, 162) с контрольными участками ТРБ умеренное и высокое (0,25–0,50), тогда как сходство с насаждениями СВБ IV класса возраста низкое и умеренное (0,14–0,41). Это указывает на заметные различия состава ЖНП под пологом насаждений ТРБ по сравнению с древостоями СВБ того же класса возраста.

При этом для ПП 161 отмечается сравнительно высокая степень флористического сходства с контрольными участками типа леса СВБ (Р4 и Р5), превышающая сходство с контрольными участками ТРБ. Это позволяет выдвинуть предположение о возможной принадлежности ПП 161 к типу леса СВБ. В то же время ПП 162 демонстрирует более выраженное сходство с контрольным участком ТРБ (ПП Р9), что свидетельствует о корректности ее типологической классификации. Вместе с тем ограниченный объем выборки по травяному бору не позволяет делать окончательные выводы.

Сравнение контрольных участков ТРБ с контрольными участками типов леса СБП и СВБ показывает низкую и умеренную степень флористического сходства с СБП (0,11–0,34) и преимущественно умеренную – с СВБ при широком варьировании коэффициента Серенсена (0,20–0,51). Это отражает существенные различия видового состава ЖНП между контрольными участками различных типов леса и подчеркивает специфику флористического состава ЖНП в условиях ТРБ.

В целом для травяных боров характерна преимущественно умеренная и низкая степень флористической общности как внутри группы, так и при сравнении с другими типами леса, что, вероятно, связано с более благоприятными и разнообразными лесорастительными условиями, способствующими формированию неоднородного состава ЖНП.

Помимо травянистых растений на тех же ПП был определен видовой состав и проективное покрытие мхов и лишайников. Различия в среднем проективном покрытии лишайников и мхов в зависимости от типа леса, возраста древостоев и происхождения насаждений отражают данные таблицы 5.16.

Лишайники на обследованных лесных участках представлены следующими видами: кладония бахромчатая (*Cladonia fimbriata* (L.) Fr.), кладония бесформенная (*Cladonia deformis* (L.) Hoffm.), кладония веточковая (*Cladonia ramulosa* (With.) J. R. Laundon), кладония лесная (*Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot.), кладония листоносная (*Cladonia phyllophora* Hoffm.), кладония тощая (*Cladonia macilenta* Hoffm.), кладония шишконосная (*Cladonia coniocraea* (Flk.) Sandst.), пельтигера мягкая (*Peltigera malacea* (Ach.) Funck).

Мхи представлены следующими видами: дикранум метловидный (*Dicranum scoparium* Hedw.), дикранум многоножковый (*Dicranum polysetum* Sw.), кукушкин лен можжевельниковидный (*Polytrichum juniperinum* Hedw.), плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt.), птилиум гребенчатый (*Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.), гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al.)

Таблица 5.16 – Среднее проективное покрытие лишайников и мхов в условиях различных типов леса, %

Тип леса	Контроль	Класс возраста древостоев и несомкнувшихся лесных культур					
		I	II	III	IV	V	VI
Лишайники							
Естественные насаждения и контрольные участки							
СБП	34,6	–	41,8	12,6	9,7	8,7	20,0
СВБ	3,0	–	0,2	0,1	3,5	0	3,3
ТРБ	0	–	–	–	0	–	–
Лесные культуры							
СБП	–	0	4,5	9,4	11,6	27,6	–
СВБ	–	–	5,6	1,8	4,6	4,7	–
ТРБ	–	–	–	–	0	–	–
Мхи							
Естественные насаждения и контрольные участки							
СБП	0	–	0,7	2,5	0,6	2,0	2,8
СВБ	0	–	1,3	3,7	3,2	15,7	12,3
ТРБ	0	–	–	–	0	–	–
Лесные культуры							
СБП	–	0	0,3	3,1	1,1	6,7	–
СВБ	–	–	3,3	3,6	4,2	6,9	–
ТРБ	–	–	–	–	0,4	–	–

Примечание: прочерком обозначены категории участков, по которым отсутствуют данные; нулями – категории, в которых обследование проводилось, но мхи и лишайники не были зафиксированы.

В условиях типа леса СБП как в естественных насаждениях, так и в лесных культурах отмечается сравнительно высокое проективное покрытие лишайников. В естественных сосняках максимальные значения зафиксированы на контрольных участках и насаждениях II класса возраста (34,6 и 41,8 % соответственно), после чего наблюдается снижение проективного покрытия в III–V классах возраста с последующим увеличением в VI классе возраста. В лесных культурах СБП проективное покрытие лишайников возрастает по мере

смыкания древостоев и достигает максимума в V классе возраста (27,6 %), что указывает на благоприятные условия для их произрастания и восстановление лесной среды. Мхи в условиях СБП имеют меньшее проективное покрытие, чем лишайники: в естественных сосняках оно колеблется в пределах 0,6–2,8 %, а в лесных культурах в пределах 0,3–6,7 %.

В условиях типа леса СВБ проективное покрытие лишайников во всех возрастных классах остается низким как в естественных насаждениях, так и в культурах, что свидетельствует о меньшей роли этой группы в более увлажненных условиях. Напротив, мхи в СВБ характеризуются значительно более высокими показателями проективного покрытия, особенно в древостоях V–VI классов возраста, где их проективное покрытие достигает 12,3–15,7 % в естественных насаждениях и до 6,9 % в лесных культурах. Это отражает усиление роли мохового покрова по мере увеличения влажности почвы и увеличения полноты древостоев.

В типе леса ТРБ как лишайники, так и мхи практически отсутствуют независимо от происхождения и возраста насаждений. Это можно объяснить тем, что в условиях данного типа леса конкуренция с травянистой растительностью ограничивает мхи и лишайники.

Выводы

1. Искусственные самоизреживающиеся сосняки типов леса СБП и СВБ до второй половины III класса возраста характеризуются более высокой производительностью по сравнению с естественными. В более старших возрастах в условиях СВБ таксационные показатели древостоев различного происхождения выравниваются, тогда как в условиях СБП естественные древостои превосходят лесные культуры по производительности.

2. Естественные сосняки формируются с большей начальной густотой по сравнению с искусственными, что приводит к усиленной внутривидовой конкуренции и более интенсивному самоизреживанию. В результате к III–IV

классам возраста густоты древостоев различного происхождения выравниваются. В условиях типа леса СВБ процесс самоизреживания протекает интенсивнее, чем в СБП.

3. Наиболее интенсивный отпад по количеству деревьев в исследуемых сосняках наблюдается в первом классе возраста. Кульминация отпада по запасу наступает в III–VI классах возраста в зависимости от типа леса, происхождения и густоты насаждения: в условиях СВБ – раньше, чем в СБП; в искусственных – раньше, чем в естественных; в густых – раньше, чем в редких.

4. Разработанные таблицы хода роста самоизреживающихся сосняков типов леса СБП и СВБ точнее отражают динамику таксационных показателей исследуемых естественных и искусственных древостоев, чем существующие региональные таблицы. Их преимущество обусловлено учетом типа леса, происхождения насаждений и их густоты.

5. Значения относительной полноты более единицы в исследуемых древостоях свидетельствуют о необходимости разработки местных таблиц стандартных значений сумм площадей сечений и запасов.

6. В сосновых насаждениях Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров необходимо своевременно проводить рубки ухода по низовому методу с обрезкой сучьев у оставляемых на доращивание деревьев на высоту до 2,5 м. В первую очередь эти мероприятия необходимы в искусственных сосняках типа леса СБП.

7. Во всех типах леса (СБП, СВБ, ТРБ) наибольшее видовое богатство, проективное покрытие и надземная фитомасса ЖНП характерны для участков, не покрытых лесом, что обусловлено более высокой освещенностью. При переходе от типа леса СБП к СВБ и далее к ТРБ отмечается увеличение указанных показателей, связанное с возрастанием увлажненности и трофности почв.

8. С увеличением возраста и абсолютной полноты древостоев отмечается сокращение числа видов и проективного покрытия ЖНП, при этом в условиях СБП данная тенденция выражена более отчетливо, чем в условиях СВБ.

9. В условиях СБП и СВБ изменение надземной фитомассы ЖНП с увеличением возраста древостоев и их полноты во многом определяется вкладом хвоща зимующего, который способен формировать значительную фитомассу даже при высокой полноте древостоев.

10. Эколого-ценотическая структура ЖНП и динамика его развития различаются в естественных и искусственных сосняках. В естественных насаждениях типов леса СБП и СВБ с увеличением возраста отмечается снижение доли степного компонента ЖНП как по проективному покрытию, так и по надземной фитомассе, а также увеличение доли лесного компонента. В лесных культурах доля степного компонента ЖНП существенно выше, а указанные закономерности выражены значительно слабее.

11. В условиях типов леса СБП и СВБ на ранних этапах формирования насаждений (I–II класс возраста) ЖНП характеризуется высокой флористической общностью с лесными участками без древесного полога. С увеличением возраста древостоев наблюдается постепенная трансформация ЖНП, степень и характер которой различаются по типам леса. Для СБП характерны резкие изменения и высокая однородность ЖНП в старших возрастах, для СВБ – более плавная и растянутая по времени динамика, а для ТРБ – высокая разнородность состава как на открытых участках, так и под пологом древостоев.

12. Проективное покрытие лишайников и мхов в значительной степени определяется условиями типа леса и возрастной структурой древостоев. Лишайники преимущественно приурочены к более сухим условиям СБП, тогда как мхи наиболее развиты в СВБ и увеличивают свое участие с увеличением возраста и полноты древостоев.

13. Такие характеристики ЖНП, как видовой состав, проективное покрытие и надземная фитомасса, в совокупности обладают достаточной информативностью для дифференциации типов леса в условиях ленточных боров Алтайского края.

ГЛАВА 6. ВЛИЯНИЕ РУБОК НА СОСНОВЫЕ ДРЕВОСТОИ И ПОДРОСТ ПОД ИХ ПОЛОГОМ

6.1. Прочистка

В степной зоне ленточных боров, в том числе на территории Ключевского лесничества, осветления и прочистки проводятся редко (Маленко и др., 2012), что обусловлено отсутствием или слабым участием лиственных пород в формировании сосновых насаждений. В рассматриваемом лесничестве насаждения, пройденные осветлениями, не были выявлены. Было зафиксировано лишь два участка (ПП 58 и 59) с проведенными прочистками. Контрольный участок подобрать не удалось. Рубка была очень слабой интенсивности по запасу (5,2 и 2,5 %), а по густоте – умеренно-высокой (35,2 %) и умеренной интенсивности (26,5 %). Участки характеризуются типом леса СБП и IV классом бонитета, рубка в них прововстречдилась селективным способом (рис. 6.1). Таксационная характеристика древостоев указанных участков до рубки, непосредственно после нее и спустя 14 лет представлена в таблице 6.1.



Рисунок 6.1 – 36-летнее искусственное сосновое насаждение через 14 лет после прочистки (ПП 58)

Таблица 6.1 – Таксационная характеристика сосняков после прочистки

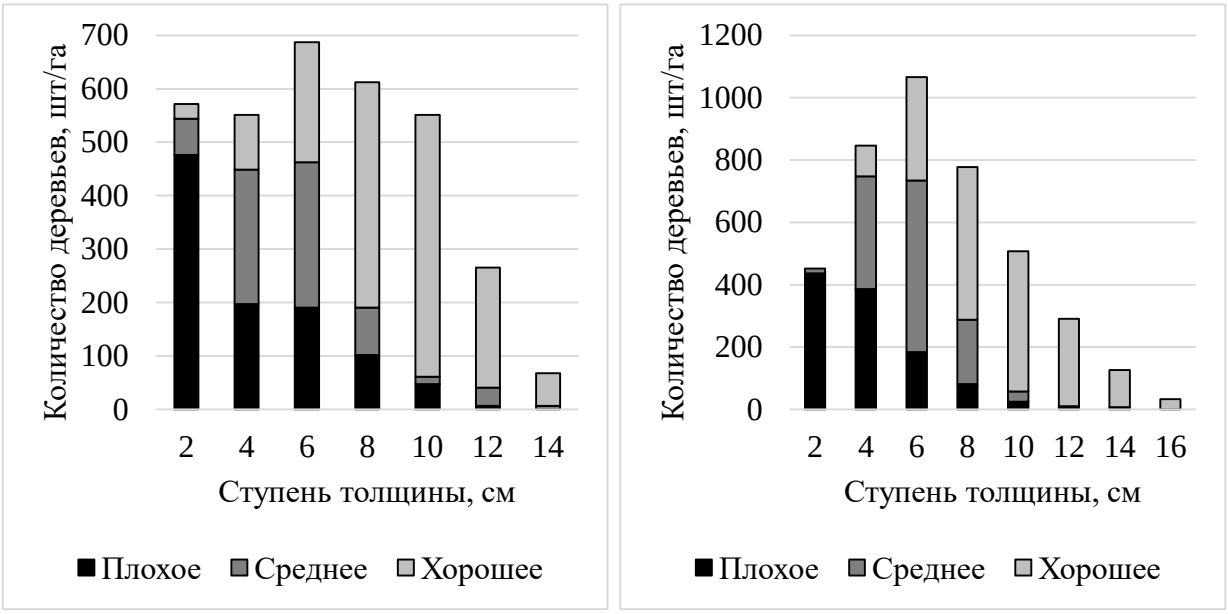
№ ПП	Элемент леса	Средние			Густота текущая, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Относительная полнота	Объем среднего дерева, $м^3$	Запас древостоя, $м^3$/га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см					
До рубки, 2009 г.									
К58	9С	22	6,0	4,6	5156	8,6	0,32	0,007	36
	1С	36	9,5	10,9	95	0,9	0,03	0,042	4
К59	9С	22	6,0	4,2	5662	7,9	0,29	0,006	34
	1С	36	9,5	12,2	66	0,8	0,03	0,076	5
Непосредственно после рубки, 2009 г.									
К58	9С	22	6,6	5,5	3306	8,0	0,29	0,010	34
	1С	36	9,5	10,9	95	0,9	0,03	0,042	4
К59	9С	22	6,4	4,9	4141	7,7	0,28	0,008	33
	1С	36	9,5	12,2	66	0,8	0,03	0,076	5
Через 14 лет после рубки, 2023 г.									
К58	9С	36	7,7	7,4	3306	14,1	0,52	0,020	65
	1С	50	10,2	12,7	95	1,2	0,04	0,074	7
К59	9С	36	7,7	7,5	4106	18,1	0,67	0,020	83
	1С	50	10,3	14,7	66	1,1	0,04	0,106	7

Проведение прочистки в исследуемых сосняках поспособствовало снижению количества и запаса сухостойных и валежных деревьев (табл. 6.2).

Таблица 6.2 – Сухостойные и валежные деревья в искусственных сосняках типа леса СБП, пройденных прочисткой

№ ПП	Интенсивность рубки по густоте, %	Сухостойные деревья			Валежные деревья		
		Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, $м^3$/га	Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, $м^3$/га
К58	35,2	41	1,7	0,0	0	–	0,0
К59	26,5	45	3,3	0,2	35	2,0	0,1

На ПП К58 и К59 процесс дифференциации деревьев по категориям качества протекает достаточно активно, что подтверждается значительной долей деревьев категории «плохое» – 30,9 и 27,6 % соответственно (рис. 6.2). При этом количество деревьев категории «хорошее» на этих участках превышает число деревьев категории «плохое» в 1,5–1,6 раза.



(а) (б)

Рисунок 6.2 – Распределение деревьев искусственного происхождения по ступеням толщины и категориям качества в искусственных сосняках, произрастающих в условиях типа леса СБП, после проведения прочисток (а – ПП К58; б – ПП К59)

Несмотря на удаление 26,5–35,2 % деревьев при проведении прочистки, радиальные приросты деревьев I–III классов по Крафту не продемонстрировали выраженной реакции на проведенное мероприятие (рис. 6.3). Отсутствие заметного приростного отклика, по-видимому, обусловлено тем, что в процессе рубки преимущественно удалялись угнетенные экземпляры с диаметром 1–2 см, которые не оказывали существенного конкурентного воздействия на деревья более высоких классов роста со средним диаметром 4–6 см. Вероятно, для достижения выраженного лесоводственного эффекта интенсивность рубки следовало повысить и (или) провести ее раньше (Рогозин, 2017).

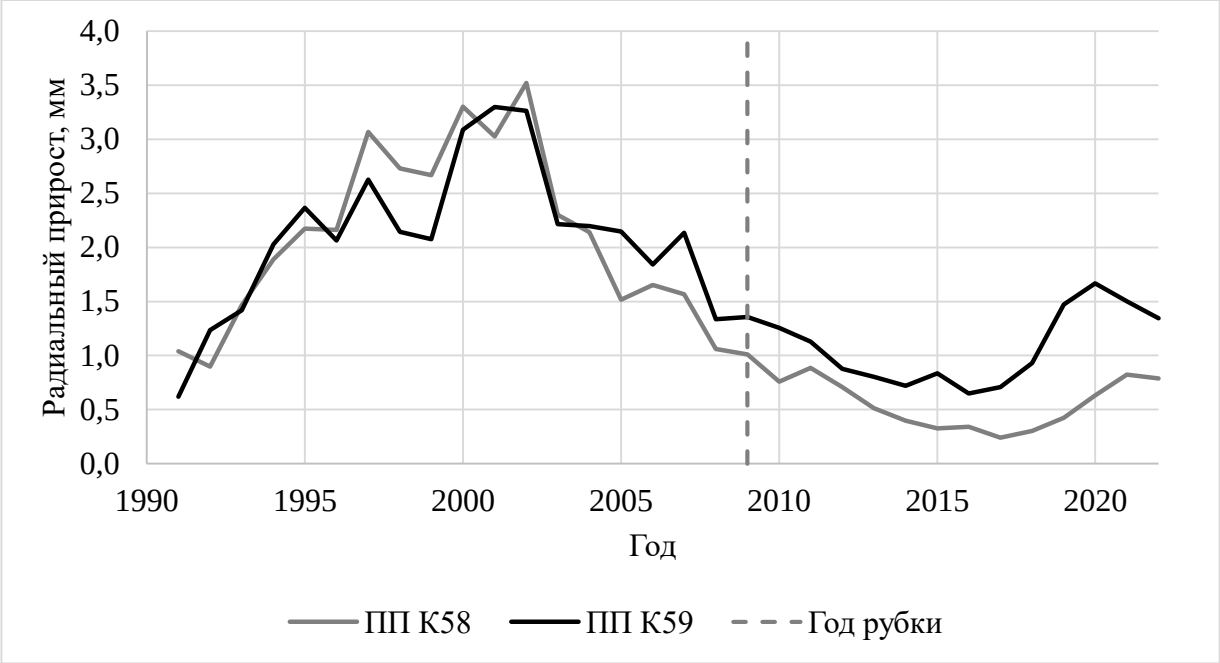


Рисунок 6.3 – Динамика радиального прироста сосны в искусственных сосновых древостоях, пройденных прочистками, за период 1991–2022 гг.

В целом проведенная на исследуемых участках прочистка оказала положительное влияние на качественный состав выращиваемых древостоев, а также способствовала снижению количества горючих материалов в сосняках. В настоящее время данные сосняки требуют проведения очередной рубки ухода по низовому методу.

6.2. Прореживание

Влияние прореживаний на искусственные сосняки, произрастающие в условиях типа леса СБП, изучалось на ПП К1–К7, К10, К69. Сведения о местоположении и описание указанных участков приведено в приложении 13, а таксационная характеристика древостоев – в таблице 6.3. Древостои в таблице 6.3 указаны в порядке увеличения интенсивности рубки. Более подробное описание объектов исследования, технология рубки ухода, анализ лесоводственной эффективности рубки приведены в наших публикациях (Осипенко и др., 2022а; Осипенко, Залесов, 2024б). В настоящей диссертационной работе представлены основные положения и результаты, полученные в ходе исследований.

Таблица 6.3 – Таксационная характеристика сосняков, произрастающих в условиях типа леса СБП, пройденных прореживанием

№ ПП	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Относительная полнота	Объем среднего дерева, $м^3$	Запас древостоя, $м^3$/га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
До рубки, 2016 (2017)* г.									
К3	10С	60	13,7	15,0	1177	20,8	0,68	0,127	152
К4	9С	60	11,8	11,3	2435	24,4	0,84	0,062	154
	1С	54	11,9	12,1	192	2,2	0,08	0,078	15
К7	9С	47	10,8	9,9	2152	16,5	0,59	0,045	97
	1С	69	14,9	21,2	57	2,0	0,06	0,243	14
К69	10С	37	10,7	8,2	5312	27,8	0,99	0,034	178
	+С	49	14,9	15,4	180	3,3	0,11	0,137	25
К5	10С	60	12,6	13,4	1734	24,5	0,82	0,093	164
	+С	44	9,9	9,0	19	0,1	0,00	0,053	1
К6	10С	60	12,7	11,3	2696	26,9	0,90	0,066	179
К1	9С	60	10,7	10,6	2163	19,1	0,68	0,044	112
	1С	54	12,0	13,7	52	0,9	0,03	0,096	5
К2	10С	60	12,4	13,5	1604	23,0	0,79	0,092	154
К10	9С	62	12,6	12,5	1856	22,7	0,76	0,081	163
	1С	74	18,9	23,3	24	1,0	0,03	0,375	9
Опытные участки непосредственно после рубки, 2016 (2017)* г.									
К7	9С	47	11,3	10,8	1709	15,6	0,56	0,055	93
	1С	69	14,9	21,2	57	2,0	0,06	0,243	14
К69	10С	37	10,8	8,2	4021	21,3	0,76	0,034	139
	+С	49	14,9	15,4	180	3,3	0,11	0,137	25
К5	10С	60	13,2	14,7	1045	17,6	0,61	0,114	119
	+С	44	9,9	9,0	19	0,1	0,00	0,053	1
К6	10С	60	13,2	12,2	1404	16,4	0,55	0,079	111

Окончание таблицы 6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
К1	9С	60	10,9	11,1	1004	9,6	0,34	0,058	58
	1С	54	12,0	13,7	52	0,9	0,03	0,096	5
К2	10С	60	12,4	13,6	806	11,7	0,40	0,099	80
К10	9С	62	12,1	11,8	870	9,5	0,32	0,076	66
	1С	74	18,9	23,3	24	1,0	0,03	0,375	9
Через 6 лет после рубки, 2022 (2023)* г.									
К3	10С	66	14,3	15,9	1165	23,2	0,76	0,148	172
К4	9С	66	12,4	12,2	2411	28,1	0,97	0,076	183
	1С	60	12,4	12,8	192	2,5	0,09	0,089	17
К7	9С	53	11,8	11,8	1677	18,2	0,63	0,067	112
	1С	75	15,4	23,1	57	2,4	0,08	0,318	18
К69	10С	43	11,9	9,7	3365	25,0	0,86	0,049	166
	+С	55	15,1	16,2	180	3,7	0,12	0,159	29
К5	10С	66	13,7	15,9	1034	20,5	0,67	0,137	142
	+С	50	10,6	10,0	19	0,1	0,01	0,053	1
К6	10С	66	13,6	13,2	1392	19,2	0,63	0,096	133
К1	9С	66	11,3	12,0	1004	11,3	0,40	0,069	69
	1С	60	12,4	14,6	52	0,9	0,03	0,115	6
К2	10С	66	13,3	15,4	806	14,9	0,50	0,132	106
К10	9С	68	12,9	12,9	838	10,9	0,36	0,093	78
	1С	80	19,2	24,2	24	1,1	0,04	0,458	11

*Примечание: на ПП К69 рубка была в 2017 году, обследована – в 2023 году

В таблице 6.3 элементы леса, имеющие меньшую долю в составах древостоев, характеризуются естественным происхождением. Класс бонитета древостоев – IV, кроме ПП К69 – III. Постоянные пробные площади (ПП) К3 и К4 были выбраны в качестве контрольных, на них рубки ухода не проводились. ПП К3 представляет собой древостой, формировавшийся при сравнительно невысокой исходной густоте, тогда как ПП К4, напротив, характеризуется наибольшей густотой среди исследованных насаждений.

Наибольшие запасы древесины на момент исследований выявлены в контрольных вариантах (К3, К4) и на ПП К69. На ПП К3 высокий суммарный запас древесины обусловлен формированием крупных деревьев, что связано с относительно низкой густотой древостоя (рис. 6.4). В то же время на ПП К4 и К69 значительные запасы древесины достигнуты за счет высокой густоты насаждений (рис. 6.5), при этом средний объем одного дерева в 2–3 раза меньше, чем на ПП К3.



Рисунок 6.4 – 66-летний древостой густотой 1,2 тыс. шт./га, в котором не проводились рубки ухода (ПП К3)

Для полного восполнения вырубленного запаса в пройденных рубками древостоях требуется прирост от 12 до 85 м³/га (6,7–52,1 % от исходного запаса), что может занять значительное время (Луганский, Залесов, 1990; Эбель, 2009). Оценить, сравняются ли опытные участки по запасу древесины с контрольными, возможно только на основе долгосрочных наблюдений.

Наилучшее сочетание таксационных показателей (запас, средний диаметр и объем среднего дерева) зафиксированы на контрольной ПП К3, где в

2016 году густота составляла лишь 1,2 тыс. шт./га – минимальное значение среди обследованных участков. Это подтверждает необходимость проведения ранних (в 30-40 лет) прореживаний в исследуемых сосняках, что также рекомендовано рядом исследователей (Эбель и др., 2014а; Залесов и др., 2016; Данчева и др., 2020). Также успешным примером лесовыращивания является участок К5 с интенсивностью рубки 27,3 % (рис. 6.6).



Рисунок 6.5 – 43-летний загущенный сосновый древостой, пройденный ПРЖ интенсивностью 19,6 % (ПП К69)

Среди насаждений 66–68-летнего возраста наименьший средний объем дерева зафиксирован на ПП К1 и контрольной ПП К4. Однако через 6 лет после рубки на ПП К1 наблюдалось увеличение этого показателя на 32,7 %, что на 12,7 % выше, чем на ПП К4.

Сравнение участков К4, К5 и К6, заложенных в одном выделе, показывает: при высокой густоте на К4 и К6 (2,4 и 2,7 тыс. шт./га) средний диаметр в 2016 г. составлял 11,3 см, а на К5 при меньшей густоте (1,7 тыс. шт./га) средний диаметр был выше – 13,4 см.



Рисунок 6.6 – 66-летний древостой, пройденный ПРЖ (ПП К5)

При линейно-селективных рубках в ленточных лесных культурах средний диаметр древостоя увеличивается преимущественно за счет выборочного удаления отстающих в росте деревьев и сохранения крайних рядов, диаметр которых на $2{,}3 \pm 0{,}3$ см (19,3 %) превышает диаметр деревьев, произрастающих в центральных рядах. Следовательно, в ленточных культурах с меньшим числом рядов данный способ рубки обеспечивает более выраженный лесоводственный эффект.

Средний диаметр и объем среднего дерева непосредственно после рубки увеличились на пяти из семи опытных участков, что указывает на корректный отбор деревьев в рубку. Исключение составила ПП К69, где указанные показатели остались без изменения, и ПП К10, на которой зафиксировано снижение указанных показателей. Последнее свидетельствует о нарушении лесоводственных принципов при отборе деревьев в рубку. Спустя шесть лет после вмешательства на большинстве опытных участков прирост объема среднего дерева в относительном выражении превысил соответствующий показатель контрольных участков.

Эффективная продуктивность исследуемых древостоев (табл. 6.4) находится в пределах от 111 до 203 м^3/га. Наибольшая эффективная продуктивность наблюдается на ПП К69, К6 и К4, на которых была зафиксирована наибольшая густота древостоев до проведения рубки. Наименьшая эффективная продуктивность зафиксирована на ПП К7 и К1, что может объясняться расположением данных сосняков на повышении мезорельефа (Маленко и др., 2014; Осипенко и др., 2017а). К тому же древостой на ПП К7 имеет меньший возраст по сравнению большей частью исследуемых древостоев.

Таблица 6.4 – Эффективная продуктивность древостоев в условиях типа леса СБП, пройденных ПРЖ

№ ПП	Интенсивность рубки по запасу, %	Запас, вырубаемый при прореживании, м^3/га	Запас общий, м^3/га	Эффективная продуктивность		
				м^3/га	Отношение к контролю, %	
					К3	К4
К3	–	0	172	172	100	86
К4	–	0	200	200	116	100
К7	4,4	4	107	111	65	56
К69	19,6	39	164	203	118	102
К5	27,3	45	143	188	109	94
К6	38,0	68	133	201	117	101
К1	46,2	54	75	129	75	65
К2	48,1	74	106	180	105	90
К10	56,4	97	89	186	108	93

Среднегодовая эффективная работа древостоев после прореживания составляет от 2,2 до 5,5 %, при этом на опытных участках она выше, чем на контрольных (табл. 6.5). Максимальное значение показателя отмечено на ПП К2, где прирост на 1 м^3 запаса превышает аналогичный на контрольных участках (ПП К3 и К4) в 1,8 и 2,5 раза соответственно. Минимальная эффективная работа древостоя зафиксирована на ПП К3.

Таблица 6.5 – Эффективная работа древостоев типа леса СБП, пройденных прореживанием, за 6-летний период

№ ПП	Запас древостоя, $м^3$/га		Прирост, $м^3$/га		Среднегодовая эффективная работа древостоя, %	Отношение к контролю, %	
	После рубки	Через 6 лет	Общий	На 1 $м^3$ наличного запаса		К3	К4
К3	152	172	20	0,13	2,2	100	72
К4	169	200	31	0,18	3,0	138	100
К7	107	130	23	0,21	3,5	162	117
К69	164	195	31	0,19	3,2	146	106
К5	120	143	23	0,19	3,2	146	106
К6	111	133	22	0,20	3,3	154	111
К1	63	75	12	0,19	3,2	146	106
К2	80	106	26	0,33	5,5	254	183
К10	75	89	14	0,19	3,2	146	106

Проведение прореживания в исследуемых сосняках способствует снижению количества и запаса сухостойных и валежных деревьев (табл. 6.6). Однако ни одна из примененных интенсивностей рубки не обеспечила полного устранения отпада. Средние диаметры отмерших деревьев ниже, чем у оставленных на доращивание, что указывает на преимущественное выбывание угнетенных, отстающих в росте экземпляров. В большинстве случаев запас мертвой древесины на участках после рубок ниже, чем на контрольных участках, при этом наиболее выраженное снижение зафиксировано по отношению к участку ПП К4. Вместе с тем, на ПП К7 и К69 запас сухостоя и валежа превышает соответствующий показатель контрольного участка К3, что может свидетельствовать о недостаточной интенсивности проведенных рубок.

Во всех выделах, где были заложены пробные площади, при лесоустройстве планировались прореживания интенсивностью 10–15 %. По материалам отвода лесосек, в исследуемых выделах было заготовлено от 13,0 до 15,6 $м^3$/га, в то время как на пробных площадях вырубленные запасы составили – от 4 до

97 м^3/га, что соответствует интенсивности от 4,4 до 56,4 % по запасу. Существенное расхождение можно объяснить неравномерным размещением деревьев в пределах выдела, неравномерностью назначения деревьев в рубку, завышением таксационных показателей (среднего диаметра и высоты) при лесоустройстве, а также стремлением лесопользователей обеспечить экономическую эффективность рубок ухода (Эбель, 2009).

Таблица 6.6 – Сухостойные и валежные деревья в искусственных сосняках, пройденных ПРЖ

№ ПП	Сухостойные деревья			Валежные деревья		
	Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, м^3/га	Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, м^3/га
К3	28	9,1	1,4	44	7,6	0,8
К4	116	6,8	2,5	1207	6,4	20,3
К7	38	8,0	1,0	114	8,7	2,2
К69	232	4,5	2,1	653	4,3	5,2
К5	11	7,3	0,2	30	4,1	0,2
К6	8	10,0	0,4	38	6,9	1,2
К1	12	5,0	0,1	0	–	–
К2	4	3,0	0,0	0	–	–
К10	0	–	–	32	5,3	0,3

Рубки ухода – затратное мероприятие, и производственники зачастую стремятся снизить расходы и получить прибыль, что приводит к нарушению лесоводственных принципов отбора деревьев в рубку. Это может отрицательно сказаться на состоянии древостоев (Луганский, Залесов, 1990). Так, на ПП К10 после рубки зафиксировано снижение среднего диаметра оставленных деревьев и относительной полноты до 0,4. Тем не менее, даже при низкой относительной полноте древостои сохранили устойчивость к ветру, что подтверждается низким количеством валежа на опытных участках.

Результаты детального анализа качественных характеристик сосны обыкновенной в ленточных культурах типа леса СБП (ПП К1-К6, К10) после

проведения прореживания изложены в статье (Осипенко, Залесов, 2024б). В настоящей диссертации приведены основные результаты, полученные в ходе данного исследования и добавлены данные по ПП К7 и К69.

В исследуемых искусственных древостоях отмечена низкая доля деревьев с хорошо развитой симметричной кроной (3–19 %), что обусловлено высокой густотой стояния и неравномерным размещением, связанными с ленточным способом посадки и запоздалым проведением прореживания. При этом доля прямоствольных деревьев остается высокой (67–94 %), вероятно, по тем же причинам. Господствующие и согосподствующие деревья (I и II класса Крафта) составляют 24–58 % от общего количества деревьев в насаждениях. Основными признаками отнесения деревьев к категории «плохое» служили неудовлетворительное состояние кроны и расположение в подчиненной части полога. Доля деревьев с плохими кронами составляет 25–45 %, с неудовлетворительным ростом – 13–49 %.

Рисунок 6.7 показывает, что наибольшее количество деревьев с высокими качественными показателями отмечено на ПП К69 (910 шт./га), К7 (823 шт./га) и К4 (818 шт./га); наименьшее – на ПП К2 (319 шт./га), К1 (313 шт./га) и К10 (223 шт./га).

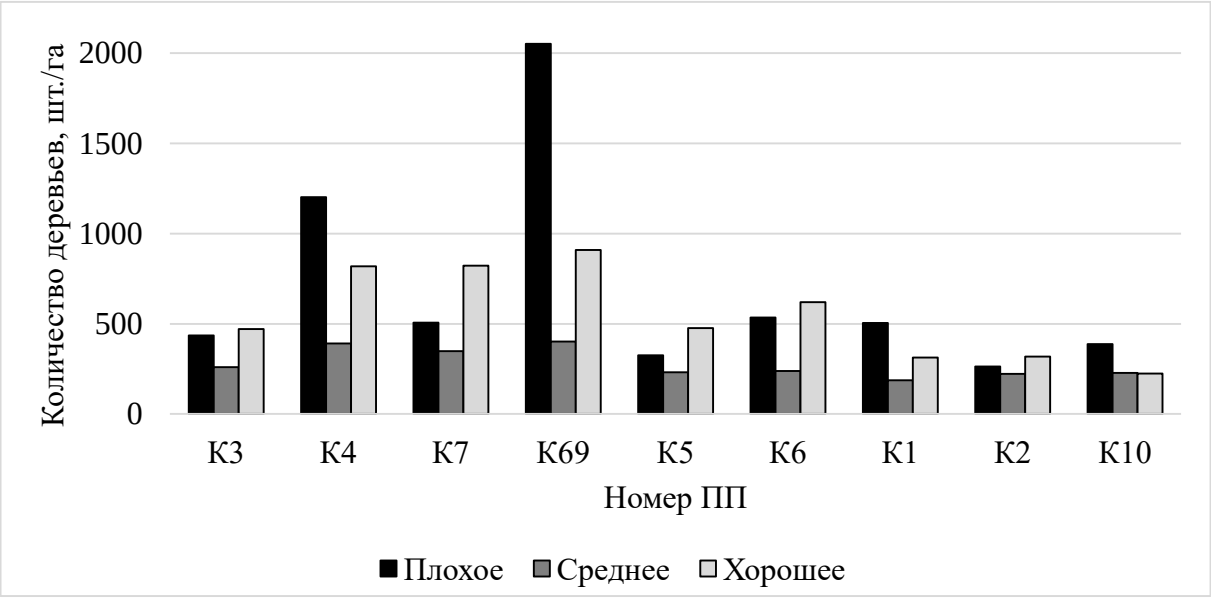


Рисунок 6.7 – Распределение деревьев по категориям качества в искусственных сосняках типа леса СБП после прореживания

Преобладание деревьев категории «хорошее» зафиксировано на ПП К2, К3, К5, К6 и К7 (39,6–49,1 %), что обусловлено корректным отбором деревьев в рубку (К7, К2, К5, К6) и относительно низкой начальной густотой древостоя (К3). На ПП К1, К4, К10, К69 доминируют деревья категории «плохое». В случае К4 (48,9 %) это связано с отсутствием рубок ухода и высокой густотой; на К69 (61,0 %) – с недостаточной интенсивностью рубки и очень высокой густотой; на К1 (50,2 %) и К10 (46,2 %) – с нарушением лесоводственного принципа отбора и чрезмерной интенсивностью рубок.

Таким образом, на ПП К7, К5 и К6 рубки очень слабой, умеренной и умеренно-высокой интенсивности оказали положительное влияние на качественную структуру древостоев. На ПП К1 и К10 рубки высокой и очень высокой интенсивности привели к ее ухудшению. На ПП К2 эффект оказался противоречивым: несмотря на высокую интенсивность рубки и значительное снижение относительной полноты, отбор деревьев был выполнен корректно. На ПП К69 рубка слабой интенсивности оказалась недостаточной для качественного улучшения структуры древостоя.

Сравнение контрольных участков показывает преимущество древостоя на ПП К3 по сравнению с ПП К4: при более чем двукратной разнице в густоте запас на ПП К3 лишь на 6 % меньше, доля деревьев категории «хорошее» выше на 6,5 %, а средний объем одного дерева – вдвое больше. Густота древостоя на ПП К3 превышает требуемую для формирования полноценных спелых древостоев (Иванов и др., 2017; Борисов и др., 2019), что подтверждает необходимость более раннего проведения рубок ухода, в соответствии с рекомендациями ряда авторов (Varmola, Salminen, 2004; Ebel et al., 2019; Zalesov et al., 2020; Ganbaatar et al., 2021).

Согласно данным (Минин, 2003; Соловьев и др., 2007), спелые древостои формируются из 800 лучших деревьев на 1 га. В исследуемых сосняках после линейно-селективного прореживания количество лучших деревьев значительно ниже, что ставит под сомнение целесообразность применения такого способа прореживания, особенно высокой интенсивности.

Наибольшая доля «плохих» деревьев (в среднем 74 ± 6 %, максимум – до 95 %) сосредоточена в ступенях толщины 2–10 см. В связи с этим предлагается в сосновых культурах 50–60 лет, произрастающих в условиях типа леса СБП, во время прореживания удалять все деревья искусственного происхождения диаметром ≤ 10 см. При реализации данного подхода будут удаляться деревья со средним диаметром 7,6 ± 0,4 см и высотой 8,8 ± 1,0 м. Относительная полнота при удалении таких деревьев снизится на 0,1–0,2, а интенсивность рубки по запасу не превысит нормативные значения (15–30 %).

Анализ, выполненный с применением критерия χ^2, позволил выявить наличие или отсутствие статистически значимых различий в распределении деревьев по категориям качества на опытных участках по сравнению с контрольными ПП К3 и К4 (табл. 6.7).

Таблица 6.7 – Результаты попарных сравнений распределений качества деревьев в сосняках типа леса СБП после прореживания, с использованием критерия χ^2 и поправкой Бонферрони

№ ПП	Сравнение с ПП К3			Сравнение с ПП К4		
	p-значение	*p*-значение корректированное (Бонферрони)	Значимое отличие (α=0,05)	*p*-значение	*p*-значение корректированное (Бонферрони)	Значимое отличие (α=0,05)
К7	0,102	0,714	Нет	< 0,001	< 0,001	Да
К69	< 0,001	< 0,001	Да	0,005	0,036	Да
К5	0,291	1,000	Нет	< 0,001	< 0,001	Да
К6	0,238	1,000	Нет	0,001	0,009	Да
К1	0,010	0,069	Нет	0,611	1,000	Нет
К2	0,332	1,000	Нет	< 0,001	< 0,001	Да
К10	0,006	0,043	Да	0,002	0,012	Да

При сравнении с контрольным участком К3 статистически значимые различия выявлены для участков К10 и К69. Распределение деревьев по категориям качества на участке К4 статистически значимо отличается от всех

опытных участков, за исключением участка К1. Таким образом, можно заключить, что на участках К10 и К69 доля деревьев низкого качества статистически выше по сравнению с К3, что указывает на ухудшение качественной структуры насаждений в результате прореживания. В то же время участок К1 имеет распределение по категориям качества, не отличающееся от загущенного сосняка контрольного участка К4. Остальные опытные участки демонстрируют более благоприятное соотношение категорий качества деревьев по сравнению с участком К4 и не отличаются статистически от распределения на участке К3.

Динамика радиального прироста сосны в искусственных сосновых древостоях типа леса СБП, пройденных прореживаниями, представлена на рисунке 6.8. Здесь приведен только короткий фрагмент рядов (для облегчения восприятия); более продолжительные ряды древесно-кольцевых хронологий для ПП К1, К4, К5 и К6 опубликованы в нашей работе (Осипенко, Башегуров, 2023).

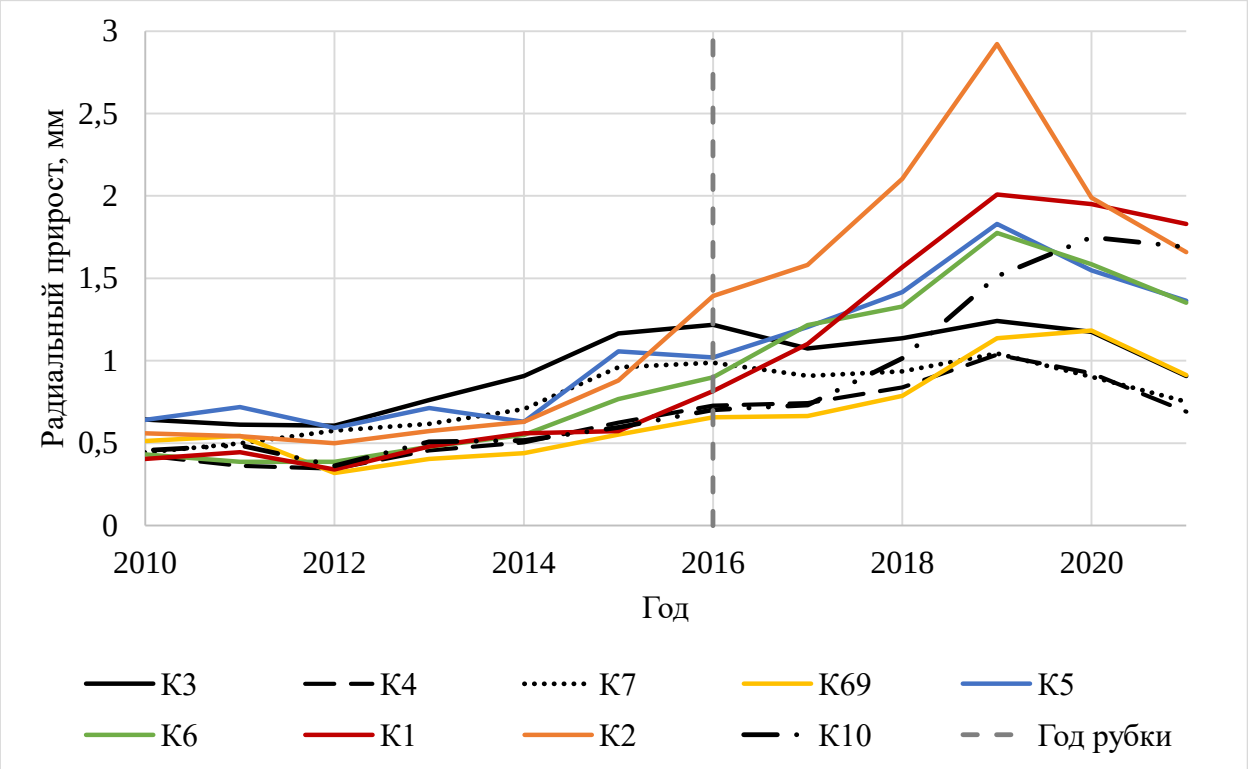


Рисунок 6.8 – Динамика радиального прироста сосны в искусственных сосновых древостоях типа леса СБП, пройденных прореживаниями, за период 2010–2021 гг.

Наибольшее увеличение радиального прироста сосны вследствие прореживания наблюдается на ПП К1, К2 и К10, где проводились рубки высокой и очень высокой интенсивности (46,2–56,4 %). В 2021 году ширина годичных колец на этих участках превышала контрольные значения в 1,9–2,6 раза. Рубки умеренной и умеренно-сильной интенсивности также увеличили радиальный прирост деревьев, но в меньшей степени, чем высокоинтенсивные рубки: ширина годичных колец в 2021 году была в 1,5–2,0 раза больше, чем на контрольных участках. Рубки очень слабой и слабой интенсивности на ПП К7 и 69 (4,4 и 19,6 %) не привели к увеличению радиального прироста, их значения близки к контрольным участкам (К3 и К4).

Влияние прореживаний на искусственные сосняки, созданные посадкой и произрастающие в условиях типа леса СВБ, изучалось на ПП К11–К20, К67, К68. Сведения о местоположении и описания участков приведены в приложении 13. Таксационные характеристики древостоев представлены в таблице 6.8 и охватывают три временных среза: до проведения рубок, непосредственно после них, а также по состоянию на 2022 год (для К11–К20) и 2023 год (для К67 и К68). Контрольными (без проведения рубки) выступают ПП К17 и К68, расположенные рядом с К16 и К67 соответственно.

В таблице 6.8 древостои приведены в порядке увеличения интенсивности прореживания по запасу древесины, которая на опытных участках варьировала от 11,4 до 44,9 %. Данные по К19 размещены в конце таблицы, поскольку на данном участке проведено два прореживания с интенсивностью 26,8 и 34,5 %.

Давность рубки на момент исследований составляла: К14 – 13 лет; К19 – 13 лет, 3 года; К11, К20, К67 – 9 лет; К18 – 8 лет; К12 – 7 лет; К13, К16 – 6 лет; К15 – 4 года.

Таксационные характеристики древостоев на ПП К17 и К68 были реконструированы по состоянию на 2016 и 2014 гг. соответственно, для обеспечения сопоставимости с ПП К16 и К67 до проведения рубок.

Таблица 6.8 – Таксационная характеристика сосняков, произрастающих в условиях типа леса СВБ, пройденных ПРЖ

№ ПП	Класс бонитета	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Относительная полнота	Объем среднего дерева, $м^3$	Запас, $м^3$/га
			Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
До первой рубки										
К17	III	10С	63	15,5	14,1	2158	33,9	1,05	0,125	271
К68	I	10С	43	15,9	15,7	1420	27,5	0,85	0,170	242
		+С	36	13,6	12,8	39	0,5	0,02	0,098	4
К67	II	8С	56	17,8	14,9	1672	29,0	0,87	0,167	280
		1С	51	17,2	14,2	108	1,7	0,05	0,158	17
		1Ос	51	12,2	9,6	676	4,9	0,16	0,070	47
К14	I	8С	53	20,1	18,5	976	26,1	0,76	0,282	275
		1С	40	13,7	11,6	191	2,0	0,07	0,094	18
		1С	50	15,0	12,9	133	1,7	0,06	0,119	16
К20	II	10С	60	17,0	15,0	1652	29,2	0,89	0,154	255
		+С	80	18,8	18,3	12	0,3	0,01	0,195	2
К15	Ia	10С	50	20,7	20,4	1201	39,3	1,13	0,326	391
К13	II	10С	63	17,3	15,3	1848	34,0	1,04	0,162	299
К11	II	10С	60	17,7	16,3	1385	28,9	0,87	0,186	258
		+С	21	5,9	4,9	52	0,1	0,00	0,010	1
К16	II	10С	63	16,6	14,3	2214	35,7	1,09	0,136	302
К18	III	10С	56	15,7	14,1	2266	35,5	1,10	0,126	285
К12	III	10С	62	16,2	16,5	1735	37,1	1,15	0,168	292
		+С	38	12,1	10,3	39	0,3	0,01	0,050	2
К19	I	10С	52	18,8	15,2	2095	38,2	1,13	0,169	353
Непосредственно после первой рубки										
К67	II	8С	56	18,4	15,7	1264	24,3	0,73	0,190	241
		1С	51	17,2	14,2	108	1,7	0,05	0,158	17
		1Ос	51	12,9	10,8	336	3,1	0,10	0,091	30

Продолжение таблицы 6.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
К14	Ia	8С	53	21,2	19,8	722	22,2	0,64	0,332	239
		1С	40	13,7	11,6	191	2,0	0,07	0,094	18
		1С	50	15,0	12,9	133	1,7	0,06	0,119	16
К20	II	10С	60	17,3	15,5	1292	24,5	0,75	0,168	216
		+С	80	18,8	18,3	12	0,3	0,01	0,195	2
К15	Ia	10С	50	21,7	22,3	797	31,1	0,89	0,398	317
К13	II	10С	63	18,5	17,2	1115	25,8	0,76	0,210	235
К11	II	10С	60	17,8	16,6	1030	22,3	0,67	0,195	200
		+С	21	5,9	4,9	52	0,1	0,00	0,010	1
К16	II	10С	63	18,0	16,9	1073	24,2	0,73	0,198	213
К18	III	10С	56	15,4	13,7	1505	22,1	0,70	0,117	176
К12	III	10С	62	15,9	16,0	1025	20,7	0,64	0,156	160
		+С	38	12,1	10,3	39	0,3	0,01	0,050	2
К19	I	10С	52	19,6	16,6	1267	27,3	0,80	0,204	259
На момент до второй рубки										
К19	I	10С	62	21,2	19,6	1216	36,6	1,06	0,299	353
Непосредственно после второй рубки										
К19	I	10С	62	21,2	19,6	804	24,0	0,69	0,300	231
На момент исследования										
К17	III	10С	69	16,1	15,3	2032	37,6	1,17	0,151	306
К68	II	10С	52	17,2	17,6	1365	33,0	1,01	0,219	299
		+С	45	15,3	14,9	36	0,6	0,02	0,155	6
К67	II	8С	65	20,1	18,4	1092	29,1	0,85	0,265	290
		1С	60	18,6	15,9	108	2,2	0,06	0,193	21
		1Ос	60	14,4	14,4	176	2,9	0,09	0,159	28
К14	I	8С	66	23,5	22,9	691	28,3	0,79	0,467	322
		1С	53	16,2	14,1	176	2,7	0,09	0,143	25
		1С	40	12,5	10,4	340	2,9	0,10	0,076	26
К20	II	10С	69	18,4	17,6	1248	30,4	0,91	0,221	276
		+С	40	10,7	7,5	96	0,4	0,02	0,037	4
К15	Ia	10С	54	22,2	23,3	797	33,9	0,97	0,440	351
К13	II	10С	69	19,7	19,3	1079	31,4	0,92	0,272	291

Окончание таблицы 6.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
К11	II	10С	69	19,2	19,1	1022	30,3	0,90	0,282	288
		+С	30	7,9	6,9	52	0,2	0,01	0,025	1
К16	II	10С	69	19,0	19,1	1033	29,5	0,87	0,261	270
К18	III	10С	64	16,4	15,7	1400	27,2	0,85	0,162	226
К12	III	10С	69	16,6	17,3	955	22,4	0,69	0,181	176
		+С	45	12,8	11,1	39	0,4	0,01	0,073	3
К19	I	10С	65	21,3	19,7	796	24,1	0,70	0,302	240

Элементы леса с меньшей долей участия в составе древостоев имеют, как правило, естественное происхождение, за исключением второго элемента леса на ПП К14. Здесь ленточные культуры сосны были созданы в два этапа: в 1958 году высажено 2,0 тыс. шт./га (две ленты по 5 рядов), а в 1971 году дополнительно заложены по два ряда с каждой стороны от существующих лент (еще 0,8 тыс. шт./га), как показано на рисунке 6.9.

Результаты анализа лесоводственной эффективности прореживаний по трем участкам (ПП К12, К18, К20) были ранее опубликованы (Осипенко, Клинов, 2022; Осипенко и др., 2022б).

Непосредственно после рубки средний диаметр преобладающего элемента леса на большинстве ПП увеличился на 0,1–1,4 см (0,7 см в среднем). Снижение среднего диаметра наблюдается только на ПП К18 и К12 (на 0,3 см). Средняя высота основного элемента леса после первого прореживания увеличилась на всех участках, кроме К18 и К12, на 0,1–2,6 м. На ПП К18 и К12 в результате ПРЖ была снижена средняя высота древостоя на 0,4 и 0,5 м.

Густота исследуемых древостоев до прореживания варьировала в пределах от 1,2 до 4,0 тыс. шт./га, при среднем значении 2,0 тыс. шт./га. После прореживания густота древостоев снизилась до 0,8–2,9 тыс. шт./га (в среднем 1,3 тыс. шт./га). Наиболее сильное уменьшение густоты произошло на ПП К16 и К19 (на 1141 и 1291 шт./га) в относительных величинах наиболее сильно сократилась густота на ПП К12, К13, К16 и К19 (на 39,5 – 61,6 %).



Рисунок 6.9 – 66-летние культуры сосны, созданные в два этапа: деревья посажены в 1958 г. – справа, и в 1971 г. – слева (ПП К14)

Абсолютная полнота древостоя в результате рубки была снижена с 28,0–42,3 (среднее 34,5) до 21,0–31,1 м^2/га (среднее 25,2 м^2/га). Относительная полнота древостоя снизилась с 0,87–1,41 (среднее 1,1) до 0,65–0,9 (среднее 0,76). Объем среднего дерева искусственного происхождения увеличился с 0,072–0,326 до 0,074–398 м^3 на всех участках, кроме К18 и К12. Объем среднего дерева основного элемента леса на ПП К18 и К12 уменьшились на 0,009 и 0,012 м^3. Запас древостоя в исследуемых сосняках в результате рубки снизился с 246–391 м^3/га (в среднем 300 м^3/га) до 162–317 м^3/га (в среднем 230 м^3/га).

Изменения таксационных характеристик древостоев за период от момента перед первой рубкой до обследования в 2022–2023 гг. приведены в таблице 6.10, а с момента сразу после рубки до обследования – в таблице 6.11.

На момент исследования наибольшая густота наблюдается на контрольных участках ПП К68 и К17 (1401, 2032 тыс. шт./га), где рубка не проводилась.

Наиболее низкая густота древостоя на момент исследований наблюдается на участке К15 (797 шт./га), характеризующемся наиболее высоким классом бонитета (Iа), и на участках с наибольшей интенсивностью рубок ПП К12 и К19.

Таблица 6.10 – Изменение таксационных показателей элементов леса сосновых древостоев типа леса СВБ за период от момента перед первой рубкой до обследования в 2022–2023 гг.

№ ПП	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Относительная полнота	Объем среднего дерева, $м^3$	Запас, $м^3$/га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см					
К17	10С	6	0,6	1,2	–126	3,7	0,12	0,026	35
К68	10С	9	1,3	1,9	–55	5,5	0,16	0,049	57
	+С	9	1,7	2,1	–3	0,1	0	0,057	2
К67	8С	9	2,3	3,5	–580	0,1	–0,02	0,098	10
	1С	9	1,4	1,7	0	0,5	0,01	0,035	4
	1Ос	9	2,2	4,8	–500	–2	–0,07	0,089	–19
К14	8С	13	3,4	4,4	–285	2,2	0,03	0,185	47
	1С	13	2,5	2,5	–15	0,7	0,02	0,049	7
	1С	–10	–2,5	–2,5	207	1,2	0,04	–0,043	10
К20	10С	9	1,4	2,6	–404	1,2	0,02	0,067	21
	+С	–40	–8,1	–10,8	84	0,1	0,01	–0,158	2
К15	10С	4	1,5	2,9	–404	–5,4	–0,16	0,114	–40
К13	10С	6	2,4	4	–769	–2,6	–0,12	0,11	–8
К11	10С	9	1,5	2,8	–363	1,4	0,03	0,096	30
	+С	9	2	2	0	0,1	0,01	0,015	0
К16	10С	6	2,4	4,8	–1181	–6,2	–0,22	0,125	–32
К18	10С	8	0,7	1,6	–866	–8,3	–0,25	0,036	–59
К12	10С	7	0,4	0,8	–780	–14,7	–0,46	0,013	–116
	+С	7	0,7	0,8	0	0,1	0	0,023	1
К19	10С	13	2,5	4,5	–1299	–14,1	–0,43	0,133	–113

Таблица 6.11 – Изменение таксационных показателей элементов леса сосновых древостоев типа леса СВБ за период от момента непосредственно после рубки до обследования в 2022–2023 гг.

№ ПП	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, м2/га	Относительная полнота	Объем среднего дерева, м3	Запас древостоя, м3/га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см					
К67	8С	9	1,7	2,7	–172	4,8	0,12	0,075	49
	1С	9	1,4	1,7	0	0,5	0,01	0,035	4
	1Ос	9	1,5	3,6	–160	–0,2	–0,01	0,068	–2
К14	8С	13	2,3	3,1	–31	6,1	0,15	0,135	83
	1С	13	2,5	2,5	–15	0,7	0,02	0,049	7
	1С	–10	–2,5	–2,5	207	1,2	0,04	–0,043	10
К20	10С	9	1,1	2,1	–44	5,9	0,16	0,053	60
	+С	–40	–8,1	–10,8	84	0,1	0,01	–0,158	2
К15	10С	4	0,5	1	0	2,8	0,08	0,042	34
К13	10С	6	1,2	2,1	–36	5,6	0,16	0,062	56
К11	10С	9	1,4	2,5	–8	8	0,23	0,087	88
	+С	9	2	2	0	0,1	0,01	0,015	0
К16	10С	6	1	2,2	–40	5,3	0,14	0,063	57
К18	10С	8	1	2	–105	5,1	0,15	0,045	50
К12	10С	7	0,7	1,3	–70	1,7	0,05	0,025	16
	+С	7	0,7	0,8	0	0,1	0	0,023	1
К19	10С	3	0,1	0,1	–8	0,1	0,01	0,002	9

Наибольшие значения среднего диаметра (21,3–23,5 см) и средней высоты (19,7–23,3 м) основного элемента леса на момент исследований наблюдаются на ПП К14, К15 и К19, характеризующихся классами бонитета I и Ia.

Наибольший запас древостоя на момент обследований зафиксирован на опытных участках К67, К14 и К15 (339–373 м^3/га). На участках со слабой (К14, К20) и умеренной (К11) интенсивностью прореживаний, проведенных 9–13

лет назад, произошло полное восстановление запаса древесины, изъятого при рубках. В то же время на участках К13, К15, К16 и К67, где рубки аналогичной интенсивности выполнялись сравнительно недавно (4–9 лет назад), восстановление запаса еще не завершилось, однако ожидается в ближайшие годы. На участках с умеренно-высокой и высокой интенсивностью прореживаний (К18, К12, К19) первоначальный запас также пока не восполнен. На ПП К19 восполнение запаса, изъятого при первом прореживании умеренной интенсивности, произошло за 13 лет, однако вскоре после этого была проведена вторая рубка. На ПП К18 для восстановления запаса требуется дополнительно 59 м^3/га, на ПП К12 – 115 м^3/га; при текущих темпах среднего периодического прироста (за последние 7–8 лет после рубки), составляющих соответственно 6,3 и 2,3 м^3/га, достижение первоначального уровня возможно ориентировочно через 9 и 50 лет.

Наименьший объем среднего дерева основного элемента леса (0,151 и 0,162 м^3), а, следовательно, и минимальная хозяйственная ценность выращиваемой древесины, зафиксирован на ПП К17 и К18, которые до рубки характеризовались высокой густотой древостоя.

Наибольшие значения объема среднего дерева отмечены на ПП К14, К15 и К19 (0,302–0,467 м^3), где проводились рубки ухода различной интенсивности селективным и линейно-селективным способами. При этом давность проведения рубок при линейно-селективном способе составила 13 лет, а при селективном – 4 года. Таким образом, целесообразно начинать проведение линейно-селективных рубок на более ранних стадиях развития насаждений. В случае применения селективного способа в сочетании с низовым методом рубки положительного эффекта в формировании деревьев крупных размеров можно достичь в более короткие сроки.

Расчеты эффективной продуктивности и эффективной работы рассматриваемых древостоев представлены в таблицах 6.12 и 6.13.

Значения эффективной продуктивности варьируют от 305 до 456 м^3/га. Минимальные показатели зафиксированы на контрольных участках К17 и К68

– 306 и 305 м³/га соответственно. В таблице 6.12 при сравнении опытных участков с контрольными за 100 % было принято значение 306 м^3/га.

Таблица 6.12 – Эффективная продуктивность древостоев, пройденных ПРЖ, в условиях СВБ

№ ПП	Интенсивность прореживания по запасу, %		Вырубаемый запас, м^3/га		Запас древостоя, м^3/га	Эффективная продуктивность	
	1 рубка	2 рубка	1 рубка	2 рубка		м^3/га	Отношение к контролю, %
К17	–	–	–	–	306	306	100
К68	–	–	–	–	305	305	99,7
К67	11,4	–	56	–	339	395	129,1
К14	11,5	–	36	–	373	409	133,7
К20	15,5	–	39	–	280	319	104,2
К15	19,0	–	74	–	351	425	138,9
К13	21,6	–	64	–	291	355	116,0
К11	22,2	–	58	–	289	347	113,4
К16	29,5	–	89	–	270	359	117,3
К18	38,2	–	109	–	226	335	109,5
К12	44,9	–	132	–	179	311	101,6
К19	26,8	34,5	94	122	240	456	149,0

Наибольшие показатели эффективной продуктивности зафиксированы на участках К14, К15 и К19, характеризующихся I и Ia классами бонитета. Участки К20, К18 и К12, показатели продуктивности которых близки к контрольным, имеют более низкий класс бонитета (II–III). В случае ПП К12, где проведена высокоинтенсивная рубка, потенциал роста не был полностью реализован по причине относительно небольшой давности рубки.

Таблица 6.13 – Эффективная работа искусственных древостоев, пройденных ПРЖ, в условиях СВБ

№ ПП	Период наблюдения, лет	Запас древостоя, м^3/га		Прирост после уходов, м^3/га			Среднегодовая эффективная работа древостоя, %	Отношение к контрольному участку, %	
		После рубки	На момент учета	Общий	В среднем за год	На 1 м^3 наличного запаса		К17	К68
К17	6	271	306	35	5,8	0,13	2,2	100	81
К68	9	246	305	59	6,6	0,24	2,7	124	100
К67	9	288	339	51	5,7	0,18	2,0	91	74
К14	13	273	373	100	7,7	0,37	2,8	131	106
К20	9	218	280	62	6,9	0,28	3,2	147	119
К15	4	317	351	34	8,5	0,11	2,7	125	101
К13	6	235	291	56	9,3	0,24	4,0	185	149
К11	9	201	289	88	9,8	0,44	4,9	226	183
К16	6	213	270	57	9,5	0,27	4,5	207	167
К18	8	176	226	50	6,3	0,28	3,6	165	133
К12	7	162	179	17	2,4	0,10	1,5	70	56
К19	13*	259	353	94	7,2	0,36	2,8	130	105
	3	231	240	9	3,0	0,04	1,3	60	49

*Период между первым и вторым прореживанием

Среднегодовая эффективная работа древостоя на контрольной ПП К68 в 1,2 раза выше, чем на контрольной ПП К17, что, вероятно, связано с более благоприятными условиями местопроизрастания и меньшей густотой древостоя, что снижает конкуренцию между деревьями (Зарубина и др., 2024а).

Максимальные значения среднегодовой эффективной работы (≥ 4 %) отмечены на участках К13, К11 и К16. Эти показатели в 1,5–2,2 раза превышают значения на контрольных участках. Общими для данных площадей являются

высокий класс бонитета (II) и умеренная интенсивность прореживания.

Минимальные значения среднегодовой эффективной работы (≤ 2 %) зафиксированы на ПП К19 (после второй рубки), К12 и К67. На ПП К12 и К19 это связано с высокой интенсивностью рубок, приведших к снижению относительной полноты древостоев до 0,65 и 0,69. На ПП К67 низкий прирост, вероятно, объясняется недостаточной интенсивностью рубки, не оказавшей существенно влияния на динамику прироста, а также тем, что основная часть деревьев уже реализовала свой потенциал роста (общий запас древостоя на данном участке занимает третье место среди рассматриваемых сосняков).

Сравнение с контрольными участками подтверждает положительное влияние рубок ухода на продуктивность сосняков. Так, участок К17, характеризующийся наибольшей густотой древостоя, демонстрирует существенно меньшие значения среднегодовой эффективной работы по сравнению с большинством опытных участков. Контрольный участок К68 также уступает, главным образом, древостоям, в которых проводились рубки ухода умеренной и умеренно-высокой интенсивности.

Одним из значимых результатов рубок ухода является сокращение естественного отпада деревьев. В таблице 6.14 приведены данные о количестве, средних диаметрах и запасах древесины сухостойных и валежных деревьев, накопленных в сосняках типа леса СВБ после проведения прореживаний.

Анализ данных таблицы 6.14 показывает, что проведение прореживаний в исследуемых сосняках, как правило, приводит к снижению объема и запаса отмерших деревьев. Особенно заметно это на участках, где рубка проводилась сравнительно недавно (К15, К19).

Вместе с тем установлено, что при недостаточной интенсивности изреживания, чрезмерной исходной густоте древостоя либо нарушении принципов отбора деревьев в рубку объем и запас мертвой древесины могут быть сопоставимы, а порой и превышать показатели контрольных участков. Примеры недостаточного регулирования густоты – ПП К67 и К18, которые характеризуются наибольшей густотой древостоя на момент проведения исследований.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в ряде случаев при проведении прореживаний фактор густоты не был учтен в достаточной мере, что снизило эффективность лесоводственного мероприятия.

Таблица 6.14 – Характеристика сухостоя и валежа в искусственных сосняках типа леса СВБ, пройденных ПРЖ

№ ПП	Давность рубки	Интенсивность рубки по запасу, %	Сухостойные деревья			Валежные деревья		
			Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, $м^3$/га	Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, $м^3$/га
К17	–	–	130	7,4	3	541	9,8	25
К68	–	–	103	6,8	2	138	10,8	10
К67	9	11,4	104	8,5	7	672	9,8	34
К14	13	11,5	47	8,3	1	47	10,5	3
К20	9	15,5	68	12,9	9	44	7,8	2
К15	4	19,0	0	–	0	0	–	0
К13	6	21,6	4	10,0	0	36	10,4	3
К11	9	22,2	40	14,4	7	8	14,0	1
К16	6	29,5	12	8,0	1	40	12,7	3
К18	8	38,2	118	10,8	9	106	10,4	12
К12	7	44,9	16	9,0	1	70	9,4	6
К19	3	34,5	0	–	0	8	14,5	1

В исследуемых сосняках сухостой и валеж представлены преимущественно деревьями с меньшими диаметрами по сравнению с оставленными для доращивания, что указывает на их отставание в росте и ослабленное состояние перед отпадом.

Для оценки качества деревьев, оставленных на доращивание, использовалась классификация (Чибисов и др., 2004; Захаров, Чибисов, 2013), описанная в разделе «Методика исследований». Распределение деревьев по классам качества и ступеням толщины на исследуемых участках приведено в приложе-

нии 36. Результаты оценки деревьев без распределения по ступеням толщины приведены на рисунке 6.10.

В исследуемых древостоях вследствие их высокой густоты лишь небольшая часть деревьев искусственного происхождения (2,7–24,5 %, в среднем 10,8 ± 2,0 %) имеет равномерную, хорошо развитую крону. При этом 13,5–44,1 % (в среднем – 23,8 ± 2,7 %) крон находятся в плохом состоянии. Доля стволов хорошего качества в среднем составляет 57,4 ± 3,8 % (от 40,8 до 80,9 %), а стволов плохого качества – 11,3 ± 1,9 % (от 2,9 до 25,7 %). По положению в пологе хорошие деревья составляют в среднем 47,1 ± 2,7 % (27,7–63,7 %), а плохие – 23,4 % (9,8–40,1 %). Основная причина отнесения деревьев к категории «плохое» – отставание в росте, тесно связанное с неудовлетворительным состоянием кроны. У деревьев с хорошим ростом ключевым препятствием для попадания в категорию «хорошее» является низкое качество кроны.

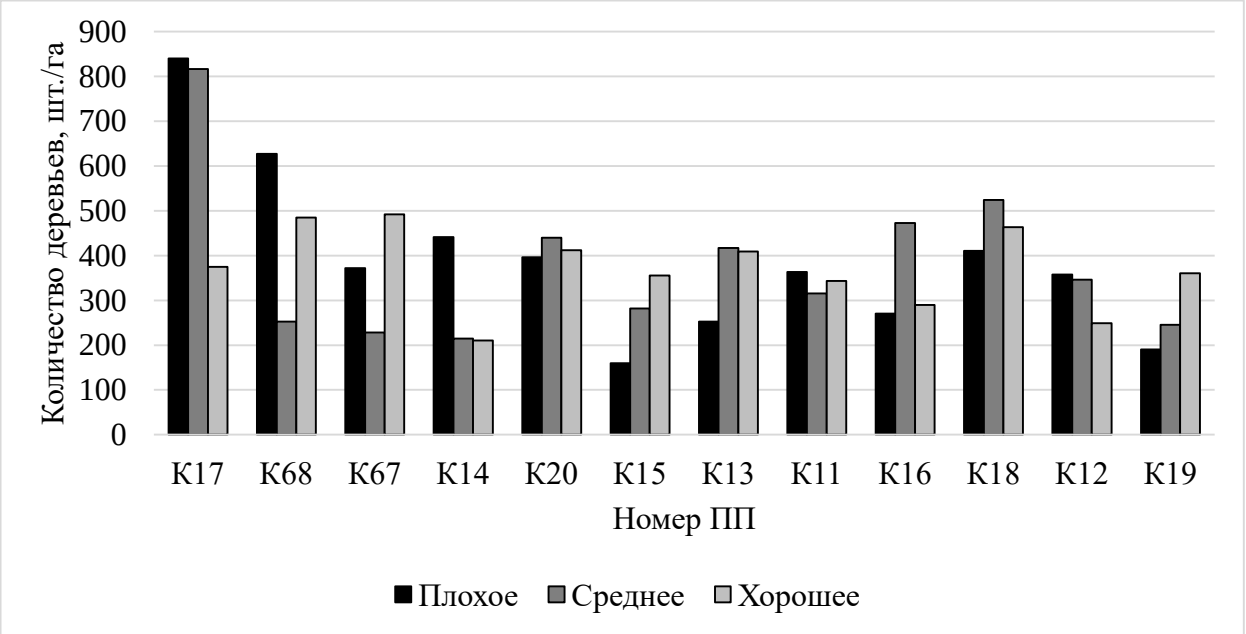


Рисунок 6.10 – Распределение деревьев в сосновых древостоях типа леса СВБ по классам качества после проведения ПРЖ

Наилучшее соотношение категорий (наибольшая доля хороших деревьев и наименьшая доля плохих) отмечено на ПП К15, К19 и К13, где хороших деревьев в 1,6–2,2 раза больше, чем плохих. Наихудшее – на контрольном участке К17, а также на ПП К14, где плохих деревьев в 2,1–2,2 раза больше,

чем хороших. В случае ПП К17 это связано с высокой густотой древостоя, а на ПП К14 – с посадкой лесных культур в два этапа с разницей в 13 лет. Значительная часть угнетенных деревьев на ПП К14 – это экземпляры второго этапа посадки, отставшие в росте от деревьев старшего возраста.

При селективном способе рубки доля деревьев категории «хорошее» стабильно не ниже, чем доля деревьев категории «плохое» (ПП К67, К20, К15, К16). Однако благоприятного соотношения категорий качества можно достичь и при линейно-селективных рубках, как это было сделано на ПП К13, К18 и К19.

Анализ качественных характеристик деревьев, оставленных на доращивание, показал, что количество плохих деревьев имеет умеренную корреляционную связь с густотой древостоя до рубки (r = 0,69) и высокую после рубки (r = 0,96). Давность и интенсивность рубки оказывают незначительное влияние на данный показатель. Количество хороших деревьев слабо коррелирует с густотой до (r = 0,43) и после рубки (r = 0,45), при этом связь с другими факторами еще слабее.

Доля плохих деревьев умеренно коррелирует с густотой после рубки (r = 0,68) и очень слабо – с густотой до рубки (r = 0,29). Корреляция с давностью и интенсивностью рубки слабая (r = 0,32) и очень слабая (r = 0,26) соответственно. Также имеется слабая отрицательная корреляция с интенсивностью рубки по густоте (r = –0,49).

Доля хороших деревьев характеризуется умеренной отрицательной связью с густотой после рубки (r = –0,66), то есть чем гуще древостой, тем доля хороших деревьев ниже. Влияние интенсивности и давности рубок на долю хороших деревьев незначительно (очень слабая корреляция).

Таким образом, основным фактором, существенно влияющим на долю и количество плохих и хороших деревьев, является густота древостоя после рубки, что подчеркивает необходимость учета этого показателя при планировании и проведении рубок ухода.

Анализ распределения деревьев по категориям качества (табл. 6.15) выполнен с применением критерия χ^2 при попарном сравнении каждого опытного пробного участка с контрольными ПП К17 и К68. Для снижения риска ошибки первого рода при множественных сравнениях применена коррекция Бонферрони (α = 0,05).

Таблица 6.15 – Результаты попарных сравнений распределений качества деревьев в сосняках типа леса СВБ после прореживания, с использованием критерия χ^2 и поправкой Бонферрони

№ ПП	Сравнение с ПП К17			Сравнение с ПП К68		
	p-значение	*p*-значение корректированное (Бонферрони)	Значимое отличие (α=0,05)	*p*-значение	*p*-значение корректированное (Бонферрони)	Значимое отличие (α=0,05)
К17	–	–	–	< 0,001	< 0,001	Да
К68	< 0,001	< 0,001	Да	–	–	–
К67	< 0,001	< 0,001	Да	0,010	0,120	Нет
К14	< 0,001	0,004	Да	0,013	0,155	Нет
К20	< 0,001	< 0,001	Да	< 0,001	< 0,001	Да
К15	< 0,001	< 0,001	Да	< 0,001	< 0,001	Да
К13	< 0,001	< 0,001	Да	< 0,001	< 0,001	Да
К11	< 0,001	< 0,001	Да	0,001	0,014	Да
К16	< 0,001	< 0,001	Да	< 0,001	< 0,001	Да
К18	< 0,001	< 0,001	Да	< 0,001	< 0,001	Да
К12	0,052	0,624	Нет	< 0,001	< 0,001	Да
К19	< 0,001	< 0,001	Да	< 0,001	< 0,001	Да

Сравнение с контрольной ПП К17 показало статистически значимые различия для всех участков, за исключением ПП К12, на которой распределение деревьев по категориям качества не отличалось от соответствующего показателя на ПП К17.

При сравнении с контрольной ПП К68 наблюдается схожая ситуация: статистически значимые отличия выявлены для всех участков, кроме К67 и

К14, причем только при учете коррекции Бонферрони. Без применения корректировки различия с этими участками также отсутствовали.

Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать, что прореживание изменило соотношение деревьев различного качества на опытных участках, отдалив их от структуры контрольных древостоев, характеризующихся высокой густотой и значительной долей угнетенных деревьев, что свидетельствует о положительном влиянии рубок ухода на исследуемые сосновые древостои.

Данные приложения 36 показывают, что на контрольных ПП К17 и К68, а также на участках, пройденных слабоинтенсивными прореживаниями (К67, К14, К20), за исключением ПП К15, где требуемый лесоводственный эффект был достигнут в полной мере, большая часть деревьев категории «плохое» относится к ступеням толщины 12 см и менее. В этих диапазонах толщины (≤ 12 см) сосредоточено от 60 до 77 % деревьев указанной категории.

Исходя из полученных данных, целесообразно рекомендовать при проведении прореживаний в искусственных сосняках типа леса СВБ возрастом 50–70 лет и густотой от 1,0 тыс. шт./га удалять все деревья, относящиеся к ступеням толщины ≤ 12 см. Исключение возможно для деревьев естественного происхождения, произрастающих в межленточных пространствах, так как они, как правило, формируются в менее конкурентной среде по сравнению с деревьями в лентах культур и, несмотря на меньший возраст, отличаются лучшим развитием кроны и удовлетворительными темпами роста.

Реализация данной рекомендации позволит достичь следующих лесоводственных эффектов: снижение естественного отпада деревьев; уменьшение дифференциации древостоя по диаметру, что, в свою очередь, обеспечит более однородный выход сортиментов к возрасту спелости; увеличение среднего диаметра стволов; снижение пожарной опасности (Залесов и др., 2016).

Расчет интенсивности рубки, при удалении всех деревьев со ступенями толщины ≤ 12 см на ПП 12, 18, 20 приведен в нашей работе (Осипенко, Клинов, 2022).

Динамика радиального прироста сосны в искусственных сосновых древостоях типа леса СВБ, пройденных прореживаниями, представлена на рисунках 6.11 и 6.12. Графики были поделены на два рисунка для большей наглядности. Динамика радиального прироста деревьев на ПП К12, К18, К20 за более продолжительный период времени опубликована в тезисах конференции (Сюваткин, Осипенко, 2024).

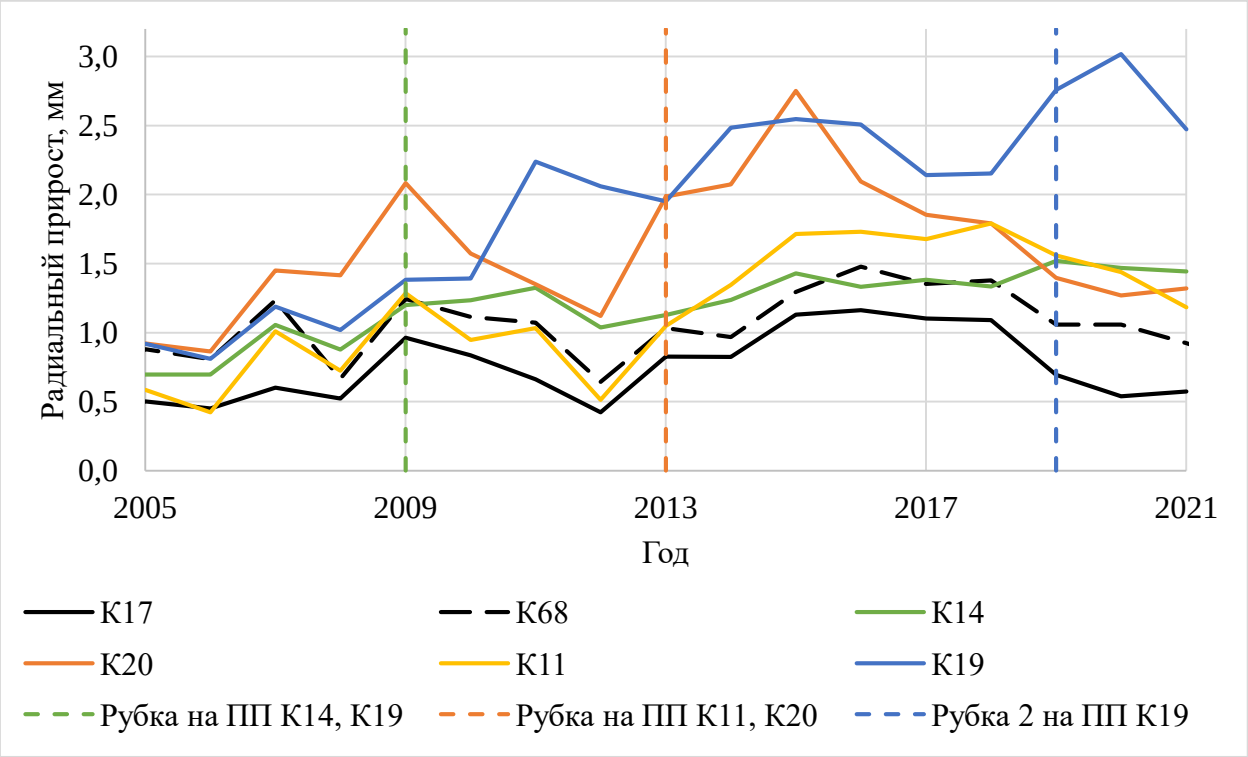


Рисунок 6.11 – Динамика радиального прироста сосны в искусственных древостоях типа леса СВБ, пройденных прореживанием (ПП К14, К20, К11, К19), в сравнении с контрольными участками (К17, К68) за 2005–2021 гг.

Наибольшее увеличение радиального прироста деревьев сосны (I–III классов Крафта) зафиксировано на ПП К12, К18 и К19 при рубках умеренно-высокой и высокой интенсивности (34,5–44,9 %). Менее выраженный отклик по сравнению с контролем отмечен на ПП К11, К15 и К20 при прореживаниях слабой и умеренной интенсивности (15,5–22,2 %). Минимальные изменения наблюдаются на ПП К13, К14, К16 и К67 также при рубках слабой и умеренной интенсивности (11,4–29,5 %).

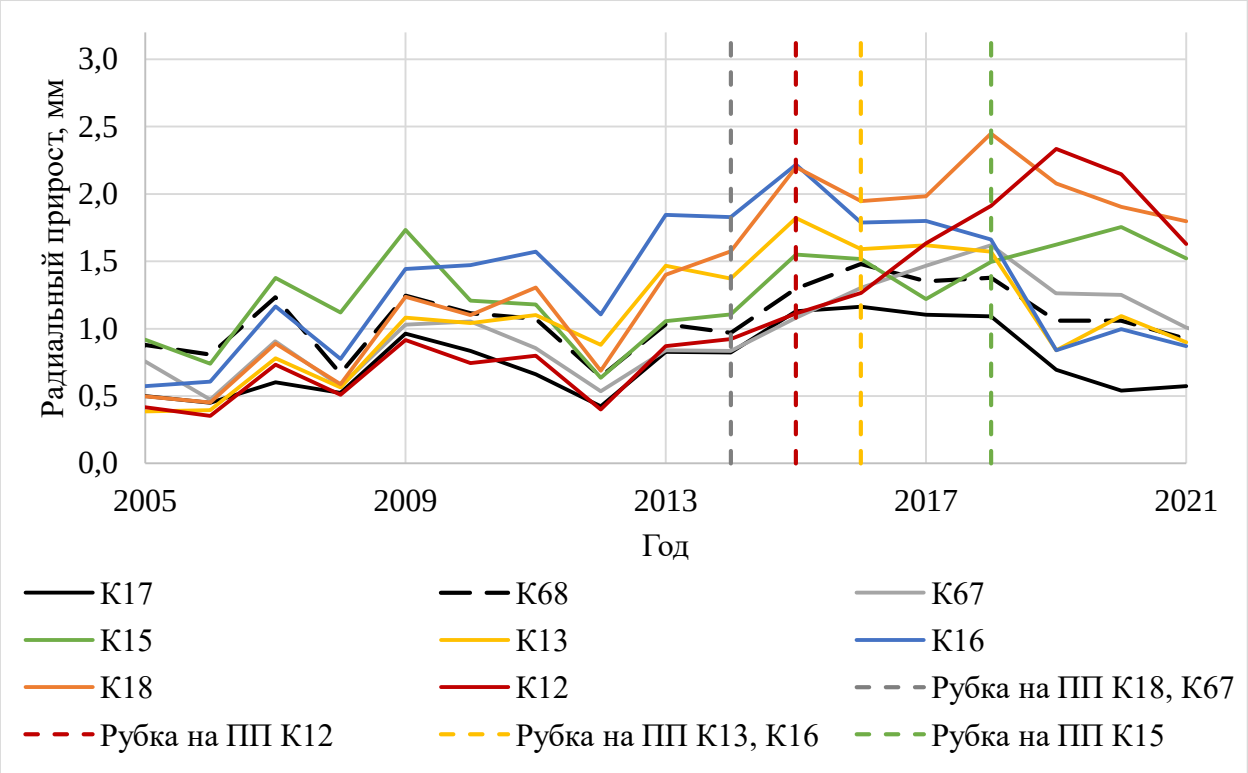


Рисунок 6.12 – Динамика радиального прироста сосны в искусственных древостоях типа леса СВБ, пройденных прореживанием (ПП К67, К15, К13, К16, К18, К12), в сравнении с контрольными участками (К17, К68) за 2005–2021 гг.

Еще один набор данных о рубках прореживания в условиях типа леса СВБ (табл. 6.16, приложение 13), был получен на территории заброшенного лесного питомника, расположенного в 74 квартале Ключевского участкового лесничества Ключевского лесничества Алтайского края (Осипенко и др., 2023). Участок характеризуется типом леса СВБ, древостои имеют различное происхождение: созданы посевом (ПП К34-К36), посадкой (ПП К27), путем естественного возобновления (ПП К28). Древостои развивались по II (К27, К28) и III (К34–К36) классам бонитета. На участке К27 в 2021 году было проведено прореживание линейным способом (вырублен каждый третий ряд). ПП 28 заложена в естественном сосняке, в котором рубки не проводились. На ПП К34–К36 произрастают искусственные сосняки, сформировавшиеся на грядах питомника из не выкопанного в срок посадочного материала. На ПП К34 в 2016 году была выполнена ПРЖ интенсивностью 40,4 % по запасу и 41,3 % по

густоте, линейным способом (вырублена каждая вторая лента). На ПП К36 в 2016 году была проведена селективная рубка интенсивностью 21,5 % по запасу и 76,7 % по густоте. На ПП К35 рубка не проводилась, данный участок служит контролем по отношению к другим участкам.

Таблица 6.16 – Таксационная характеристика сосняков на заброшенном лесном питомнике, пройденных рубкой прореживания

№ ПП	Состав древостоя	Средние			Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Относительная полнота	Объем среднего дерева, $м^3$	Запас древостоя, $м^3$/га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см					
До рубки, 2016 (2021)* г.									
К35	10С	30	8,3	4,3	25245	37,1	1,37	0,008	204
К34	10С	30	9,3	4,5	24432	38,2	1,41	0,009	225
К36	10С	30	8,0	4,1	27181	35,2	1,30	0,007	186
К27	10С	35	13,1	11,7	3963	42,3	1,41	0,072	285
К28	10С	18	7,6	8,7	1614	9,6	0,35	0,031	49
Опытные участки непосредственно после рубки, 2016 (2021) г.									
К34	10С	30	9,3	4,4	14348	22,2	0,82	0,009	134
К36	10С	30	10,3	7,2	6321	25,6	0,95	0,023	146
К27	10С	35	13,2	11,8	2481	27,0	0,90	0,074	183
На момент исследования, 2023 г.									
К35	10С	37	9,6	5,4	22114	50,5	1,86	0,013	292
К34	10С	37	11,0	6,4	9413	30,1	1,08	0,020	189
К36	10С	37	11,0	8,2	6321	33,6	1,20	0,032	200
К27	10С	37	13,3	12,0	2349	26,6	0,89	0,077	182
К28	10С	25	8,4	10,2	1614	13,1	0,48	0,044	70

*Примечание: на ПП К27 рубка была в 2021 году

Опыт создания загущенных сосняков посевом представляет интерес в аспекте лесовыращивания. Изучение насаждений при экстремально высокой густоте позволяет уточнить особенности выращивания лесов в условиях Алт-

ае-Новосибирского лесостепного района и ленточных боров, а также определить подходящие приемы рубок. Отсутствие единого оптимума густоты насаждений (Демаков и др., 2016), а также недостаточная изученность данного вопроса (Демаков, Исаева, 2017; Залесов, Осипенко, 2018; Бессчетнова и др., 2022) делают данную проблему актуальной для лесоводства. Кроме того, посев как способ создания лесных культур в районе исследования почти не используется, и данных по нему крайне мало (Маленко, 2008).

Прореживания, проведенные в 2016 году на заброшенном лесном питомнике, снизили густоту древостоев на ПП К34 и К36 до 9,4 и 6,3 тыс. шт./га, что способствовало увеличению средних диаметров на 18,5 и 51,9 % по сравнению с контролем. Установлена обратная зависимость между густотой и средним диаметром древостоев: наибольший диаметр (10,2 см) зафиксирован в естественном древостое с наименьшей густотой, несмотря на его меньший возраст. Та же закономерность характерна для объема среднего дерева.

Запас древостоя подчиняется иной динамике: максимальные значения наблюдаются на контрольном участке с наибольшей густотой, что подтверждается и другими исследованиями (Данчева, Залесов, 2023). На момент учета на опытных участках запас древостоя составлял 56 % (К34), 70 % (К36) и 89 % (К27) от контрольного уровня. Минимальный запас (70 м^3/га) зафиксирован на участке самозарастания, что связано с его низкой густотой. Среди опытных участков больший запас (200 м^3/га) отмечен на ПП К36, где проводилась выборочная рубка по низовому методу, а древостой создавался посевом. Наибольший объем среднего дерева наблюдается на ПП К27.

Наибольшая средняя высота древостоя зафиксирована на ПП К27 – 13,3 м, что на 38,5 % выше, чем на контрольной ПП К35. Максимальная высота отдельного дерева на ПП составила: К35 – 13,5 м, К34 – 15,5 м, К36 – 14,7 м, К27 – 16,5 м, К28 – 14,0 м.

Относительная полнота искусственных древостоев, созданных посевом, превышает 1,0, что указывает на несоответствие стандартной таблицы ЦНИИЛХа условиям района, особенно для загущенных сосняков. Аналогичн-

ый вывод сделан и другими авторами (Данчева, Панкратов, 2021). Таблица В.В. Загреева (Общесоюзные нормативы…, 1992) также не подходит: по ней полнота контрольного участка достигает 2,1.

Средний возраст древостоя на участке самозарастания на 12 лет меньше, чем у искусственных, что связано с постепенным заселением территории сосной. Следовательно, искусственное лесовосстановление посевом ускорило оборот хозяйства на 12 лет.

Наибольший прирост средней высоты за 7 лет отмечен на ПП К34, что связано с интенсивным отпадом угнетенных деревьев, вероятно, вызванным рубкой. На ПП К36 валеж не зафиксирован. Более слабый прирост на этом участке, по сравнению с ПП К34, можно объяснить меньшей реакцией крупных деревьев на прореживание (Эбель и др., 2014б). Наибольший прирост по среднему диаметру наблюдается в сосняке естественного происхождения, что объясняется наименьшей густотой древостоя (К28). На участке К27, вследствие короткого периода после рубки, существенных изменений таксационных показателей не произошло; однако наблюдался послерубочный отпад деревьев, что привело к снижению запаса древостоя.

Эффективная продуктивность искусственных древостоев на заброшенном лесном питомнике составляет 240–292 м³/га. Максимальное значение отмечено на контрольном участке (К35) с наибольшей густотой, минимальное – на участке самозарастания (К28) с наименьшей густотой (Осипенко и др., 2023).

Среднегодовая эффективная работа древостоев после прореживания не превышает уровень контрольного участка. Наибольшие значения этого показателя зафиксированы на ПП К35 и К28 (6,1 и 6,2 %), что указывает на больший прирост на 1 м³ запаса древостоев. Более низкая эффективность работы на опытных участках К34 и К36 (5,9 и 5,3 %). На ПП К27 среднегодовая эффективная работа древостоя имеет отрицательное значение (–0,5 %), так как за два года после рубки в древостое выпал больший запас, чем прирос.

В перспективе, при переходе древостоев из фазы жердняка в фазу формирования стволов, среднегодовая эффективная работа древостоев на опытных участках может превысить показатели контрольного участка (Осипенко и др., 2022б; Осипенко и др., 2023).

Одним из важных эффектов рубок ухода является снижение или предотвращение естественного отпада деревьев. Сведения о количестве, среднем диаметре и запасе сухостойных и валежных деревьев в сосняках на заброшенном лесном питомнике представлены в таблице 6.17.

Таблица 6.17 – Сухостойные и валежные деревья в сосняках на заброшенном лесном питомнике

№ ПП	Интенсивность рубки, %		Сухостойные деревья			Валежные деревья		
	По запасу	По густоте	Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, $м^3$/га	Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, $м^3$/га
К35	–	–	1761	2,5	3,9	7143	2,6	7,2
К34	40,4	41,3	3299	3,8	28,3	4023	2,5	4,0
К36	21,5	76,7	181	4,5	1,8	0	–	0
К27	35,9	37,4	225	5,8	4,3	132	4,5	1,3
К28	–	–	35	4,4	0,3	0	–	0

Согласно полученным данным, равномерное прореживание древостоя на ПП К36 привело к значительному снижению как количества, так и запаса отпада. В то же время на ПП К34 зафиксировано увеличение этих показателей, что, вероятнее всего, обусловлено не только проведением рубки, но и развитием очага усыхания, связанного с поражением древостоя корневой губкой. Следовательно, влияние лесохозяйственного мероприятия в данном случае накладывается на действие биотического фактора, что осложняет интерпретацию полученных результатов. Наименьший запас сухостойной древесины (0,3 $м^3$/га) и отсутствие валежной древесины наблюдается на участке естественного лесовосстановления, что объясняется меньшим возрастом древос-

тоя и его низкой густотой, что положительно сказывается на пожарной безопасности (Осипенко и др., 2023).

Средние диаметры сухостойных и валежных деревьев в исследуемых сосняках ниже, чем у деревьев, оставленных на доращивание, что указывает на отпад отставших в росте экземпляров.

Распределение деревьев по классам качества и ступеням толщины представлено в приложении 36, а в обобщенном виде (без учета ступеней толщины) – на рисунке 6.13.

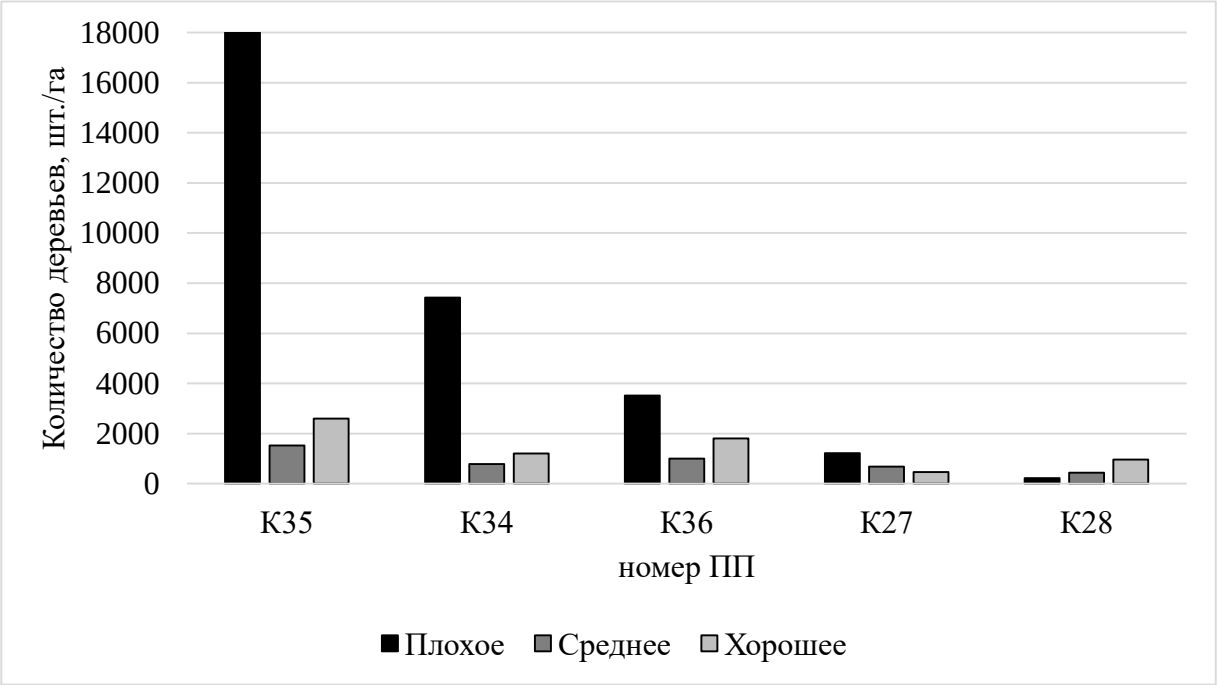


Рисунок 6.13 – Распределение деревьев в сосновых древостоях на заброшенном лесном питомнике по классам качества после проведения ПРЖ

В древостоях, созданных посевом (ПП К34–К36), менее 6 % деревьев имеет равномерную, хорошо развитую крону. В древостое, созданном посадкой (К27) таких деревьев 8,9 %, тогда как в естественном древостое – 51,3 %.

Доля стволов хорошего качества в культурах, созданных посевом, варьирует от 76,4 до 95,7 %, а стволов плохого качества – от 0 до 6,3 %. На ПП К27 деревьев с хорошим стволом всего 43,5 %, а с плохим – 25,7 %, что объясняется механическими повреждениями деревьев животными и ветром. На ПП К28 доля деревьев с хорошим стволом составляет 85,8 %, с плохим – 1,3 %.

По положению в пологе хорошие деревья в древостоях, созданных посевом, составляют 12,8–44,3 %, а плохие – 28,6–65,5 %. На ПП К27 доля хороших деревьев по росту равна 27,7 %, а плохих – 35,4 %. Наилучшее соотношение по данному показателю на участке самозарастания – 47,4 % хороших деревьев и только 8,6 % – категории «плохое».

В древостоях, созданных посевом, лучшего качественного состава древостоя позволила достичь селективная рубка по низовому методу (ПП К36).

Для оценки различий в распределении категорий качества стволов между контрольным участком (ПП К35) и другими опытными участками были проведены попарные χ^2-тесты (табл. 6.18). Коррекция уровня значимости выполнена по методу Бонферрони при $\alpha = 0{,}05$.

Таблица 6.18 – Результаты попарных сравнений распределений качества деревьев в сосняках заброшенного питомника с применением критерия χ^2

№ ПП	*p*-значение	*p*-значение корректированное (Бонферрони)	Значимое отличие ($\alpha = 0{,}05$)
К34	0,648	1,000	Нет
К36	< 0,001	< 0,001	Да
К27	< 0,001	< 0,001	Да
К28	< 0,001	< 0,001	Да

Сравнение с контрольным участком ПП К35 выявило статистически значимые различия для всех опытных участков, за исключением ПП К34. Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение линейного способа рубки на ПП К34 не привело к улучшению качественного состава древостоя и не обеспечило выраженного лесоводственного эффекта. Напротив, на ПП К36, где использовалась селективная рубка по низовому методу, отмечено существенное повышение доли деревьев высокого качества, что указывает на большую эффективность данного приема ухода. Происхождение древостоя, а точнее связанная с ним исходная и текущая густота, также оказывает заметное влияние на соотношение хороших и плохих деревьев в насаждении.

Динамика радиального прироста сосны в искусственных сосновых древостоях, сформированных на заброшенном лесном питомнике и пройденных прореживаниями, представлена на рисунке 6.13.

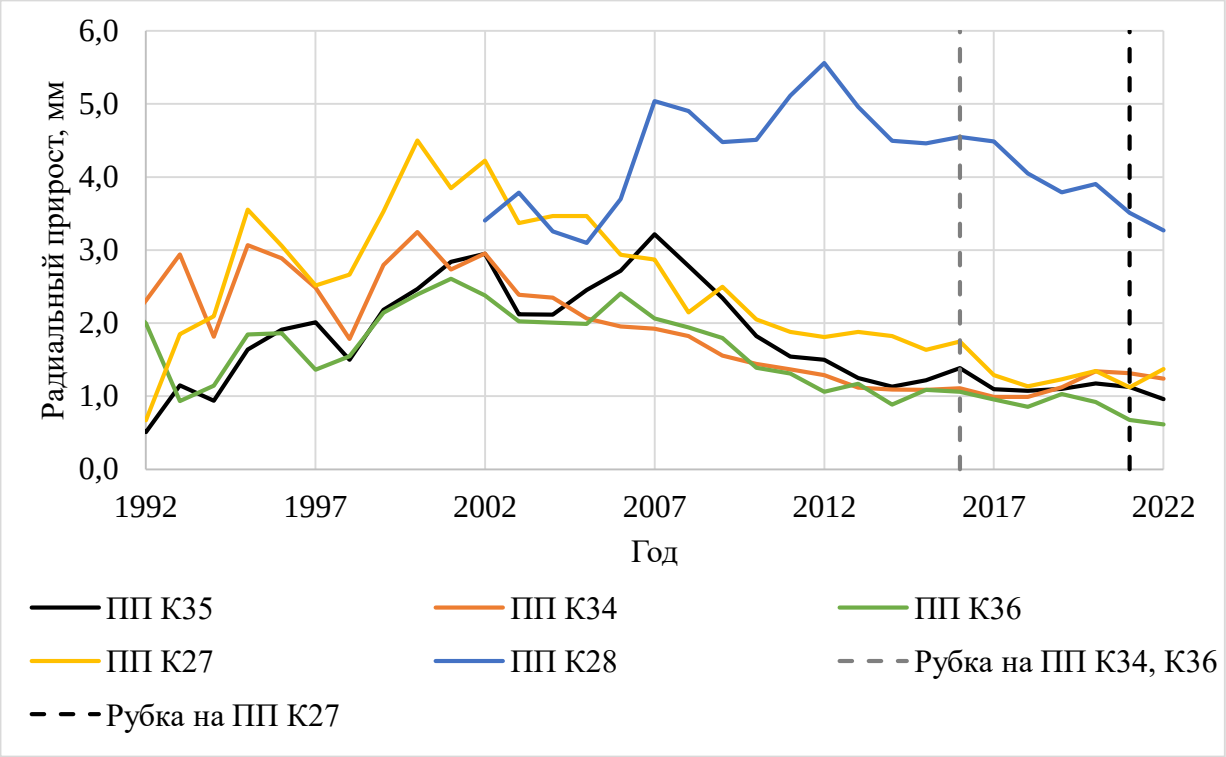


Рисунок 6.13 – Динамика радиального прироста сосны в древостоях на заброшенном лесном питомнике, за период 1992–2022 гг.

В древостоях, созданных посевом, проведение прореживания не привело к увеличению радиального прироста деревьев I–III классов Крафта, что, вероятно, связано с сохранением высокой густоты насаждений. Влияние линейного прореживания на ПП К27 на данном этапе не выявлено, что обусловлено недостаточной продолжительностью послерубочного периода наблюдений. Наибольшие значения радиального прироста зафиксированы на ПП К28, что, по всей видимости, обусловлено меньшей густотой древостоя и его более молодым возрастом.

В целом, результаты прореживаний на заброшенном лесном питомнике можно считать положительными, при этом наилучший эффект по комплексу признаков достигнут при создании древостоев посевом в сочетании с селективным прореживанием по низовому методу.

6.3. Проходная рубка

Влияние проходных рубок (ПРХ) на естественные сосняки, произрастающие в условиях типа леса СБП, изучалось на ПП К37–К39 и К49. Сведения о местоположении и характеристиках этих участков приведены в приложении 13, а таксационные показатели древостоев – в таблице 6.19. Класс бонитета исследуемых древостоев: К37, К39, К49 – III, К38 – IV.

На ПП К49 в 2013 году проводилось ПРЖ очень слабой интенсивности (0,4 %), а в 2021 году – ПРХ умеренно-высокой интенсивности (30,9 %). На ПП К38 и К39 в 2012 году выполнены ПРХ: на К38 – очень высокой интенсивности (65,4 %), на К39 – умеренной (21,8 %). Все рубки были проведены селективным способом. Контрольным участком является ПП К37, на котором рубки не проводились (рис. 6.14). Для обеспечения сопоставимости с данными по ПП К38 и К39 реконструкция таксационных показателей для К37 выполнена по состоянию на 2012 г.



Рисунок 6.14 – Естественный сосняк типа леса СБП, в котором не проводились рубки ухода (ПП К37)

Таблица 6.19 – Таксационная характеристика естественных сосняков типа леса СБП, в которых проводились проходные рубки

№ ПП	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Относительная полнота	Объем среднего дерева, $м^3$	Запас древостоя, $м^3$/га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
До первой рубки, 2012 (2013)* г.									
К37	7С	89	22,3	23,9	477	21,4	0,61	0,495	236
	3С	64	13,2	9,4	2201	15,2	0,50	0,052	114
К39	8С	97	20,3	20,9	736	25,2	0,72	0,345	254
	2С	73	10,6	8,0	2460	12,3	0,44	0,032	78
К49	4С	105	23,1	42,1	56	7,8	0,22	1,524	85
	3С	65	18,7	22,9	212	8,7	0,26	0,379	80
	3С	43	12,7	10,0	1224	9,7	0,32	0,056	68
К38	9С	105	19,8	25,4	652	33,0	0,96	0,465	304
	1С	75	10,7	9,9	724	5,6	0,20	0,049	36
Непосредственно после первой рубки, 2012 (2013) г.									
К39	8С	97	20,3	20,9	624	21,4	0,61	0,346	216
	2С	73	10,1	7,5	1592	7,0	0,25	0,028	44
К49	4С	105	23,1	42,1	56	7,8	0,22	1,524	85
	3С	65	18,7	22,9	212	8,7	0,26	0,379	80
	3С	43	12,8	10,1	1180	9,5	0,32	0,057	67
К38	9С	105	18,6	22,1	308	11,8	0,34	0,338	104
	1С	75	10,0	9,1	344	2,2	0,08	0,039	13
До второй рубки, 2021 г.									
К49	4С	73	19,3	24,8	212	10,3	0,33	0,466	99
	3С	113	23,4	44,1	56	8,5	0,27	1,712	96
	3С	51	13,8	11,7	1180	12,7	0,40	0,079	93
Непосредственно после второй рубки, 2021 г.									
К49	4С	73	19,2	24,6	176	8,4	0,27	0,460	81
	4С	51	13,7	11,5	912	9,4	0,30	0,076	69
	2С	113	23,1	42,2	32	4,2	0,13	1,479	47

Окончание таблицы 6.19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
На момент исследования, 2023 г.									
К37	6С	100	23,0	25,8	477	25,0	0,70	0,576	261
	4С	75	14,5	10,9	1955	18,3	0,58	0,074	144
К39	8С	108	21,1	22,8	624	25,6	0,74	0,426	266
	2С	84	12,0	9,3	1260	8,5	0,29	0,046	68
К49	4С	75	19,3	25,0	176	8,6	0,26	0,475	84
	4С	53	14,0	12,1	884	10,1	0,33	0,084	74
	2С	115	23,1	42,4	32	4,5	0,13	1,521	49
К38	9С	116	19,7	25,1	308	15,2	0,46	0,472	146
	1С	86	12,2	11,7	344	3,7	0,11	0,073	25

*Примечание: на ПП К49 в 2013 году было проведено прореживание

Проходные рубки в естественных сосняках обусловили уменьшение среднего диаметра большинства элементов леса на 0,2–3,3 см (в среднем –1,2 см). Лишь на ПП К39 для преобладающего элемента леса этот показатель остался без изменений.

Густота древостоев до проведения ПРХ находилась в пределах 1,4–3,2 тыс. шт./га (в среднем 2,2 тыс. шт./га), однако в результате рубок сократилась на 0,3–1,0 тыс. шт./га. Относительная полнота естественных древостоев снизилась на 0,3–0,74 единицы. Объем изъятого запаса древесины при ПРХ составил 72–223 м³/га, что отражает высокую вариабельность интенсивности проведенных мероприятий.

Помимо ПРХ в естественных сосняках, изучалось их влияние на искусственные древостои. В условиях типа леса СБП для этой цели были заложены ПП К51–К53, К40–К42 и К48. Характеристика сосняков приведена в приложении 13 и таблице 6.20 (в порядке возрастания интенсивности рубок). Класс бонитета исследуемых сосняков: К48 –III, К40–К42 и К51 – IV, К52 и К53 – V.

Контрольным участком является ПП К51, на котором рубка не проводилась. Для сопоставимости с ПП К42 реконструкция таксационных показателей контрольного участка выполнена по состоянию на 2013 и 2019 гг.

Таблица 6.20 – Таксационная характеристика искусственных сосняков типа леса СБП, в которых проводились проходные рубки

№ ПП	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Относительная полнота	Объем среднего дерева, $м^3$	Запас древостоя, $м^3$/га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
До первой рубки, 2009–2014 гг.									
К51	10С	67	12,5	12,3	1968	23,3	0,80	0,079	156
К53	10С	77	12,4	10,5	4025	34,6	1,19	0,058	233
К40	10С	75	13,4	12,6	2769	34,7	1,13	0,088	245
К52	10С	76	12,0	11,0	3169	29,9	1,03	0,060	189
К41	10С	75	15,2	13,9	1977	30,1	0,92	0,124	245
К48	10С	57	15,3	15,4	1570	29,3	0,91	0,149	234
К42	10С	65	12,3	11,7	2821	30,3	1,01	0,072	203
Непосредственно после первой рубки, 2009–2014 гг.									
К53	10С	77	12,0	9,9	3264	25,1	0,87	0,052	169
К40	10С	75	13,4	12,7	1735	21,9	0,72	0,090	157
К52	10С	76	12,0	11,1	1758	16,9	0,58	0,062	109
К41	10С	75	14,9	13,5	1174	16,8	0,51	0,118	138
К48	10С	57	16,0	16,2	1197	24,7	0,75	0,169	202
К42	10С	65	12,7	12,5	1899	23,2	0,78	0,080	153
До второй рубки, 2019 г.									
К51	10С	73	13,0	13,1	1756	23,6	0,82	0,104	183
К48	10С	67	17,1	17,7	1197	29,6	0,90	0,216	259
К42	10С	71	13,1	13,4	1899	26,7	0,89	0,095	180
Непосредственно после второй рубки, 2019 г.									
К48	10С	67	16,4	16,8	750	16,6	0,51	0,191	143
К42	10С	71	12,7	12,5	1026	12,6	0,42	0,082	85
На момент исследования, 2023 г.									
К51	10С	77	13,7	14,1	1653	26,0	0,85	0,112	185
К53	10С	86	12,8	11,3	2793	27,8	0,93	0,065	183
К40	10С	84	14,4	14,3	1577	25,2	0,82	0,118	186

Окончание таблицы 6.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
К52	10С	84	12,7	12,5	1614	19,9	0,67	0,079	128
К41	10С	84	16,8	16,5	977	20,9	0,64	0,184	180
К48	10С	71	17,8	18,8	683	19,0	0,57	0,250	170
К42	10С	75	13,4	14,1	902	14,1	0,47	0,106	95

На ПП К53, К40 и К41 в 2014 году была проведена селективная ПРХ умеренной (27,5 %), умеренно-высокой (36,1 %) и высокой (43,5 %) интенсивности соответственно. На ПП К52 в 2015 году была проведена ПРХ линейно-селективным способом с высокой интенсивностью (42,3 %). На ПП К48 в 2009 году проведено селективное прореживание интенсивностью 13,6 %, а в 2019 году – линейно-селективная ПРХ интенсивностью 44,7 %. На ПП К42 в 2013 году осуществлено селективное прореживание интенсивностью 24,6 %, а в 2019 году – ПРХ линейно-селективным способом с очень высокой интенсивностью (53,1 %).

В результате проходных рубок в искусственных сосняках типа леса СБП средний диаметр древостоев изменился слабо (от –0,9 до 0,8 см). Густота древостоев в результате ПРХ сократилась на 0,4–1,4 тыс. шт./га. Относительная полнота древостоев снизилась на 0,32–0,47 единицы. Вырубленный запас древесины при ПРХ в составил 64–116 м³/га.

Сравнение таксационных показателей на момент учета (2023 г.) с показателями перед первой рубкой, а также с показателями после проходной рубки, приведено в таблице 6.21.

С момента перед первой рубкой до обследования средний диаметр большей части элементов леса естественных древостоев типа леса СБП увеличился на 0,3–2,1 см (в среднем 1,4 ± 0,3 см), снижение отмечено только на ПП К38 (–0,3 см). Диаметр искусственных древостоев за тот же период увеличился на 0,8–3,4 см (2,0 ± 0,3 см).

Таблица 6.21 – Изменение таксационных показателей элементов леса сосновых древостоев типа леса СБП, в которых проводились проходные рубки

№ ПП	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Относительная полнота	Объем среднего дерева, $м^3$	Запас, $м^3$/га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
По сравнению с характеристикой древостоя перед первой рубкой									
К37	6С	11	0,7	1,9	0	3,6	0,09	0,081	25
	4С	11	1,3	1,5	–246	3,1	0,08	0,022	30
К39	8С	11	0,8	1,9	–112	0,4	0,02	0,081	12
	2С	11	1,4	1,3	–1200	–3,8	–0,15	0,014	–10
К49	4С	10	0,6	2,1	–36	–0,1	0	0,096	4
	4С	10	1,3	2,1	–340	0,4	0,01	0,028	6
	2С	10	0	0,3	–24	–3,3	–0,09	–0,003	–36
К38	9С	11	–0,1	–0,3	–344	–17,8	–0,5	0,007	–158
	1С	11	1,5	1,8	–380	–1,9	–0,09	0,024	–11
К51	10С	10	1,2	1,8	–315	2,7	0,05	0,033	29
К53	10С	9	0,4	0,8	–1232	–6,8	–0,26	0,007	–50
К40	10С	9	1	1,7	–1192	–9,5	–0,31	0,03	–59
К52	10С	8	0,7	1,5	–1555	–10	–0,36	0,019	–61
К41	10С	9	1,6	2,6	–1000	–9,2	–0,28	0,06	–65
К48	10С	14	2,5	3,4	–887	–10,3	–0,34	0,101	–64
К42	10С	10	1,1	2,4	–1919	–16,2	–0,54	0,034	–108
По сравнению с характеристикой древостоя после проходной рубки									
К39	8С	11	0,8	1,9	0	4,2	0,13	0,08	50
	2С	11	1,9	1,8	–332	1,5	0,04	0,018	24
К49	4С	2	0,1	0,4	0	0,2	–0,01	0,015	3
	4С	2	0,3	0,6	–28	0,7	0,03	0,008	5
	2С	2	0	0,2	0	0,3	0	0,042	2
К38	9С	11	1,1	3	0	3,4	0,12	0,134	42
	1С	11	2,2	2,6	0	1,5	0,03	0,034	12

Окончание таблицы 6.21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
К53	10С	9	0,8	1,4	–471	2,7	0,06	0,013	14
К40	10С	9	1	1,6	–158	3,3	0,1	0,028	29
К52	10С	8	0,7	1,4	–144	3	0,09	0,017	19
К41	10С	9	1,9	3	–197	4,1	0,13	0,066	42
К48	10С	4	1,4	2	–67	2,4	0,06	0,059	27
К42	10С	4	0,7	1,6	–124	1,5	0,05	0,024	10

Густота естественных древостоев на опытных участках снизилась до 0,7–1,9 тыс. шт./га (в среднем до 1,2 тыс. шт./га), наибольшее сокращение наблюдается на ПП К39 (–1312 шт./га), в процентном отношении – на ПП К38 (–52,6 %). Густота контрольного древостоя (ПП К37) уменьшилась на 9,2 %.

Густота искусственных сосняков, пройденных рубками, снизилась до 0,7–2,8 тыс. шт./га (в среднем до 1,4 тыс. шт./га), наибольшее уменьшение зафиксировано на ПП К42 (–1919 шт./га), где было проведено две рубки ухода умеренной и очень высокой интенсивности с интервалом всего 6 лет. Густота древостоя на контрольном участке (ПП К51) снизилась на 16,0 %.

Абсолютная полнота контрольных древостоев (ПП К37 и ПП К51) увеличилась на 18,3 и 11,6 % соответственно, а на опытных участках снизилась: в естественных сосняках – на 9,1–51,0 %, в искусственных – на 19,7–53,5 %.

Запас древесины на контрольных участках увеличился на 15,7 % (ПП К37) и 18,6 % (ПП К51). На ПП К39 за 11 лет произошло полное восполнение вырубленного запаса древесины; на ПП К49 и К38 для восстановления требуется еще 26 и 169 м^3/га (или 11,2 и 49,7 % от первоначального запаса); в искусственных древостоях до восполнения необходимо 50–108 м^3/га (21,5–53,2 %).

Расчеты эффективной продуктивности и среднегодовой эффективной работы естественных и искусственных сосновых древостоев типа леса СБП, пройденных ПРХ, приведены в таблицах 6.22 и 6.23.

Эффективная продуктивность естественных древостоев варьирует в пределах 299–406 м^3/га. Минимальное значение отмечено на ПП К49, что связано

с большей долей участия в составе древостоя молодых элементов леса по сравнению с другими участками. В искусственных древостоях эффективная продуктивность составляет 185–318 м^3/га, что меньше, чем в естественных, вследствие более низкого среднего возраста сосновых древостоев. Наибольшая продуктивность зафиксирована в древостое на ПП К48, характеризующемся наиболее высоким классом бонитета (III). Наименьшее значение отмечено на контрольном участке (ПП К51), что объясняется меньшим возрастом контрольного древостоя по сравнению с древостоями на ПП К40, К41, К52 и К53, меньшим классом бонитета по сравнению с ПП К48, а также меньшей густотой древостоя на начало наблюдения по сравнению с сосняком на ПП К42.

Таблица 6.22 – Эффективная продуктивность естественных и искусственных древостоев типа леса СБП, пройденных проходными рубками

№ ПП	Интенсивность рубок по запасу, %		Вырубаемый запас, м^3/га		Запас древостоя, м^3/га	Эффективная продуктивность		
	ПРЖ	ПРХ	ПРЖ	ПРХ		м^3/га	Отношение к контролю, %	
							ПП К37	ПП К51
Естественные древостои								
К37	–	–	–	–	405	405	100	–
К39	–	21,8	–	72	334	406	100	–
К49	0,4	30,9	1	91	207	299	74	–
К38	–	65,4	–	223	171	394	97	–
Искусственные древостои								
К51	–	–	–	–	185	185	–	100
К53	–	27,5	–	64	183	247	–	134
К40	–	36,1	–	88	186	274	–	148
К52	–	42,3	–	80	128	208	–	112
К41	–	43,5	–	107	180	287	–	155
К48	13,6	44,7	32	116	170	318	–	172
К42	24,6	53,1	50	95	95	240	–	130

В искусственных сосняках наибольшая эффективная продуктивность была достигнута при сочетании высокого класса бонитета и возраста древостоя, а также умеренно-высокой и высокой интенсивности рубок.

Таблица 6.23 – Эффективная работа естественных и искусственных древостоев типа леса СБП, пройденных проходными рубками

№ ПП	Период наблюдения, лет	Запас древостоя, м^3/га		Прирост после уходов, м^3/га			Среднегодовая эффективная работа древостоя, %	Отношение к контрольному участку, %	
		После рубки	На момент учета	Общий	В среднем за год	На 1 м^3 наличного запаса		К37	К51
Естественные древостои									
К37	11	350	405	55	5,0	0,16	1,4	100	–
К39	11	260	334	74	6,7	0,28	3,0	211	–
К49	8*	232	288	56	7,0	0,24	2,5	178	–
	2	197	207	10	5,0	0,05	2,6	181	–
К38	11	117	171	54	4,9	0,46	4,2	294	–
Искусственные древостои									
К51	10	156	185	29	2,9	0,19	1,9	–	100
К53	9	169	183	14	1,6	0,08	0,9	–	50
К40	9	157	186	29	3,2	0,18	2,1	–	110
К52	8	109	128	19	2,4	0,17	2,2	–	117
К41	9	138	180	42	4,7	0,30	3,4	–	182
К48	10*	202	259	57	5,7	0,28	2,8	–	152
	4	143	170	27	6,8	0,19	4,7	–	254
К42	6*	153	180	27	4,5	0,18	2,9	–	158
	4	85	95	10	2,5	0,12	2,9	–	158

*Период между прореживанием и проходной рубкой

В естественных сосняках наибольшая среднегодовая эффективная работа отмечена в древостое на участке К38, пройденном ПРХ очень высокой интенсивности. Несмотря на более низкий класс бонитета по сравнению с рядом других участков, именно здесь зафиксирован максимальный показатель. Относительно низкий показатель эффективной работы на ПП К49 объясняется меньшим возрастом деревьев и коротким периодом времени, прошедшим после ПРХ (эффект от рубки еще не отразился в полную силу на приросте запаса).

В искусственных древостоях наибольшие значения среднегодовой эффективной работы (≥ 3,4 %) наблюдаются на ПП К41 и К48 при проведении ПРХ высокой интенсивности. Наименьшее значения показателя наблюдается на ПП К53, что, вероятно, объясняется его очень высокой густотой древостоя как до, так и после рубки.

В таблице 6.24 представлены данные о сухостое и валеже в сосняках типа леса СБП после проведения ПРХ. Тенденции аналогичны отмеченным при ПРЖ: проведение ПРХ приводит к снижению количества и запаса отмерших деревьев, при этом средний диаметр сухостоя и валежа меньше по сравнению с диаметрами деревьев, оставленных для доращивания. Для естественных сосняков характерна еще одна черта: валеж и сухостой здесь имеют меньший средний диаметр, чем в искусственных, что, вероятно, связано с большей дифференциацией деревьев по размерам. В естественных насаждениях отстающим в росте деревьям приходится конкурировать с более старыми и значительно более крупными особями, тогда как в искусственных сосняках конкуренция происходит в основном между деревьями одного возраста.

Распределение деревьев рассматриваемых древостоев по классам качества и ступеням толщины представлено в приложении 37, а в обобщенном виде (без учета ступеней толщины) – на рисунке 6.15.

В естественных сосняках (К37–К39, К49) доля деревьев с равномерной, хорошо развитой кроной составляет 4,0–24,5 %, тогда как в искусственных насаждениях этот показатель выше и достигает 6,9–33,2 %.

Таблица 6.24 – Характеристика сухостоя и валежа в естественных и искусственных сосняках типа леса СБП, пройденных проходными рубками

№ ПП	Давность рубки, лет	Интенсивность рубки по запасу, %	Сухостойные деревья			Валежные деревья		
			Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, $м^3$/га	Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, $м^3$/га
Естественные сосняки								
К37	–	–	553	6,8	16	1212	7,3	33
К39	11	21,8	520	6,2	10	700	6,3	10
К49	2	30,9	52	6,5	1	28	4,0	0,2
К38	11	65,4	12	6,7	0,2	0	–	0
Искусственные сосняки								
К51	–	–	163	7,9	6	1446	9,8	99
К53	9	27,5	145	7,2	4	435	9,3	17
К40	9	36,1	165	8,8	7	158	9,3	7
К52	8	42,3	74	7,3	2	144	9,6	7
К41	9	43,5	76	10,4	5	197	8,1	5
К48	4	44,7	3	12,0	0,2	67	8,8	2
К42	4	53,1	8	9,5	0,3	142	7,2	3

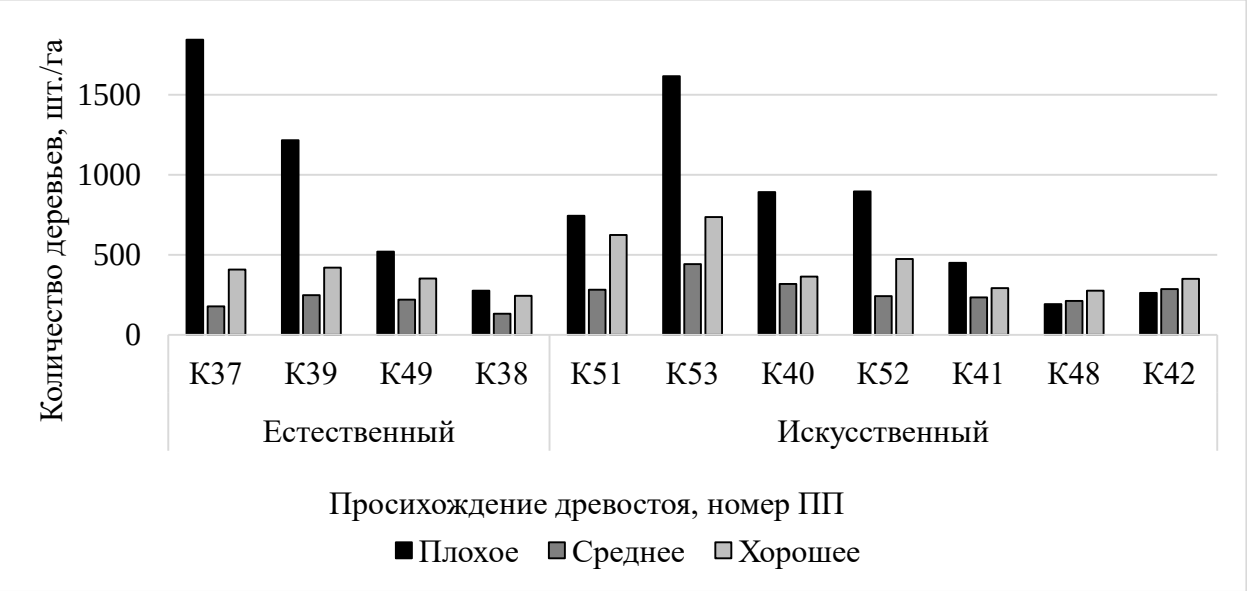


Рисунок 6.15 – Распределение деревьев в естественных и искусственных сосняках типа леса СБП по классам качества после проведения ПРХ

Доля деревьев с плохо развитой кроной в естественных древостоях значительно выше (34,4–72,4 %), чем в культурах (12,2–51,6 %, что объясняется большей дифференциацией деревьев по размеру.

Качество стволов также различается: в естественных сосняках доля стволов хорошего качества варьирует от 75,5 до 84,1 %, а стволов плохого качества – от 1,9 до 9,9 %. В культурах эти показатели колеблются шире: соответственно 49,3–85,8 % и 3,1–19,0 %.

По положению в пологе различия следующие: в естественных сосняках доля хорошо развитых деревьев составляет 23,8–41,7 %, а слабо развитых – 29,7–54,8 %; в культурах — 32,0–58,5 % и 8,4–30,6 % соответственно.

Для оценки различий в распределении категорий качества стволов между контрольными участками (ПП К37 и К51) и опытными участками были проведены попарные χ^2-тесты (табл. 6.25). Коррекция уровня значимости выполнена по методу Бонферрони при $\alpha = 0{,}05$.

Таблица 6.25 – Результаты попарных сравнений распределений качества деревьев в сосняках типа леса СБП после проходных рубок (χ^2-тест)

№ ПП	*p*-значение	*p*-значение корректированное (Бонферрони)	Значимое отличие (α=0,05)
Естественные древостои, сравнение с ПП К37			
К39	0,033	0,099	Нет
К49	0,006	0,018	Да
К38	< 0,001	0,003	Да
Искусственные древостои, сравнение с ПП К51			
К53	0,010	0,060	Нет
К40	0,030	0,180	Нет
К52	0,018	0,108	Нет
К41	0,006	0,036	Да
К48	0,001	0,006	Да
К42	0,008	0,048	Да

Наилучшее соотношение долей деревьев категорий «хорошее» и «плохое» зафиксировано в культурах на ПП К48 и К42, а среди естественных сосняков – на ПП К38. Общим для этих участков является проведение ПРХ высокой и очень высокой интенсивности.

Результаты χ^2-теста показали, что статистически значимые различия с контрольным участком К37 выявлены для участков К49 и К38, где проводились ПРХ интенсивностью 30,9–65,4 %. Достоверных отличий с сосняком, в котором была ПРХ интенсивностью 21,8 % (ПП К39), не обнаружено.

Сравнение с контрольным участком К51 показало значимые различия для искусственных сосняков, в которых проводились наиболее интенсивные ПРХ – ПП К41, К42 и К48 (интенсивность рубки от 43,5 до 53,1 %). При этом без применения корректировки Бонферрони все опытные участки имеют статистически значимые отличия в распределении деревьев по категориям качества относительно контрольных ПП.

Таким образом, ПРХ способствует улучшению качественного состава древостоев, причем эффект усиливается с ростом интенсивности рубки.

Динамика радиального прироста сосны в естественных сосняках, пройденных ПРХ, представлена на рисунке 6.16, в искусственных сосняках – на рисунке 6.17.

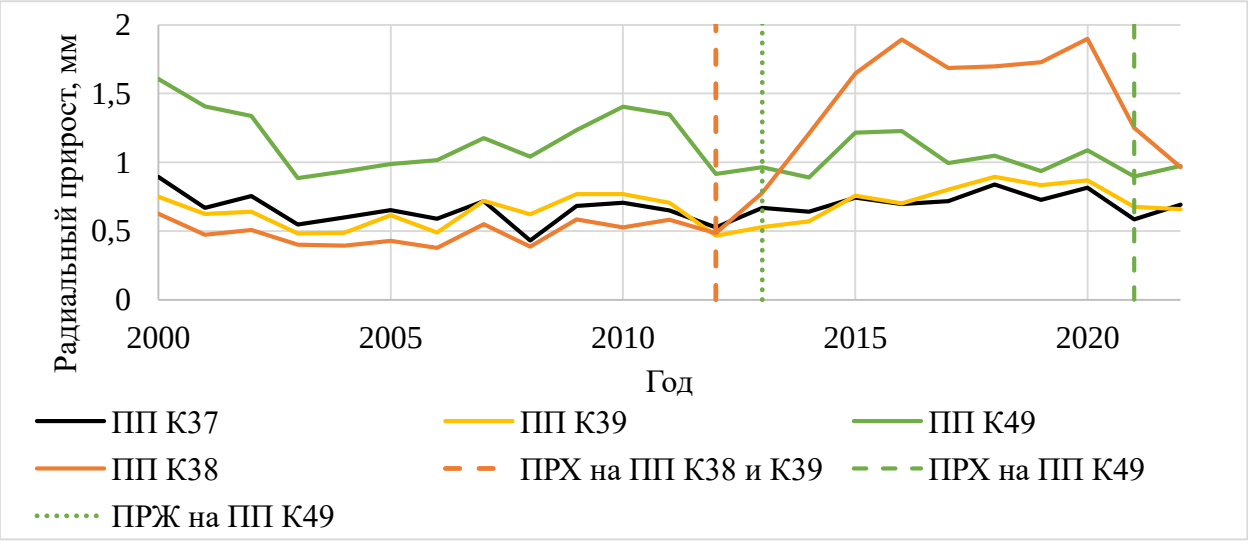


Рисунок 6.16 – Динамика радиального прироста сосны в естественных сосняках типа леса СБП после проходных рубок, за период 2000–2022 гг.

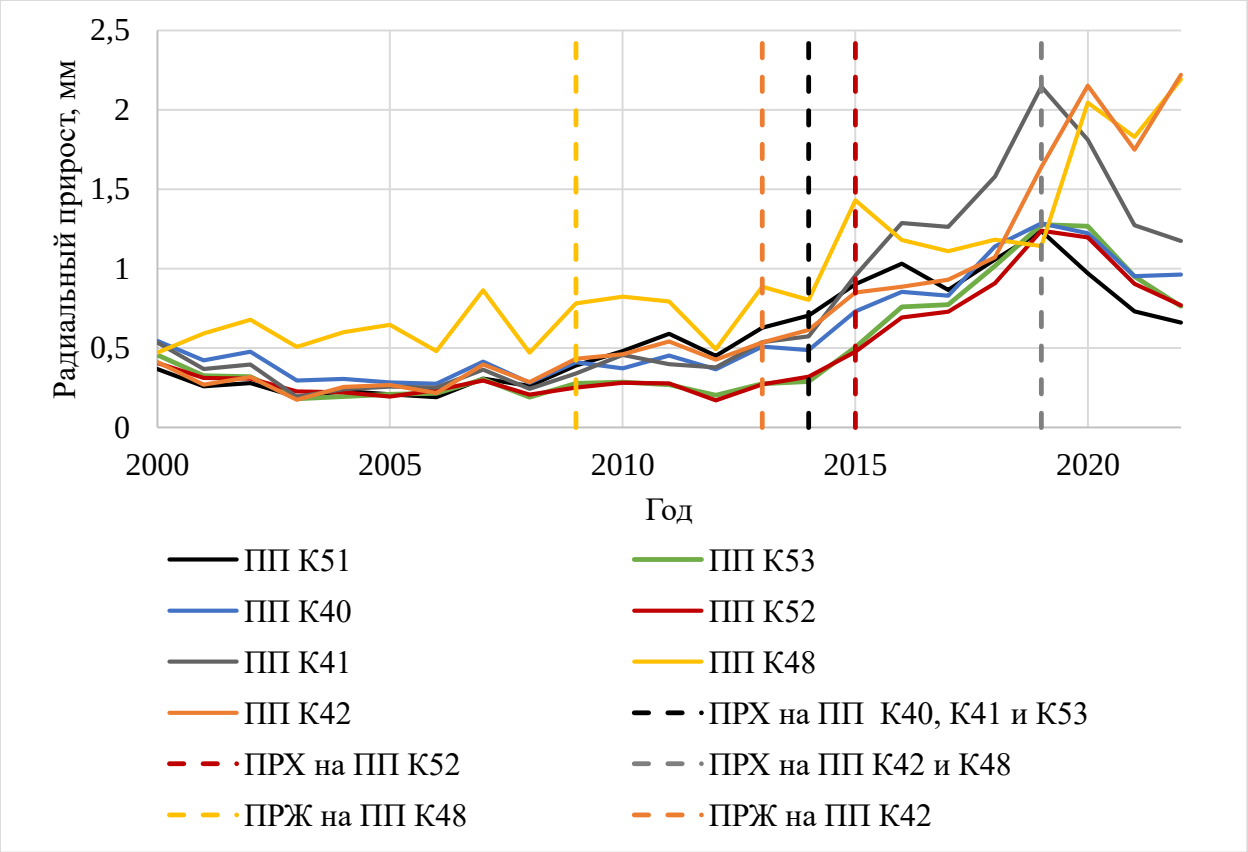


Рисунок 6.17 – Динамика радиального прироста сосны в искусственных сосняках типа леса СБП после проходных рубок, за период 2000–2022 гг.

В естественных сосняках существенное увеличение радиального прироста деревьев сосны I–III классов Крафта отмечено только на ПП К38 после проходной рубки очень высокой интенсивности. Менее интенсивные рубки ухода не оказали заметного влияния на величину прироста.

В искусственных древостоях достоверное увеличение радиального прироста зафиксировано на участках после проходных рубок очень высокой интенсивности (53,1 %) на ПП К42, высокой интенсивности (44,7 %) на ПП К48 и высокой интенсивности (43,5 %) на ПП К41.

Проходные рубки умеренной (27,5 %), умеренно-высокой (36,1 %) и высокой интенсивности (42,3 %), проведенные на ПП К53, К40, К52, вследствие высокой густоты древостоев не вызвали прироста радиального роста.

Влияние проходных рубок на искусственные сосняки типа леса СВБ изучались на ПП К9 (контрольный участок), К8 и К50. Информация об участках и характеристика древостоев приведена в приложении 13 и таблице 6.26.

Таблица 6.26 – Таксационная характеристика искусственных сосняков типа леса СВБ, в которых проводились проходные рубки

№ ПП	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, $м^2$/га	Относительная полнота	Объем среднего дерева, $м^3$	Запас древостоя, $м^3$/га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см					
До первой рубки									
К9	10С	56	17,7	16,0	1595	31,9	0,96	0,179	286
К8	10С	56	16,4	15,5	1567	29,6	0,92	0,156	245
К50	10С	61	16,3	18,1	1188	30,5	0,89	0,216	257
Непосредственно после первой рубки									
К8	10С	56	17,0	16,6	1095	23,7	0,72	0,183	200
К50	10С	61	17,3	19,6	801	24,1	0,70	0,262	210
До второй рубки									
К8	10С	67	17,9	18,5	1095	29,5	0,89	0,238	261
К50	10С	67	18,4	21,5	801	29,1	0,85	0,337	270
Непосредственно после второй рубки									
К8	10С	67	17,9	18,1	976	25,1	0,75	0,227	222
К50	10С	67	18,6	21,9	339	12,7	0,37	0,344	117
На момент исследования									
К9	10С	69	18,3	17,0	1520	34,6	1,04	0,209	318
К8	10С	69	17,9	18,4	976	26,1	0,78	0,236	231
К50	10С	71	19,6	23,8	339	15,1	0,44	0,427	145

На ПП К9 рубки ухода не проводились. На ПП К8 в 2009 году проведена ПРЖ интенсивностью 18,4 %, а в 2020 году – ПРХ интенсивностью 14,9 %. На ПП К50 ПРЖ проведена в 2013 году (18,1 %), а ПРХ – в 2019 году (56,7 %). Класс бонитета древостоев на ПП К8 и К9 – III, на ПП К50 – II. Лесоводственная эффективность рубок ухода на ПП К8 по сравнению с контрольным участком К9 была проанализирована ранее в публикациях (Осипенко и др., 2022б; Осипенко, Клинов, 2022).

Эффективная продуктивность искусственных древостоев типа леса СВБ, пройденных ПРХ, варьирует в переделах 318–345 м^3/га (табл. 6.27). Наибольшее значение отмечено на ПП К50, где древостой отличается более высоким классом бонитета и возрастом (рис. 6.18). На ПП К8 и К9 эффективная продуктивность практически одинакова, что свидетельствует об отсутствии влияния рубок слабой интенсивности на данный показатель.

Таблица 6.27 – Эффективная продуктивность искусственных древостоев типа леса СВБ, пройденных проходными рубками

№ ПП	Интенсивность рубок по запасу, %		Вырубаемый запас, м^3/га		Запас древостоя, м^3/га	Эффективная продуктивность	
	ПРЖ	ПРХ	ПРЖ	ПРХ		м^3/га	Отношение к контролю (ПП К9), %
К9	–	–	–	–	318	318	100
К8	18,4	14,9	45	39	231	315	99
К50	18,1	56,7	47	153	145	345	108



Рисунок 6.18 – Сосновый древостой типа леса СВБ после проходной рубки очень высокой интенсивности (ПП К50)

Наибольшая среднегодовая эффективная продуктивность была достигнута на ПП К50, что объясняется сочетанием высокого класса бонитета (II) и очень высокой интенсивности ПРХ (табл. 6.28).

Таблица 6.28 – Эффективная работа искусственных древостоев типа леса СВБ, пройденных прореживаниями и проходными рубками

№ ПП	Период наблюдения, лет	Запас древостоя, $м^3$/га		Прирост после уходов, $м^3$/га			Среднегодовая эффективная работа древостоя, %	Отношение к контрольному участку (ПП К9), %
		После рубки	На момент учета	Общий	В среднем за год	На 1 $м^3$ наличного запаса		
К9	13	286	318	32	2,5	0,11	0,9	100
К8	11*	200	261	61	5,5	0,31	2,8	322
	2	222	231	9	4,5	0,04	2,0	236
К50	6*	210	270	60	10,0	0,29	4,8	553
	4	117	145	28	7,0	0,24	6,0	695

*Период между прореживанием и проходной рубкой

Данные о сухостое и валеже в сосняках типа леса СВБ после проведения ПРХ представлены в таблице 6.29.

Таблица 6.29 – Характеристика сухостоя и валежа в искусственных сосняках типа леса СВБ, пройденных проходными рубками

№ ПП	Давность рубки, лет	Интенсивность рубки по запасу, %	Сухостойные деревья			Валежные деревья		
			Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, $м^3$/га	Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, $м^3$/га
Естественные сосняки								
К9	–	–	87	7,7	3	762	8,5	47
К8	2	14,9	0	–	0	0	–	0
К50	4	56,7	0	–	0	0	–	0

Через 2–4 года после рубки сухостойные и валежные деревья на опытных участках (К8 и К50) отсутствуют. В то же время на контрольном участке (К9) в результате самоизреживания древостоя накоплено 50 м^3/га отмершей древесины.

Распределение деревьев по классам качества и ступеням толщины на ПП К9, К8 и К50 представлено в приложении 37, а в обобщенном виде (без распределения по ступеням толщины) – на рисунке 6.19.

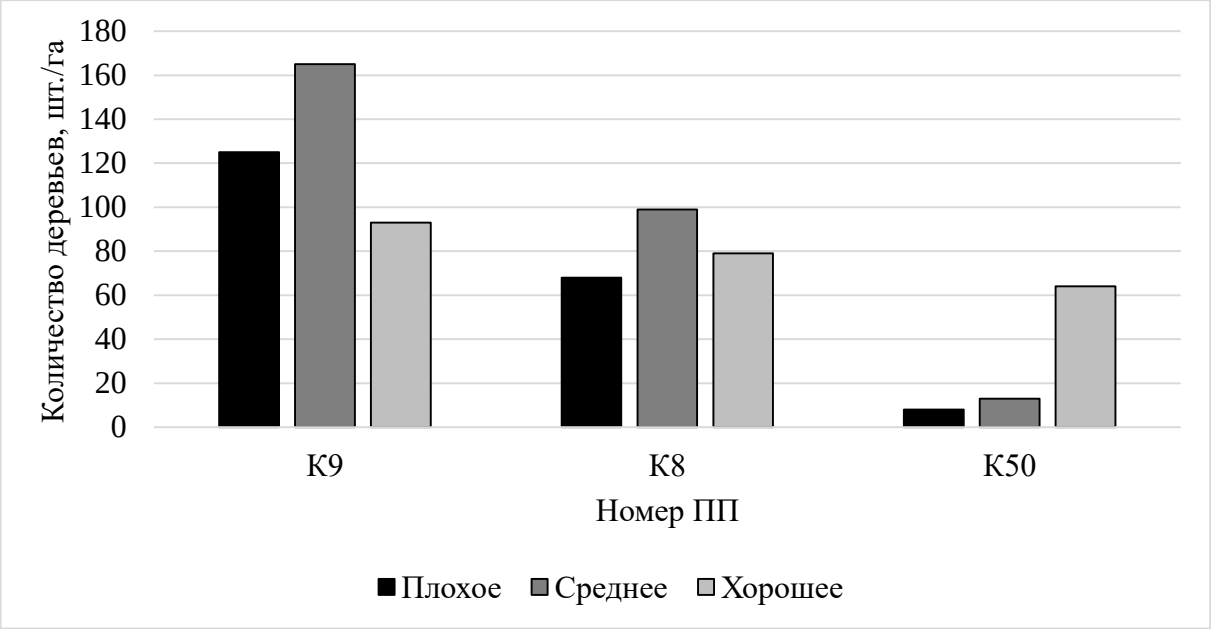


Рисунок 6.19 – Распределение деревьев в искусственных сосняках типа леса СВБ по классам качества после проведения ПРХ

В искусственных сосняках типа леса СВБ доля деревьев с хорошо развитой кроной варьирует в зависимости от вида и интенсивности рубки: на контрольном участке (ПП К9) – 5,0 %, после двух селективных рубок ухода слабой интенсивности (ПП К8) – 8,9 %, после селективного прореживания слабой интенсивности и линейно-селективной ПРХ очень высокой интенсивности (ПП К50) – 71,8 %. Доля деревьев с плохо развитой кроной соответственно составляет: ПП К9 – 20,9 %, ПП К8 – 19,1 %, ПП К50 – 1,2 %.

Аналогичная тенденция наблюдается по качеству стволов: доля деревьев с хорошим стволом на ПП К9 – 37,9 %, на ПП К8 – 53,7 %, на ПП К50 –

54,1 %. Доля деревьев с плохим стволом равна 17,8, 13,4 и 8,2 % соответственно.

По положению в пологе доля хороших деревьев составляет: ПП К9 – 49,1 %, ПП К8 – 53,7 %, ПП К50 – 85,9 %. Деревья с отставанием в росте на ПП К9 – 20,6 %, на ПП К8 – 10,6 %, на ПП К50 – отсутствуют.

Наилучшее соотношение хороших и плохих деревьев зафиксировано на ПП К50. Высокая лесоводственная эффективность линейно-селективной рубки на ПП К50 объясняется особенностями структуры лент культур: каждая лента состояла из трех рядов, при этом во время рубки был вырублен центральный ряд, который, как правило, состоит из наиболее угнетенных деревьев. Остальная часть интенсивности рубки обеспечивалась вырубкой деревьев из боковых рядов по низовому принципу, что способствовало увеличению доли деревьев категории «хорошее» и усилению их роста.

Для оценки различий в распределении категорий качества стволов между опытными (ПП К8 и К50) и контрольным участком (ПП К9) были проведены попарные χ^2-тесты (табл. 6.30).

Таблица 6.30 – Результаты попарных сравнений распределений качества деревьев в сосняках типа леса СВБ после проходных рубок (χ^2-тест)

№ ПП	*p*-значение	*p*-значение корректированное (Бонферрони)	Значимое отличие (α=0,05)
К8	0,088	0,176	Нет
К50	< 0,001	< 0,001	Да

Результаты χ^2-теста показали, что статистически значимые различия в распределении деревьев по качеству по сравнению с контрольным участком К9 выявлены только для ПП К50, где проводилась ПРХ очень высокой интенсивности (56,7 %).

Динамика радиального прироста сосны в искусственных сосняках типа леса СВБ, пройденных ПРХ, представлена на рисунке 6.20.

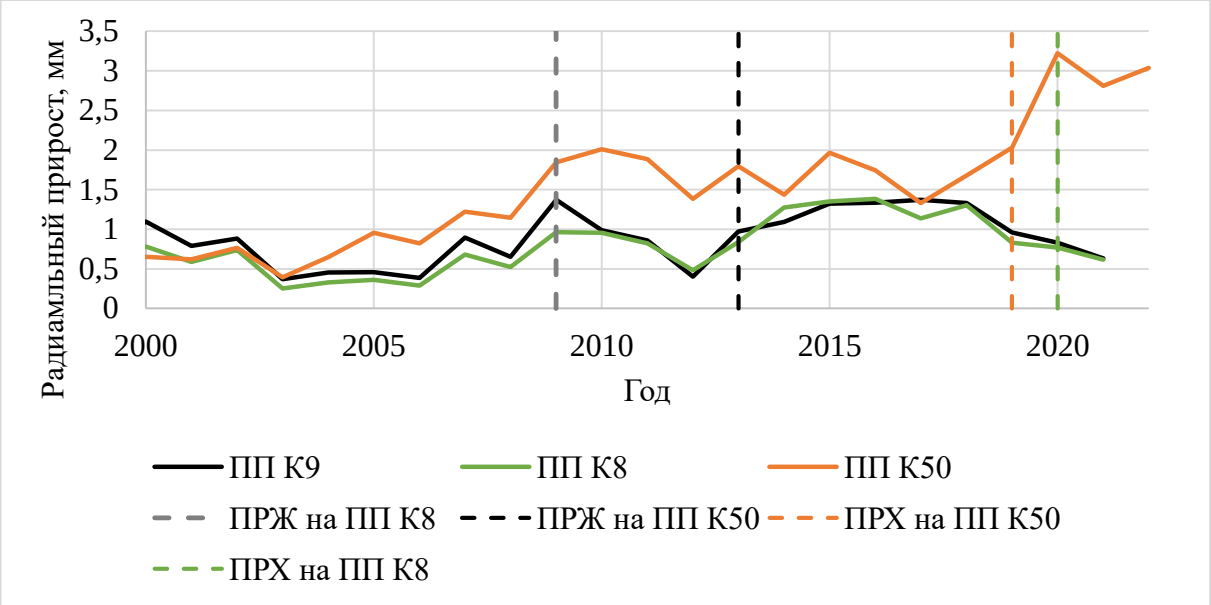


Рисунок 6.20 – Динамика радиального прироста сосны в искусственных сосняках типа леса СВБ после проходных рубок

Существенный отклик радиального прироста деревьев сосны I–III классов Крафта наблюдался только на ПП К50 после ПРХ очень высокой интенсивности. Менее интенсивные рубки ухода не оказали заметного влияния на величину прироста.

6.4. Специализированные рубки ухода

Информация о местоположении лесных участков, на которых проводились специализированные рубки ухода, и характеристика этих лесоводственных мероприятий за 2003–2021 гг. приведены в таблице 6.31. Интенсивность рубок указана по данным материалов лесоустройства. Таксационные показатели древостоев и подроста до их проведения (данные лесоустройства 2003 г.) представлены в таблицах 6.32 и 6.33. Пробные площади в данных таблицах упорядочены, в первую очередь, по виду рубки, затем по типу леса и далее по интенсивности рубки.

Рубки обновления, проводившиеся в двухъярусных сосняках из 4 поколений (ПП Н9 и Н10), преобразовали их в одноярусные насаждения, состоящие из 2–3 поколений сосны.

Таблица 6.31 – Местонахождение лесных участков и характеристика проведенных специализированных рубок ухода

№ ПП	Координаты GPS, с.ш. / в.д.	Участковое лесничество	№ квартала	№ выдела	Площадь выдела, га	Характеристика рубки		
						Вид	Год	Интенсивность, %
Н9	52°10.142′ 081°18.392′	Новичихинское	22	33	8,1	ОБН	2004	45
						ГВР	2012	10
Н15	52°09.228′ 081°09.114′	Мельниковское	31	11	4,3	ОБН	2005	50
Н16	52°10.757′ 081°12.040′	Мельниковское	44	19	11,0	ОБН	2005	50
						ГВР	2021	25
Н10	52°10.363′ 081°16.840′	Новичихинское	6	21	6,5	ОБН	2004	60
Н17	52°10.870′ 081°17.978′	Новичихинское	8	49	2,7	ОБН	2003	30
Н8	52°12.411′ 081°21.992′	Новичихинское	28	11	23,4	ПРФ	2006	20
						ГВР	2017	20
Н7	52°12.389′ 081°21.976′					ПРФ	2006	20
						ГВР	2017	20
Н18	52°11.432′ 081°19.666′	Новичихинское	10	32	1,0	ПРФ	2004	20
						ГВР	2020	10
Н19	52°11.408′ 081°19.625′					ПРФ	2004	20
						ГВР	2020	10
Н14	52°08.411′ 081°08.222′	Мельниковское	30	7	9,3	ПРФ	2008	20
142	51°27.144′ 080°34.899′	Шелковниковское	80	18	4,8	РРК	2003	80
143	51°27.173′ 080°34.915							

Таблица 6.32 – Таксационная характеристика древостоев до рубки (по материалам лесоустройства 2003 г.)

№ ПП	Тип леса	Класс бонитета	Ярус	Состав	Элемент леса	Средние			Относительная полнота	Запас, $м^3$/га
						Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см		
Н9	СБП	IV	1	6С4С	6С	145	21	36	0,3	100
					4С	95	20	28		
			2	6С4С	6С	55	16	14	0,6	120
					4С	30	10	10		
Н15	СБП	III	1	7С3С	7С	120	23	32	0,6	215
					3С	55	16	16		
Н16	СВБ	III	1	7С2С1С	7С	120	23	32	0,7	230
					2С	70	18	18		
					1С	45	11	12		
Н10	СВБ	III	1	7С3С	7С	140	23	40	0,4	150
					3С	105	22	30		
			2	7С3С	7С	45	16	16	0,5	100
					3С	25	10	8		
Н17	ТРБ	II	1	9С1Б	9С	105	27	36	0,9	380
					1Б	45	17	16		
Н7, Н8	СВБ	I	1	7С2С1С	7С	105	25	30	0,8	320
					2С	130	26	36		
					1С	85	22	18		
Н18, Н19	СВБ	III	1	6С2С2С	6С	110	26	32	0,8	330
					2С	150	26	44		
					2С	85	24	26		
Н14	ТРБ	I	1	10С+Б	10С	85	23	32	0,8	290
					+Б	60	-	-		
142, 143	СБП	III	1	10С	10С	95	20	32	0,4	120
			2	10С	10С	25	3	2	0,4	10

Таблица 6.33 – Характеристика подроста, произрастающего под пологом древостоев, до рубки (по материалам лесоустройства)

№ ПП	Состав	Возраст, лет	Высота, м	Густота, тыс. шт./га
Н9	10С	10	1,0	4,0
Н15	10С	10	1,5	7,0
Н16	10С	10	1,5	6,0
Н10	10С	15	2,0	5,0
Н17	10С	20	1,5	1,5
Н7, Н8	10С	15	1,5	1,0
Н18, Н19	10С	20	3,0	5,0
Н14	–	–	–	0
142, 143	–	–	–	0

Рубки переформирования в условиях ленточных боров Алтая проводятся аналогично рубкам обновления: из древостоев изымаются преимущественно деревья старших поколений для создания условий для более молодых деревьев и подроста. Итогом ПРФ обычно является сокращение числа возрастных поколений, то есть упрощение возрастной структуры древостоев (Залесов и др., 2023). На наших опытных участках эта закономерность наблюдалась на ПП Н7 и Н8. На ПП Н17 и Н18 за 20 лет после рубки место вырубленного элемента занял молодой элемент леса, сформировавшийся из подроста. Также исключением стал древостой на ПП Н14, где до рубки было только одно поколение сосны.

Отсутствие подроста по материалам лесоустройства на ПП 142 и 143 объясняется тем, что весь имеющийся подрост был отнесен лесоустройством к подпологовым лесным культурам. На ПП Н14 отсутствие подроста связано с развитием густого подлеска и сильным задернением почвы.

Таксационная характеристика древостоев на момент исследований (по нашим данным) приведена в таблице 6.34. Реконструированные таксационные показатели на момент до и сразу после рубок приведены в приложении 38.

Таблица 6.34 – Таксационная характеристика естественных древостоев, в которых проводились специализированные рубки ухода

№ ПП	Тип леса	Класс бонитета	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Полнота		Запас, $м^3$/га
				Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см		Абсолютная, $м^2$/га	Относительная	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Рубки обновления										
Н9	СБП	III	9С	121	23,6	31,1	198	15,1	0,41	163
			1С	91	15,3	16,5	127	2,7	0,09	23
			+С	22	5,1	5,0	234	0,5	0,03	2
	Итого:						559	18,3	0,53	188
Н15	СБП	IV	6С	150	21,1	36,5	86	8,9	0,27	95
			2С	111	15,0	17,9	165	4,2	0,15	34
			2С	28	6,8	6,2	1880	5,7	0,29	25
	Итого:						2131	18,8	0,71	154
Н16	СВБ	III	9С	132	23,3	33,9	123	11,2	0,30	122
			1С	38	6,5	5,9	723	2,0	0,10	8
	Итого:						846	13,2	0,40	130
Н10	СВБ	IV	10С	31	6,3	6,3	2160	6,7	0,39	29
			ед.С	98	19,8	29,2	52	3,5	0,10	34
	Итого:						2212	10,2	0,49	63
Н17	ТРБ	I	8С	103	28,6	39,6	162	19,9	0,43	264
			2Б	50	15,8	14,6	408	6,8	0,21	56
	Итого:						570	26,7	0,64	320
Рубки переформирования										
Н8	СВБ	I	10С	103	27,6	38,9	142	16,9	0,37	212
Н7	СВБ	I	10С	103	28,0	36,5	238	24,9	0,55	298
Н18	СВБ	III	9С	109	23,4	34,4	220	20,4	0,60	212
			1С	85	13,9	13,7	177	2,6	0,08	22
			+С	38	6,0	5,4	659	1,5	0,04	6
	Итого:						1056	24,5	0,72	240

Окончание таблицы 6.34

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Н19	СВБ	II	9С	120	27,9	39,2	168	20,3	0,48	249
			1С	38	6,3	6,1	1116	3,3	0,18	14
			+С	72	12,9	13,5	110	1,6	0,06	11
	Итого:						1394	25,2	0,72	274
Н14	ТРБ	I	10С	94	27,5	31,6	506	39,6	0,87	511
			+Б	50	15,6	13,0	188	2,5	0,07	22
	Итого:						694	42,1	0,94	533
Рубки реконструкции										
142	СБП	III	9С	94	19,8	33,8	116	10,4	0,30	96
			1С	33	7,0	7,1	388	1,5	0,08	7
	Итого:						504	11,9	0,38	103
143	СБП	III	9С	94	20,2	35,2	24	2,3	0,07	22
			1С	33	6,7	6,8	100	0,4	0,02	2
	Итого:						124	2,7	0,09	24

Следует отметить, что при реконструкции таксационных показателей естественных сосняков определить возраст вырубленных деревьев невозможно. В расчетах мы опирались на упрощенную возрастную структуру оставленных на доращивание деревьев, которые, как правило, моложе вырубленных. Поэтому более корректные сведения о составе насаждений, среднем возрасте, высоте и диаметре элементов леса отражены в данных лесоустройства.

В то же время реконструированные таксационные показатели представляют ценность, так как позволяют оценить густоту древостоев (отсутствующую в таксационном описании), более точно характеризуют абсолютную и относительную полноту, а также запас древостоя и, соответственно, интенсивность рубки на конкретной пробной площади.

Сравнение таксационных характеристик исследуемых древостоев по материалам лесоустройства с нашими данными позволило выявить:

– класс бонитета по нашим данным и материалам лесоустройства совпал в 8 случаях из 12; на трех ПП он оказался занижен по сравнению с нашими данными, а на одной ПП – завышен;

– состав насаждений по реконструированным данным имеет более простую структуру, что связано с невозможностью ретроспективного определения возраста вырубленных деревьев;

– средний возраст элементов леса по данным лесоустройства в большинстве случаев (55,6 %) соответствует реконструированным данным (±10 лет), однако в 33,3 % случаев возраст завышен, в 11,1 % – занижен; различия могут объясняться существенным изменением возрастной структуры в результате рубок;

– средняя высота элементов леса по материалам лесоустройства в 52,9 % случаев совпадает с реконструированными данными (± 8 %); для 35,3 % элементов леса высота завышена, для 11,8 % – занижена;

– средние диаметры элементов леса по данным лесоустройства в 64,7 % случаев совпадают с реконструированными показателями (± 10%); в 29,4% случаев они завышены, в 5,9 % – занижены;

– значительные расхождения по среднему возрасту, высоте и диаметру элементов леса между нашими данными и материалами лесоустройства зафиксированы преимущественно для элементов леса с меньшей долей участия в составе насаждений;

– относительная полнота насаждений на семи ПП соответствует данным лесоустройства (± 0,1); на ПП Н9 по материалам лесоустройства она была завышена на 0,2, на ПП Н15 – занижена на 0,3; три ПП (Н8, Н18, 142) были специально заложены на участках с меньшей полнотой для сопоставления с ПП Н7, Н19 и 143, где относительная полнота была выше и соответствовала данным лесоустройства;

– запас древостоев на шести ПП совпадает с данными лесоустройства (± 15 %); на пяти ПП запас по материалам лесоустройства занижен, а на ПП Н18 – завышен.

Несоответствие величины запаса древостоев по нашим данным и материалам лесоустройства в значительной степени может быть обусловлено не-

равномерной полнотой насаждений в пределах выдела, а также волнистым рельефом, формирующим мозаичное распределение лесной растительности. Пробная площадь размером 0,25 га не всегда охватывает весь диапазон таксационных показателей, характерных для выдела. Дополнительной причиной расхождений может быть использование различных справочных материалов. В наших исследованиях для определения запасов древостоев применялись сортиментные и товарные таблицы для древостоев Западной и Восточной Сибири (Сортиментные…, 2005), тогда как при лесоустройстве, вероятно, использовалась стандартная таблица сумм площадей сечений и запасов древостоев ЦНИИЛХ.

Визуальное выделение возрастных поколений в исследуемых сосняках осложняется значительной вариативностью возраста и диаметра деревьев. При этом диаметр деревьев не является надежным индикатором для определения их возраста (Осипенко и др., 2020). Тем не менее, таксаторы продолжают ориентироваться на этот показатель, и мы применяем аналогичный подход в настоящем исследовании.

Используя данные, полученные в результате реконструкции таксационных показателей, возможно количественно оценить интенсивность рубок на участках, охваченных пробными площадями (табл. 6.35).

Для половины исследованных рубок (9 из 18) разница в оценке их интенсивности по данным лесоустройства и нашим данным не превышает 10 %. В остальных случаях различия, вероятно, связаны с неравномерной выборкой деревьев при проведении рубок. Особенно это заметно на «парных» ПП, заложенных в пределах одного выдела: Н18 и Н19 – с различной интенсивностью ПРФ, 142 и 143 – с различной интенсивностью РРК. На ПП Н7 и Н8, которые также расположены в границах одного выдела, различия в интенсивности рубок (ПРФ и ГВР) незначительны; при этом относительно большая площадь выдела (23,4 га) позволяет предположить, что участки с низкой интенсивностью рубок остались неохваченными пробными площадями.

Таблица 6.35 – Интенсивность рубок в сосняках, пройденных специализированными рубками ухода

№ ПП	Наименование, год рубки	Интенсивность рубки, %		Разница между нашими данными и данными лесоустройства, %
		По материалам лесоустройства	По нашим данным	
Н9	ОБН, 2004	45	46,8	1,8
	ГВР, 2012	10	7,0	-3,0
Н15	ОБН, 2005	50	66,8	16,8
Н16	ОБН, 2005	50	48,9	-1,1
	ГВР, 2021	25	29,1	4,1
Н10	ОБН, 2004	60	88,6	28,6
Н17	ОБН, 2003	30	33,1	3,1
Н8	ПРФ, 2006	20	7,5	-12,5
	ГВР, 2017	20	49,6	29,6
Н7	ПРФ, 2006	20	9,6	-10,4
	ГВР, 2017	20	43,2	23,2
Н18	ПРФ, 2004	20	18,1	-1,9
	ГВР, 2020	10	1,7	-8,3
Н19	ПРФ, 2004	20	38,8	18,8
	ГВР, 2020	10	9,4	-0,6
Н14	ПРФ, 2008	20	26,4	6,4
142	РРК, 2003	80	48,0	-32,0
143	РРК, 2003	80	94,1	14,1

В производственных условиях определение интенсивности рубок на основе реконструированных таксационных показателей позволяет точнее выявлять закономерности роста насаждений, чем по данным лесоустройства.

На ПП Н9 при рубке обновления планировалось полностью удалить деревья первого яруса (95 и 145 лет), однако реализовать это не удалось даже спустя восемь лет при группово-выборочной рубке. Основная причина – искажение лесоустроительных данных: запас старшего поколения был занижен, а молодого – завышен.

На ПП Н10, где также планировалось полностью вырубить первый ярус древостоя, интенсивность ОБН была выше, чем на ПП Н9: по данным лесоустройства – на 15 %, по нашим данным – почти вдвое. Очень высокая интенсивность позволила за один прием преобразовать спелое насаждение в молодняк (рис. 6.21). На ПП Н10 сохранились лишь единичные угнетенные деревья старшего поколения. Снижение класса бонитета на ПП Н10 объясняется тем, что молодняк сформировался из подроста, который более 10 лет развивался под пологом материнских деревьев (Рогозин, Разин, 2015а; 2015б).



Рисунок 6.21 – Сосновый молодняк, сформированный рубкой обновления в условиях типа леса свежий бор (ПП Н10)

В условиях типов леса СБП и СВБ (ПП Н15, Н16) омоложение было достигнуто: подрост предварительной генерации на этих участках сформировал молодое поколение леса, вошедшее в состав древостоя. Подрост сопутствующей генерации также появился, но был преимущественно нежизнеспособным и относился к категориям «мелкий» и «средний» (табл. 6.36), что свидетельствует об угнетении более молодого подроста пологом материнских деревьев и подростом предварительной генерации.

Таблица 6.36 – Характеристика подроста, всходов и подлеска в сосняках после специализированных рубок ухода

Показатель		Номер пробной площади											
		Н9	Н15	Н16	Н10	Н17	Н8	Н7	Н18	Н19	Н14	142	143
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тип леса		СБП	СБП	СВБ	СВБ	ТРБ	СВБ	СВБ	СВБ	СВБ	ТРБ	СБП	СБП
Состав подлеска		–	–	–	10Аж	10Аж	–	–	10Аж	10Аж	7Аж3Шп	–	–
Густота подлеска, тыс. шт./га		0	0	0	0,3	5,5	0	0	0,1	0,3	5	0	0
Высота подлеска, м		–	–	–	0,9	1,7	–	–	0,7	1,2	1,5	–	–
Густота всходов, тыс. шт./га		1,6	0	3	0	0	4,5	2,5	0	5,8	0	3,8	0,1
Состав подроста		10С	10С	10С+Б	10С	5Б3Ос2С	10С	10С	10С+Б+Ос	10С	3Б3Ос4С	10С	10С
Мелкий подрост													
Густота, тыс. шт./га	Жизнеспособный	0,4	0,1	0,1	0,6	0	1,5	1	0,3	0,4	0	0,5	0
	Сомнительный	1,4	0	0,3	0	0	0,8	1,1	0,5	0,3	0	0,6	0
	Нежизнеспособный	2,1	0,3	0,9	0,1	0	2,6	6,1	0,4	0,9	0	11	0
Встречаемость, %		25	5	10	20	0	30	40	10	15	0	20	0
Возраст, лет		5	5	7	5	–	6	7	9	7	–	7	–
Диаметр основания ствола, см		0,4	0,4	0,8	0,9	–	0,9	0,5	0,5	0,6	–	–	–
Диаметр кроны, см		12,4	12,7	23,7	25,3	–	23,1	12,7	14,3	19,6	–	–	–
Средний подрост													
Густота, тыс. шт./га	Жизнеспособный	2,3	0,1	1,8	0,1	0	7,9	1,8	0,5	0,5	0	1,1	0,1
	Сомнительный	1,1	0,9	0,5	0,1	0	3	1,4	2,6	1	0,8	1,3	0
	Нежизнеспособный	5,1	3,6	4,5	1,3	0	2,4	1,1	7,9	4,3	2	5,3	0

Окончание таблицы 6.36

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Встречаемость, %		50	30	35	10	0	65	45	35	40	10	45	5
Возраст, лет		15	14	15	22	–	13	11	17	15	10	18	17
Диаметр основания ствола, см		1,8	1,2	1,8	1,6	–	1,9	1,5	1,1	1,8	–	–	–
Диаметр на высоте 1,3 м, см		0,3	0,5	0,7	0,6	–	0,6	–	0,5	0,4	–	–	–
Диаметр кроны, см		57,9	41,1	59,6	45,1	–	52,4	45,5	41	61,7	–	–	–
Крупный подрост													
Густота, тыс. шт./га	Жизнеспособный	6,8	6,3	5,4	1,4	0,5	0,4	0,4	2,1	3,3	0,4	1,3	0,1
	Сомнительный	0,9	1,6	2,9	0	0	0	0	1,3	1,3	0,4	1	0
	Нежизнеспособный	1,5	1,6	1,4	2,8	0,8	0	0,4	3	1,5	1,4	1	0
Встречаемость, %		60	90	45	35	5	10	5	60	55	10	45	5
Возраст, лет		20	85	21	29	30	19	22	26	25	22	27	15
Диаметр основания ствола, см		3,6	3,6	4,1	3,9	–	2	–	3	2,9	–	–	–
Диаметр на высоте 1,3 м, см		1,6	1,8	2,4	1,9	–	1,1	–	1,4	1,2	–	–	–
Диаметр кроны, см		94,9	102,1	110,9	86,7	–	77,5	–	92,1	82,1	–	–	–
В пересчете на крупный жизнеспособный подрост													
Густота, тыс. шт./га		10	7,8	8,5	1,8	0,5	8,8	3,1	4,5	4,9	0,9	3,6	0,2
Встречаемость, %		90	85	60	45	5	65	60	75	80	15	75	10
Возраст, лет		16	21	17	25	30	11	9	20	18	15	13	16

В условиях типа леса ТРБ (ПП Н17) рубка обновления не привела к появлению подроста, несмотря на проведение мероприятий по содействию естественному возобновлению, включая минерализацию поверхности почвы плугом ПКЛ-70 на глубину до 10 см. В результате рубки на ПП Н17 в составе насаждения увеличилась доля березы повислой. Неудовлетворительные последствия рубки обновления обусловлены типом леса: при снижении полноты древостоя в условиях ТРБ наблюдается бурное развитие подлеска и живого напочвенного покрова (Малиновских, 2020, 2023; Желдак и др., 2022; Залесов и др., 2023).

На ПП Н7 и Н8 рубка переформирования улучшила условия освещенности под пологом древостоя, однако не обеспечила нормальный рост и развитие большей части подроста. Эта гипотеза подтверждается малым количеством крупного жизнеспособного подроста (по 0,4 тыс. шт./га) и большим количеством мелкого нежизнеспособного подроста (6,1 и 2,6 тыс. шт./га). Более значимый эффект на возобновление леса оказала ГВР, проведенная в 2017 году, что подтверждается увеличением количества мелкого и среднего жизнеспособного подроста (2,8 и 9,4 тыс. шт./га). При этом в древостое с более низкой полнотой после ПРФ и более высокой интенсивностью ГВР (ПП Н8) количество жизнеспособного подроста в пересчете на крупный в 2,8 раза больше.

На ПП Н14 (тип леса ТРБ) ситуация с естественным возобновлением несколько лучше, чем на ПП Н17. Вероятно, это связано с более высокой полнотой древостоя, в результате чего задернение на данном участке выражено слабее. Кроме того, подлеска на ПП Н14 на 0,5 тыс./шт. га меньше, а его средняя высота ниже на 0,2 м. Вместе с тем подрост на участке представлен преимущественно лиственными породами, и количество подроста сосны недостаточно для успешного восстановления соснового насаждения.

На ПП Н18 и Н19 после проведения ПРФ и ГВР в 2024 году наблюдалась одинаковая относительная полнота древостоев (0,72), что привело к сходному эффекту в плане возобновления леса: густота подроста сосны в пересчете на крупный жизнеспособный 4,5 и 4,9 тыс./шт. га; встречаемость подроста

75–80 %; средний возраст подроста 20 и 18 лет. При этом значительная доля подроста (15,7 и 31,1 %) относилась к категории жизнеспособного; однако, по нашему мнению, это обусловлено неравномерным размещением деревьев старших поколений на участке. При равномерном размещении деревьев материнского полога доля жизнеспособного подроста была бы ниже. Аналогичные закономерности наблюдаются на ПП Н15.

Наибольший контраст среди «парных» участков наблюдается на ПП 142 и 143. На ПП 142 возобновление идет вполне успешно: количество подроста в пересчете на крупный жизнеспособный – 3,6 тыс. шт./га, тогда как на ПП 143 данный показатель равен всего 0,2 тыс. шт./га. Различие объясняется разной исходной полнотой древостоя на момент проведения РРК в 2003 году: на ПП 142 она была низкой (0,42), что способствовало концентрации подроста предварительной генерации на участке, тогда как на ПП 143 относительная полнота достигала 0,81, и подроста предварительной генерации практически не было.

В условиях исследуемых типов леса густота жизнеспособного подроста в пересчете на крупный варьирует в от 0,2 до 10,0 тыс. шт./га. В условиях типов леса СВБ и СБП возобновление идет успешнее, чем в условиях типа леса ТРБ. Жизнеспособный подрост на исследуемых участках относится преимущественно к категориям «крупный» и «средний». Наибольшие диаметры стволов и крон подроста зафиксированы на ПП Н16, что можно объяснить наименьшей относительной полнотой древостоя.

Наибольшее количество подроста в пересчете на крупный жизнеспособный наблюдается на участках Н9, Н15, Н16, Н8, где проводились рубки интенсивностью 46,8 – 66,8 %.

На рисунках 6.22 и 6.23 приведены текущие годичные приросты по высоте модельных деревьев, крупного, среднего и мелкого подроста сосны на лесных участках, пройденных рубками обновления и переформирования, за период с 2000 по 2024 гг.

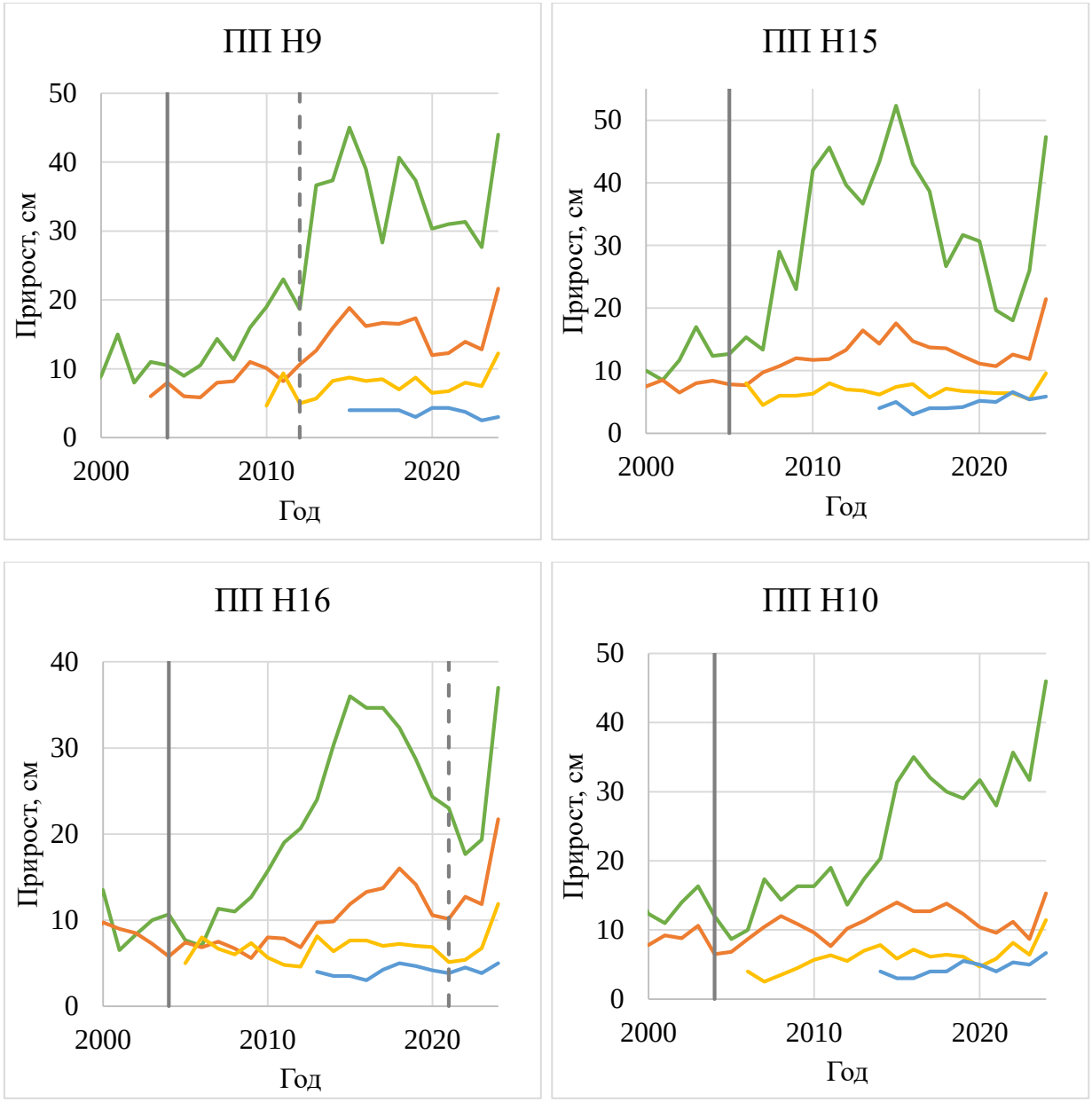


Рисунок 6.22 – Текущие приросты по высоте модельных деревьев, крупного, среднего и мелкого подроста сосны за период с 2000 по 2024 гг. на участках, пройденных рубками обновления

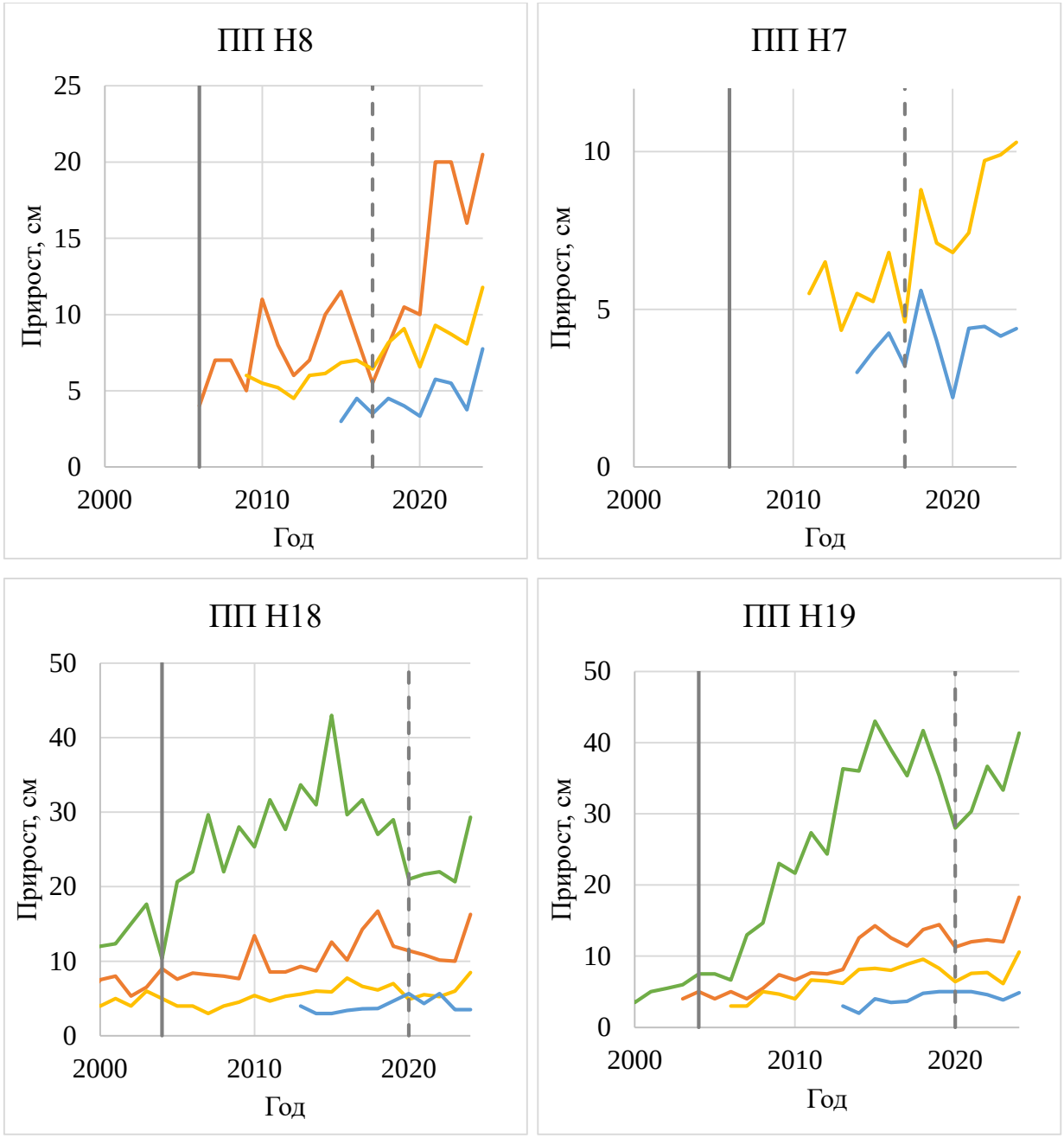


Рисунок 6.23 – Текущие приросты по высоте модельных деревьев, крупного, среднего и мелкого подроста сосны за период с 2000 по 2024 гг. на участках, пройденных рубками переформирования

Реакция подроста на ОБН и ПРФ в виде увеличения текущих приростов по высоте проявляется через 2–3 года после рубки. При этом более крупные экземпляры подроста наращивают текущий прирост интенсивнее. Увеличение текущих приростов на исследуемых участках продолжалось до 2015–2018 гг., после чего наблюдалось снижение текущих приростов по высоте. На ПП Н7 и Н8 ГВР сильнее повлияла на рост подроста, чем ПРФ, что объясняется более высокой интенсивностью первой (Теринов и др., 2008).

В первые годы после рубки (5–15 лет) деревья молодого поколения и крупный подрост демонстрируют достаточно высокие темпы роста по высоте, однако впоследствии они заметно снижаются. Наиболее вероятной причиной этого является нарастающая внутривидовая конкуренция за влагу. Косвенным подтверждением данной гипотезы служат результаты учета текущих приростов: в 2024 году, когда в мае отмечалось обилие осадков (рис. 4.4), приросты по высоте вновь достигли максимальных значений (рис. 6.22 и 6.23).

Текущие приросты по высоте мелкого и среднего подроста сопутствующей генерации не превышают 10 см, за исключением прироста за 2024 год. Таким образом, при условии сохранения значительной части материнских деревьев для доращивания и наличия на участке подроста предварительной генерации, подросту сопутствующей генерации после ОБН или ПРФ требуется около 15 лет для достижения высоты 1,0 м, что в 1,5–2 раза дольше, чем на открытых участках (Швиденко и др., 2008; Осипенко, Залесов, 2017б; Залесов и др., 2023). При этом отсутствуют гарантии, что угнетенный подрост сопутствующей генерации сохранится в более старшем возрасте.

На основании изложенного можно заключить, что в условиях типов леса СБП и СВБ формирование молодого поколения леса на участках, пройденных специализированными рубками ухода, при условии достаточной интенсивности рубок, осуществляется преимущественно за счет подроста предварительной генерации. Это подтверждается высокой долей жизнеспособного подроста категории «крупный» (от 33 до 100 %) на ПП Н9, Н10, Н15, Н16, Н18, Н19, 142, 143.

Для выявления различий в величине текущих приростов подроста и модельных деревьев на исследуемых участках использовался *H*-критерий Краскела-Уоллиса. Критерий применялся к двум группам данных: подрост и модельные деревья после ОБН (первая группа) и после ПРФ (вторая группа). В пределах каждой группы анализ проводился отдельно для различных категорий подроста и деревьев: мелкий подрост, средний подрост, крупный подрост, модельные деревья.

Результаты анализа по первой группе (ПП Н9, Н10, Н15, Н16) показали следующее: для мелкого подроста различия в ходе роста при уровне значимости 0,05 несущественны (*H*-расчетное = 5,73, *p* = 0,125); для среднего подроста различия являются значимыми (*H*-расчетное = 9,62, *p* = 0,022); для крупного подроста различия несущественны (*H*-расчетное = 5,11, *p* = 0,164); для модельных деревьев результат также незначим (*H*-расчетное = 5,74, *p* = 0,125).

Результаты анализа по второй группе (ПП Н7, Н8, Н18, Н19): для мелкого подроста различия в ходе роста при уровне значимости 0,05 несущественны (*H*-расчетное = 2,49, *p* = 0,478); для среднего подроста различия, как и для первой группы, значимы (*H*-расчетное = 11,59, *p* = 0,0089); для крупного подроста (без ПП Н7) различия несущественны (*H*-расчетное = 5,20, *p* = 0,074); для модельных деревьев (без ПП Н7 и Н8) результат незначим (*H*-расчетное = 0,739, *p* = 0,390).

После анализа выборок по отдельным ПП, данные в пределах двух групп были обобщены и сравнены между собой, также при уровне значимости 0,05. Результаты сравнения текущих приростов по высоте показали следующее: мелкий подрост – различия несущественны (*H*-расчетное = 2,49, *p* = 0,114); средний подрост – различия несущественны (*H*-расчетное = 1,94, *p* = 0,164); крупный подрост – различия существенны (*H*-расчетное = 11,48, *p* =); модельные деревья – результат незначим (*H*-расчетное = 0, 419, *p* = 0,517).

Для дополнительной проверки помимо *H*-критерия Краскела-Уоллиса к имеющимся данным был применен дисперсионный анализ. Полученные результаты оказались аналогичными, что подтверждает достоверность выявленных закономерностей.

В связи отсутствием достоверных различий по величине текущих приростов для большей части проанализированных выборок, данные по всем ПП были обобщены для построения кривых изменения средней высоты деревьев сосны, отнесенных в 2024 году к категориям «модельные деревья», «крупный подрост», «средний подрост» и «мелкий подрост» (рис. 6.24). Уравнения, описывающие кривые аппроксимации приведены в таблица 6.37. Стоит подчеркнуть, что кривые не являются линиями хода роста, так как не отражают динамику роста деревьев одного возраста, а лишь моделируют среднюю высоту деревьев сосны различных возрастов, отнесенных к одной из анализируемых категорий в 2024 году.

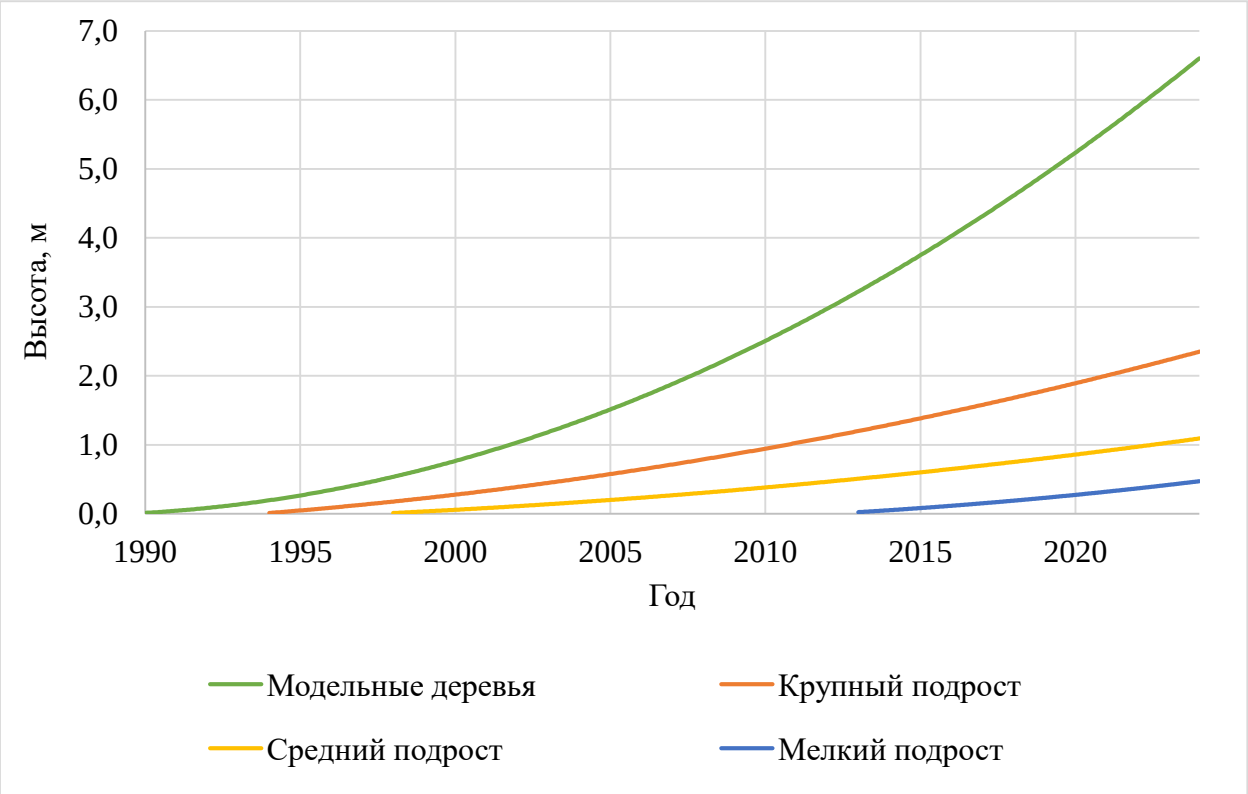


Рисунок 6.24 – Динамика изменения средней высоты деревьев сосны в насаждениях, пройденных специализированными рубками ухода

Таблица 6.37 – Уравнения, описывающие динамику изменений средней высоты модельных деревьев и подроста сосны в насаждениях, пройденных специализированными рубками ухода

Категория подроста (деревьев)	Уравнение	Коэффициент детерминации (R^2)	Номер уравнения
Модельные деревья	$y = 0{,}0060138x^2 - 23{,}94567x + 23\,836{,}8$	0,997	6.1
Крупный подрост	$y = 0{,}0027047x^2 - 10{,}78974x + 10\,760{,}8$	0,991	6.2
Средний подрост	$y = 0\ 0{,}0019627x^2 - 7{,}85234x + 7\,854{,}1$	0,973	6.3
Мелкий подрост	$y = 0{,}0012518x^2 - 5{,}01260x + 5\,018{,}0$	0,998	6.4

Динамика радиального прироста деревьев сосны I–III классов Крафта в естественных сосняках после ОБН показана на рисунке 6.25, после ПРФ – на рисунке 6.26.

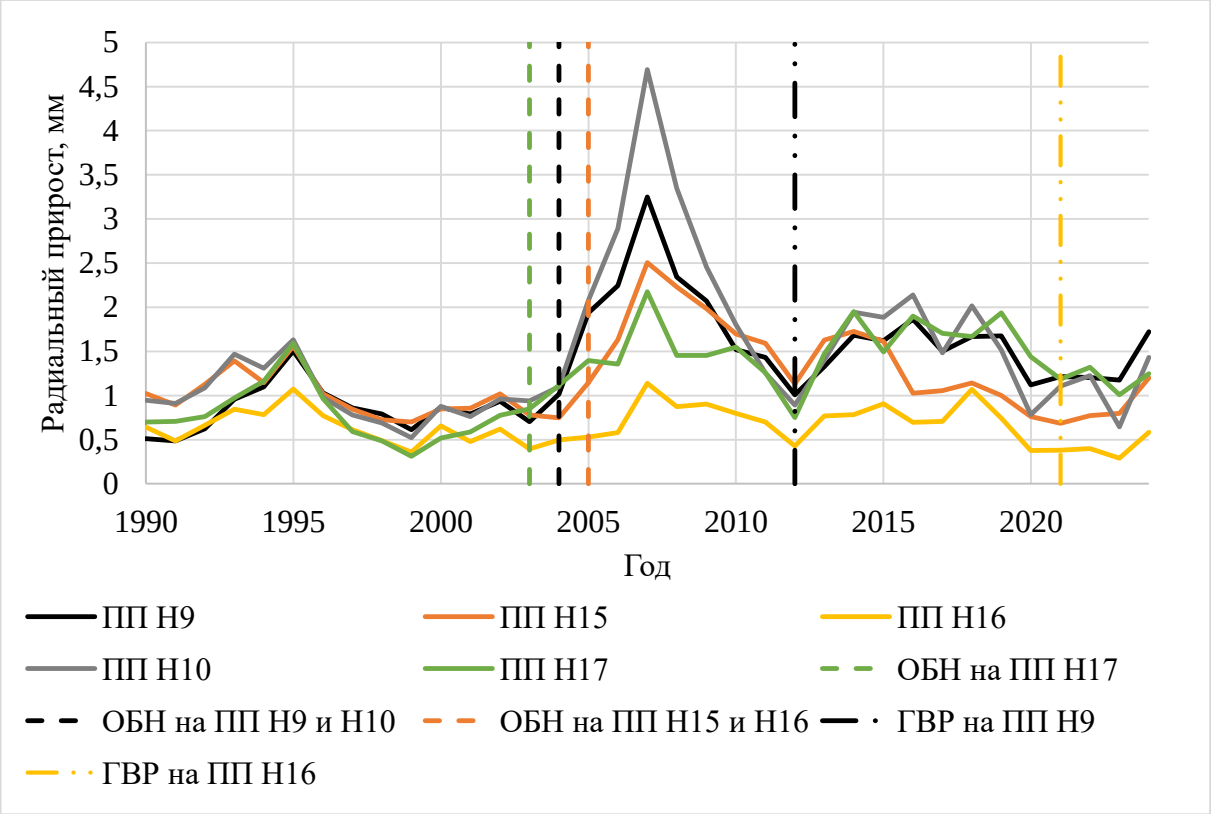


Рисунок 6.25 – Динамика радиального прироста деревьев сосны I–III классов Крафта в естественных сосняках после рубок обновления

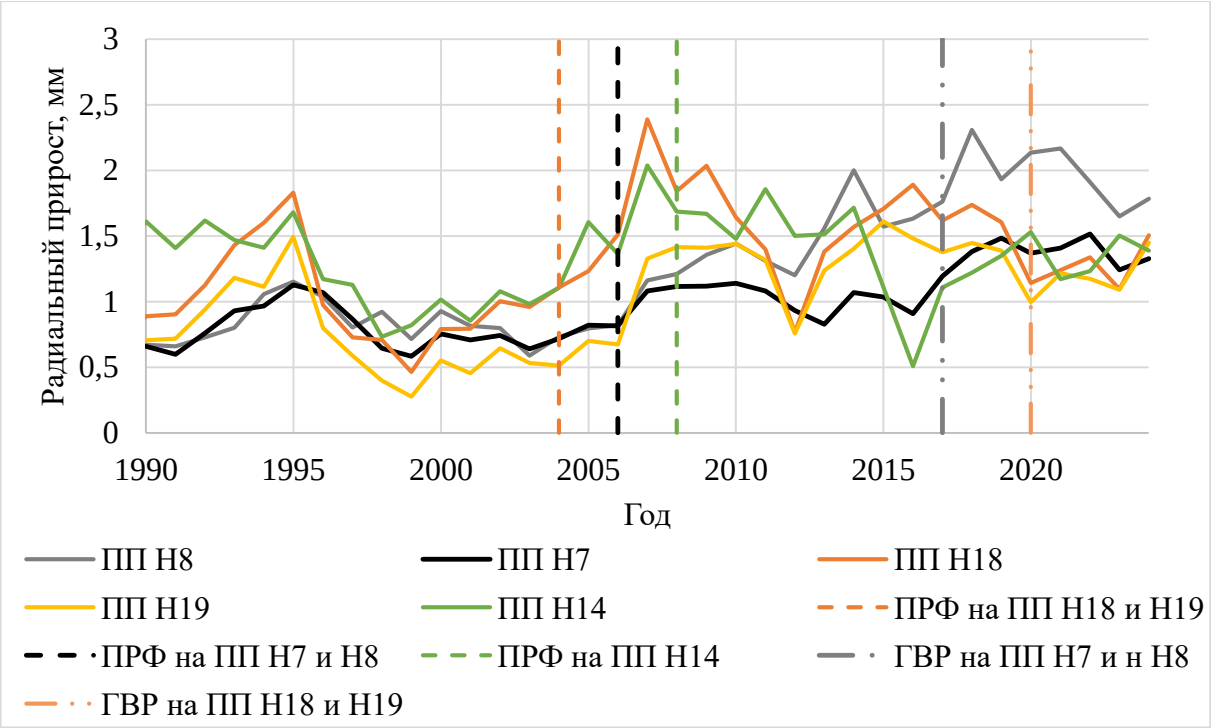


Рисунок 6.26 – Динамика радиального прироста деревьев сосны I–III классов Крафта в естественных сосняках после рубок переформирования

До проведения рубок обновления и переформирования пиковое значение радиального прироста деревьев сосны пришлось на 1995 год. Предыдущий аналогичный по величине скачок наблюдался лишь в 1979 году.

После ОБН зафиксировано значительное, но кратковременное (до 5 лет) увеличение радиального прироста, после чего он снизился. Однако на ПП Н9, Н10 и Н17 в 2013–2020 гг. прирост вновь достиг уровня пикового значения 1995 года.

После ПРФ динамика радиального прироста носила сходный характер, однако увеличение сразу после рубки было менее выраженным и не сопровождалось столь резким спадом в последующие годы. Изменения протекали более плавно, что, вероятно, связано с меньшей интенсивностью рубок переформирования (в среднем в 2,9 раза).

Группово-выборочная рубка на ПП Н7 и Н8 оказала более выраженное влияние на радиальный прирост деревьев по сравнению с ПРФ вследствие большей интенсивности (43,2–49,6 % против 7,5–9,6 %). На ПП Н9, Н16, Н18

и Н19, где интенсивность ГВР была ниже (1,7–29,1 %), существенного влияния на радиальный прирост деревьев не зафиксировано.

На большинстве ПП был зафиксирован валеж (табл. 6.38). Валежные деревья младших поколений представлены преимущественно особями, погибшими в результате естественного самоизреживания насаждений, а также вследствие механических повреждений (наезд техники, падение деревьев при проведении рубок). Валежные деревья старших поколений представлены в основном ветровалом.

Таблица 6.38 – Количество и запас валежных деревьев в насаждениях, пройденных специализированными рубками ухода

№ ПП	Тип леса	Давность рубки, лет	Интенсивность рубки, %	Сухостой		Валеж элементов леса			
						младших		старших	
				Количество, шт./га	Запас, $м^3$/га	Количество, шт./га	Запас, $м^3$/га	Количество, шт./га	Запас, $м^3$/га
Рубки обновления									
Н9	СБП	12*	7,0*	20	6,1	152	0,7	4	4,2
Н15	СБП	19	66,8	144	5,1	264	1,1	10	4,4
Н16	СВБ	3*	29,1*	96	5,3	100	1,7	17	16,7
Н10	СВБ	20	88,6	100	1,2	280	0,3	8	3,6
Н17	ТРБ	21	33,1	24	13,7	0	0	12	31,0
Рубки переформирования									
Н8	СВБ	7*	49,6*	0	0	0	0	4	6,0
Н7	СВБ	7*	43,2*	0	0	0	0	4	3,7
Н18	СВБ	4*	1,7*	38	1,0	29	0,1	0	0
Н19	СВБ	4*	9,4*	11	0,0	61	0,1	0	0
Н14	ТРБ	4*	26,4*	28	9,0	0	0	8	3,4
Рубки реконструкции									
142	СБП	21	48,0	0	0	0	0	0	0
143	СБП	21	94,1	0	0	0	0	0	0

*Давность и интенсивность группово-выборочный рубки, проведенной после специализированной рубки ухода

Если оценивать запас валежных деревьев старшего поколения в относительных значениях, то на исследуемых участках выпало от 2,3 до 11,4 % запаса древостоев, что сопоставимо с выборочной рубкой очень слабой и слабой интенсивности. Наибольшая доля запаса ветровальных деревьев зафиксирована в условиях свежего и травяного бора (ПП Н16, Н17 и Н10). На ПП Н16 после ГВР 2021 года интенсивностью 29,1 % выпало 16,7 м^3/га (11,4 % запаса древостоя на момент после рубки). На ПП Н17 за 21 год после ОБН интенсивностью 33,1 % – 31 м^3/га (8,8 %). На ПП Н10 за 20 лет после ОБН интенсивностью 88,6 % выпало 3,6 м^3/га (5,4 %). На остальных участках доля ветровала не превышает 3 % запаса древостоя.

Причиной значительного выпадения деревьев за короткий срок на ПП Н16, вероятно, является сочетание низкой относительной полноты (0,4) и высокого среднего возраста старшего элемента леса (132 года). На других участках отмечается либо более высокая относительная полнота, либо меньший возраст деревьев материнского полога.

Запас сухостоя на всех исследуемых участках варьирует от 0 до 14 м^3/га. В процентном отношении сухостойные деревья составляют до 4,3 % от запаса древостоя на момент исследований.

Результаты проведенного исследования показывают, что в сосновых насаждениях типов леса СБП и СВБ при относительной полноте древостоев 0,3–0,7 возможно формирование нового возрастного поколения. Однако данный процесс существенно затруднен при полноте 0,5 и выше, что связано с ухудшением светового режима и режима влагообеспеченности под пологом.

При снижении полноты древостоев до 0,5, без последующего удаления материнских деревьев, процесс смены старших поколений на молодое существенно замедляется. Повсеместное применение ДВР и ГВР в ленточных борах приводит к накоплению спелых древостоев с полнотой 0,5, которые оказываются в лесоводственном отношении тупиковыми: они малопригодны для хозяйственного использования и одновременно характеризуются угнетенным ростом подроста и молодых деревьев сосны.

Наиболее успешный пример омоложения соснового насаждения наблюдается на участке с наиболее интенсивной рубкой обновления (ПП Н10), где удалось заменить спелый сосняк молодняком. Наиболее проблемными являются сосняки травяного бора (ПП Н17 и Н14), где рубки обновления и переформирования в сочетании с мерами содействия естественному возобновлению не обеспечили накопления подроста сосны в необходимом количестве (рис. 6.27). В этих условиях отсутствие подроста объясняется его гибелью в результате угнетения травянистой растительностью, подлеском и материнским пологом (Парамонов, 2014; Малиновских, 2018).



Рисунок 6.27 – Неудовлетворительное возобновление после рубки обновления в условиях типа леса травяной бор (ПП Н17)

Неудовлетворительный результат получен и в сосняке типа леса СБП (ПП 143), что, по нашему мнению, обусловлено чрезмерно высокой интенсивностью РРК при отсутствии подроста предварительной генерации (рис. 6.28).

Для участков с неудовлетворительными результатами возобновления характерно неравномерное размещение подроста, тогда как на других площадях он распределен равномерно.



Рисунок 6.28 – Неудовлетворительное возобновление после рубки реконструкции в условиях типа леса СБП (ПП 143)

Результаты, описанные в рамках настоящей диссертации, в целом согласуются с данными, полученными в более ранних исследованиях, посвященных вопросу влияния специализированных рубок ухода на сосняки ленточных боров Алтайского края (Залесов и др., 2023). На основании данных о количестве жизнеспособного подроста, его размерах и встречаемости авторы монографии пришли к выводу, что для сложных сосновых насаждений в условиях типа леса СВБ интенсивность рубки обновления 66,9 % является чрезмерной, 13,9 % – недостаточной, а 51,2 % – оптимальной. Применительно к рубкам переформирования в сосняках типов леса свежий бор и травяной бор более перспективными были признаны интенсивности 31,2 % и 45,1 % (по сравнению с рубками меньшей интенсивности). Проведение рубок переформирования интенсивно-

стью менее 20 % по запасу было признано нецелесообразным, как как при высокой полноте древостоев после рубки большая часть подроста погибает в раннем возрасте, не переходя в категорию среднего или крупного, а также имеет групповое расположение.

В нашем исследовании при интенсивности рубок более 60 % (ПП Н10, Н15, 143) зафиксированы разные результаты. На ПП Н10, где проводился заключительный прием рубки обновления, сформирован сосновый молодняк. На ПП Н15 (рис. 6.29) в результате первого приема ОБН густота и запас молодого элемента леса увеличились более чем втрое (с 0,6 до 1,9 тыс. шт./га и с 7 до 25 м^3/га); кроме того, отмечено значительное количество подроста – 7,8 тыс. шт./га в пересчете на крупный жизнеспособный. В то же время на ПП 143, где отсутствовал подрост предварительной генерации, исключительно высокая интенсивность рубки привела к образованию редины, что свидетельствует о некорректности применения рубки обновления на данном участке.



Рисунок 6.29 – Естественное сосновое насаждение типа леса СБП через 19 лет после рубки обновления очень высокой интенсивности (ПП Н15)

Сосняки на ПП Н10 и Н15 объединяет наличие до рубки молодого элемента леса густотой 0,6–0,7 тыс. шт./га и подроста густотой 5–7 тыс. шт./га. Вероятно, при таком сочетании факторов высокоинтенсивные рубки обновления в районе исследований могут быть оправданы.

6.5. Добровольно- и группово-выборочные рубки

Для изучения лесоводственной эффективности добровольно-выборочных (ДВР) и группово-выборочных рубок (ГВР) было подобрано 6 таксационных выделов, относящихся к двум типам леса: сухому бору пологих всхолмлений и свежему бору (табл. 6.39). Полученные результаты дополняют данные исследований, выполненных в Новичихском лесничестве (Залесов и др., 2023). В таблицах ПП упорядочены по типу леса и интенсивности рубки.

Таблица 6.39 – Местонахождение лесных участков и характеристика проведенных выборочных рубок

№ ПП	Координаты GPS, с.ш. / в.д.	№ квартала	№ выдела	Характеристика рубки			
				Вид	Год	Интенсивность, %	
						Назначено лесоустройством	По нашим данным
Сухой бор пологих всхолмлений							
132	51°29.415′ 080°41.873′	111	24	ДВР	2019	20	19,5
131	51°28.363′ 080°40.642′	108	30	ДВР	2018	20	24,9
129	51°29.631′ 080°41.954′	111	14	ДВР	2018	20	28,9
Свежий бор							
128	51°27.236′ 080°40.263′	113	5	ГВР	2018	20	17,2
130	51°29.122′ 080°38.856′	92	6	ГВР	2019	20	23,0
133	51°27.184′ 080°39.909′	113	2	ГВР	2018	25	31,2

Рубки, описанные в таблице 6.39, были назначены в сосновых древостоях, таксационные характеристики которых приведены таблице 6.40. Следует отметить, что ГВР на ПП 128 и 130 были назначены, несмотря на низкую относительную полноту древостоев, что противоречит требованиям Правил заготовки древесины (Об утверждении правил заготовки…, 2016), актуальных на момент проведения рубок.

Таблица 6.40 – Таксационная характеристика сосняков до проведения выборочных рубок (по материалам лесоустройства)

№ ПП	Класс бонитета	Состав	Элемент леса	Средние			Относительная полнота	Запас, $м^3$/га
				Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см		
Сухой бор пологих всхолмлений								
132	IV	10С	10С	130	23	30	0,6	220
131	III	10С+С	10С	130	21	30	0,6	200
			+С	100	–	–		
129	IV	9С1С	9С	125	23	28	0,7	270
			1С	150	23	36		
Свежий бор								
128	III	4С4С2С	4С	130	22	32	0,5	160
			4С	95	21	26		
			2С	65	17	16		
130	I	8С2С	8С	130	23	44	0,5	170
			2С	75	20	26		
133	III	5С3С2С	5С	130	23	36	0,7	230
			3С	95	22	24		
			2С	65	16	16		

Несмотря на низкие средние показатели по выделу, вследствие неравномерной полноты древостоя данный показатель на пробных площадях по нашим данным оказался выше на 0,1–0,4 единицы (табл. 6.41).

Таблица 6.41 – Таксационная характеристика естественных сосняков до проведения выборочных рубок (данные получены методом реконструкции)

№ ПП	Класс бонитета	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Полнота		Запас, $м^3$/га
			Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см		Абсолютная, $м^2$/га	Относительная	
Сухой бор пологих всхолмлений									
132	IV	10С	120	20,5	26,4	550	30,2	0,92	310
		+С	75	10,1	9,1	203	1,3	0,05	8
Итого						753	31,5	0,97	318
131	III	9С	110	21,0	30,6	369	27,1	0,77	310
		1С	85	16,7	15,7	214	4,1	0,13	36
Итого						583	31,2	0,90	346
129	IV	10С	115	20,2	25,0	506	24,8	0,76	246
		+С	70	12,5	10,0	205	1,6	0,06	10
Итого						711	26,4	0,82	256
Свежий бор									
128	III	6С	120	22,4	28,3	200	12,6	0,35	131
		2С	160	25,2	42,2	31	4,4	0,12	50
		1С	105	16,9	17,1	131	3,0	0,09	28
		1С	70	10,0	9,0	331	2,1	0,08	13
Итого						693	22,1	0,64	222
130	I	9С	95	26,7	37,3	237	25,9	0,58	308
		1С	65	14,7	12,9	256	3,3	0,1	27
Итого						493	29,2	0,68	335
133	III	5С	95	20,2	20,4	468	15,3	0,44	158
		4С	125	22,5	36,5	120	12,5	0,35	129
		1С	75	11,6	9,9	508	3,9	0,15	27
Итого						1096	31,7	0,94	314

Таксационная характеристика естественных древостоев, пройденных добровольно- и группово-выборочными рубками, приведена в таблице 6.42.

Таблица 6.42 – Таксационная характеристика древостоев после выборочных рубок

№ ПП	Класс бонитета	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Полнота		Запас, $м^3$/га
			Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см		Абсолютная, $м^2$/га	Относительная	
Сухой бор пологих всхолмлений									
132	IV	10С	120	20,1	25,6	467	24,1	0,73	248
		+С	75	10,1	9,1	200	1,3	0,05	8
Итого						667	25,4	0,78	256
131	III	9С	110	20,8	28,8	300	19,6	0,55	224
		1С	85	16,7	15,8	209	4,1	0,13	36
Итого						509	23,6	0,68	260
129	IV	9С	115	19,8	23,4	403	17,3	0,53	172
		1С	70	12,2	9,6	194	1,4	0,05	10
Итого						597	18,7	0,58	182
Свежий бор									
128	III	7С	120	22,3	28,1	191	11,8	0,33	123
		1С	160	25,2	41,6	14	1,9	0,05	22
		1С	105	16,9	17,1	126	2,9	0,09	26
		1С	70	10,9	9,0	317	2,0	0,08	13
Итого						648	18,6	0,55	184
130	I	9С	95	26,3	34,8	203	19,3	0,44	231
		1С	65	14,7	12,9	256	3,3	0,1	27
Итого						459	22,6	0,54	258
133	III	5С	95	20,3	20,6	440	14,6	0,42	152
		4С	125	22,5	34,2	36	3,3	0,09	36
		1С	75	11,8	10,0	460	3,6	0,14	28
Итого						936	21,5	0,65	216

Сравнение таксационных характеристик древостоев до и после рубки представлено в таблице 6.43.

Таблица 6.43 – Изменение таксационных показателей элементов леса сосновых древостоев, пройденных выборочными рубками

№ ПП	Элемент леса (возраст)	Средние		Густота, шт./га	Относительная полнота	Запас, $м^3$/га
		Высота, м	Диаметр, см			
Сухой бор пологих всхолмлений						
132	10С(120)	–0,4	–0,8	–83	–0,19	–62
	+С(75)	0	0	–3	0	0
Итого				–86	–0,19	–62
131	9С(110)	–0,2	–1,8	–69	–0,22	–86
	1С(85)	0	0,1	–5	0	0
Итого				–74	–0,22	–86
129	9С(115)	–0,4	–1,6	–103	–0,23	–74
	1С(70)	–0,3	–0,4	–11	–0,01	0
Итого				–114	–0,24	–74
Свежий бор						
128	7С(120)	–0,1	–0,2	–9	–0,02	–8
	1С(160)	0	–0,6	–17	–0,07	–28
	1С(105)	0	0	–5	0	–2
	1С(70)	0,9	0	–14	0	0
Итого				–45	–0,09	–38
130	9С(95)	–0,4	–2,5	–34	–0,14	–77
	1С(65)	0	0	0	0	0
Итого				–34	–0,14	–77
133	5С(95)	0,1	0,2	–28	–0,02	–6
	4С(125)	0	–2,3	–84	–0,26	–93
	1С(75)	0,2	0,1	–48	–0,01	1
Итого				–160	–0,29	–98

Материалы лесоустройства демонстрируют искажение возраста: завышение на ПП 130 и 131 и занижение на ПП 128. Средние высоты и диаметры по материалам лесоустройства отклоняются от фактических значений в допустимых пределах (± 10% по высоте, ± 12% по диаметру). Вместе с тем в пяти

из шести насаждений запас древесины оказался выше учетного при лесоустройстве (в 1,4–2 раза), что объясняется неравномерной полнотой древостоев в пределах выделов.

В исследуемых древостоях при проведении добровольно- и групповыборочных рубок было удалено 6,6–16 % общего количества деревьев. Интенсивность рубок по объему вырубаемой древесины составила 17,2–31,2 %. В результате относительная полнота древостоев снизилась на 0,1–0,3 единицы, однако в пределах ПП не опустилась ниже допустимого значения (0,5).

В районе исследований возраст рубки для сосновых древостоев III и более низких классов бонитета составляет 121–140 лет (Об установлении возрастов…, 2015). Деревья указанного возраста в ленточных борах характеризуются значительной вариабельностью диаметров – от 16–20 до более 40 см. При этом часть деревьев диаметром свыше 40 см может иметь меньший возраст. Так, на ПП 130 средний возраст деревьев толщиной более 40 см составил 98 лет, хотя по материалам лесоустройства 2017 г. насаждение было оценено как 130-летнее, а в 2011 г. – как 150-летнее. Максимальный возраст исследованных деревьев достигал 233 лет (пень на ПП 128 диаметром 50 см).

Анализ возрастной структуры древостоев на ПП 128–133 приведен в нашей публикации (Осипенко и др., 2020). Распределение запаса древесины и количества деревьев по ступеням толщины до и после выборочных рубок в естественных сосняках приведено в приложении 39. В типе леса свежий бор основная масса деревьев сосредоточена в ступенях толщины 8–12 см, тогда как в сухих борах распределение более равномерное.

Коэффициенты вариации диаметров составили: ПП 128 – 57,2%; ПП 129 – 44,0%; ПП 130 – 60,3%; ПП 131 – 35,6%; ПП 132 – 47,1%; ПП 133 – 46,7%. Согласно классификации сибирских исследователей (Вайс, 2007), основанной на вариации возраста и диаметра, древостои на ПП 129–133 относятся к условно-разновозрастным, а на ПП 128 – к разновозрастным. Все они являются одноярусными, однако в насаждениях с двух- и трехвершинным распределением запаса по ступеням толщины выделяются 2–3 возрастные генерации.

Данные таблиц 6.41–6.43 и приложения 39 показывают, что при добровольно- и группово-выборочных рубках в исследуемых древостоях вырубались преимущественно наиболее крупные деревья старших возрастных поколений (14,3–70,0 % количества деревьев и 20,0 –72,1 % запаса древесины данного поколения). В младших поколениях доля вырубаемых деревьев составила лишь 0–9,4 % по количеству и 0–6,7 % по запасу древесины.

При этом в младших возрастных поколениях интенсивность рубки по густоте была выше, чем по запасу, что свидетельствует о преимущественном удалении угнетенных, отстающих в росте экземпляров. Данное наблюдение подтверждается тем, что в пяти исследуемых древостоях средние значения диаметра и высоты младшего поколения не изменились или возросли. Исключение составил древостой на ПП 129, где зафиксировано снижение этих показателей.

По интенсивности выборочные рубки относились к следующим категориям: на ПП 128 и 132 – слабой, на ПП 129–131 – умеренной, на ПП 133 – умеренно высокой (Об утверждении правил заготовки…, 2020).

Согласно данным приложения 39, ГВР проводились в древостоях с графиками распределения запаса древесины по ступеням толщины, имеющими две или три вершины (ПП 128, 130, 133), а ДВР были назначены в древостоях с одновершинным распределением (ПП 129, 131, 132). В материалах лесоустройства древостои, пройденные ДВР, были отнесены к насаждениям с долей запаса основного элемента леса 90–100 %, тогда как в древостоях, в которых проводились ГВР, отмечено большее разнообразие возрастных поколений и преобладание по количеству деревьев ступеней толщины 8 и 12 см.

С учетом наличия в ленточных борах как одновозрастных, так и разновозрастных сосняков, а также сложности глазомерного определения возраста деревьев, существует риск удаления из насаждений быстрорастущих приспевающих деревьев сосны. Это противоречит заявленному в Правилах заготовки древесины принципу отбора деревьев в рубку: «…равномерно по площади вы-

рубаются в первую очередь поврежденные, перестойные, спелые с замедленным ростом деревья…» (Об утверждении правил заготовки…, 2020). Также следует учитывать, что в условиях интенсивного лесопользования ленточных боров поврежденные и перестойные деревья зачастую уже удалены в ходе предшествующих рубок ухода или выборочных рубок.

Таким образом, применение добровольно-выборочных рубок в одновозрастных сосновых древостоях представляется нецелесообразным, поскольку из древостоя изымаются наиболее крупные и ценные деревья (I–II классы Крафта). Это ведет к ухудшению качества семян и оставлению на доращивание малопродуктивных экземпляров, что в целом может негативно сказаться на генофонде насаждений. Аналогичный эффект в определенной мере может проявляться и при проведении других видов выборочных рубок и рубок ухода. В то же время в разновозрастных сосняках применение добровольно-выборочных рубок с лесоводственной точки зрения оправдано.

Лесоводственная эффективность выборочных рубок в одноярусных насаждениях оценивается по количественным и качественным характеристикам подроста предварительной и сопутствующей генераций, а также по его способности формировать будущий древостой. В рамках нашего исследования получены данные о количестве подроста в исследуемых сосняках (табл. 6.44). По данным ряда авторов (Малиновских, Маленко, 2018; Башегуров и др., 2019; Толстиков, 2019), в сосняках типов леса СВБ и СБП обычно имеется достаточно большое количество подроста, однако лишь малая его часть достигает категории крупного. Наши результаты подтверждают данную закономерность: количество подроста под пологом исследованных древостоев составляет 1,3–6,6 тыс. шт./га (в пересчете на крупный жизнеспособный), однако доля крупного жизнеспособного подроста варьирует от 0 до 8,5 %, а его встречаемость не превышает 55 % (групповое размещение). При этом относительно большой возраст подроста (26–38 лет) указывает на его замедленный рост.

Таблица 6.44 – Характеристика подроста, всходов и подлеска под пологом естественных сосновых древостоев, пройденных выборочными рубками

Показатель		Номер пробной площади					
		132	131	129	128	130	133
Тип леса		СБП	СБП	СБП	СВБ	СВБ	СВБ
Состав подлеска		10Аж	–	–	–	9Аж1Шп	10Аж
Густота подлеска, тыс. шт./га		0,3	0	0	0	2,7	0,5
Высота подлеска, м		0,6	–	–	–	0,9	1,5
Густота всходов, тыс. шт./га		6,4	4,3	6,6	7,4	10,1	3,3
Состав подроста		10С	10С	10С	10С	10С+Ос	9С1Б
Мелкий подрост							
Густота, тыс. шт./га	Жизнеспособный	0,8	0,3	0,9	1,5	3,1	1,1
	Сомнительный	2,0	2,0	1,6	3,9	3,4	1,6
	Нежизнеспособный	1,8	4,5	2,5	3,5	4,0	2,4
Встречаемость, %		55	40	50	60	50	20
Возраст, лет		7	8	9	8	6	5
Средний подрост							
Густота, тыс. шт./га	Жизнеспособный	0	0,1	0,1	1,9	0,8	0,1
	Сомнительный	0,5	0,6	1,4	3,8	2,0	0,5
	Нежизнеспособный	1,0	2,3	2,6	7,0	2,0	1,3
Встречаемость, %		20	20	45	65	50	5
Возраст, лет		22	21	19	17	17	18
Крупный подрост							
Густота, тыс. шт./га	Жизнеспособный	0,3	0,3	0,5	0,9	0,6	0
	Сомнительный	0,4	0,8	1,1	2,0	1,1	0
	Нежизнеспособный	1,1	1,4	1,6	6,3	1,3	0
Встречаемость, %		20	15	25	55	40	0
Возраст, лет		38	33	33	28	26	–
В пересчете на крупный жизнеспособный подрост							
Густота, тыс. шт./га		1,5	1,6	2,6	6,6	5,0	1,3
Встречаемость, %		70	70	70	75	75	25
Возраст, лет		15	20	21	17	12	6

В исследованиях, посвященных ДВР и ГВР в Новичихинском лесничестве Алтайского края, объектом изучения являлись сосняки со сходными таксационными характеристиками. Технология проведения рубок в обследованных нами сосняках и насаждениях Новичихинского лесничества была идентична, что позволяет корректно сопоставлять результаты этих исследований (Толстиков, 2019; Залесов и др., 2023).

Полученные нами данные в целом подтверждают ряд закономерностей, ранее выявленных в Новичихинском лесничестве. Согласно данным по Новичихинскому лесничеству, ДВР в ленточных борах, как и в нашем исследовании, проводятся по верховому методу, при котором из древостоя изымаются преимущественно крупные деревья.

На ряде пробных площадей относительная полнота в результате выборочных рубок снизилась ниже допустимого значения (0,5), что также наблюдалось и в нашем исследовании при анализе материалов лесоустройства. Несмотря на это, случаев ветровала на участках ДВР и ГВР в Новичихе не отмечено, что объясняется произрастанием насаждений на глубоких песчаных почвах, обеспечивающих высокую устойчивость деревьев к ветровым нагрузкам. В нашем исследовании валежные деревья также отсутствовали, однако в Ракитовском лесничестве давность рубки не превышала одного года.

Как и в нашем исследовании было отмечено, что выборочные рубки способствуют омоложению насаждений и упрощению их возрастной структуры за счет сокращения доли старшего поколения.

Интенсивность ДВР (18,8–50,8% по запасу) и ГВР (44,0–46,3%) не оказали существенного влияния на санитарное состояние сосняков типов леса СБП, СВБ и ТРБ. Все исследуемые древостои были отнесены к категории здоровых, при этом прослеживалась тенденция к улучшению санитарного состояния после проведения выборочных рубок. В нашем исследовании санитарное состояние не оценивалось.

Через два года после ДВР в условиях СБП в Новичихинском лесничестве наблюдалось резкое увеличение количества всходов, однако доля жизнеспо-

собного крупного подроста не превышала 3,3%. В насаждениях с относительной полнотой выше 0,8 подрост предварительной генерации практически не достигает стадии крупного, так как гибнет раньше. Аналогичная ситуация наблюдается и в сосняках типа СВБ. В нашем исследовании оценка подроста была выполнена в течение года после рубок и непосредственно перед рубками (ПП 130 и 132), что не позволило оценить их эффект.

В сосняках типа леса ТРБ при относительной полноте 0,79 всходы отсутствовали, а подрост был представлен преимущественно мелкими, нежизнеспособными или сомнительными экземплярами. ДВР в этих условиях не обеспечивают всплеска естественного возобновления из-за интенсивного развития нижних ярусов растительности. ГВР в травяных борах оказались более результативными: подрост формируется в окнах древостоя, встречаемость составляет 58–62%, а его количество достигает 4,8–6,6 тыс. шт./га в пересчете на крупный, что позволяет рассчитывать на успешное естественное лесовосстановление путем сохранения подроста и ухода за ним (Залесов и др., 2023). Настоящее исследование не охватывало травяной бор.

Таким образом, результаты исследования в Новичихинском лесничестве показывают, что проведение ДВР и ГВР в сосняках типов СБП и СВБ способствуют накоплению равномерного жизнеспособного подроста сосны и может рассматриваться как эффективный способ лесовосстановления, при этом ГВР признана более результативной. В условиях ТРБ более перспективными также были признаны ГВР (Толстиков, 2019; Залесов и др., 2023).

6.6. Чересполосная постепенная рубка

Таксационная характеристика естественных сосновых древостоев, пройденных ЧПР (ПП Н1 и Н2), представлена в разделе 4.5 настоящей диссертации (табл. 4.23). Характеристика подроста, всходов и подлеска под их пологом (невырубленные полосы) приведена в таблице 6.45. Следует отметить, что указанные участки имеют сходный тип леса (ТРБ), однако различаются по степени повреждения целостности слоя лесной подстилки и живого напочвенного

покрова в следствие хозяйственной деятельности, что существенно влияет на процессы естественного возобновления.

На ПП Н1 самосев представлен исключительно сосной обыкновенной. Всходы при высокой густоте (13,4 тыс. шт./га) имеют групповое расположение и встречаемость 25%. Они приурочены к небольшим участкам (до 10 м^2) с минерализованной поверхностью (места сжигания порубочных остатков, следы после трелевки древесины), также много всходов на сгнивших пнях. Крупный и средний подрост (0,2 тыс. шт./га) нежизнеспособный. Мелкий подрост жизнеспособен, однако его количество невелико – 0,2 тыс. шт./га. В пересчете на крупный жизнеспособный подрост его густота составляет 0,1 тыс. шт./га.

На ПП Н2 всходов нет из-за отсутствия участков с минерализованной поверхностью почвы (рис. 6.30). Это подтверждает ключевую роль минерализации поверхности почвы в формировании всходов сосны в условиях ТРБ. Подрост сосны представлен преимущественно мелкими жизнеспособными и сомнительными экземплярами. Общее количество подроста сосны составляет 1,4 тыс. шт./га, в пересчете на крупный жизнеспособный – 0,6 тыс. шт./га. В составе подроста также встречается средний и крупный подрост березы повислой густотой 0,2 тыс. шт./га (в пересчете на крупный), что свидетельствует о потенциальной возможности смены пород в случае удаления материнского полога и требует учета при планировании последующих лесоводственных мероприятий, направленных на воспроизводство лесов.

По результатам нашего исследования влияния ЧПР на подрост и сосновые древостои, а также по данным, полученным другими исследователями в Павловском лесничестве Алтайского края (Усов и др., 2017; Усов, 2020; Залесов и др., 2023), применение ЧПР в условиях типа леса ТРБ представляется целесообразным, особенно в одновозрастных сосняках без подроста либо при его густоте менее 2,0 тыс. шт./га, при сильном задернении почвы и наличии густого подлеска. Кроме того, данный вид рубок в ленточных борах наиболее эффективно сочетается с использованием многооперационных лесосечных машин, эффективность которых снижается при проведении ДВР и ГВР.

Таблица 6.45 – Характеристика подроста, всходов и подлеска под пологом сосняков, пройденных чересполосными постепенными рубками

Показатель		Номер пробной площади	
		Н1	Н2
Тип леса		ТРБ	ТРБ
Состав подлеска		5Аж4Мл1Шп+Ив	6Аж2Шп1В1Спр+Кл
Густота подлеска, тыс. шт./га		4,5	6,8
Высота подлеска, м		1,3	2,1
Густота всходов, тыс. шт./га		13,4	0
Состав подроста		10С	8С2Б
Мелкий подрост			
Густота, тыс. шт./га	Жизнеспособный	0,2	0,3
	Сомнительный	0	0,5
	Нежизнеспособный	0	0,1
Встречаемость, %		5	10
Возраст, лет		5	6
Средний подрост			
Густота, тыс. шт./га	Жизнеспособный	0	0,1
	Сомнительный	0	0,4
	Нежизнеспособный	0,1	0
Встречаемость, %		0	15
Возраст, лет		11	9
Крупный подрост			
Густота, тыс. шт./га	Жизнеспособный	0	0,3
	Сомнительный	0	0
	Нежизнеспособный	0,1	0
Встречаемость, %		0	5
Возраст, лет		25	13
В пересчете на крупный жизнеспособный подрост			
Густота, тыс. шт./га		0,1	0,8
Встречаемость, %		5	15
Возраст, лет		14	7



Рисунок 6.30 – Сосновое насаждение типа леса ТРБ на невырубленной полосе чересполосной постепенной рубки (ПП Н2)

Наши выводы о целесообразности ЧПР в условиях ленточных боров Алтайского края расходятся с мнением алтайских исследователей, которые рекомендуют исключить данный вид рубок из перечня допустимых и заменить его на ДВР и ГВР. По их мнению, ЧПР не обеспечивают необходимого лесоводственного эффекта в отношении естественного и искусственного возобновления сосны (Малиновских, Маленко, 2017; 2018).

Согласно данным указанных авторов, полученным на том же участке ЧПР в Новичихинском лесничестве, который обследовался и нами, до рубки (2016 г.) под пологом древостоев в среднем насчитывалось 13–14 тыс. шт./га жизнеспособного подроста, а на вырубленных полосах – около 1,7 тыс. шт./га (Малиновских, Маленко, 2017). На основании этих данных, а также аналогичных материалов по Кулундинскому лесничеству, был сделан вывод о нецелесообразности применения ЧПР в ленточных борах.

Однако в последующих публикациях авторов приводятся уточненные сведения о качестве подроста. В тезисах конференции (Малиновских и др.,

2018б) отмечено, что густота подроста (без дифференциации по жизнеспособности) под пологом естественных сосняков на невырубленных полосах составляла 6360 и 20340 шт./га (в среднем 13,4 тыс. шт./га, что говорит о том, что это те же данные). Спустя еще полгода в публикации (Малиновских и др., 2018а) уточнено, что из 6360 экземпляров жизнеспособными являлись лишь 1100 шт./га, еще 1440 были отнесены к категории сомнительных. Таким образом, даже с учетом 50 % сомнительных экземпляров, густота жизнеспособного подроста на невырубленных полосах не превышала 2,0 тыс. шт./га, что ставит под сомнение обоснованность вывода об успешном лесовосстановлении на участке до проведения ЧПР.

Следует также отметить, что в трех упомянутых работах отсутствуют сведения о размерах подроста, что не позволяет корректно применить переводные коэффициенты (0,5 – для мелкого и 0,8 – для среднего подроста). Данные о 20340 шт./га подроста также выглядят неправдоподобными, вероятно, по этой причине они не были включены в публикации 2018 года.

По материалам лесоустройства 2006 года (за 10 лет до ЧПР) в 22 выделе 37 квартала насчитывалось 2,0 тыс. шт./га жизнеспособного подроста. По результатам нашего обследования в 2024 году густота подроста на невырубленных полосах ЧПР (в пересчете на крупный жизнеспособный) не превышала 0,8 тыс. шт./га. За период с 2006 по 2024 гг. в исследуемых сосняках не произошло формирования молодого поколения леса; напротив, наблюдается уменьшение густоты подроста, несмотря на улучшение светового режима после проведения рубок.

Таким образом, для омоложения сосновых насаждений в условиях травяного бора не достаточно лишь снижать относительную полноту древостоев выборочными рубками. Необходимо принимать активные меры по искусственному лесовосстановлению, содействовать естественному возобновлению путем минерализации почвы, а также обеспечивать качественный и своевременный уход за подростом сосны и лесными культурами на вырубленных полосах.

6.7. Рубка с целью создания противопожарного заслона

Работы по созданию противопожарного заслона (ППЗ) в Ключевском лесничестве Алтайского края были выполнены в 2002–2007 гг. Заслоны создавались вдоль квартальных просек, их ширина составляла 250–300 м (по 125–150 м в пределах квартала). В ходе создания ППЗ древостои должны были изреживаться до относительной полноты 0,5. Подрост и подлесок полностью удалялись мотокусторезом с последующим сжиганием в пожаробезопасный период; с территории убирались сухостой, валеж и порубочные остатки; у оставленных деревьев обрезались сучья на высоту до 1,5–2,0 м. Под пологом древостоев создавались противопожарные минерализованные полосы через каждые 15–30 м, после чего проводилось контролируемое выжигание напочвенных горючих материалов. Планировалось поддерживать ППЗ в рабочем состоянии в течение одного класса возраста, после чего на смежном участке должен был формироваться новый заслон, а на площади первой очереди – разновозрастные сосновые насаждения (Фуряев и др., 2005; Черных, Фуряев, 2011).

Наше исследование проведено в Покровском участковом лесничестве в через 19 лет после создания ППЗ. Реализация второго этапа создания заслона в Ключевском лесничестве не состоялась: поддерживать заслоны в проектируемом виде оказалось невозможно из-за высоких трудозатрат и организационных изменений, обусловленных принятием нового Лесного кодекса.

Для оценки влияния проведенных мероприятий по созданию ППЗ на естественные сосновые древостои и подрост под их пологом было заложено пять ПП в типах леса СБП и СВБ (табл. 6.46). Участки в таблице упорядочены по типу леса и интенсивности рубки. Контрольными являются ПП К31 и К33, где рубка не проводилась. Древостой на ПП К30 (рис. 6.31) отличается от древостоя на ПП К29 меньшей густотой и относительной полнотой на момент создания ППЗ. Участки К29–К31 характеризуются типом леса СБП (рис. 6.31), а ПП К32 и К33 – СВБ (рис. 6.32). Интенсивность рубок на опытных участках была очень высокой (от 55,5 до 71,5 %).

Таблица 6.46 – Местонахождение лесных участков и характеристика рубок, проведенных с целью создания противопожарного заслона

№ ПП	Координаты GPS, с.ш. / в.д.	№ квартала	№ выдела	Характеристика рубки		
				Вид	Год	Интенсивность, %
Сухой бор пологих всхолмлений						
К31	52°02.739′ 079°13.260′	73	4	–	–	–
К29	52°02.826′ 079°13.591′	74	21	ППЗ	2004	55,5
К30	52°02.703′ 079°13.639′	74	21	ППЗ	2004	63,2
Свежий бор						
К33	52°00.885′ 079°14.641′	119	12	–	–	–
К32	52°00.978′ 079°14.726′	119	32	ППЗ	2004	71,5



Рисунок 6.31 – Сосновое насаждение типа леса СБП через 19 лет после создания противопожарного заслона (ПП К30)



Рисунок 6.32 – Сосновое насаждение типа леса СВБ через 19 лет после создания противопожарного заслона (ПП К32)

Согласно реконструированным таксационным показателям (табл. 6.47), на момент создания ППЗ наибольший запас древостоя наблюдался на контрольных участках и составлял 245 и 307 м^3/га в условиях СБП и СВБ соответственно. Густота контрольных участков также превышала аналогичный показатель на опытных участках. Относительная полнота сосняков в условиях СБП варьировала от 0,42 до 1,06, а в условиях СВБ – от 0,74 до 0,82.

В результате рубок на опытных участках произошло уменьшение среднего диаметра всех элементов леса на 0,6–3,4 см (4–38 %). Густота древостоев снизилась на 220–920 шт./га (49–58 %). Относительная полнота древостоев была снижена на 0,26–0,50 (56–68 %). Изъятый запас древесины составил 74–173 м^3/га.

Несмотря на запланированную относительную полноту 0,5, фактические значения снизились до 0,16–0,39. Таким образом, на двух из трех опытных участков фактически сформировалась редина. За 19 лет после рубки произошло частичное (до 0,30–0,62) восстановление относительной полноты древостоев (табл. 6.48 и 6.49).

Таблица 6.47 – Таксационная характеристика естественных сосняков до и после рубок, проведенных с целью формирования противопожарного заслона (данные получены методом реконструкции)

№ ПП	Класс бонитета	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Полнота		Запас, $м^3$/га
			Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см		Абсолютная, $м^2$/га	Относительная	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
До рубки, 2004 г.									
К31	IV	8С	95	17,3	17,9	868	21,7	0,66	190
		2С	34	8,6	6,4	3276	10,6	0,40	55
Итого						4144	32,3	1,06	245
К29	IV	6С	67	13,1	12,6	1348	16,8	0,56	117
		4С	87	18,0	24,0	244	11,1	0,33	92
Итого						1592	27,9	0,89	209
К30	III	10С	65	17,0	23,3	312	13,3	0,41	115
		+С	25	5,9	6,1	120	0,3	0,01	2
Итого						432	13,6	0,42	117
К33	II	9С	102	24,6	31,5	288	22,5	0,63	260
		1С	71	15,7	14,7	312	5,3	0,16	43
		+С	26	7,1	5,7	365	0,9	0,03	4
Итого						965	28,7	0,82	307
К32	III	9С	98	21,6	29,1	302	20,0	0,57	211
		1С	54	11,6	13,5	326	4,7	0,16	30
		+С	20	5,4	4,4	151	0,2	0,01	1
Итого						779	24,9	0,74	242
Опытные участки непосредственно после рубки, 2004 г.									
К29	IV	6С	87	17,8	23,0	156	6,5	0,20	54
		4С	67	12,5	11,9	516	5,7	0,19	39
Итого						672	12,2	0,39	93
К30	III	10С	65	15,9	20,7	156	5,2	0,16	43
		+С	16	3,8	3,8	56	0,1	0,00	0
Итого						212	5,3	0,16	43

Окончание таблицы 6.47

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
К32	III	8С	98	19,5	25,7	114	5,9	0,17	58
		2С	54	10,3	11,5	169	1,8	0,07	10
		+С	16	5,0	3,8	114	0,1	0,00	1
Итого						397	7,8	0,24	69

Таблица 6.48 – Таксационная характеристика естественных сосняков через 19 лет после создания противопожарного заслона, 2023 г.

№ ПП	Класс бонитета	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Полнота		Запас, $м^3$/га
			Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см		Абсолютная, $м^2$/га	Относительная	
Сухой бор пологих всхолмлений									
К31	IV	8С	114	18,1	19,8	864	26,5	0,80	238
		2С	53	9,6	7,4	2592	11,1	0,41	62
Итого						3456	37,6	1,21	300
К29	IV	5С	106	18,6	28,0	156	9,6	0,28	82
		5С	86	15,4	16,4	496	10,5	0,33	80
Итого						652	20,1	0,61	162
К30	III	10С	84	18,9	28,8	152	9,9	0,29	89
		+С	35	7,0	7,4	48	0,2	0,01	1
Итого						200	10,1	0,30	90
Свежий бор									
К33	II	8С	121	25,5	35,0	288	27,7	0,76	320
		2С	90	18,1	18,0	262	6,6	0,20	62
		+С	45	9,3	7,7	300	1,4	0,05	7
Итого						850	35,7	1,01	389
К32	III	8С	117	23,7	32,6	114	9,5	0,26	107
		2С	73	13,7	16,5	157	3,4	0,11	23
		+С	35	7,1	6,8	98	0,4	0,01	2
Итого						369	13,3	0,38	132

Несмотря на низкие показатели относительной полноты, спустя 19 лет после рубки на ППЗ не было зафиксировано валежа деревьев старших поколений. Вероятно, это связано с меньшим возрастом деревьев на ППЗ по сравнению с насаждениями, где проводились специализированные рубки ухода, в которых наблюдается вывал деревьев.

Таблица 6.49 – Изменение таксационных характеристик естественных сосняков, в которых создавались противопожарные заслоны, с момента непосредственно после рубки и до момента обследования

№ ПП	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Полнота		Запас, $м^3$/га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см		Абсолютная, $м^2$/га	Относительная	
Сухой бор пологих всхолмлений								
К31	8С	19	0,8	1,9	-4	4,8	0,14	48
	2С	19	1,0	1,0	-684	0,5	0,01	7
Итого					–688	5,3	0,15	55
К29	5С	19	0,8	5	0	3,1	0,08	28
	5С	19	2,9	4,5	-20	4,8	0,14	41
Итого					–20	7,9	0,22	69
К30	10С	19	3,0	8,1	-4	4,7	0,13	46
	+С	19	3,2	3,6	-8	0,1	0,01	1
Итого					–12	4,8	0,14	47
Свежий бор								
К33	8С	19	0,9	3,5	0	5,2	0,13	60
	2С	19	2,4	3,3	-50	1,3	0,04	19
	+С	19	2,2	2,0	-65	0,5	0,02	3
Итого					–115	7	0,19	82
К32	8С	19	4,2	6,9	0	3,6	0,09	49
	2С	19	3,4	5,0	-12	1,6	0,04	13
	+С	19	2,1	3,0	-16	0,3	0,01	1
Итого					–28	5,5	0,14	63

Эффективная продуктивность естественных древостоев типа леса СБП варьирует в переделах 164–300 м^3/га; древостоев типа леса СВБ – 305–389 м^3/га (табл. 6.50). Максимальные значения эффективной продуктивности зафиксированы на контрольных участках, характеризующихся наибольшей густотой древостоя (ПП К31) и более высоким классом бонитета (ПП К33). На опытных участках данный показатель ниже на 7–45 %.

Таблица 6.50 – Эффективная продуктивность естественных древостоев, пройденных рубками при создании противопожарного заслона

№ ПП	Интенсивность рубок по запасу, %	Вырубаемый запас, м^3/га	Запас древостоя, м^3/га	Эффективная продуктивность		
				м^3/га	Отношение к контрольному участку, %	
					ПП К31	ПП К33
Сухой бор пологих всхолмлений						
К31	–	–	300	300	100	–
К29	55,5	116	162	278	93	–
К30	63,2	74	90	164	55	–
Свежий бор						
К33	–	–	389	389	–	100
К32	71,5	173	132	305	–	78

Среднегодовая эффективная работа древостоя в сосняках на ППЗ варьирует от 1,18 до 5,75 (табл. 6.51). Наибольшее значение (5,75 %) отмечено на участке К30, характеризующемся наименьшей относительной полнотой (0,3).

Данные о сухостое и валеже в сосняках, пройденных рубками при создании противопожарного заслона, приведены в таблице 6.52. Через 19 лет после рубок очень высокой интенсивности на опытных участках (К29, К30, К32) запас отмершей древесины не превышает 2 м^3/га, тогда как на контрольных участках (К31 и К33) в результате самоизреживания древостоев накоплено соответственно 16 и 10 м^3/га.

Таблица 6.51 – Эффективная работа естественных древостоев, пройденных рубками при создании противопожарного заслона

№ ПП	Период наблюдения, лет	Запас древостоя, $м^3$/га		Прирост после уходов, $м^3$/га			Среднегодовая эффективная работа древостоя, %	Отношение к контрольному участку, %	
		После рубки	На момент учета	Общий	В среднем за год	На 1 $м^3$ наличного запаса		ПП К31	ПП К33
Сухой бор пологих всхолмлений									
К31	19	245	300	55	2,9	0,22	1,18	100	–
К29	19	93	162	69	3,6	0,74	3,90	330	–
К30	19	43	90	47	2,5	1,09	5,75	487	–
Свежий бор									
К33	19	307	389	82	4,3	0,27	1,41	–	100
К32	19	69	132	63	3,3	0,91	4,81	–	342

Таблица 6.52 – Характеристика сухостоя и валежа в естественных сосняках, пройденных рубками при создании противопожарного заслона

№ ПП	Давность рубки, лет	Интенсивность рубки по запасу, %	Сухостойные деревья			Валежные деревья		
			Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, $м^3$/га	Количество, шт./га	Средний диаметр, см	Запас, $м^3$/га
Сухой бор пологих всхолмлений								
К31	–	–	468	5,2	5	688	6,2	11
К29	19	55,5	0	–	0	20	9,1	1
К30	19	63,2	0	–	0	12	16,3	2
Свежий бор								
К33	–	–	30	10,5	4	85	11,2	6
К32	19	71,5	3	13,0	0	28	9,0	1

Распределение деревьев по классам качества и ступеням толщины на ПП К29–К33 представлено в приложении 40, а в обобщенном виде (без распределения по ступеням толщины) – на рисунке 6.33.

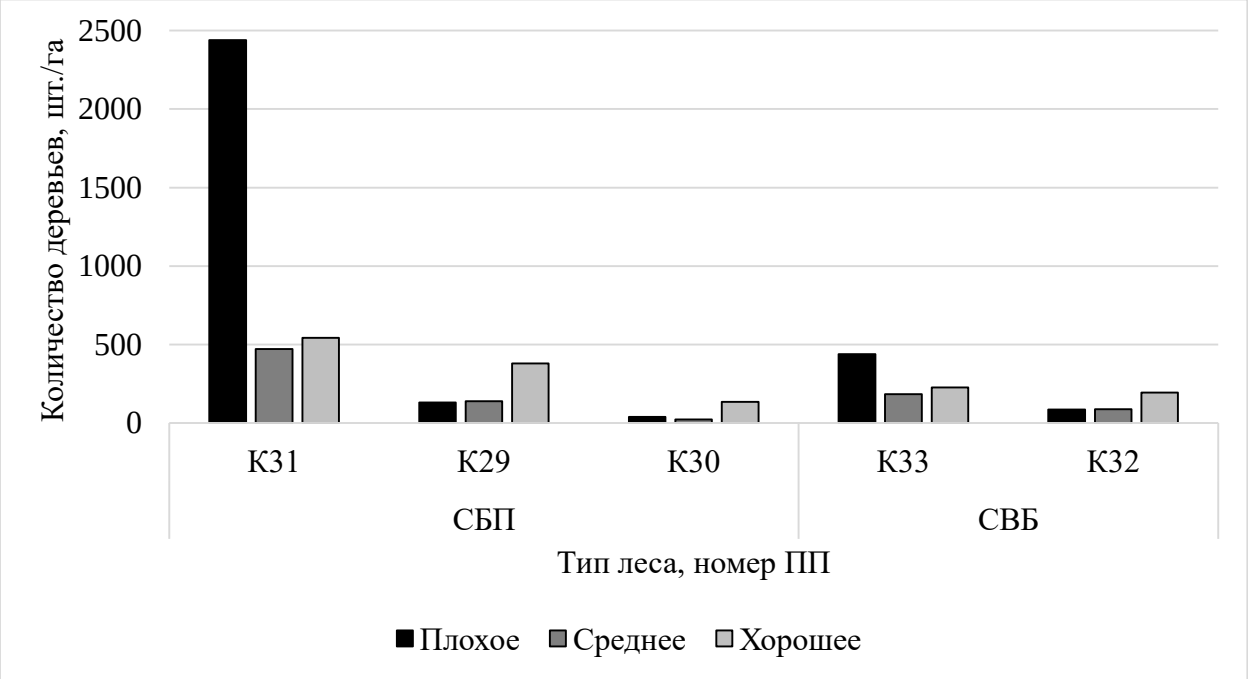


Рисунок 6.33 – Распределение деревьев по классам качества в естественных сосняках после рубки, проведенной с целью создания противопожарного заслона

На опытных участках доля деревьев с хорошо развитой кроной варьирует от 38,3 до 64,0 %. На контрольных участках этот показатель значительно ниже – 5,8 % на ПП К31 и 14,9 % на ПП К33. Доля деревьев с плохо развитой кроной составляет: К31 – 62,3 %; К29 – 8,6 %; К30 – 2,0 %; К33 – 35,7 %; К32 – 15,0 %.

Доля деревьев с стволами хорошего качества в исследуемых древостоях составляет от 56,1 до 79,1%. Наименьшее значение данного показателя наблюдается в условиях свежего бора на контрольном участке (ПП К33). Наибольшая доля деревьев с сильной кривизной стволов (категория «плохое») зафиксировано на ПП К33 и К30 – 11,8 и 12,0 соответственно. На остальных участках их доля составляет от 2,2 до 5,0 %.

По положению в пологе доля деревьев категории «хорошее» составляет: К31 – 17,9 %; К29 – 57,1 %; К30 – 52,0 %; К33 – 40,3 %; К32 – 34,2 %. Доля отстающих в росте деревьев: К31 – 59,8 %; К29 – 16,6 %; К30 – 8,0 %; К33 – 37,6 %; К32 – 15,8 %.

Наилучшее соотношение категорий деревьев «хорошее» и «плохое» зафиксировано на опытных участках, где хороших деревьев в 2,3–3,4 раза больше, чем плохих. На контрольных участках, напротив, преобладают деревья категории «плохое» (в 1,9–4,5 раза). Преимущество опытных участков перед контрольными, по-видимому, связано с увеличившейся площадью питания деревьев, оставленных на ППЗ, а также с значительным периодом времени, прошедшим с момента рубки. Вероятно, за 19 лет деревья успели улучшить свои качественные характеристики. Кроме того, при отводе лесосеки в рубку отводчик мог оставлять на ППЗ деревья с лучшими характеристиками, как это принято делать при ДВР и ГВР.

Результаты χ^2-теста показали наличие статистически значимых различий в распределении деревьев по категориям качества во всех проведенных попарных сравнениях. Различия выявлены между ПП К29 и К30 по сравнению с контрольным участком К31 ($p < 0{,}001$), а также между ПП К32 и контрольным участком К33 ($p < 0{,}001$). Это свидетельствует о том, что проведенные мероприятия оказали существенное влияние на качественный состав древостоев.

Динамика радиального прироста сосны в естественных сосняках на территории ППЗ представлена на рисунке 6.34. Наибольшее увеличение радиального прироста деревьев сосны I–III классов Крафта на опытных участках отмечено в 2009 году, через 5 лет после рубки. На ПП К30 и К32, характеризующихся наименьшей относительной полнотой древостоев, наибольшие радиальные приросты составили соответственно 5,0 и 4,4 мм. На ПП К29 пиковое значение радиального прироста вдвое меньше (2,4 мм). На контрольных участках существенных изменений радиального прироста за период с 2004 по 2022 гг. не наблюдается.

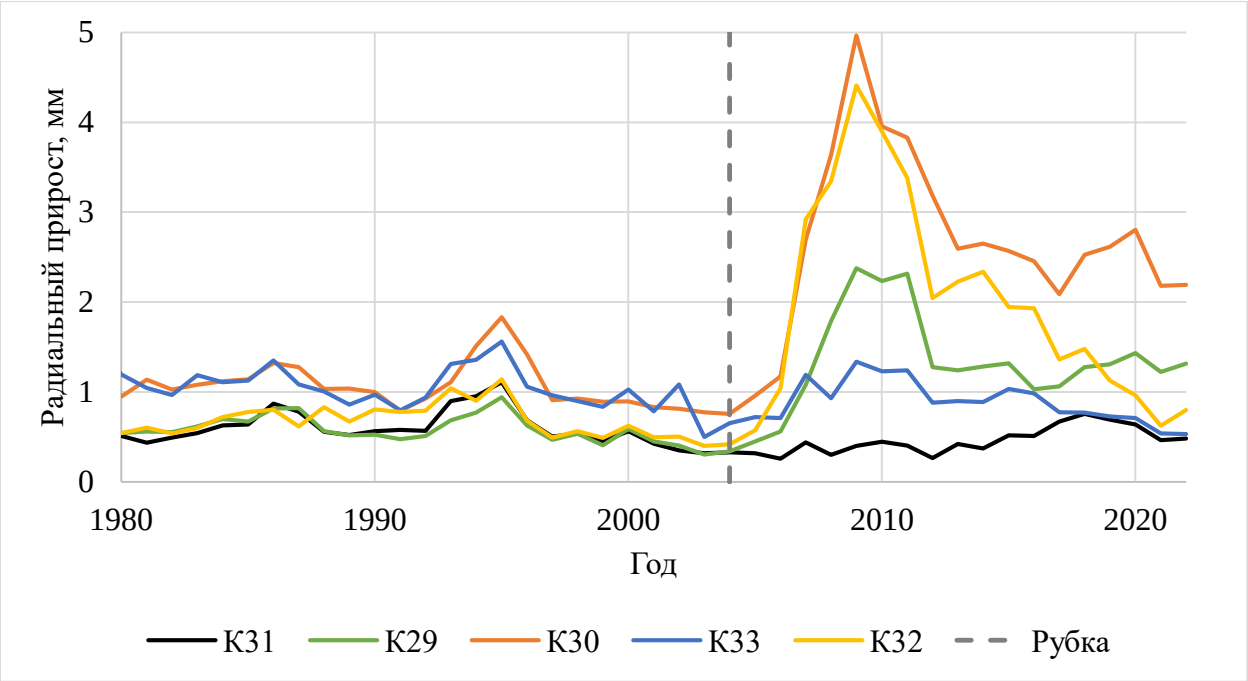


Рисунок 6.34 – Динамика радиального прироста деревьев сосны в естественных насаждениях после рубок, проведенных с целью создания противопожарного заслона

Густота подроста (в пересчете на крупный жизнеспособный) под пологом сосняков, произрастающих на ППЗ, варьирует от 0 до 4,3 тыс. шт./га (табл. 6.53). Наименьшее количество подроста зафиксировано в условиях СБП на контрольном участке К31, а наибольшее – в условиях СВБ на опытном участке К32.

На контрольном участке К31 весь подрост (100 %) отнесен к категории нежизнеспособного. На ПП К33 при общей густоте 13,7 тыс. шт./га 87 % растений оказались нежизнеспособными. На опытных участках доля нежизнеспособного подроста составила: К29 – 77 %, К32 – 48,5 %, К30 – 29,8 %. Таким образом, на участках с меньшей относительной полнотой доля жизнеспособного подроста выше.

Средний возраст мелкого подроста на исследуемых участках составляет 5–9 лет, среднего – 11–17, крупного – 14–23 года. Поскольку при создании ППЗ весь подрост был полностью удален, на опытных участках его возраст не превышает 19 лет. В связи с этим оценить влияние проведенных рубок на прирост подроста по высоте не представляется возможным.

Таблица 6.53 – Характеристика подроста и всходов в естественных сосняках, пройденных рубкой при создании противопожарного заслона

Показатель		Номер пробной площади				
		К31	К29	К30	К33	К32
Тип леса		СБП	СБП	СБП	СВБ	СВБ
Густота всходов, тыс. шт./га		0	2,6	1,9	0,5	1,0
Состав подроста		10С	10С	10С	10С	10С
Мелкий подрост						
Густота, тыс. шт./га	Жизнеспособный	0	0	0,8	0	0
	Сомнительный	0	0,6	0,6	0,1	0
	Нежизнеспособный	1,3	3,1	0,8	2,5	0,1
Встречаемость, %		0	25	27	5	0
Возраст, лет		5	5	7	9	8
Средний подрост						
Густота, тыс. шт./га	Жизнеспособный	0	0	0,9	0,1	0,1
	Сомнительный	0	0,3	0,7	0,4	0,4
	Нежизнеспособный	0,3	1,1	0,9	4,3	2,6
Встречаемость, %		0	10	36	20	20
Возраст, лет		12	11	15	17	14
Крупный подрост						
Густота, тыс. шт./га	Жизнеспособный	0	0	0,9	0,6	3,5
	Сомнительный	0	0,6	0,1	0,6	1,1
	Нежизнеспособный	0	0,9	0	5,1	2,1
Встречаемость, %		0	10	32	30	50
Возраст, лет		–	14	17	23	16
В пересчете на крупный жизнеспособный подрост						
Густота, тыс. шт./га		0	0,6	2,5	1,2	4,3
Встречаемость, %		0	25	73	40	55
Возраст, лет		–	8	12	18	12

Подлесок на ПП К29–К33 отсутствовал. Густота всходов варьировала от 0 до 2,6 тыс. шт./га, при этом наибольшее количество зафиксировано в условиях типа леса СБП на опытных участках.

На рисунке 6.35 показан ход роста подроста сосны на опытных участках в насаждениях, сформированных на ППЗ.

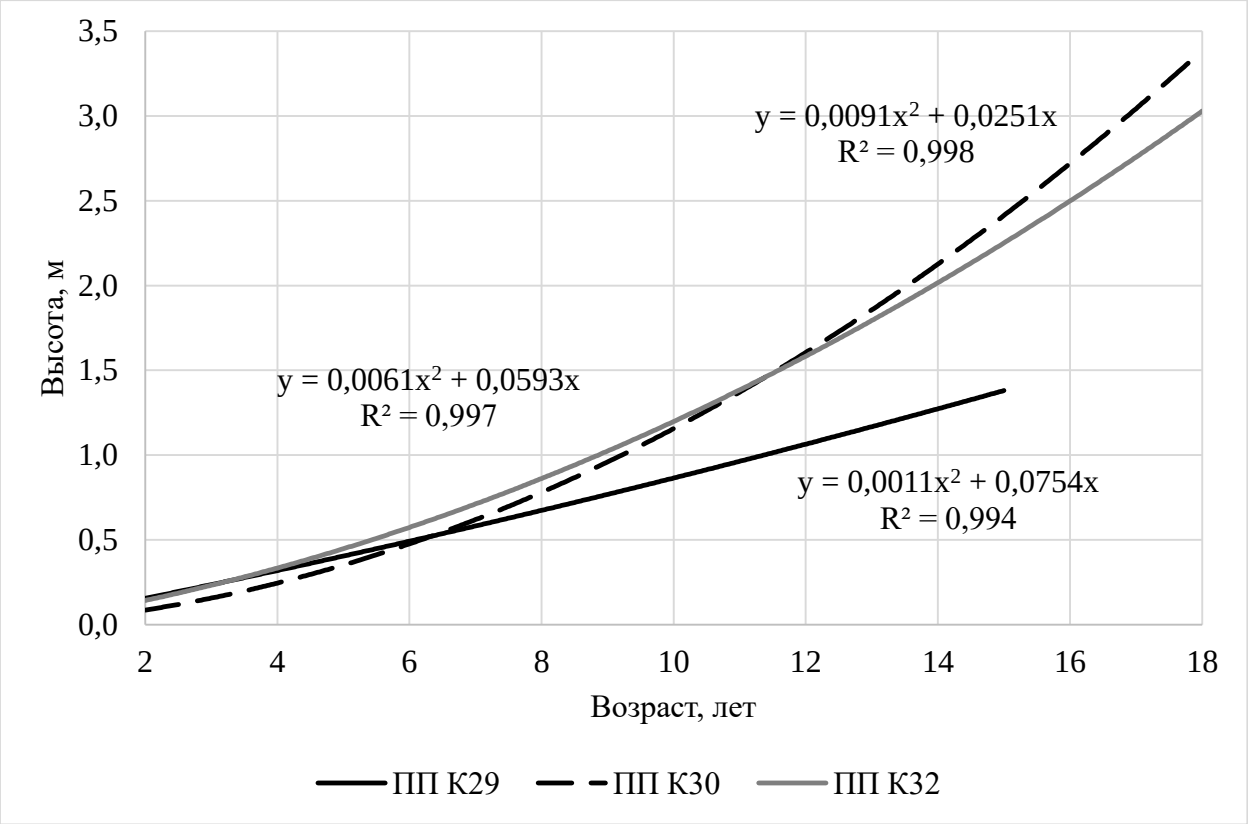


Рисунок 6.35 – Ход роста подроста сосны под пологом древостоев, пройденных рубкой при создании противопожарного заслона

Данные рисунка 6.35 показывают, что при относительной полноте древостоя 0,4 рост подроста замедлен по сравнению с подростом на рединах. При этом темпы роста на ПП К30 и К32, относящихся к разным типам леса, практически совпадают.

Наибольшая эффективность в формировании жизнеспособного подроста сосны достигнута на участках, где при создании противопожарных заслонов проводились рубки очень высокой интенсивности (ПП К30 и К32). Здесь удалось сформировать более 2 тыс. шт./га жизнеспособного подроста (в пересчете на крупный) с равномерным размещением по площади, что свидетельствует о положительном влиянии сильного изреживания на процессы омоложения сосновых древостоев.

Выводы

1. Все рассмотренные виды рубок могут быть эффективными инструментами регулирования состояния и динамики развития сосновых насаждений района исследований при корректном подборе условий их применения, интенсивности, способа и метода проведения.

2. Основные рубки ухода в ленточных борах Алтайского края зачастую проводятся с запозданием или характеризуются некорректной интенсивностью (как недостаточной, так и чрезмерной). Тем не менее даже в таких случаях они оказывают положительный эффект: улучшают качественный состав древостоев, увеличивают радиальный прирост деревьев и (или) снижают массу напочвенных горючих материалов.

3. Основные рубки ухода в исследуемых сосняках с лесоводственной точки зрения наиболее эффективны если проводятся селективным способом по низовому методу. Линейно-селективный способ наиболее эффективен в трехрядных ленточных культурах при удалении среднего ряда в каждой ленте.

4. В загущенных сосновых молодняках искусственного происхождения типа леса сухой бор пологих всхолмлений прочистки рекомендуется начинать во второй половине первого класса возраста, при этом густота древостоя после рубки должна составлять 2,0–3,5 тыс. шт./га.

5. При прореживаниях искусственных сосняков интенсивность рубок должна обеспечивать формирование в условиях СБП густоты 1,0–2,2 тыс. шт./га при относительной полноте 0,6–0,7, а в условиях СВБ – густоты 1,0–1,7 тыс. шт./га при относительной полноте 0,7–0,8. В исследуемых сосняках достижение указанных параметров обеспечивалось при интенсивности рубок 27,3–38,0 % в условиях СБП и 21,6–29,5 % в условиях СВБ.

6. Проходные рубки в условиях СБП должны обеспечивать к 70-летнему возрасту густоту насаждений 0,8–2,0 тыс. шт./га при относительной полноте 0,5–0,6. В искусственных сосняках такие показатели были достигнуты при интенсивности рубок 43,5–44,7 %. Интенсивность 65,4 % при проходной рубке в

естественных сосняках следует признать чрезмерной, хотя ее эффект в целом положителен.

7. В условиях СВБ лучший лесоводственный эффект по комплексу показателей получен на ПП К50, где выполнялись прореживание (18,1 %) и проходная рубка (56,7 %). Однако достигнутые значения относительной полноты (0,4) и густоты (339 шт./га) свидетельствуют о чрезмерности такой интенсивности.

8. Специализированные рубки ухода (обновления, переформирования, реконструкции) в условиях СБП и СВБ способствуют накоплению и лучшему росту подроста предварительной генерации и позволяют заменить спелый древостой молодняком. Наиболее результативны такие рубки в разновозрастных сосняках и при наличии достаточного количества жизнеспособного подроста.

9. В одновозрастных сосняках типа леса травяной бор равномерное изреживание древостоев рубками переформирования, обновления или добровольно-выборочными рубками не обеспечивает накопления жизнеспособного подроста сосны, а лишь стимулирует разрастание травянистой растительности и подлеска.

10. Выборочные рубки в условно-разновозрастных и разновозрастных сосновых насаждениях типов леса СБП и СВБ поспособствовали увеличению доли молодых деревьев за счет уменьшения количества наиболее крупных деревьев старших возрастов.

11. В сосняках с относительной полнотой 0,8 и более подрост сосны, как правило, угнетен и отмирает, не формируя новое возрастное поколение древостоя. В насаждениях типов леса СБП и СВБ при относительной полноте древостоев 0,7 и менее возможно формирование нового поколения, однако процесс затруднен при полноте свыше 0,5 по причине ухудшения светового режима и влагообеспеченности.

12. В разновозрастных сосновых насаждениях проведение добровольно- и группово-выборочных рубок может рассматриваться как допустимый прием. В одновозрастных древостоях их применение нецелесообразно, поскольку

удаление наиболее крупных деревьев и оставление медленнорастущих может негативно повлиять на генофонд сосновых древостоев.

13. Чересполосные постепенные рубки либо комбинированные выборочные рубки в условиях травяного бора целесообразны в одновозрастных сосняках с недостаточным количеством подроста, сильным задернением почвы и развитым подлеском. В этих условиях требуется искусственное лесовосстановление либо содействие естественному возобновлению с обязательными своевременными уходами за самосевом и культурами сосны.

14. Сосновые насаждения района исследований характеризуются высокой ветроустойчивостью, что подтверждается тем, что запас ветровала после рубок на большинстве участков не превышал 3 % от запаса древостоев. Это позволяет рекомендовать применение двухприемных чересполосных постепенных рубок.

15. В условиях СБП и СВБ изреживание сосновых древостоев до полноты 0,2 при создании противопожарного заслона в сочетании с выжиганием подстилки и удалением подроста спустя 19 лет привело к появлению жизнеспособного подроста сосны со средним возрастом 12 лет в количестве 2,5–4,3 тыс. шт./га (в пересчете на крупный), что свидетельствует о высоком лесовосстановительном потенциале редин, окруженных стенами леса.

ГЛАВА 7. ПРЕДЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВОСПРОИЗВОДСТВУ И ОМОЛОЖЕНИЮ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В АЛТАЕ-НОВОСИБИРСКОМ РАЙОНЕ ЛЕСОСТЕПЕЙ И ЛЕНТОЧНЫХ БОРОВ

7.1. Системные и нормативно-методические предложения

1. В целях повышения научной обоснованности и адаптивности ведения лесного хозяйства целесообразно выделить в пределах Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров два лесорастительных подрайона: степной и лесостепной, с последующей дифференциацией лесохозяйственных мероприятий и нормативов на уровне лесохозяйственных регламентов. К степному подрайону рекомендуется отнести Знаменское, Ключевское, Волчихинское, Степно-Михайловское, Озеро-Кузнецовское, Ракитовское и Лебяжинское лесничества, к лесостепному – прочие лесничества Алтайского края и Новосибирской области, входящие в состав исследуемого района.

2. С учетом территориального положения, природных условий и лесорастительной специфики предлагается рассмотреть возможность исключения из Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров части Сузунского лесничества Новосибирской области, оставив в составе данного лесного района только Битковский лесохозяйственный участок, в пределах которого представлены леса категории «ленточные боры».

3. В целях обеспечения сопоставимости лесоустроительных материалов и повышения научной обоснованности планирования лесохозяйственных мероприятий рекомендуется унифицировать лесную типологию в пределах Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров путем утверждения и включения в лесохозяйственные регламенты всех лесничеств единых региональных схем типов леса.

4. При разработке унифицированных схем типов леса целесообразно использовать в качестве основы схемы, приведенные в приложении 3 – для лесов категории «ленточные боры», и в приложениях 4–6 – для прочих категорий

лесов. Для лесов, не относящихся к ленточным борам, рекомендуется применение либо разработка типологической схемы, включающей такие типы леса, как разнотравный, разнотравно-пойменный, широкотравный, травяно-болотный и степной (остепненный), в связи с их распространенностью в пределах района исследований.

5. Для обеспечения единообразия трактовки требований действующих правил лесовосстановления при планировании и реализации мероприятий по воспроизводству лесов целесообразно утвердить таблицу сопоставления групп типов леса, указанных в правилах лесовосстановления, с типами леса, выделенными при лесоустройстве в лесном фонде Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров (табл. 1.11).

6. При проведении лесоустроительных работ и проектировании мероприятий по воспроизводству сосновых насаждений в условиях типов леса сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор рекомендуется использовать разработанные в рамках настоящей диссертационной работы региональные таблицы хода роста искусственных и естественных самоизреживающихся сосновых древостоев.

7.2. Оптимизация естественного лесовосстановления

1. Меры содействия естественному возобновлению в сосновых насаждениях рекомендуется дифференцировать в зависимости от типа леса, степени обеспеченности подростом и факторов, лимитирующих его формирование (полнота древостоя, развитие подлеска, степень задернения почвы).

2. В условиях типов леса СБВ и СБП, где доля насаждений с полнотой $\leq 0{,}7$, обеспеченных подростом, превышает 60 %, основной акцент следует делать на сохранении подроста при рубках.

3. В насаждениях типа леса СВБ, где доля обеспеченных подростом насаждений при полноте $\leq 0{,}7$ составляет 40–60 %, минерализация поверхности почвы, мероприятия по сохранению подроста и уходу за ним должны применяться в равной пропорции.

4. В типах леса ТРБ и СПР, характеризующихся низкой обеспеченностью подростом (не более 25 % площади) и наличием подлеска, минерализацию поверхности почвы и уход за подростом следует рассматривать как обязательные элементы воспроизводства лесов.

5. Первоочередными объектами реализации МСЕВ рекомендуется считать сосновые насаждения типов леса ТРБ, СВБ и СПР, учитывая их высокую потенциальную продуктивность.

6. В производственных условиях применение плуга ПКЛ-70 и культиватора КЛБ-1,7 для минерализации поверхности почвы в типе леса СБП позволяет достигать положительного эффекта. В более продуктивных типах леса эффективность этих орудий снижается. В условиях СВБ и ТРБ при сильном задернении почвы и наличии подлеска рекомендуется проводить минерализацию площадками или полосами с использованием бульдозерного отвала.

7. При планировании МСЕВ следует учитывать, что наибольшее естественное накопление подроста в исследуемых типах леса статистически чаще наблюдается при следующей относительной полноте древостоев: ТРБ – 1,0; СВБ – 0,7; СБВ – 0,6; СБП – 0,5–0,6; СПР – 0,4–0,5; СГРС – 0,3. Указанные значения полноты могут рассматриваться как потенциально благоприятные условия для реализации МСЕВ.

8. В спелых и перестойных насаждениях, где в результате МСЕВ был накоплен жизнеспособный подрост в количестве, достаточном для успешного естественного лесовосстановления, рекомендуется изреживать или полностью удалять древостой путем проведения выборочных рубок или специализированных рубок ухода. Технология рубки должна быть направлена на максимально возможное сохранение жизнеспособного подроста.

7.3. Повышение эффективности искусственного лесовосстановления

1. В условиях степной части Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров применение сеянцев с закрытой корневой системой (ЗКС)

не дает преимуществ по сравнению с сеянцами с открытой корневой системой (ОКС). В связи с этим рекомендуется отказаться от применения сеянцев с ЗКС в степной части Алтайского края или увеличить густоту их посадки до уровня густоты посадки сеянцев с ОКС. Это позволит избежать формирования редкостойных низкопродуктивных насаждений, уязвимых для болезней и вредителей.

2. На крупноплощадных гарях и пустырях степной зоны Алтайского края рекомендуется увеличить густоту посадки лесных культур до 5–6 тыс. шт./га. На прочих категориях лесных земель, предназначенных для лесовосстановления, рекомендуется густота посадки не менее 4,0 тыс. шт./га (как для сеянцев с ОКС, так и для сеянцев с ЗКС). При этом в степной части района исследований рекомендуется более высокая густота посадки по сравнению с лесостепной частью района.

3. При создании лесных культур целесообразно формировать 2–5-рядные ленты с межленточными пространствами шириной 5–6 м, что обеспечивает технологическую доступность участков при проведении мероприятий по охране лесов от пожаров, выполнении рубок ухода, а также рубок спелых и перестойных насаждений.

4. В степной зоне Алтайского края целесообразно увеличить высоту корневого кома у сеянцев с ЗКС, что позволит увеличить глубину размещения корневой системы и снизить вероятность формирования поверхностной корневой системы, что может положительно сказаться на приживаемости лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС.

5. При искусственном лесовосстановлении на вырубленных полосах чересполосных постепенных и комбинированных выборочных рубок в условиях типа леса ТРБ при выборе способов обработки почвы целесообразно отдавать предпочтение полосной обработке с шириной полос не менее 2,7 м, так как данный способ позволяет более полно использовать естественный лесовосстановительный потенциал насаждений.

6. В лесных культурах, создаваемых в условиях типа леса ТРБ, рекомендуется увеличить интенсивность и регулярность проведения агротехнических и лесоводственных уходов в течение первых 7–10 лет до формирования молодняков с преобладанием сосны. Уходы должны быть ориентированы на сдерживание лиственных пород, подлеска и травянистой растительности.

7. При инвентаризации лесных культур пятого года роста, а также при отнесении несомкнувшихся лесных культур к землям, на которых расположены леса, целесообразно использовать методы дистанционного зондирования с применением БВС по методике, апробированной в рамках диссертационной работы. Для обследования культур младших возрастов рекомендуется снижать высоту полета и выполнять съемку в периоды отсутствия вегетирующей травянистой растительности.

7.4. Совершенствование системы рубок

1. Основные и специализированные рубки ухода в условиях ленточных боров юга Западной Сибири следует рассматривать как элементы единой системы рубок, функционально интегрированной с рубками спелых и перестойных насаждений. Рубки должны быть согласованы между собой и ориентированы на сохранение и повышение защитных функций лесов, увеличение их возобновительного потенциала и своевременное омоложение древостоев.

2. Основные рубки ухода в сосновых насаждениях целесообразно проводить своевременно с ориентацией на поддержание рекомендуемой густоты древостоев (табл. 7.1). При равномерном размещении деревьев и высокой исходной густоте следует ориентироваться на верхние границы рекомендуемых диапазонов густоты, при неравномерном размещении и низкой исходной густоте – на нижние значения.

3. Для эффективного отбора деревьев при рубках ухода рекомендуется применять классификацию Г.А. Чибисова с соавторами, апробированную в рамках настоящей диссертации, что позволит улучшить качественный состав древостоев и повысить лесоводственную эффективность рубок.

Таблица 7.1 – Рекомендуемая густота сосновых древостоев в различных классах возраста в зависимости от происхождения и типа леса, тыс. шт./га

Происхождение	Тип леса	Класс возраста					
		I	II	III	IV	V	VI
Искусственное	СБП	1,5–3,5	1,4–2,7	1,1–2,2	0,9–2,0	0,8–1,8	-
	СВБ	2,0–3,0	1,3–2,1	1,0–1,7	0,7–1,2	0,6–1,0	-
Естественное	СБП	1,5–7,0	1,4–6,0	1,0–3,0	0,8–1,5	0,7–1,2	0,6–1,0
	СВБ	2,0–8,0	1,3–6,5	0,8–1,4	0,7–1,0	0,6–0,9	0,5–0,8

4. В чистых одновозрастных сосновых насаждениях основные рубки ухода следует проводить по низовому методу. В разновозрастных сосняках допускается применение комбинированного метода. Изреживание древостоев целесообразно совмещать с обрезкой сучьев у оставляемых на доращивание деревьев на высоту до 2,5 м.

5. В лесных культурах предпочтительным способом проведения рубок ухода является селективный. Линейно-селективный способ наиболее целесообразен в трехрядных ленточных культурах при удалении среднего ряда; при увеличении числа рядов в ленте лесоводственная эффективность данного способа снижается. Применение линейно-селективного способа также допустимо при наличии в межленточных пространствах жизнеспособного подроста сосны в количестве, достаточном для успешного естественного лесовосстановления.

6. В первую очередь основные рубки ухода следует проводить в насаждениях типов леса ТРБ и СВБ, где лиственные древесные и кустарниковые породы оказывают выраженное конкурентное воздействие на сосну. Во вторую очередь данные мероприятия целесообразны в загущенных искусственных сосняках типов леса СБП и СБВ, характеризующихся ограниченной способностью к естественному самоизреживанию.

7. Специализированные рубки ухода целесообразно применять в целях омоложения сосновых насаждений и для накопления подроста под пологом сосновых древостоев. Наибольший лесоводственный эффект такие рубки

обеспечивают в разновозрастных сосняках, где они способствуют ускоренной смене поколений древостоев. Наиболее перспективным видом рубок для этих целей в условиях ленточных боров является рубка обновления.

8. Окончательный прием рубки обновления допустимо проводить только при наличии в насаждении жизнеспособного подроста предварительной генерации в количестве, достаточном для формирования молодняков.

9. В одновозрастных сосновых насаждениях типа леса ТРБ применение специализированных рубок ухода следует ограничивать, так как изреживание древостоев в данных условиях, как правило, не обеспечивает накопления жизнеспособного подроста сосны и приводит преимущественно к усиленному развитию травянистой растительности и подлеска.

10. Критериями корректного выполнения рубок обновления в сосняках района исследований следует считать:

– непосредственно после рубки – сохранение не менее 70 % подроста, увеличение доли запаса и количества стволов сосны более молодых возрастных поколений сосны в составе насаждения;

– через 5–10 лет после рубки – увеличение количества жизнеспособного подроста сосны и его текущих приростов по высоте;

– после завершения окончательного приема рубки – формирование на участке соснового молодняка или средневозрастного насаждения с густотой не ниже рекомендуемой (табл. 7.1).

11. Добровольно- и группово-выборочные рубки целесообразно рассматривать как допустимый прием ведения хозяйства исключительно в разновозрастных сосновых насаждениях, где лесоустройством выделено два или более возрастных поколения сосны и по крайней мере одно из которых не является спелым или перестойным. При проведении таких рубок приоритетному удалению должны подлежать деревья старших возрастных поколений.

12. Назначение добровольно- и группово-выборочных рубок в одновозрастных сосновых насаждениях, особенно в лесных культурах, следует считать недопустимым, поскольку их проведение не способствует омоложению

древостоев и сопровождается высоким риском отрицательной селекции, обусловленной удалением наиболее крупных деревьев.

13. В одновозрастных сосновых насаждениях района исследований двухприемные чересполосные постепенные и комбинированные выборочные рубки могут рассматриваться как перспективные способы омоложения древостоев, особенно с учетом внедрения в практику лесного хозяйства многооперационной лесозаготовительной техники. Вместе с тем перед их более широким применением целесообразна апробация данных видов рубок в условиях различных типов леса.

14. В условиях типа леса ТРБ при проведении ЧПР необходимы меры содействия естественному возобновлению либо искусственное лесовосстановление с обязательным проведением своевременных агротехнических и лесоводственных уходов за самосевом и лесными культурами.

15. Чересполосные постепенные и комбинированные выборочные рубки в большей степени соответствуют природе одновозрастных сосновых древостоев и не должны применяться в разновозрастных насаждениях.

Заключение

В диссертационной работе выполнено комплексное исследование процессов воспроизводства, роста, развития и омоложения сосновых насаждений в условиях Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров. В рамках исследования рассмотрены природные, типологические, таксационные и лесоводственные аспекты функционирования насаждений, что позволило проанализировать указанные процессы во взаимосвязи и с учетом региональной специфики.

В результате проведенных исследований дана оценка современного состояния лесного фонда Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров и выявлены основные тенденции его развития. Установлено, что район характеризуется выраженной природной неоднородностью, обусловленной сочетанием лесостепных и степных условий, а также специфическими особенностями почвенного покрова, мезорельефа и гидрологического режима. Показано, что в структуре лесного фонда преобладают сосновые насаждения средневозрастной и спелой групп возраста, что при действующем режиме лесопользования обуславливает актуальность проведения рубок ухода и решения задач омоложения древостоев. Выявлено, что действующее лесорастительное районирование и нормативные документы не в полной мере отражают специфику условий ленточных боров, что ограничивает возможности научно обоснованного ведения лесного хозяйства.

Анализ процессов естественного и искусственного лесовосстановления показал, что их эффективность в значительной степени определяется типом леса, полнотой и возрастной структурой древостоев, состоянием живого напочвенного покрова и наличием источников обсеменения. Установлены закономерности формирования и накопления подроста сосны обыкновенной под пологом древостоев различного происхождения. Показано, что в ряде типов леса естественное возобновление протекает удовлетворительно и может рассматриваться как основной способ лесовосстановления, тогда как в условиях травяного бора и на крупноплощадных гарях степной зоны оно ограничено,

что требует мер содействия естественному возобновлению либо искусственного лесовосстановления. Установлено, что внедрение посадочного материала с закрытой корневой системой и снижение густоты посадки лесных культур без достаточного научного обоснования и учета региональных условий негативно сказываются на эффективности лесовосстановления и могут снижать устойчивость формирующихся насаждений, особенно в условиях усиливающейся аридизации климата.

В ходе исследования выявлены закономерности роста и формирования сосновых насаждений естественного и искусственного происхождения в зависимости от типа леса. На основе обобщения экспериментальных данных уточнены и доработаны региональные таблицы хода роста самоизреживающихся сосновых древостоев типов леса сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор, построенные на типологической основе. Показано, что разработанные таблицы более точно отражают динамику основных таксационных показателей сосновых древостоев по сравнению с существующими региональными таблицами хода роста, что обосновывает целесообразность их использования при лесоустройстве и планировании лесохозяйственных мероприятий.

Дана лесоводственная оценка влияния основных и специализированных рубок ухода, рубок спелых и перестойных насаждений, а также рубок, проводимых с целью создания противопожарных заслонов, на сосновые древостои и подрост под их пологом в условиях района исследований. Установлено, что выбор способов рубок в сосновых насаждениях должен осуществляться с учетом их возрастной структуры и возможности формирования молодого поколения леса из подроста предварительной генерации. Показано, что в разновозрастных древостоях допустимо применение различных форм выборочных рубок, включая добровольно- и группово-выборочные, а также специализированных рубок ухода, тогда как в одновозрастных сосняках задачи омоложения требуют использования чересполосных постепенных или комбинированных выборочных рубок при соблюдении соответствующих лесоводственных требований. На основании полученных результатов сформулированы научно

обоснованные предложения и рекомендации по совершенствованию системы воспроизводства и омоложения сосновых насаждений ленточных боров юга Западной Сибири. Показана целесообразность разработки и внедрения регионально адаптированных нормативов, учитывающих происхождение, тип леса и густоту сосновых насаждений.

Проведенное исследование создает основу для научно обоснованного совершенствования ведения лесного хозяйства в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров. Полученные выводы и рекомендации непосредственно работают на решение стратегических задач, сформулированных во введении: повышение средозащитных функций и продуктивности лесов, рациональное использование ресурсов, снижение экологических рисков, внедрение природоподобных технологий и устойчивое развитие лесного хозяйства через оптимизацию процессов лесовосстановления и системы рубок с учетом накопленного опыта и долгосрочных климатических трендов.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются оценка результатов внедрения предложений и рекомендаций, сформулированных в настоящей диссертационной работе; продолжение мониторинга роста и развития сосновых насаждений в условиях меняющегося климата; совершенствование технологий искусственного лесовосстановления; уточнение критериев оценки экологических функций ленточных боров; изучение динамики биологического разнообразия и характера влияния на него лесохозяйственных мероприятий; уточнение лесной типологии для ленточных боров; мониторинг распространения инвазивных видов и разработка научно обоснованных способов ограничения их численности; оценка экономической эффективности лесоводственных решений; разработка региональных нормативных документов и справочных материалов; интеграция цифровых технологий и методов дистанционного зондирования для анализа состояния насаждений, прогнозирования динамики их роста и развития, а также оптимизации лесоводственных мероприятий.

Библиографический список

Азаренок, В.А. Сортиментная заготовка древесины: учеб. пособие / В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, С.В. Залесов, А.В. Мехренцев. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. – 140 с.

Азаренок, В.А. Экологизированные рубки леса: учебное пособие / В.А. Азаренок, С.В. Залесов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. – 97 с.

Александрова, В.Д. Природные районы Алтайского края / В.Д. Александрова, Н.И. Базилевич, Г.В. Занин, Л.И. Иванина, И.И. Карманов, В.И. Кравцова, А.Н. Розанов // Природное районирование Алтайского края. – М.: Изд–во АН СССР, 1958. – С. 161–202.

Алексеев, В.И. Лесное хозяйство / В.И. Алексеев, И.В. Сычев // Атлас. Алтайский край, т. 2. – М.: Изв-во АН СССР. – 1954. – 160 с.

Алексеев, П.В. Чересполосно-коридорные пасечные рубки в елово-лиственных древостоях / П.В. Алексеев. – Йошкара-Ола, 1967. – 118 с.

Алтайский край. Атлас. – М.; Барнаул: Гл. управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1978. – Т. 1. – 222 с.

Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 552 с.

Бабинцева, Р.М. Искусственное восстановление сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в условиях сухих боров Ульяновской области / Р.М. Бабинцева, В.Н. Горбачев, Е.В. Титова, А.В. Туров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – № 1 (25). – С. 26–29.

Бабич, Н.А. Биологическая продуктивность лесных культур / Н.А. Бабич, М.Д. Мерзленко. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 1998. – 89 с.

Бабич, Н.А. Продуктивность культур сосны в южной и средней подзонах европейской тайги / Н.А. Бабич, Г.И. Редько // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. – Л.: ЛТА, 1983. – С. 104–110.

Бабич, Н.А. Состояние и проблемы лесовосстановления на Европейском Севере / Н.А. Бабич, А.И. Барабин, Г.С. Турыгин // Проблемы лесовыращива-

ния на Европейском Севере: сборник научных трудов. – Архангельск, 1999. – С. 4–12.

Багинский, В.Ф. Биометрия в лесном хозяйстве: учебник / В.Ф. Багинский, О.В. Лапицкая. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. – 276 с.

Багинский, В.Ф. Лесная таксация: учебное пособие для ВУЗов / В.Ф. Багинский. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 416 с.

Баранник, Л.П. Лесовосстановление на крупноплощадных гарях в ленточных борах Алтайского края: рекомендации / Л.П. Баранник, В.И. Заблоцкий, Я.Н. Ишутин. – Барнаул: АГАУ, 2005. – 16 с.

Баранник, Л.П. Экологические проблемы восстановления ленточных боров после пожаров / Л.П. Баранник, В.И. Заблоцкий // Известия Алтайского государственного университета. – 1999. – № 3 (13). – С. 61–64.

Башегуров, К.А. Последствия группово-выборочных рубок в сосняках ленточных боров Алтая / К.А. Башегуров, Е.С. Залесова, А.Ю. Толстиков, М.В. Усов // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 9. – С. 13–18.

Башегуров, К.А. Специфика накопления подроста на гарях в различных лесорастительных подзонах ленточных боров Алтая / К.А. Башегуров, А.А. Малиновских, М.А. Савин, Г.А. Годовалов // Леса России и хозяйство в них, 2020. – № 1 (72). – С. 4–14.

Башегуров, К.А. Эффективность естественного и искусственного лесовосстановления на гарях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района / К.А. Башегуров, Л.А. Белов, С.В. Залесов, А.Е. Осипенко, А.С. Попов, Е.П. Розинкина // Леса России и хозяйство в них. – 2023. – № 2 (85). – С. 4–15.

Белов, Л.А. Влияние выборочных рубок на подрост предварительной генерации в сосняках ягодникового типа леса / Л.А. Белов, О.А. Клям, П.Н. Сураев // Леса России и хозяйство в них. – 2022. – № 1 (80). – С. 37–47.

Белов, Л.А. Влияние косули на надземную фитомассу лесных культур сосны в Джабык-Карагайском бору / Л.А. Белов, Д.А. Шубин, В.В. Савин // Леса России и хозяйство в них. – 2016. – № 1 (56). – С. 33–39.

Белова, А.И. Влияние метеорологических условий на рост культур ели с закрытой корневой системой / А.И. Белова, Е.В. Лебедев, Р.С. Хамитов // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. – Т. 27, № 5. – С. 100–108.

Бессчетнова, Н.Н. Создание лесных культур сосны сеянцами с закрытой и открытой корневой системой в правобережье Нижегородского Поволжья / Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, Н.А. Метелкин, И.А. Шайфлер // Хвойные бореальной зоны. – 2025. – Т. 43, № 6. – С. 21–31.

Бессчетнова, Н.Н. Создание лесных культур сосны обыкновенной посевом семян в Нижегородской области / Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, А.Н. Орнатский, И.П. Коваленко // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2022. – № 239. – С. 55–75.

Беховых, Ю.В. Параметры компенсации почвенного влагодефицита при высадке сеянцев *Pinus sylvestris* L. с закрытой корневой системой на гарях ленточных боров / Ю.В. Беховых, Л.А. Беховых // Природообустройство. – 2023. – № 1. – С. 122–128.

Беховых, Ю.В. Почвенные запасы влаги на гари соснового бора в сухостепной климатической зоне Алтайского края и параметры орошения для искусственного лесовосстановления / Ю.В. Беховых, Л.А. Беховых, В.П. Олешко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (208). – С. 33–41.

Беховых, Ю.В. Сравнительный анализ продуктивных запасов влаги дерново-подзолистых почв ленточных боров Алтайского края в зонах засушливой и сухой степи / Ю.В. Беховых, А.Г. Болотов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2 (88). – С. 42–46.

Бирюков, В.Н. Группы типов леса Казахстана / В.Н. Бирюков. – Алма-Ата: Кайнар, 1982. – 44 с.

Бобровский, М.В. Влияние катастрофического ветровала 2006 года на структуру и состав лесной растительности заповедника «Калужские засеки» / М.В. Бобровский, М.Н. Стаменов // Лесоведение. – 2020. – № 6. – С. 523–536.

Борисов, А.Н. Формирование пространственной структуры сосновых древостоев при рубках ухода / А.Н. Борисов, В.В. Иванов, А.Е. Петренко // Лесоведение. – 2019. – № 1. – С. 7–18.

Борисов, В.И. Особенности выращивания сосны на Севере / В.И. Борисов // Лесное хозяйство. – 1964. – № 1. – С. 38–41.

Бугаев, В.А. Лесное хозяйство ленточных боров Алтайского края / В.А. Бугаев, В.Г. Косарев. – Барнаул: Алт. кн. из-во, 1988. – 312 с.

Бунькова, Н.П. Основы фитомониторинга / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.Г. Магасумова, Р.А. Осипенко: учебное пособие. Издание 3-е, дополненное и переработанное. Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – 90 с.

Бунькова, Н.П. Основы фитомониторинга / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.А. Зотеева, А.Г. Магасумова: учебное пособие. Издание 2-е, дополненное и переработанное. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. – 89 с.

Бурлакова, Л.М. Почвы Алтайского края: учебное пособие / Л.М. Бурлакова, Л.М. Татаринцев, В.А. Рассыпнов. – Барнаул: Алт. СХИ, 1988. – 72 с.

Буряк, Л.В. Зонально-географические особенности воздействия пожаров на лесообразование светлохвойных насаждений юга Сибири / Л.В. Буряк, О.П. Каленская, Е.А. Кукавская, А.Г. Лузганов. – Новосибирск: Наука, 2022. – 284 с.

Буряк, Л.В. Особенности лесовосстановления на нарушенных пожарами участках лесных земель в лесных районах юга Сибири / Л.В. Буряк, О.П. Каленская // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ имени С.М. Кирова, 2023. – С. 191–194.

Буряк, Л.В. Оценка пожарной опасности и ее динамики в лесных районах Сибири / Л.В. Буряк, Е.А. Кукавская, В.А. Иванов, О.Ф. Малых, Р.В. Котельников // Лесоведение. – 2021а. – Т. 4, № 4. – С. 339–353.

Буряк, Л.В. Пожары и их последствия в ленточных борах юга Сибири / Л.В. Буряк, О.П. Каленская, Е.И. Пономарев, А.И. Сухинин // Хвойные бореальной зоны. – 2007. – Т. 24, № 4–5. – С. 398–404.

Буряк, Л.В. Последствия пожаров в ленточных борах юга Сибири / Л.В. Буряк, А.И. Сухинин, О.П. Каленская, Е.И. Пономарев // Сибирский экологический журнал. – 2011. – Т. 18, № 3. – С. 331–339.

Буряк, Л.В. Технологии лесовосстановления горельников в лесных районах Сибири: методические рекомендации / Л.В. Буряк, А.А. Агеев, Ю.В. Салцевич. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2021б. – 64 с.

Вайс, А.А. Возрастная структура древостоев таежной зоны Западной Сибири / А.А. Вайс // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2007. – №. 33 (9). – URL: http://ej.1gb.ru/2007/09/pdf/02.pdf (дата обращения: 30.08.2025).

Вайс, А.А. Методические подходы к изучению соотношения диаметров деревьев на высоте 1,3 метра и на высоте пня / А.А. Вайс, И.А. Воробьева // Лесная таксация и лесоустройство. – 2015. – № 1 (52). – С. 16–19.

Вангниц, П.Р. Ленточные боры / П.Р. Вангниц. – М.: Гослесбумиздат, 1953. – 64 с.

Ващук, Л.Н. Целесообразно ли в спелых и перестойных древостоях проведение рубок обновления и переформирования? // Лесная таксация и лесоустройство. – 2008. – № 1 (39). – С. 107–111.

Вдовенко, П.Н. К вопросу взаимодействия сосны и травянистой растительности в культурах ленточных боров Прииртышья / П.Н. Вдовенко // Леса и древесные породы Северного Казахстана: Ботанические исследования. – Л.: Наука, 1974. – С. 122–126.

Верхунов, П.М. Лесоводственно-таксационные показатели насаждений и их определение. / П.М. Верхунов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1985. – 110 с.

Ветошкина, И.Н. Форма горизонтальной проекции крон деревьев сосны обыкновенной в условиях Идринско-Курагинского лесостепного округа Минусинской котловины / И.Н. Ветошкина, А.А. Вайс // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – № 1 (57). – С. 259–267.

Визуальная база данных почв и экосистем [Электронный ресурс]. – URL: http://photosoil.tsu.ru/ (дата обращения 21.11.2024).

Винокуров, Ю.И. Ландшафтная индикация в эколого-географических исследованиях / Ю.И. Винокуров, Ю.М. Цимбалей. – Новосибирск: Академическое издательство ГЕО, 2016. – 258 с.

Винокуров, Ю.И. Районирование территории Алтайского края по степени проявления климатических рисков / Ю.И. Винокуров, Б.А. Красноярова, Н.Ф. Харламова, Т.Г. Плуталова, С.Н. Шарабарина // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2024. – Т. 30, № 2. – С. 8–20.

Винокуров, Ю.И. Региональная ландшафтная структура Сибири / Ю.И. Винокуров, Ю.М. Цимбалей. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2006. – 95 с.

Владимирова, Г.А. Экономическая эффективность рубок ухода. – Новосибирск, 1981. – 114 с.

Воронцов, А.И. Лесная энтомология: учебник / А.И. Воронцов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Изд-во Высшая школа, 1982. – 384 с.

Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. Специализированные массивы [Электронный ресурс]. – URL: http://meteo.ru/data/ (дата обращения 07.11.2024).

Гаврилова, О.И. Особенности структуры молодняков, сформировавшихся на участках лесных культур / О.И. Гаврилова, А.В. Грязькин, К.А. Пак, Л. Го, Т. Чэн // Хвойные бореальной зоны, 2023. – Т. XLI, №. 2. – С. 133–138.

Гаель, А.Г. Лесорастительные условия ленточных боров Прииртышья / А.Г. Гаель, Л.П. Брысова, И.В. Каменецкая, И.Н. Оловянникова, П.М. Рафес, Е.С. Петренко // Труды Лаборатории лесоведения. – 1962. – Том IV. – С. 3–57.

Гаель, А.Г. Об особенностях почвообразования на песках и о дерновых неоподзоленных почвах / А.Г. Гаель, А.Н. Маланьин // Почвоведение. – 1977. – № 4. – С. 23–34.

Галецкая, Г.А. Влияние антропогенных факторов на возобновление сосны обыкновенной в ленточных борах Алтайского края: дис. … канд. с.-х. наук: 03.00.16 / Галецкая Галина Анатольевна. – Барнаул, 2007. – 138 с.

Гвоздев, В.К. Лесоводство и лесовосстановление / В.К. Гвоздев, В.П.

Григорьев, В.И. Чистый – Мн.: Дизайн ПРО, 2003. – 240 с.

Герц, Э.Ф. К вопросу об организации рубок с применением бензомоторных пил и мини-тракторов / Э.Ф. Герц, Н.Н. Теринов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2019. – № 2 (368). – С. 86–94.

Герц, Э.Ф. Рациональная организация выборочной рубки с использованием бензомоторной пилы и мини-трактора / Э.Ф. Герц, Н.Н. Теринов // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 4 (20). – С. 152–157.

Герц, Э.Ф. Сравнительная оценка эффективности технологических схем работы систем машин «харвестер-форвадер» по критериям площади технологических коридоров и производительности / Э.Ф. Герц, А.В. Мехренцев, С.Б. Якимович // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2012. – № 4. – С. 63–67.

Гладинов, А.Н. Сравнительные результаты использования сеянцев сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой системой при искусственном лесовосстановлении в условиях Западного Забайкалья / А.Н. Гладинов, Е.В. Коновалова, С.Ч. Содбоева // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 11. – С. 7–12.

Глазунов, Ю.Б. Естественное возобновление на вырубках в Серебряноборском опытном лесничестве / Ю.Б. Глазунов, Г.А. Полякова, С.А. Коротков, Д.В. Лежнев // Сибирский лесной журнал. – 2024. – № 2. – С. 74–83.

Годнев, Е.Д. Густота культур сосны как фактор их устойчивости. / Е.Д. Годнев // Лесное хозяйство. – 1957. – № 4. – С. 30–35.

Годовалов, Г.А. Изучение эффективности рубок обновления различными способами / Г.А. Годовалов, М.Г. Ежова, О.В. Шипицина, И.М. Секерин // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 6 (60). – С. 66–68.

Голубев, Д.А. Оценка лесовосстановления на территории Сахалинской области / Д.А. Голубев, К.Е. Гула, Е.В. Лашина, К.А. Колобанов, А.А. Иванова // Природообустройство. – 2023. – № 2. – С. 113–119.

Гончаров, С.П. Региональные особенности современных климатических изменений на территории Алтайского края / С.П. Гончаров, Н.Б. Максимова //

Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. – Том 1. – С. 157–164.

Гончарова, И.А. Оценка процесса возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Красноярской лесостепи / И.А. Гончарова, А.П. Барченков, Л.Н. Скрипальщикова // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2023. – № 22–1. – С. 110–113.

Горшенин, К.П. Почвы черноземной полосы Западной Сибири / К.П. Горшенин. – Омск: Зап. Сиб. отд. РГО, 1927. – 361 с.

Горшенин, М.Н. Лесоводство / М.Н. Горшенин, А.И. Швиденко. – Львов, 1977. – 303 с.

ГОСТ 17559-82 Лесные культуры. Термины и определения – М., 1982. – 12 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2023 году». – Барнаул, 2024. – 192 с.

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, 2019а. – № 12–2 (90). – С. 125–130.

Гоф, А.А. Причины низкой приживаемости сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в ленточных борах Алтая / А.А. Гоф, Е.В. Жигулин, С.В. Залесов // Успехи современного естествознания, 2019б. – № 12. – С. 9–13.

Гоф, А.А. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной сеянцами с закрытой корневой системой в ленточных борах Алтая: дис. … канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Гоф Александр Александрович. – Екатеринбург, 2020. – 169 с.

Грибанов, Л.Н. Естественное возобновление и рубки ухода за лесом в юго-западной части ленточных боров. / Грибанов Леонид Никитич: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.00.00. – М., 1949. – 22 с.

Грибанов, Л.Н. Ленточные боры Алтайского края и Казахстана. / Л.Н. Грибанов – М.: Сельхозиздат, 1954. – 88 с.

Грибанов, Л.Н. Сосновые леса Казахстана и биологические основы хозяйства в них / Л.Н. Грибанов // Свердловск: УралЛОС, 1965. – Вып. 4.– Т. 4. – С. 69–90.

Грибанов, Л.Н. Степные боры Алтайского края и Казахстана / Л.Н. Грибанов. – Москва; Ленинград: Гослесбумиздат, 1960. – 156 с.

Гришина, Л.Г. Микроартроподы почвы, растительность в условиях пульсирующего увлажнения / Л.Г. Гришина, С.К. Стебаева, Е.И. Лапшина, Т.А. Вагина, В.А. Понько, Л.А. Сенькова. – Новосибирск: «Наука». Сиб. отд-е, 1991. – С. 31–45.

Грязькин, А.В. Закономерности процесса формирования мутовок в куртинах подроста сосны обыкновенной в сосняке брусничном на юге Республики Бурятия / А.В. Грязькин, В.В. Горбач, П.А. Феклистов, Б.Б. Климов, О.И. Гаврилова // Лесотехнический журнал. – 2025. – Т. 15, № 2(58). – С. 15-28.

Грязькин, А.В. Целесообразность и эффективность затрат на лесовосстановительные работы / А.В. Грязькин // Эколого-экономические проблемы охраны окружающей среды: тезисы докладов. – Сыктывкар, 1998. – С. 23–24.

Гудкова, П.Д. Определитель злаков Алтайского края / П.Д. Гудкова, М.В. Олонова. – Томск: Издательство Томского государственного университета, 2024. – 108 с.

Гудочкин, М.В. Леса Казахстана / М.В. Гудочкин, П.С. Чабан. – Алма-Ата: Госиздат, 1958. – 323 с.

Гусев, И.И. Моделирование экосистем: учеб. пособие / И.И. Гусев. – Архангельск: АГТУ, 2002. – 112 с.

Гусева, А.Н. Смеси современных гербицидов в борьбе с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью в лесном хозяйстве / А. Н. Гусева // Вестник защиты растений. – 2012. – № 2. – С. 54–57.

Данилик, В.Н. Пути восстановления лесов Урала при их промышленной эксплуатации / В.Н. Данилик, Р.П. Исаева, Н.А. Луганский // Труды института

экологии растений и животных УНЦ АН СССР. – 1978. – № 118. – С. 31–35.

Данчева, А.В. Взаимосвязь параметров ассимиляционного аппарата деревьев с коэффициентом напряженности роста в сосняках Баянаульского ГНПП / А.В. Данчева, С.В. Залесов // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2017. – №. 3. – С. 4–12.

Данчева, А.В. Влияние полноты древостоев на таксационные показатели крон деревьев в рекреационных сосняках / А.В. Данчева, С.В. Залесов // Успехи современного естествознания. – 2016а. – №. 5. – С. 47–52.

Данчева, А.В. Влияние рубок ухода на состояние средневозрастных сосняков искусственного происхождения / Данчева А.В., Залесов С.В. // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2016б. – №. 2. – С. 103–107.

Данчева, А.В. Влияние рубок ухода различной интенсивности на таксационные показатели сосновых древостоев / А.В. Данчева // Леса России и хозяйство в них. – 2015. – Вып. 4 (55). – С. 22–29.

Данчева, А.В. Влияние субстрата на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой / А.В. Данчева, С.В. Залесов, Д.А. Половникова // Леса России и хозяйство в них. – 2023а. – № 4 (87). – С. 94–104.

Данчева, А.В. Лесной экологический мониторинг / А.В. Данчева, С.В. Залесов, А.С. Попов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2023б. – 146 с.

Данчева, А.В. Оценка эффективности рубок ухода в сосняках Казахского мелкосопочника на основе лесоводственного и древесно-кольцевого анализа / А.В. Данчева, М.А. Гурская, С.В. Залесов, Б.М. Муканов // Лесоведение. – 2020. – №. 6. – С. 503–514.

Данчева, А.В. Оценка эффективности рубок ухода в сухих сосняках казахского мелкосопочника / А.В. Данчева, В.К. Панкратов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2021. – №. 2 (380). – С. 45–55.

Данчева, А.В. Формирование рубками ухода биологически устойчивых сосняков защитного назначения в Северном Казахстане / А.В. Данчева,

С.В. Залесов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2023. – № 1 (391). – С. 9–21.

Дебков, Н.М. О предельном возрасте сосны обыкновенной и ее древостоев в ленточных борах Алтайского края / Н.М. Дебков, Д.В. Кузменкин, А.В. Грибков, Л.В. Пожидаева // Устойчивое лесопользование. – 2021. – № 1 (65). – С. 53–61.

Дебков, Н.М. Опыт создания лесных культур посадочным материалом с закрытой корневой системой / Н.М. Дебков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2021. – № 5 (383). – С. 192–200.

Дебков, Н.М. Оценка подпологового возобновления в сосняках южной тайги Томской области / Н.М. Дебков, А.С. Ильинцев, А.С. Васильев // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2017. – Т. 21, № 1. – С. 28–35.

Демаков, Ю.П. Динамика состояния сосновых древостоев на постоянных пробных площадях / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев // Научные труды Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». – 2017. – № 8. – С. 257–310.

Демаков, Ю.П. Закономерности развития древостоя в культурах сосны обыкновенной разной исходной густоты / Ю.П. Демаков, Т.В. Нуреева, А.С. Пуряев, А.А. Рыжков // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2016. – № 4 (32). – С. 19–33.

Добрев, Д. Руководство по уходу за лесом: перевод с болгарского / Д. Добрев, П. Дамянов, Б. Богданов; под ред. Е.Н. Колобова. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 240 с.

Добровольский, Г.В. Почвенно-географическое районирование. Масштаб 1:15 000 000 / Г.В. Добровольский, И.С. Урусевская, И.О. Алябина // Национальный атлас России: В 4-х томах. Том 2. – Москва: ПКО «Картография», 2007. – С. 304–307.

Егоров, А.Б. Действие баковых смесей гербицидов против нежелательных лиственных древесных пород в лесном хозяйстве при разных способах

обработки / А.Б. Егоров, А.Н. Партолина // Вестник защиты растений. – 2014. – № 3. – С. 39–45.

Егоров, А.Б. Применение гербицидов при обработке площадей под культуры сосны и ели, создаваемые сеянцами с закрытой корневой системой / А.Б. Егоров, А.М. Постников, А.А. Бубнов, Л.Н. Павлюченкова, А.Н. Партолина // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2017. – № 2. – С. 30–46.

Егоров, М.Н. К вопросу изучения сравнительного роста сосновых насаждений естественного и искусственного происхождения Билимбаевского лесхоза Свердловской области / М.Н. Егоров // Труды Уральского лесотехнического института. – Свердловск, 1973. – Вып. 27. – С. 48–52.

Егоров, М.Н. Фенотипическая структура естественных популяций и культур сосны обыкновенной (на примере сосняков Среднего Урала и ЦЧО): дис. … д-ра с.-х. наук / Егоров Михаил Николаевич. – Воронеж, 1996. – 376 с.

Елизаров, В.А. Влияние рубок ухода на сортиментную структуру культур сосны в сухой степи / В.А. Елизаров, А.А. Маленко // Аграрная наука – сельскому хозяйству. – 2017. – С. 106–108.

Еремин, Н.В. Проблемы и перспективы искусственного лесовосстановления в Российской Федерации (на примере республик Марий Эл и Татарстан) / Е.В. Еремин, Е.М. Романов, Т.В. Нуреева, Д.И. Мухортов // Леса, лесной сектор и экология Республики Татарстан. Сб. науч. статей. – Казань: Казанский гос. ун-т им. В.И. Ульянова-Ленина, 2006. – Вып. 2. – С. 103–106.

Ермакова, М.В. Особенности структуры молодняков *Pinus sylvestris* L. искусственного и естественного происхождения на вырубках Среднего Урала / М.В. Ермакова, Н.С. Иванова // Вестник МарГТУ серия «Лес, экология, природопользование». – 2011. – № 2. – С. 13–23.

Ермакова, М.В. Формирование структурно-функциональной организации молодняков сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) смешанного искусственно-естественного происхождения в условиях сосняков ягодникового и

разнотравного Среднего Урала / М. В. Ермакова // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13, № 2 (50). – С. 43–58.

Желдак, В.И. Ленточные боры и ведение хозяйства в них: монография / В.И. Желдак, А.А. Маленко, А.А. Мартынюк, В.М. Сидоренков, Н.И. Лямцев, Н.А. Коршунов, В.А. Корякин, О.В. Рябцев, А.А. Малиновских, Э.В. Дорощенкова, М.Е. Конюшенков, Е.С. Курсикова, Е.М. Сидоренкова, И.Г. Трушина, Н.И. Трушина // Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.А. Мартынюка. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2022. – 216 с.

Желдак, В.И. Лесоводственное обеспечение формирования установок по решению задач смягчения изменений климата и адаптации лесного комплекса к меняющимся условиям / В.И. Желдак // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2023. – № 3 (59). – С. 6–23.

Заблоцкий, В.И. Динамика экологических условий на гарях в сосновых лесах юго-востока Западной Сибири: дис. …д-ра. с.-х. наук: 03.00.16 / Заблоцкий Владимир Ильич. – Новосибирск, 2006. – 306 с.

Заблоцкий, В.И. Экологические особенности восстановления ленточных боров Алтая на крупноплощадных гарях: дис. … канд. биол. наук: 03.00.16 / Заблоцкий Владимир Ильич. – Новосибирск, 2000. – 130 с.

Завалишин, С.И. Изменения морфологии дерново-подзолистых почв ленточных боров Алтайского края в результате ветровала / С.И. Завалишин, В.Ю. Патрушев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2014. – Т. 18, № 1. – С. 161–163.

Залесов, С.В. Воспроизводство и омоложение ленточных боров Алтайского края: монография / С.В. Залесов, А.Е. Осипенко, А.Ю. Толстиков, М.В. Усов, А.А. Гоф, В.В. Савин. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2023. – 357 с.

Залесов, С.В. Густота естественных и искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края / С.В. Залесов, А.Е. Осипенко // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2018. – Т. 22, № 1. – С. 19–23.

Залесов, С.В. Искусственное лесоразведение вокруг г. Астаны / С.В. Залесов, Б.О. Азбаев, А.В. Данчева, А.Н. Рахимжанов, М.Р. Ражанов, Ж.О. Суюндиков // Современные проблемы науки и образования. – 2014а. – № 4. – С. 543.

Залесов, С.В. Лесная пирология: учебник, 4-е изд., перераб. и доп. / С.В. Залесов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2021. – 396 с.

Залесов, С.В. Лесоводственная эффективность рубок ухода в сосняках Казахского мелкосопочника / С.В. Залесов, А.В. Данчева, А.В. Эбель, Е.И. Эбель // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2016. – № 3 (351). – С. 21–30.

Залесов, С.В. Лесоводство: учебник. Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – 295 с.

Залесов, С.В. Оптимизация рубок ухода в сосняках Среднего Урала / С.В. Залесов, А.Г. Магасумова, Е.С. Залесова // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2007. – № 8. – С. 18–21.

Залесов, С.В. Опыт рубок обновления в одновозрастных рекреационных сосняках подзоны северной лесостепи / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.В. Данчева, Ю.В. Федоров // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2014б. – № 6 (342). – С. 20–31.

Залесов, С.В. Повышение продуктивности сосновых лесов Урала: монография / С.В. Залесов, Н.А. Луганский. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. – 331 с.

Залесов, С.В. Рост и производительность сосняков искусственного и естественного происхождения / С.В. Залесов, А.Н. Лобанов, Н.А. Луганский. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. – 112 с.

Залесов, С.В. Состояние сосновых насаждений после первого приема рубок обновления / С.В. Залесов, А.В. Бачурина, С.В. Бачурина // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1 (33). – С. 105–109.

Залесов, С.В. Эффективность рубок обновления в рекреационных сосняках / С.В. Залесов, С.В. Бачурина // Вестник Алтайского государственного аг-

рарного университета. – 2013. – № 12 (110). – С. 53–57.

Залесова, Е.С. Комбинированные выборочные рубки в защитных лесах / Е.С. Залесова, С.В. Залесов, А.Ю. Толстиков, М.В. Усов, Д.А. Шубин, А.В. Данчева // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2017. – № 47. – С. 19–22.

Залесова, Е.С. Обеспеченность спелых и перестойных светлохвойныхнасаждений Западно-Уральского таежного лесного района подростом предва-рительной генерации / Е.С. Залесова, С.В. Залесов, Г.Г. Терехов, О.В. Толкач, Н.А. Луганский, Д.А. Шубин // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 1. – С. 39–44.

Западная Сибирь / Отв. ред. Г.Д. Рихтер; АН СССР, Ин-т географии. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 488 с.

Зарубина, Л.В. Влияние структурной дифференциации деревьев и выборочной рубки на физиологические процессы сосны обыкновенной / Л.В. Зарубина, С.С. Макаров, И.Б. Кузнецова // Сибирский лесной журнал. – 2024а. – № 4. – С. 84–94.

Зарубина, Л.В. Оценка возобновительных процессов под пологом приспевающих хвойных древостоев в Вологодской области / Л.В. Зарубина, Ф.Н. Дружинин, Д.А. Пешин // Хвойные бореальной зоны. – 2022. – Т. 40, № 6. – С. 474–479.

Зарубина, Л.В. Причины изменения площади земель, на которых расположены леса / Л.В. Зарубина, В.Ю. Рогозин, Н.М. Итешина // Леса России и хозяйство в них. – 2024б. – № 1(88). – С. 66–74.

Захаров, А.Ю. Классификация деревьев при рубках ухода / А.Ю. Захаров, Г.А. Чибисов // Лесной вестник / Forestry bulletin. – 2013. – № 3 (95). – С. 76–80.

Зленко, Л.В. Оценка параметров подроста в зависимости от условий местопроизрастания и возраста древостоев / Л.В. Зленко, Н.Н. Кошурникова // Лесная таксация и лесоустройство. – 2013. – № 2 (50). – С. 85–88.

Золотухин, Ф.М. Сравнительный анализ роста сосновых молодняков естественного и искусственного происхождения / Ф.М. Золотухин // Лесное хозяйство. – 1966. – № 2. – С. 30–33.

Иванов, В.В. Влияние выборочных рубок на продуктивность сосновых древостоев в условиях Красноярской лесостепи / В.В. Иванов, Д.А. Семенякин // Сибирский лесной журнал. – 2021. – № 1. – С. 58–67.

Иванов, В.В. Густота сосновых древостоев при интенсивном лесовыращивании / В.В. Иванов, А.Н. Борисов, А.Е. Петренко, Д.А. Семенякин, Д.С. Собачкин, Р.С. Собачкин // Сибирский лесной журнал. – 2017. – № 6. – С. 102–109.

Иванова, Е.Е. Моделирование динамики роста по высот культур *Pinus sylvestris* L. в условиях севера Русской равнины: дис. … канд. с.-х. наук: 4.1.6 / Иванова Елена Евгеньевна. – Архангельск, 2024. – 179 с.

Иванова, Е.Е. Сигмоидные функции в моделировании хода роста по высоте культур сосны обыкновенной / Е.Е. Иванова, Н.А. Бабич // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2023. – Т. 27, № 5. – С. 109–116.

Ильинцев, А.С. Приживаемость и рост лесных культур, созданных сеянцами с закрытой корневой системой механизированным и ручным способами в Двинско-Вычегодском лесном районе / А.С. Ильинцев, Е.Н. Наквасина // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2024. – № 2. – С. 79–88.

Инструкция по проведению лесоустройства в лесном фонде России. Часть 1. – М., 1995. – 176 с.

Интерактивная карта «Леса России» [Электронный ресурс]. – URL: https://maps.roslesinforg.ru/#/ (дата обращения 28.03.2024).

Исаева, Р.П. Рост и производительность естественных и искусственных древостоев / Р.П. Исаева, Н.А. Луганский // Леса Урала и хозяйство в них. – Свердловск, 1972. – С. 5–13.

Итешина, Н.М. Характеристика подроста сопутствующей генерации при чересполосных постепенных рубках в производных березняках / Н.М. Ите-

шина, И.В. Безденежных, С.В. Залесов, Н.Н. Теринов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 1 (77). – С. 26–32.

Ишутин, Я.Н. Лесовосстановление на гарях в ленточных борах Алтая: монография / Я.Н. Ишутин. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2004. – 114 с.

Ишутин, Я.Н. Лесополосы в Кулундинской степи: монография / Я.Н. Ишутин. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2005. – 160 с.

Кабанова, С.А. Лесохозяйственные технологии создания устойчивых лесных культур в Казахстане / С.А. Кабанова, М.А. Данченко. – Кокшетау, 2017. – 200 с.

Кабанова, С.А. Применение гербицидов в лесном хозяйстве разных стран / С.А. Кабанова, Б.Т. Мамбетов, А.Н. Кабанов, П.Ф. Шахматов, В.А. Борцов, И.С. Кочегаров, С.А. Скотт // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. – 2024. – № 3 (103). – С. 400–415.

Камышова, Л.В. Экологические особенности естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) под пологом леса в условиях Бузулукского бора / Л.В. Камышова, А.А. Кулагин // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2009. – № 3. – С. 9–14.

Киприянова, Л.М. Водная и прибрежно-водная растительность юго-востока Западной Сибири: синтаксономия и эколого-географические закономерности распространения: дис. … д-ра биол. наук: 03.02.01 / Киприянова Лаура Мингалиевна. – Барнаул, 2019. – 429 с.

Климов, А.Г. Объемы маломерных стволов сосны обыкновенной в Читинской области / А.Г. Климов, В.В. Кузьмичев // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2005. – № 10 – С. 27–30.

Ключников, М.В. Омоложение ленточных боров // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. – 1999. – Вып. 5. – С. 111–112.

Ключников, М.В. Рубки обновления и переформирования в особо ценных сосняках / М.В. Ключников, Е.Г. Парамонов. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2003. – 117 с.

Кобранов, Н.П. Обследование и исследование лесных культур / Н.П. Ко-

бранов // Тр. по лесному опытному делу. – Л., 1930. – Вып. 8. – С. 1–102.

Ковалев, А.П. Об эффективности восстановления лесов на Дальнем Востоке / А.П. Ковалев, С.В. Шелопугина, А.Г. Матвеева // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2015. – № 2 (37) – С. 23–28.

Корчагов, С.А. Приживаемость и рост смешанных культур ели и лиственницы / С.А. Корчагов, С.Е. Грибов, Е.Б. Карбасникова, А.А. Карбасников // Лесотехнический журнал. – 2017а. – Т. 7, № 1 (25). – С. 80–87.

Корчагов, С.А. Экономическая оценка создания лесных культур различным видом посадочного материала / С.А. Корчагов, С.Е. Грибов, О.Ю. Обрядина // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2017б. – № 5 (359). – С. 92–102.

Красноборов, И.М. Определитель растений Алтайского края / И.М. Красноборов, М.Н. Ломоносова, Д.Н. Шауло, М.Г. Куцев, А.А. Красников, А.И. Шмаков, Д.А. Герман, С.В. Смирнов, В.М. Доронькин, Д.А. Дурникин, П.А. Косачев, И.Н. Чубаров, Н.Н. Тупицына, Н.А. Усик, М.М. Силантьева, Е.И. Вибе, Н.В. Ревякина, Л.И. Кашина, Е.И. Королюк, Е.В. Антонюк, К.С. Байков, О.С. Жирова, Н.К. Ковтонюк, Т.И. Важова, Н.В. Прийдак, О.Э. Костерин. – Новосибирск: Издательство Сибирского отделения РАН, 2003. – 635 с.

Кривошеева, А.С. Лесоводственная оценка лесных культур сосны на гари в сухой степи / А.С. Кривошеева, Е.С. Курсикова, А.А. Маленко // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 книгах. – Барнаул: АГАУ, 2017. – Т. 2. – С. 155–157.

Крылов, Г.В. Леса Алтая / Г.В. Крылов // Природа, 1958. – № 10. – С. 48–49.

Крылов, Г.В. Леса Западной Сибири / Г.В. Крылов, А.Г. Крылов // Леса СССР, 1969. – Т. 4. – С. 157–248.

Крылов, Г.В. Леса Западной Сибири. История изучения, типы лесов, районирование, пути использования и улучшения / Г.В. Крылов. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 256 с.

Крылов, Г.В. Типы леса Западной Сибири / Г.В. Крылов, В.М. Потапович, Н.Ф. Кожеватова // Новосибирск: Зап.-Сиб. филиал АН СССР; Отд. леса, Зап.-Сиб. аэрофотолесоустроит. трест, Науч.-тех. О-во лесной пром-сти Новосиб. правл, 1958. – 211 с.

Крылов, П.Н. Флора Западной Сибири. Руководство к определению западно-сибирских растений: второе дополненное и расширенное издание в 13 томах / П.Н. Крылов, Б.К. Шишкина, Л.П. Сергиевская, Л.Ф. Ревердатто, Е.И. Штейнберг. – Томск: Издание Томского Отделения Русского Ботанического Общества, 1931. – Вып. VIII. – 1819–2087 с.

Крюк, В.И. Лесоводственная эффективность рубок ухода в сосняках национального природного парка «Припышминские боры» / В.И. Крюк, А.Г. Магасумова, А.П. Пульников, Е.С. Залесова // Аграрный вестник Урала. – 2009. – №. 8. – С. 103–105.

Кузьмичев, В.В. Закономерности роста древостоев / В.В. Кузьмичев. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. – 160 с.

Кузьмичев, В.В. Типы леса и особенности роста колочных березняков Барабы // Организация лесн. хоз-ва в некоторых категориях лесов Сибири / В.В. Кузьмичев. – Красноярск: изд. ИЛиД СО АН СССР, 1963. – С. 41–59.

Кукис, С.И. Основные положения по закладке и выращиванию комплекса защитных лесных и зеленых насаждений в Алтайском крае / С.И. Кукис, Л.В. Крывшенко. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1966. – 96 с.

Кулагин, А.Ю. Современное состояние и перспективы развития лесного хозяйства и природопользования в Республике Башкортостан / А.Ю. Кулагин, К.М. Габдрахимов, Х.М. Сафин, Р.Р. Султанова, Р.Р. Хисамов // Карельский научный журнал. – 2016. – Т. 5, № 3 (16). – С. 66–69.

Кулагин, А.Ю. Радиальный прирост сосны обыкновенной на зональном экотоне леса и степи Южного Предуралья / А.Ю. Кулагин, В.А. Симоненкова, В.С. Симоненков // Экобиотех. – 2020. – Т. 3, № 4. – С. 673–679.

Куминова, А.В. Геоботаническое районирование юго-востока Западно-Сибирской низменности / А.В. Куминова, Т.А. Вагина, Е.И. Лапшина // Труды

Центрального сибирского ботанического сада. – 1963. – Вып. 6. – С. 35–43.

Куминова, А.В. Растительный покров Алтая / А.В. Куминова. – Новосибирск: РИО АН СССР, 1960. – 450 с.

Кутявин, И.Н. Строение древостоев северотаежных сосняков / И.Н. Кутявин, А.В. Манов, А.Ф. Осипов, М.А. Кузнецов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2021. – № 2 (380). – С. 86–105.

Лабоха, К.В. Пути формирования естественных сосновых насаждений рубками обновления / К.В. Лабоха, А.А. Прищепов, А.О. Луферов // Труды БГТУ. Сер. 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2021. – № 2 (246). – С. 51–57.

Ларин, В.Б. Создание культур сосны и ели на Северо-Востоке европейской части СССР / В.Б. Ларин, Ю.А. Паутов. – Сыктывкар, 1984. – 22 с.

Лесная энциклопедия. Том 2. Лимонник – Ящерицы / под ред.: Г.И. Воробьева. – Москва: Советская энциклопедия, 1986. – 644 с.

Лесной кодекс Российской Федерации: [Федеральный закон от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 26.12.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2025)]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902017047 (дата обращения: 28.12.2025).

Лесохозяйственный регламент Новичихинского лесничества Алтайского края: [утвержден приказом управления лесами Алтайского края от 30.12.2011 № 402]. – Барнаул, 2011. – 109 с.

Лесохозяйственный регламент Новичихинского лесничества Алтайского края: [утвержден приказом Министерства природных ресурсов и экологии Алтайского края от 22.11.2018 № 1830]. – Барнаул, 2018. – 117 с.

Лесохозяйственный регламент Павловского лесничества Алтайского края: [утвержден приказом Министерства природных ресурсов и экологии Алтайского края от 08.11.2022 № 1304]. – Барнаул, 2022. – 124 с.

Лесохозяйственный регламент Ракитовского лесничества Алтайского края: [утвержден приказом управления лесами Алтайского края от 30.12.2011 № 405]. – Барнаул, 2011. – 96 с.

Лесохозяйственный регламент Ракитовского лесничества Алтайского края: [утвержден приказом Министерства природных ресурсов и экологии Алтайского края от 26.11.2018 № 1850]. – Барнаул, 2018. – 110 с.

Литвиненко, В.И. Размещение лесохозяйственного производства Сибири / В.И. Литвиненко. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1975. – 170 с.

Лозовой, А.Д. Рубки непрерывного формирования как основа эффективного функционирования системы «непрерывный лес» в ленточных борах Алтая / А.Д. Лозовой // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 1998. – № 2–3. – С. 18–23.

Лосицкий, К.Б. Эталонные леса / К.Б. Лосицкий, В.С. Чуенков. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 191 с.

Луганский, Н.А. Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения: учеб. пособие / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.Н. Луганский. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2010а. – 128 с.

Луганский, Н.А. Лесоведение: учеб. пособие / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.Н. Луганский. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2010б. – 432 с.

Луганский, Н.А. Лесоводство: учебник / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.А. Азаренок. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2001. – 320 с.

Луганский, Н.А. Рубки ухода в Свердловской области / Н.А. Луганский, С.В. Залесов // Леса Урала и хозяйство в них. – 1990. – №. 15. – С. 5–18.

Луганский, Н.А. Рубки ухода: учебное пособие / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, Н.И. Теринов, В.А. Щавровский. – Екатеринбург: УГЛТУ, 1993. – 112 с.

Луганский, Н.А. Сравнительная производительность искусственных и естественных древостоев / Н.А. Луганский, О.В. Шипицина // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2008. – № 3 – С. 50–53.

Луферов, А.О. Содействие естественному возобновлению как основной метод лесовосстановления в условиях усыхания сосны / А.О. Луферов, К.В. Лабоха // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и пе-

реработка возобновляемых ресурсов. – 2018. – № 2 (210). – С. 56–62.

Луферов, А.О. Ход естественного возобновления соснового подроста под пологом насаждений с проведенными рубками промежуточного пользования и постепенными рубками главного пользования // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2020. – № 1. – С. 39–47.

Магасумова, А.Г. Естественное возобновление в сосняках южной подзоны тайги Урала при проведении рубок обновления / А.Г. Магасумова, С.В. Залесов, В.В. Александров, А.Н. Батин // Леса Урала и хозяйство в них. – 2001. – № 21. – С. 87–95.

Майсснер, Р. Агроклиматический мониторинг сухой степи Алтайского края / Р. Майсснер, Х. Рупп, Г. Шмидт, А. А. Бондарович, В. В. Щербинин, Е. В. Понькина, А. В. Мацюра, Н. В. Рудев, Н. А. Кожанов, А. В. Пузанов, Д. Н. Балыкин // География и природопользование Сибири. – 2017. – № 23. – С. 121–139.

Майсснер, Р. Методика расчета водного баланса для сухой степи юга Западной Сибири по данным международной мониторинговой сети / Р. Майсснер, А.А. Бондарович, В.В. Щербинин, Е.В. Понькина, А.В. Мацюра, А.В. Пузанов, Х. Рупп, Г. Шмидт, Э. Штефан, П. Иллигер, М. Фрюауф, Н.Ф. Харламова, В.П. Галахов, Д.Н. Балыкин, Н.В. Рудев // Biological Bulletin of Bogdan Chmelnitskiy Melitopol State Pedagogical University. – 2016. – Т. 6, №. 2. – С. 223–238.

Макаренко, А.А. Нормативы для таксации лесов Казахстана. Часть 1 / А.А. Макаренко, А.А. Гурский, А.И. Колтунова, В.К. Хлюстов, П.М. Лагунов, Б.Е. Харитонов. – Алма-Ата: Кайнар, 2016. – 304 с.

Макаренко, А.А. Справочник по таксации лесов Казахстана / А.А. Макаренко, П.М. Лагунов, Б.Е. Харитонов, Е.И. Шевчук, В.М. Кричун, Т.Х. Токмурзин. – Алма-Ата: Кайнар, 1980. – 314 с.

Макаренко, Е.А. Закономерности роста отдельных деревьев в процессе формирования сосновых культурфитоценозов / Е.А. Макаренко // Вести. с.-х.

науки Казахстана. – 1977. – № 8. – С. 78–82.

Макаренко, Е.А. Рост и формирование сосновых культур Казахского мелкосопочника / Е.А. Макаренко // Вести, с.-х. науки Казахстана. – 1978. – №2. – С. 82–88.

Макарычев, С.В. Влияние рельефа на распределение теплофизических характеристик дерново-подзолистых почв засушливой степи Алтайского края / С.В. Макарычев, А.Г. Болотов, Ю.В. Беховых // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 9 (71). – С. 21–26.

Максимова, Н.Б. Динамика влагообеспеченности территории по агроклиматическим районам Алтайского края / Н.Б. Максимова, Д.В. Арнаут, Г.Г. Морковкин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016а. – № 5 (139). – С. 77–81.

Максимова, Н.Б. Динамика сроков наступления вегетационного периода по природно-почвенным зонам Алтайского края за 1955–2020 годы / Н.Б. Максимова, Г.Г. Морковкин, Г.И. Ненашева // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. – 2023. – № 4. – С. 110–117.

Максимова, Н.Б. Оценка изменения теплообеспеченности территории по агроклиматическим районам Алтайского края / Н.Б. Максимова, Д.В. Арнаут, Г.Г. Морковкин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016б. – № 4 (138). – С. 53–58.

Маленко, А.А. Выращивание лесных культур сосны с закрытой корневой системой в условиях степи на юге Западной Сибири / А.А. Маленко, А.С. Чичкарев, С.И. Завалишин, А.А. Малиновских, Е.С. Курсикова // Лесохозяйственная информация. – 2023. – № 3. – С. 103–116.

Маленко, А.А. Изменение уровня грунтовых вод в ленточных борах и факторы на него влияющие / А.А. Маленко // Антропогенное воздействие на лесные экосистемы. – Барнаул: АГУ, 2002. – С. 160–162.

Маленко, А.А. К вопросу о рубках ухода в ленточных борах Алтайского края / А.А. Маленко, М.И. Семенов, В.А. Елизаров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 12 (98). – С. 54–57.

Маленко, А.А. Лиственница сибирская в ленточных борах Прииртышья / А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6 (68). – С. 47–50.

Маленко, А.А. Надземная фитомасса деревьев сосны в культурах ленточных боров Западной Сибири / А.А. Маленко, В.А. Усольцев, К.С. Субботин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1 (123). – С. 60–65.

Маленко, А.А. Облесение крупноплощадных гарей в южной части ленточных боров в условиях сухой степи / А.А. Маленко, А.К. Бейсекеева, Ж.Б. Касанова // Аграрная наука – сельскому хозяйству: Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах. – Барнаул: АГАУ, 2022. – Т. 1. – С. 350–352.

Маленко, А.А. Оценка лесных культур сосны и тополя, созданных посевом / А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 10 (48). – С. 21–23.

Маленко, А.А. Перспективы выращивания сосны и березы в ленточных борах Алтая / А.А. Маленко, Е.И. Эбель // Аграрный вестник Урала. – 2008. – №. 7. – С. 68–69.

Маленко, А.А. Разногустотные культуры сосны в ленточных борах Алтайского края: фитомасса и ошибки ее определения / А.А. Маленко, В.А. Усольцев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – №. 8. – С. 48–54.

Маленко, А.А. Результаты использования сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой при облесении крупноплощадных гарей / А.А. Маленко, Е.С. Курсикова // Биотехнология и общество в XXI веке: сборник статей. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2018. – С. 413–418.

Маленко, А.А. Результаты проведения рубок обновления в Верхне-обских борах (на примере Боровлянского лесничества) Алтайского края / А.А. Маленко, А.А. Малиновских, Д.А. Павленко, Н.А. Васильев, К.В. Мазай, Р.В. Дергунов // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства

Дальнего Востока: Материалы III Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции. Часть 1. – Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 191–197.

Маленко, А.А. Рост и продуктивность искусственных насаждений в ленточных борах Западной Сибири: дис. … д-ра с.-х. наук: 06.03.02 / Маленко Александр Анатольевич. – Екатеринбург, 2012. – 386 с.

Маленко, А.А. Рост и продуктивность искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края / А.А. Маленко, А.В. Маурер, А.Е. Осипенко, С.Г. Плугарь // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2 (112). – С. 058–063.

Маленко, А.А. Технические указания по проведению рубок ухода в культурах светлохвойных пород в ленточных борах / А.А. Маленко, Е.Г. Парамонов, М.В. Ключников, С.Я. Ртищев. – Барнаул: АГАУ, 2009. – 22 с.

Малиновских, А.А. Анализ эколого-ценотического компонента ценофлоры гарей сосновых лесов Алтайского края / А.А. Малиновских, М.И. Семенов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 10 (108). – С. 68–71.

Малиновских, А.А. Влияние живого напочвенного покрова на процесс естественного возобновления сосны обыкновенной после рубок в спелых и перестойных насаждениях в ленточных борах Алтайского края / А.А. Малиновских, А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 12 (158). – С. 58–64.

Малиновских, А.А. Влияние клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) на естественное возобновление сосны обыкновенной в Барнаульском ленточном бору / А.А. Малиновских // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2023. – Т. 27, № 3. – С. 48–56.

Малиновских, А.А. Влияние рубок в спелых и перестойных насаждениях на видовой состав живого напочвенного покрова в ленточных борах Алтайского края / А.А. Малиновских // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (160). – С. 80–86.

Малиновских, А.А. Динамика естественного возобновления сосны обыкновенной на гари 1997 года в Сростинском бору / А.А. Малиновских // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 5 (151). – С. 76–82.

Малиновских, А.А. Естественное возобновление сосны обыкновенной после выборочных и постепенных рубок в ленточных борах Алтайского края / А.А. Малиновских, А.А. Маленко, А.С. Чичкарев // Биотехнология и общество в XXI веке: сборник статей / Под редакцией М.М. Силантьевой. – Барнаул: АГУ, 2018а. – С. 436–444.

Малиновских, А.А. Естественное лесовосстановление на гарях в ленточных борах Западной Сибири / А.А. Малиновских, М.А. Савин // Хвойные бореальной зоны. – 2019. – Т. 37, № 3–4. – С. 223–228.

Малиновских, А.А. Лесовосстановление на вырубках и гарях в ленточных борах Западной Сибири / А.А. Малиновских, А.А. Маленко // Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО НГСХА, 2022. – С. 21–26.

Малиновских, А.А. Оценка успешности естественного возобновления сосны обыкновенной в пригородных лесах Барнаула / А.А. Малиновских // Леса России и хозяйство в них. – 2024а. – № 3 (90). – С. 15–25.

Малиновских, А.А. Пирогенные сукцессии в равнинных сосновых лесах южной части Западной Сибири / А.А. Малиновских, А.Н. Куприянов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2015. – 208 с.

Малиновских, А.А. Процесс естественного возобновления сосны обыкновенной после выборочных рубок в спелых и перестойных насаждениях в ленточных борах Алтайского края / А.А. Малиновских, А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (159). – С. 67–72.

Малиновских, А.А. Степень развития растительного покрова в разных типах лесорастительных условий на гарях в ленточных борах Алтайского края / А.А. Малиновских // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. – Т. 24, № 4. –

С. 43–51.

Малиновских, А.А. Успешность процессов лесовозобновления после проведения рубок в спелых и перестойных сосновых насаждениях в ленточных борах Алтайского края / А.А. Малиновских, К.А. Башегуров, Д.А. Титов, А.А. Болгарин, Н.А. Кузьмин, Г.Е. Кива, В.А. Траут, М.П. Никоненко // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции. – Барнаул: АГАУ, 2018б. – С. 352–353.

Малиновских, А.А. Флористический состав живого напочвенного покрова на гарях в ленточных борах Западной Сибири / А.А. Малиновских // Лесохозяйственная информация. – 2021. – № 1. – С. 5–17.

Малиновских, А.А. Эколого-ценотический подход при зонировании лесного фонда пригородных лесов города Барнаула / А.А. Малиновских // Вестник НГАУ. – 2024б. – № 2. – С. 111–119.

Малышев, В.В. Моделирование динамики роста насаждений в процессе ухода за лесом / В.В. Малышев, Ю.В. Мурзинов // Лесотехнический журнал. – 2012. – № 2. – С. 60–65.

Мартынюк, А.А. Ленточные боры Алтайского края – состояние и совершенствование хозяйства в них / А.А. Мартынюк, В.М. Сидоренков, В.И. Желдак Н.И. Лямцев, О.В. Рябцев, А.В. Жафяров // Лесохозяйственная информация. – 2019. – № 1. – С. 33–48.

Мелехов, И.С. Лесоведение: учебник для вузов / И.С. Мелехов. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 408 с.

Мелехов, И.С. Лесоводство: учебник, 4-е изд. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 324 с.

Мерзленко, М.Д. Лесоводство. Искусственное лесовосстановление: учебник / Н.А. Бабич, М.Д. Мерзленко. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва: Юрайт, 2020. – 184 с.

Мерзленко, М.Д. Ранняя диагностика лесоводственного эффекта деревьев в лесных культурах сосны обыкновенной / М.Д. Мерзленко, В.А. Брынцев, А.А. Коженкова // Хвойные бореальной зоны. – 2024. – № 3. – С. 51–55.

Мерзленко, М.Д. Теория и практика выращивания сосны и ели в культурах / М.Д. Мерзленко, Н.А. Бабич. – Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2002. – 220 с.

Мерзленко, М.Д. Теория и практика искусственного лесовосстановления / М.Д. Мерзленко, Н.А. Бабич. – Архангельск: САФУ, 2011. – 239 с.

Месоед, И.Ю. К вопросу об установлении наиболее рациональных методов искусственного возобновления сосны в условиях ленточных боров Западно-Сибирского края // Труды Лебяжинской ЗонЛОС. – Свердловск–Москва: Гослестехиздат, 1934а. – Вып. 1. – С. 73–104.

Месоед, И.Ю. Основные типы леса и естественное возобновление сосны в средней части зоны ленточных боров / И.Ю. Месоед // Труды Лебяжинской ЗонЛОС. – Свердловск: Гослестехиздат, 1934б. – Вып. 1. – С. 50–72.

Мехренцев, А.В. Природоподобные лесные технологии как фактор снижения техногенных угроз в условиях интенсивного ведения лесного хозяйства / А.В. Мехренцев, Э.Ф. Герц, Н.Н. Теринов, А.Ф. Уразова, Ю.В. Ефимов // Системы. Методы. Технологии. – 2024. – № 4 (64). – С. 144–150.

Минин, Н.С. Динамика роста лучших деревьев в сосняках искусственного происхождения под влиянием рубок ухода // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2003. – № 4. – С. 25–30.

Миркин, Б.М. Современная наука о растительности / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, А.И. Соломещ. – М.: Логос, 2002. – 264 с.

Мирошников, В.С. Особенности роста и строения сосновых культур / В.С. Мирошников // Лесоведение и лесное хозяйство. – Минск, 1971. – Вып. 4. – С. 127–134.

Молчанов, А.А. Методика изучения прироста древесных растений / А.А. Молчанов, В.В. Смирнов. – М.: Наука, 1967. – 100 с.

Морозов, А.Е. Естественное лесовосстановление в насаждениях памятника природы «Нижнесалдинская кедровая роща» / А.Е. Морозов, Е.А. Строганов, С.В. Холкин // Леса России и хозяйство в них. – 2021. – № 1 (76). – С. 36–44.

Морозов, А.Е. Состояние лесных насаждений Джабык-Карагайского бора в условиях длительного рекреационного использования / А.Е. Морозов, Н.И. Стародубцева, С.В. Залесов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2019. – № 4 (57). – С. 72–80.

Морозов, А.Е. Эффективность лесовосстановления на сплошных вырубках после применения комплексов многооперационных лесозаготовительных машин в условиях Бисерского лесничества Пермского края / А.Е. Морозов, С.В. Батурин // Леса России и хозяйство в них. – 2020. – № 2 (73). – С. 50–57.

Морозов, Г.Ф. Учение о лесе / Г.Ф. Морозов. – Вып. I. Введение в биологию леса. – СПб., 1912. – 236 с.

Нагимов, З.Я. Обоснование индикаторов первоначальной густоты древостоев / З.Я. Нагимов // Леса Урала и хозяйство в них. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. академия, 1999. – Вып. 19. – С. 72–81.

Нагимов, З.Я. Таксация леса: учебное пособие / З.Я. Нагимов, И.Ф. Коростелев, И.В. Шевелина. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. – 300 с.

Нагимов, З.Я. Ход роста сосновых древостоев разной густоты на Среднем Урале / З.Я. Нагимов // Леса России и хозяйство в них. – 2016. – № 2 (57). – С. 47–54.

Наквасина, Е.Н. Влияние рубок ухода в молодняках на свойства почв формирующихся насаждений / Е.Н. Наквасина, А.В. Воеводкина, А.Г. Волков // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2018. – № 224. – С. 21–36.

Наквасина, Е.Н. Реакция роста сосны обыкновенной на климатические изменения в широтном градиенте / Е.Н. Наквасина, Н.А. Прожерина, А.В. Чупров, В.В. Беляев // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2018. – № 5(365). – С. 82–93.

Науменко, Е.Н. О повышении биологической устойчивости сосновых культур в Бузулукском бору / Е.Н. Науменко // Лесное хозяйство. – 1960. – № 10. – С. 32–39.

Неверова, Е.Ю. Особенности роста и развития сосны обыкновенной на гари в средней части ленточных боров Алтайского края / Е.Ю. Неверова, А.А. Малиновских // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 12 (98). – С. 58–61.

Неволин, О.А. Основы хозяйства в высокопродуктивных сосняках Севера / О.А. Неволин. – Архангельск, 1969. – 104 с.

Некрасова, Т.П. Плодоношение сосны в Западной Сибири / Т.П. Некрасова. Новосибирск: СО АН СССР, 1960. – 132 с.

Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России: методическое пособие / В.В. Неронов. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. – 139 с.

Нестеров, В.Г. Итоги лесокультурного дела за столетие и обоснование проекта типов лесных культур для Бузулукского бора. / В.Г. Нестеров // Бузулукский бор. – Т. 1: Общий очерк и лесные культуры. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1949. – С. 221–254.

Нефедов, Н.М. Лесные культуры и естественное возобновление в лесах Европейского Севера / Н.М. Нефедов, Н.А. Шишкин // Вопросы лесоустройства и таксации лесов европейского Севера. – 1970. – Вып. 2. – С. 21–37.

Нехорошев, В.П. Геология Алтая / В.П. Нехорошев. – М.: Госгеологтехиздат, 1958. – 262 с.

Никитин, В.А. Сравнительная продуктивность естественных и искусственных насаждений в северной части БССР: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Никитин Виктор Алексеевич. – Минск, 1981. – 18 с.

Николаева, И.О. Классификация особей в хвойных насаждениях естественного происхождения для оценки их изменчивости / И.О. Николаева, В.М. Соловьев // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 12. – С. 14–19.

Об установлении возрастов рубок: [утв. Приказом Рослесхоза от 09.04.2015 № 105]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/420275076 (дата обращения 29.08.2025).

Об утверждении Лесоустроительной инструкции: [утв. Приказом Минприроды России от 05.08.2022 № 510]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/351878696 (дата обращения 28.03.2025).

Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации: [утв. Приказом Минприроды России от 18.08.2014 № 367 (ред. от 02.08.2023)]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_169590/ (дата обращения 25.03.2024).

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 № 993]. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012180025 (дата обращения: 29.08.2025).

Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, лесопарках, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации: [утв. Приказом Минприроды России от 13.09.2016 № 474]. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201612300014 (дата обращения 29.08.2025).

Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений: [утв. Приказом Минприроды России от 25.03.2019 № 188]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/554151577 (дата обращения 30.11.2025).

Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений [утв. Приказом Минприроды России от 04.12.2020 № 1014]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573123762 (дата обращения 30.11.2025).

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 № 1024]. –

URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202110024 (дата обращения 15.12.2024).

Об утверждении Правил лесовосстановления: [утв. Приказом Минприроды России от 16.07.2007 № 183]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902055509 (дата обращения 30.11.2025).

Об утверждении Правил лесовосстановления: [утв. Приказом Минприроды России от 29.06.2016 № 375]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/420376809 (дата обращения 30.11.2025).

Об утверждении Правил ухода за лесами: [утв. Приказом Минприроды России от 30.07.2020 № 534]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/565780469 (дата обращения 01.06.2025).

Об утверждении Правил ухода за лесами: [утв. Приказом Минприроды России от 22.11.2017 № 626]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/542612622 (дата обращения 13.12.2025).

Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.В. Загреев, В.И. Сухих, А.З. Швиденко [и др.]. – М.: Колос, 1992. – 495 с.

О внесении изменений в приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18.08.2014 № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации»: [утв. Приказом Минприроды России от 19.02.2019 г. № 105]. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201904050022?index=1 (дата обращения 10.12.2024).

Огиевский, В.В. Лесные культуры Западной Сибири. – М.: Наука, 1966. – 188 с.

Огиевский, В.В. Обследование и исследование лесных культур: метод. пособие для лесоводов / В.В. Огиевский, А.А. Хиров. – Москва: Лесная промсть, 1964. – 50 с.

Ольхин, Ю.В. Использование беспилотного летательного аппарата для оценки процесса формирования молодняков на вырубках / Ю.В. Ольхин, О.И.

Гаврилова, А.В. Грязькин // Resources and Technology. – 2023. – Т. 20, № 3. – С. 60–75.

Ольхин, Ю.В. Перевод лесных культур в покрытую лесом площадь с использованием беспилотных летательных аппаратов / Ю.В. Ольхин, О.И. Гаврилова, А.В. Грязькин, А.В. Кабонен // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2022. – Вып. 239. – С. 89–103.

Осипенко, А.Е. Влияние прореживаний на радиальный прирост сосны обыкновенной в искусственных древостоях / А.Е. Осипенко, К.А. Башегуров // Оптимизация лесопользования: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию Почетного работника высшего образования, Заслуженного лесовода России Залесова Сергея Вениаминовича. – Екатеринбург, 2023. – С. 84–87.

Осипенко, А.Е. Влияние прореживания линейно-селективным способом на ленточные культуры сосны обыкновенной / А.Е. Осипенко, К.А. Башегуров, А.С. Клинов, Р.А. Осипенко // Леса России и хозяйство в них. – 2022а. – № 3 (82). – С. 4–16.

Осипенко, А.Е. Возрастная структура сосновых древостоев в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров / А.Е. Осипенко, Р.А. Осипенко, С.В. Залесов // Лесохозяйственная информация. – 2020. – № 3. – С. 89–100.

Осипенко, А.Е. Густота искусственных сосняков на юго–западе Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Аграрный вестник Урала. – 2017а. – № 2 (156). – С. 51–58.

Осипенко, А.Е. Динамика роста искусственных сосняков в высоту и по диаметру на юге Алтайского края / А.Е. Осипенко, Е.М. Ананьев, Д.А. Шубин // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2017а. – № 3 (48). – С. 61–69.

Осипенко, А.Е. Качественные характеристики деревьев сосны в искусственных древостоях после рубок ухода / А.Е. Осипенко, А.С. Клинов // Леса России и хозяйство в них. – 2022. – № 3 (82). – С. 56–64.

Осипенко, А.Е. Лесоводственная эффективность прореживания в загущенном сосняке в заброшенном лесном питомнике / А.Е. Осипенко, К.А. Башегуров, Р.А. Осипенко // Леса России и хозяйство в них. – 2023. – № 4 (87). – С. 28–39.

Осипенко, А.Е. Обеспеченность подростом сосновых насаждений Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2024а. – Т. 28, № 3. – С. 15–25.

Осипенко, А.Е. Опыт искусственного лесовосстановления на участках, пройденных чересполосноопостепенной рубкой, в Новичихинском лесничестве Алтайского края / А.Е. Осипенко, К.А. Башгуров // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: материалы XVI Международной научно-технической конференции. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2025. – С. 121–128.

Осипенко, А.Е. Опыт применения квадрокоптера для создания трехмерной модели лесных насаждений / А.Е. Осипенко, Я. Коукал, И.А. Панин, Л.А. Иванчина, С.В. Залесов // Леса России и хозяйство в них. – 2017б. – № 4 (63). – С. 16–22.

Осипенко, А.Е. Последствия рубок ухода в искусственных сосняках типа леса свежий бор / А.Е. Осипенко, К.А. Башегуров, А.С. Клинов, Р.А. Осипенко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022б. – № 9 (123). – Порядковый номер 71. – URL: https://research-journal.org/archive/9-123-2022-september/10.23670/IRJ.2022.123.5 (дата обращения: 28.01.2025).

Осипенко, А.Е. Производительность искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2018а. – № 2 (362). – С. 33–39.

Осипенко, А.Е. Производственный опыт создания культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) сеянцами с закрытой корневой системой в условиях степной зоны Алтайского края / А.Е. Осипенко, Р.А. Осипенко, С.В. Залесов // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2025а. – Т. 29, № 4. – С. 5–18.

Осипенко, А.Е. Разновозрастность сосновых древостоев как фактор гармонизации системы лесохозяйственных мероприятий в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13, № 1(49). – С. 129–145.

Осипенко, А.Е. Рост и развитие искусственных и естественных сосновых древостоев в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров: дис. … канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Осипенко Алексей Евгеньевич. – Екатеринбург, 2020. – 195 с.

Осипенко, А.Е. Рост по высоте и диаметру сосновых древостоев в Западно-Сибирском подтаежно-лесостепном районе Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов, Л.А. Белов, Д.А. Шубин // Лесохозяйственная информация. – 2019. – № 1. – С. 56–66.

Осипенко, А.Е. Строение по диаметру искусственных и естественных сосновых древостоев в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. ВР Филиппова. – 2018б. – №. 1. – С. 85–91.

Осипенко, А.Е. Формирование морфологии деревьев культивируемых сосновых древостоев / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2024б. – № 2 (398). – С. 105–117.

Осипенко, А.Е. Ход роста по запасу искусственных сосновых древостоев в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Лесотехнический журнал. – 2017б. – № 2. – С. 34–41.

Осипенко, А.Е. Эффективность создания культур сосны обыкновенной в сухой степи / А. Е. Осипенко, С. В. Залесов, К. А. Башегуров // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2025б. – № 4 (406). – С. 64–76.

ОСТ 56-69-83 Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки. – М., 1983. – 60 с.

Пак, Л.Н. Приживаемость, сохранность и рост лесных культур сосны в Цасучейском бору / Л.Н. Пак, В.П. Бобринев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 3–3. – С. 1056–1059.

Парамонов, Е.Г. Ленточные боры Алтая в период потепления климата / Е.Г. Парамонов, И.Д. Рыбкина // Устойчивое лесопользование. – 2017. – № 3 (51). – С. 33–39.

Парамонов, Е.Г. Лесное хозяйство Алтая / Е. Г. Парамонов, И.Д. Менжулин, Я.Н. Ишутин. – Барнаул, 1997. – 372 с.

Парамонов, Е.Г. Лесовозобновительная роль добровольно-выборочных рубок в ленточных борах Алтая / Е.Г. Парамонов // Лесное хозяйство. – 2015. – № 2. – С. 16–17.

Парамонов, Е.Г. Лесовосстановление на Алтае / Е.Г. Парамонов, Я.Н. Ишутин, В.А. Саета, М.В. Ключников, А.А. Маленко. – Барнаул: Дельта, 2000. – 312 с.

Парамонов, Е.Г. Лесовосстановление на гарях в условиях сухой степи / Е.Г. Парамонов, С.Я. Ртищев, А.А. Маленко // Плодородие. – 2008. – №. 1. – С. 34–35.

Парамонов, Е.Г. Лесообразовательный процесс на гарях: монография / Е.Г. Парамонов, Я.Н. Ишутин, М.Е. Ананьев. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2006. – 160 с.

Парамонов, Е.Г. Оценка мер содействия естественному возобновлению в приречных сосняках / Е.Г. Парамонов, А.Н. Шульц // Леса России и хозяйство в них. – 2011. – № 4 (41). – С. 52–57.

Парамонов, Е.Г. Результаты применения рубок обновления в ленточных борах Алтая / Е.Г. Парамонов, М.В. Ключников // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. – 2006. – Вып. 7 – С. 69–74.

Парамонов, Е.Г. Хвойные на юге Западной Сибири: монография / Е.Г. Парамонов. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2011. – 329 с.

Парамонов, Е.Г. Экологические мероприятия в целях лесовосстановления в ленточных борах Алтайского края // Мир науки, культуры, образования. – 2014. – № 2 (45). – С. 396–399.

Парамонов, Е.Г. Эколого-лесоводственные основы интенсификации лесокультурного производства в сухой степи / Е.Г. Парамонов, М.Е. Ананьев. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2011. – 164 с.

Партолина, А.Н. Борьба с сорной растительностью в лесных питомниках и перед созданием лесных культур с применением смесей современных гербицидов / А.Н. Партолина, А.Б. Егоров // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2017. – № 3. – С. 36–46.

Пеккоев, А.Н. Влияние вида посадочного материала и способов обработки почвы на сохранность, рост и структуру древесины 24-летних культур ели / А.Н. Пеккоев, Я.А. Неронова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2024. – № 247. – С. 42–55.

Писаренко, А.И. Создание искусственных лесов / А.И. Писаренко, М.Д. Мерзленко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 270 с.

Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. 2007–2025. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.plantarium.ru/ (дата обращения: 28.12.2025).

Плугатарь, Ю.В. Динамика насаждений сосны крымской (*Pinus pallasiana* L.) в горном Крыму / Ю.В. Плугатарь, И.А. Трофименко, Ю.П. Швец, С.А. Семенюк // Лесоводство и агролесомелиорация. – Харьков: УкрНДИЛГА, 2008. – № 114 – С. 80–84.

Побединский, А.В. Изучение лесовосстановительных процессов / А.В. Побединский. – М.: Наука, 1966. – 64 с.

Побединский, А.В. Рубки главного пользования / А.В. Побединский. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 192 с.

Побединский, А.В. Рубки и возобновление в таежных лесах СССР / А.В. Побединский. – М.: Лесная промышленность, 1973. – 200 с.

Погода и климат. Климат мира. [Электронный ресурс] – URL: http://www.pogodaiklimat.ru/climate.php (дата обращения 07.11.2024).

Поляков, А.Н. Продуктивность лесных культур / А.Н. Поляков, П.Ф. Ипатов, В.В. Успенский. – М.: Агропромиздат, 1986. – 240 с.

Пономарев, К.А. Возрастная структура и строение спелых сосновых древостоев Комиссаровского бора / К.А. Пономарев, С.В. Залесов, Г.М. Куликов // Леса Урала и хозяйство в них. – 1995. – № 18. – С. 158–164.

Попова, А.В. Сравнительная характеристика искусственных и естественных сосняков / А.В. Попова // Лесное хозяйство. – 1972. – № 10. – С. 44–45.

Почвы Алтайского края. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 382 с.

Природное районирование Алтайского края. Труды особой комплексной экспедиции по землям нового сельскохозяйственного освоения / Под общей ред. А.Н. Розанова и Н.И. Базилевича. – Москва: Изд-во АН СССР, 1958. – 209 с.

Прищепов, А.А. Лесные насаждения Беларуси с установленным режимом лесопользования в форме рубок обновления / А.А. Прищепов, Л.Н. Рожков // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2024. – № 2(282). – С. 38–45.

Прищепов, А.А. Лесоводственная оценка методов проведения рубок обновления в сосновых насаждениях / А.А. Прищепов // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2022. – № 1(252). – С. 36–42.

Проказин, Н.Е. Методические рекомендации и технологии лесоразведения с использованием укрупненного посадочного материала в лесостепной и степной зонах ЕЧР: методические рекомендации / Н.Е. Проказин, С.А. Родин, Л.Л. Коженков, В.И. Казаков, Е.Н. Лобанова, Н.В. Пентелькина, С.А. Румянцева, В.В. Сахнов, Т.Я. Турчин. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2025. – 26 с.

Проказин, Н.Е. Приживаемость лесных культур, созданных стандартным и укрупненным посадочным материалом, в боровых и судубравных условиях степной зоны / Н.Е. Проказин, С.А. Родин, Т.Я. Турчин, В.И. Казаков, Е.Н. Лобанова // Лесохозяйственная информация. – 2023. – № 4. – С. 41–52.

Прокопьев, М.Н. Оценка эффективности лесовыращивания в таежной зоне / М.Н. Прокопьев // Лесное хозяйство. – 1975. – №11. – С. 23.

Прокопьев, М.Н. Продуктивность культур сосны и лиственницы в подзонах южной и средней тайги / М.Н. Прокопьев // Лесное хозяйство. – 1983. – № 1. – С. 32–35.

Прудов, Б.Н. Оценка, учет и обоснование очередности проведения способов лесовосстановления: практические рекомендации / Б.Н. Прудов, В.А. Гущин. – Архангельск, 1978. – 19 с.

Рабочие правила по проведению полевых лесоустроительных работ. – Н. Новгород, 1995. – 80 с.

Разин, Г.С. О методических подходах построения эскизов таблиц хода роста / Г.С. Разин, М.В. Рогозин // Лесная таксация и лесоустройство. – 2011. – № 1–2. – С. 48–57.

Рассыпнов, В.А. Агроэкологическое районирование территории на основе бонитировки почв / В.А. Рассыпнов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 12 (98). – С. 39–41.

Ревякин, В.С. География Алтайского края / В.С. Ревякин, В.М. Пушкарев, Н.В. Ревякина. – Барнаул: Алтайское книжное издательство, 1989. – 128 с.

Редько, Г.И. Лесовосстановление на Европейском Севере России / Редько Г.И., Бабич Н.А. – Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1994. – 188 с.

Редько, Г.И. Рукотворные леса Европейского Севера / Г.И. Редько, Н.А. Бабич. – Архангельск, 1991. – 96 с.

Рогозин, М.В. Модели динамики и моделирование развития древостоев / М.В. Рогозин, Г.С. Разин // Сибирский лесной журнал. – 2015б. – № 2. – С. 55–70.

Рогозин, М.В. Развитие древостоев. Модели, законы, гипотезы / М.В. Рогозин, Г.С. Разин. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2015а. – 277 с.

Рогозин, М.В. Фантомы теорий рубок ухода / М.В. Рогозин // Бюллетень науки и практики. – 2017. – № 4 (17). – С. 48–55.

Роде, А.А. Подзолообразовательный процесс / А.А. Роде. – М.-Л.: АН СССР, 1937. – 454 с.

Родин, А.Р. Учение о типах вырубок И.С. Мелехова – современная научная основа искусственного возобновления леса / А.Р. Родин // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2005. – № 5. – С. 61–63.

Родин, А.Р. Искусственное лесовозобновление в свете динамической типологии леса / А.Р. Родин // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 1979. – № 3. – С. 14–18.

Родин, А.Р. Лесные культуры: учебник / А.Р. Родин, С.А. Родин, Е.А. Калашникова, С.Б. Васильев. – 2-е издание, исправленное и дополненное. – Москва: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2020. – 209 с.

Родин, А.Р. Особенности лесокультурного производства в условиях потепления климата / А.Р. Родин // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2004. – № 5(36) – С. 112–113.

Родин, А.Р. Повышение результативности выращивания лесных культур посадочным материалом с закрытой корневой системой / А.Р. Родин, С.А. Родин // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2010. – № 5. – С. 7–9.

Родин, А.Р. Теория и практика искусственного лесовосстановления / А.Р. Родин, С.Б. Васильев, С.А. Родин, В.А. Савченкова, В.Ф. Никитин, Е.А. Калашникова – Москва: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2019а. – 164 с.

Родин, С.А. Рекомендации по планированию и проектированию фонда лесовосстановления на площадях, пройденных лесными пожарами и ветровалами / С.А. Родин, Н.Е. Проказин, В.И. Казаков, Е.Н. Лобанова, Н.В. Пентелькина, С.А. Румянцева, И.Я. Чеплянский. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2019б. – 36 с.

Родин, С.А. Типология вырубок – научная и практическая основа искусственного лесовосстановления / С.А. Родин, А.Р. Родин // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2015. – Т. 19, № 5. – С. 159–164.

Родин, С.А. Экологическое обоснование успешного роста лесных культур на песчаных землях полупустыни и песчано-ракушечных почвах степи / С.А. Родин, Е.А. Калашникова // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2016. – № 2. – С. 17–20.

Романов, Е.М. Дифференцированное применение посадочного материала при создании лесных культур / Е.М. Романов, А.Е. Самосудов, Т.В. Нуреева, М.В. Бекмансуров // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2023. – № 2 (58). – С. 6–29.

Романов, Е.М. О необходимости создания учебно-опытных стационаров для разработки и внедрения интенсивных технологий лесовыращивания и подготовки специалистов лесного дела / Е.М. Романов, Ю.П. Демаков, Т.В. Нуреева, П.В. Заболотских // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2020. – № 2 (46). – С. 5–26.

Романов, Е.М. Состояние и повышение результативности искусственного лесовосстановления в Нижегородской области / Е.М. Романов, Н.В. Еремин, Т.В. Нуреева, А.А. Мамаев, Л.Н. Сотнева // Вестник ПГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2008. – № 3 – С. 18–28.

Рубцов, В.И. К вопросу о первоначальной густоте лесных культур / В.И. Рубцов // Лесное хозяйство. – 1957. – № 1. – С. 25–27.

Рубцов, В.И. Культуры сосны в лесостепи / В.И. Рубцов. – М.: Лесн. Пром-ть, 1969. – 288 с.

Рубцов, В.И. Культуры сосны в лесостепи центрально-черноземных областей / В.И. Рубцов. – М.: Лесн. Пром-ть, 1964. – 316 с.

Савин, В.В. Влияние лося и косули на сохранность лесных культур сосны и ели / В.В. Савин, Ю.В. Зарипов, Л.А. Белов, Е.С. Залесова, Д.А. Шубин // Аграрный вестник Урала. – 2017а. – № 9 (163). – С. 50–55.

Савин, В.В. Повреждаемость лесных культур лосями в Западно-Сибирском подтаежном лесном районе Алтайского края / В.В. Савин, Л.А. Белов,

С.В. Залесов, Д.А. Шубин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017б. – № 1 (63). – С. 46–49.

Саета, В.А. Оценка интенсивности лесного хозяйства с учетом его комплексного развития / В.А. Саета. – Барнаул, 1986. – 22 с.

Саета, В.А. Рассказы о лесном хозяйстве Алтая / В.А. Саета. – Барнаул, 2013. – 143 с.

Салтыков, А.Н. Системная целостность и сходство пространственно-возрастной структуры подроста сосны обыкновенной и сосны крымской / А.Н. Салтыков // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2021. – № 141. – С. 44–54.

Самойлова, Г.С. Природа Алтайского края / Г.С. Самойлова, А.В. Хорошев, Т.В. Материкова // Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал. [Электронный ресурс]. – URL: https://bigenc.ru/c/altaiskii–krai–priroda–e869f9/?v=10119058 (дата обращения: 03.12.2024).

Семенова, Е.И. Пространственная дифференциация лесов субъектов Российской Федерации на основе авторской методики оценки уровня адаптации к изменениям климата / Е.И. Семенова, А.О. Сорока, И.С. Недбаев // Лесотехнический журнал. – 2024. – Т. 14, № 1 (53). – С. 16–34.

Семенякин, Д.А. Использование многофакторного анализа данных в оценке состояния предварительного и последующего возобновления сосняков после выборочных рубок / Д.А. Семенякин, И.В. Тихонова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2024. – № 1. – С. 33–51.

Семечкин, И.В. К вопросу о методических подходах при построении эскизов таблиц хода роста / И.В. Семечкин, Р.А. Зиганшин // Лесная таксация и лесоустройство. – 2010. – № 1. – С. 73–77.

Семечкин, И.В. Общие таблицы хода роста и биологической продуктивности полных («нормальных») насаждений сосны кедровой сибирской / И.В. Семечкин, А.З. Швиденко, Д.Г. Щепащенко // Лесная таксация и лесоустройство. – 2005. – № 1. – С. 7–27.

Сеннов, С.Н. Лесоведение и лесоводство: учебник для студ. вузов / С.Н. Сеннов. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 256 с.

Сидоров, В.А. Посев – надежный способ создания устойчивых насаждений сосны / В.А. Сидоров // Тр. Каз. НИИЛХ. – 1963. – Т. IV. – С. 169–175.

Силантьева, М.М. Конспект флоры Алтайского края. 2-е изд. / М.М. Силантьева. – Барнаул: АГУ, 2013. – 520 с.

Силантьева, М.М. Флора Алтайского края: анализ и история формирования: автореф. дис. … д-ра биол. наук: 03.00.05 / Силантьева Марина Михайловна. – Новосибирск, 2008. – 35 с.

Симоненко, А.П. Лесоразведение на Алтае: монография / А.П. Симоненко, Е.Г. Парамонов, Я.Н. Ишутин, Т.И. Симоненко. – Барнаул: АГАУ, 2003. – 240 с.

Сляднев, А.П. Важнейшие черты климата Алтайского края (без Горно-Алтайской АО) / А.П. Сляднев, Я.И. Фельдман // Природное районирование Алтайского края. – Москва: Изд-во АН, СССР, 1958. – С. 9–61.

Смирнов, В.Е. Полувековой опыт лесовосстановления в ленточных борах Казахстана и Алтая: труды КазНИИЛХ. / В.Е. Смирнов. – Алма-Ата: Кайнар, 1966. – Т.V, № 3. – 131 с.

Соболев, С.С. К методике экспедиционных почвенных исследований песков степи и лесостепи Европейской части СССР / С.С. Соболев // Труды почвенного института им В.В. Докучаева. Работы сектора песков и пустынь. – АН СССР, 1938. – Т. 17. – С. 163–243.

Соколов, А.И. 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.

Соловьев, В.М. Естественнонаучные основы рубок ухода по типам строения и формирования древостоев / В.М. Соловьев, М.В. Соловьев, О.Н. Санникова // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2007. – № 8. – С. 62–67.

Соловьев, В.М. Особенности рубок ухода в зависимости от типов строения и формирования древостоев / В.М. Соловьев // Леса Урала и хозяйство в них: сб. науч. тр. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1993. – Вып. 16. – С. 47–56.

Сортиментные и товарные таблицы для древостоев Западной и Восточной Сибири / Э.Н. Фалалеев, В.Е. Попов, И.В. Семечкин, А.С. Смольянов, Г.К. Субочев, А.Е. Тетенькин, С.Л. Шевелев. – Новосибирск, 2005. – 176 с.

Сохранение степей России. Степные охраняемые территории [Электронный ресурс]. – URL: http://savesteppe.org/ru/steppe-oopt (дата обращения 04.12.2024).

Стоноженко, Л.В. Применение MS Excel и Statistica for Windows для лесотаксационных вычислений и обработки экспериментальных данных методами математической статистики: учеб. пособие / Л.В. Стоноженко, А.Н. Югов, В.Н. Карминов, Н.Г. Иванов. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. – 88 с.

Стрелковский, А.Н. Экологические и морфологические особенности сосны обыкновенной на юге Западной Сибири: дис. … канд. с.-х. наук: 03.00.16, 03.00.05 / Стрелковский Андрей Николаевич. – Новосибирск, 2005. – 156 с.

Сукачев, В.Н. Методические указания к изучению типов леса / В.Н. Сукачев, С.В. Зонн. – М.: АН СССР, 1964. – 144 с.

Сюваткин, А.И. Влияние рубок ухода на радиальный прирост сосны обыкновенной в ленточных борах Алтайского края / А.И. Сюваткин, А.Е. Осипенко // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: Материалы XX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2024. – С. 369–372.

Тараканов, В.В. Влияние возраста насаждений на перспективы отбора плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Новосибирской области / В.В. Тараканов, Р.А. Третьякова, М.Ю. Шабля, Р.В. Роговцев // Лесохозяйственная информация. – 2024. – № 2. – С. 68–78.

Терехов, Г.Г. Обоснование перспективного вида и возраста посадочного материала при создании культур сосны на Среднем Урале / Г.Г. Терехов, В.П. Пеньчугов, Е.М. Андреева, С.К. Стеценко // Resources and Technology. – 2025. – Т. 22, № 1. – С. 42–56.

Терехов, Г.Г. Особенности формирования чистых и смешанных культур кедра сибирского с сосной обыкновенной и елью сибирской на Среднем Урале / Г.Г. Терехов, С.К. Стеценко, Е.М. Андреева, В.И. Крюк, В.Н. Луганский // Лесотехнический журнал. – 2018а. – Т. 8, № 2(30). – С. 95–104.

Терехов, Г.Г. Состояние искусственного лесовосстановления в Свердловской области и пути его совершенствования / Г.Г. Терехов, И.А. Фрейберг, С.В. Залесов, Н.А. Луганский, В.И. Крюк // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018б. – № 2 (70). – С. 95–98.

Теринов, Н.Н. Естественное возобновление леса после рубок / Н.Н. Теринов, Е.М. Андреева, О.Н. Сандаков, В.И. Крюк // Леса России и хозяйство в них. – 2015. – № 3 (54). – С. 15–20.

Теринов, Н.Н. Состояние и динамика роста соснового подроста на лесосеке каймовой рубки / Н.Н. Теринов, А.Г. Магасумова, А.Н. Папст // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2008. – № 3. – С. 85–87.

Теринов, Н.Н. Сохранность древостоев и лесообразовательный процесс после сплошных и выборочных рубок в производных мягколиственных насаждениях / Н.Н. Теринов, Г.Г. Терехов, О.В. Толкач // Леса России и хозяйство в них. – 2023. – № 4 (87). – С. 18–27.

Тимофеев, В.П. Закономерности формирования сосновых насаждений естественного и искусственного происхождения / В.П. Тимофеев // Лесное хозяйство. – 1965. – № 8. – С. 5–12.

Тихонов, А.С. Теория и практика рубок леса / А.С. Тихонов, С.С. Зябченко. – Петрозаводск: Карелия, 1990. – 224 с.

Ткачук, Е.С. Агроэкологическая оценка ландшафтных условий сельскохозяйственных организаций Алтайского края / Е. С. Ткачук // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 5 (139). – С. 61–66.

Толкач, О.В. Основы создания лесных культур на Среднем Урале / О.В. Толкач, Г.Г. Терехов, И.А. Фрейберг, В.Н. Луганский // Лесоведение. – 2020. – № 6. – С. 515–522.

Толстиков, А.Ю. Лесоводственная эффективность выборочных рубок спелых и перестойных насаждений и специализированных рубок ухода в ленточных борах Алтайского края: дис. … канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Толстиков Андрей Юрьевич. – Екатеринбург, 2019. – 162 с.

Толстиков, А.Ю. Специфика накопления подроста сопутствующей генерации при выборочных рубках / А.Ю. Толстиков, М.В. Усов, Е.С. Залесова, Д.А. Шубин // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2019. – № 54. – С. 67–70.

Трегубов, О.В. Приживаемость и сохранность лесных культур сосны обыкновенной, высаженной с закрытой корневой системой в условиях лесостепной зоны европейской части Российской Федерации / О.В. Трегубов, А.П. Лактионов, Ю.А. Мизин, А.Н. Цепляев, А.Б. Корнеев, В.А. Похваленко, И.Н. Вариводина, А.О. Трегубова // Астраханский вестник экологического образования. – 2023. – № 3 (75). – С. 152–161.

Третьяков, Н.В. Справочник таксатора. Таблицы для таксации лесов / Н.В. Третьяков, П.В. Горский, Г.Г. Самойлович. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 854 с.

Третьяков, С.В. Ход роста смешанных модальных среднетаежных насаждений с преобладанием осины в Архангельской области / С.В. Третьяков, А.А. Горбунов, П.А. Феклистов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2013. – № 5 (335). – С. 47–53.

Трофимова, И.Л. Фитомасса живого напочвенного покрова и его характеристика на основе эколого-ценотических шкал в сосновых насаждениях

Уральского учебно-опытного лесхоза / И.Л. Трофимова, У.П. Кощеева, З.Я. Нагимов, Е.А. Зотеева // Аграрный вестник Урала. – 2015. – №. 5 (135). – С. 55–60.

Усанин, В.С. Некоторые особенности роста искусственных и естественных древостоев сосны обыкновенной в однотипных экологических условиях / В.С. Усанин, Л.И. Романова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2006. – №13. – С. 226–228.

Усов, М.В. Лесоводственная эффективность чересполосных постепенных рубок в ленточных борах Алтайского края: дис. … канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Усов Максим Васильевич. – Екатеринбург, 2020. – 197 с.

Усов, М.В. Обеспеченность подростом спелых и перестойных насаждений Западно-Сибирского подтаежного лесостепного лесного района / М.В. Усов, А.Ю. Толстиков, В.В. Савин, А.Е. Осипенко, Д.А. Шубин, В.И. Крюк // Аграрное образование и наука. – 2016. – № 3. – С. 29.

Усов, М.В. Перспективность применения чересполосных постепенных рубок в сосняках Алтая / М.В. Усов, С.В. Залесов, Д.А. Шубин, А.Ю. Толстиков, Л.А. Белов // Аграрный вестник Урала. – 2017. – №. 1 (155). – С. 44–48.

Усольцев, В.А. Модели для оценки возраста деревьев и древостоев лесообразующих видов Евразии по морфометрии крон и полога, доступной для воздушного лазерного сканирования / В.А. Усольцев // Биосфера. – 2024. – Т. 16, № 4. – С. 379–386.

Усольцев, В.А. Отношение диаметра кроны к диаметру ствола: всеобщие модели лесообразующих видов Евразии / В.А. Усольцев, Н.И. Плюха, И.С. Цепордей // Хвойные бореальной зоны. – 2024. – Т. 42, № 1. – С. 36–42.

Усольцев, В.А. Рост и структура фитомассы сосны естественного и искусственного происхождения / В.А. Усольцев, И.С. Крепкий, Дж. К. Вэнклей // Леса Урала и хозяйство в них. – 1994. – С. 39–58.

Успенский, В.В. Особенности роста, продуктивности и таксации культур / В.В. Успенский, В.К. Попов. – М.: Лесн. пром-ть, 1974. – 128 с.

Феклистов, П.А. Динамика продуктивности сосновых древостоев разного происхождения / П.А. Феклистов, Д.Н. Клевцов, Ф.А. Кунников, Е.П. Хабарова, И.Б. Амосова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2015. – № 4 (346). – С. 55–60.

Фомин, В.В. Депонирование углерода основными лесообразующими древесными породами карбонового полигона Свердловской области / В.В. Фомин, В.Е. Рогачев, Е.М. Агапитов, А.П. Михайлович, Л.Е. Рогачев, Е.А. Костоусова, Е.С. Переходова, Е.Б. Коритняк, С.П. Паршин, С.С. Рублева, Д.Д. Стратонов, Д.Ю. Голиков // Леса России и хозяйство в них. – 2024. – № 4 (91). – С. 4–16.

Фомин, В.В. Лесные типологии в Российской Федерации / В.В. Фомин, Н.С. Иванова, С.В. Залесов, А.С. Попов, А.П. Михайлович // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2023. – № 6. – С. 9–30.

Фомин, В.В. Методики оценки густоты подроста и древостоев при зарастании сельскохозяйственных земель древесной растительностью с использованием космических снимков высокого пространственного разрешения / В.В. Фомин, С.В. Залесов, А.Г. Магасумова // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 1 (131). – С. 25–29.

Фуряев, В.В. Пожароустойчивость сосновых лесов / В.В. Фуряев, В.И. Заблоцкий, В.А. Черных. – Новосибирск: Наука, 2005. – 160 с.

Харламова, Н.Ф. Изменчивость увлажненности территории лесостепной и степной зон Алтайского края за 1982–2013 гг. / Н.Ф. Харламова, А.А. Бондарович, Д.С. Козлова, А.В. Плехова // География и природопользование Сибири. – 2014. – №. 18. – С. 206–215.

Харламова, Н.Ф. Оценки современного состояния климата Кулундинской степи / Н.Ф. Харламова, М.М. Силантьева, О.В. Останин // География и природопользование Сибири. – 2013. – №. 16. – С. 195–207.

Харламова, Н.Ф. Распределение снегозапасов на территории Алтайского края / Н. Ф. Харламова, О. С. Казарцева // Бюллетень науки и практики. – 2017. – № 4 (17). – С. 162–169.

Харламова, Н.Ф. Современное состояние и тенденции изменений климата Кулунды / Н.Ф. Харламова, М.М. Силантьева // Известия Алтайского государственного университета. – 2011. – № 3–2. – С. 50–55.

Харламова, Н.Ф. Статистические характеристики режима атмосферных осадков в Алтайском регионе / Н. Ф. Харламова, Д. С. Козлова // Известия Алтайского государственного университета. – 2014. – № 3–1 (83). – С. 145–150.

Харлов, И.Ю. Особенности накопления самосева сосны под пологом разреженных сосняков / И.Ю. Харлов // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. – 2006. – № 7. – С. 101–104.

Хлюстов, В.К. Экологическая типизация хода роста древостоев / В.К. Хлюстов, А.В. Лебедев // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2016. – №. 4 (32). – С. 5–18.

Хрусталева, И.А. Конспект флоры Бурлинского ленточного бора (Алтайский край) / И. А. Хрусталева // Растительный мир Азиатской России: Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. – 2009. – № 2 (4). – С. 54–65.

Царьков, А.С. Строение сосновых молодняков / А.С. Царьков. – М.: Лесн. Пром-ть, 1967. – 28 с.

Цветков, В.Ф. Сосновые молодняки различного происхождения на Кольском полуострове / В.Ф. Цветков // Лесное хозяйство. – 1981. – № 3. – С. 19–21.

Чернова, Н.М. Общая экология / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Издательство: Дрофа, 2004. – 416 с.

Чернов, Н.Н. Методические основы лесокультурных исследований / Н.Н. Чернов, В.М. Соловьев, З.Я. Нагимов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. – 423 с.

Черных, В.А. Лесные пожары в ленточных борах Кулундинской степи / В.А. Черных, В.В. Фуряев. – Новосибирск: Наука, 2011. – 176 с.

Чибисов, Г.А. Рубки ухода за лесом на Европейском Севере: Практическое пособие / Г.А. Чибисов, Н.И. Вялых, Н.С. Минин. – Архангельск, 2004. – 128 с.

Чижов, Б.Е. Предложения в правила ухода за лесами / Б.Е. Чижов, В.В. Горшкова, А.И. Николаев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2015. – Т. 19, № 2. – С. 74–79.

Чичкарев, А.С. Восстановление лесных фитоценозов на почвах различной лесопригодности в условиях степи Юго-Западной Сибири (на примере Чупинского бора): дис. … канд. с.-х. наук: 4.1.6. / Чичкарев Александр Сергеевич. – Екатеринбург, 2024. – 202 с.

Чичкарев, А.С. Формирование лесных культур сосны на навеянных дерново-карбонатных почвах в засушливой степи / А.С. Чичкарев, А.А. Маленко, А.В. Романико, Е.А. Леонов // Сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству». – Барнаул: АГАУ, 2023. – С. 48–50.

Шамирян, К.Г. Сравнительная характеристика сосново-березовых культур с различной схемой смешения / К.Г. Шамирян // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 81. – С. 592–600.

Швецов, А.Я. Природные условия Барнаула / А.Я. Швецов, Е.А. Горлов. – Барнаул: Изд-во «Новый формат» (ИП Колмогоров И.А.), 2020. – 178 с.

Швиденко, А.З. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепащенко, С. Нильссон, Ю.И. Булуй. – М.: Рослесхоз, 2008. – 886 с.

Шевелев, С.Л. Таксация леса / С.Л. Шевелев. – Красноярск: СибГТУ, 2016. – 265 с.

Шевелина, И.В. Статистическая обработка лесоводственно-таксационной информации в среде Statistica: учебное пособие / И.В. Шевелина, Д.Н. Нуриев. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2022. – 112 с.

Шенников, А.П. Введение в геоботанику / А.П. Шенников. – Л.: ЛГУ, 1964. – 447 с.

Шиятов, С.Г. Методы дендрохронологии. Ч. I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: учебн.-метод. пособие / С.Г. Шиятов, Е.А. Ваганов, А.В. Кирдянов, В.Б. Круглов, В.С. Мазепа, М.М. Наурзбаев, Р.М. Хантемиров. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.

Шубин, Д.А. Анализ горимости ленточных боров Алтайского края за 68-летний период / Д.А. Шубин, А.Е. Осипенко / Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2019. – № 54. – С. 76–79.

Шульгин, А.М. Почвенно-климатические зоны и районы Алтайского края / А.М. Шульгин // Тр. АСХИ. – Барнаул, 1948. – Вып. 1. – С. 27–34.

Эбель, А.В. Влияние полноты и густоты на рост сосновых древостоев Казахского мелкосопочника и эффективность рубок ухода в них / А.В. Эбель, Е.И. Эбель, С.В. Залесов, Б.М. Муканов. Екатеринбург: УГЛТУ, 2014а. – 221 с.

Эбель, А.В. Влияние рубок ухода на средний диаметр сосновых древостоев Казахского мелкосопочника / А.В. Эбель, Е.И. Эбель, С.В. Залесов // Леса России и хозяйство в них. – 2014б. – №. 4 (51). – С. 38–41.

Эбель, Е.И. Лесоводственно-экономическая эффективность рубок ухода в сосняках Казахского мелкосопочника: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Эбель Екатерина Ильинична. – Екатеринбург, 2009. – 17 с.

Янова, Е.И. Агроклиматические ресурсы Алтайского края (без Горно-Алтайской автономной области) / Е.И. Янова, В.Л. Кухарская, М.М. Морозкова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – С. 155.

Янцев, А.В. Выбор статистических критериев / А.В. Янцев. – Симферополь: Фолиант, 2012. – 138 с.

Ackzell, L.A comparison of planting, sowing and natural regeneration for *Pinus sylvestris* (L.) in boreal Sweden / L.A. Ackzell // Forest Ecology and Management. – 1993. – No. 61. – P. 229–245.

Acuna, M. Impacts of Early Thinning of a Eucalyptus globulus Labill. Pulplog Plantation in Western Australia on Economic Profitability and Harvester Productivity / M. Acuna, M. Strandgard, J. Wiedemann, R. Mitchell // Forests. – 2017. – Vol. 8, Iss. 11. – Art. 415.

Ahtikoski, A. Profitability of the First Commercial Thinning, a Simulation Study in Northern Finland / A. Ahtikoski, J. Laitila, A. Hilli, M.-L. Päätalo // Forests. – 2021. – Vol. 12. – Art. 1389.

Alan, M. Silviculture and tree breeding for planted forests / M. Alan // Eurasian Journal of Forest Science. – 2020. – Vol. 8, Iss. 1. – P. 60–69.

Aldea, J. Current and future drought vulnerability for three dominant boreal tree species / J. Aldea, J. Dahlgren, E. Holmström, M. Löf // Global Change Biology. – 2023. – Vol. 30. – Art. e17079.

Banaś, J. An example of uneven-aged forest management for sustainable timber harvesting / J. Banaś, S. Zięba, L. Bujoczek // Sustainability. – 2018. – No. 10 (9). – Art. 3305.

Beck, H.E. High-resolution (1 km) Köppen-Geiger maps for 1901–2099 based on constrained CMIP6 projections / H.E. Beck, T.R. McVicar, N. Vergopolan, A. Berg, N.J. Lutsko, A. Dufour, Z. Zeng, X. Jiang, A.I.J.M. van Dijk, D.G. Miralles // Scientific Data. – 2023. – Vol. 10. – Art. 724.

Bose, A.K. Tamm review: Drought-induced Scots pine mortality-trends, contributing factors, and mechanisms / A.K. Bose, A. Gessler, U. Büntgen, A. Rigling // Forest Ecology and Management. – 2024. – Vol. 561. – Art. 121873.

Camarero, J. Differences in temperature sensitivity and drought recovery between natural stands and plantations of conifers are species-specific. / J. Camarero, A. Gazol, J. Linares, A. Fajardo, M. Colangelo, C. Valeriano, R. Sánchez-Salguero, G. Sangüesa-Barreda, E. Granda, T. Gimeno // The Science of the total environment. – 2021. – Vol. 796. – Art. 148930.

Castro, J. Seedling establishment of a boreal tree species (*Pinus sylvestris*) at its southernmost distribution limit: consequences of being in a marginal Mediterranean habitat / J. Castro, R. Zamora, J.A. Hódar, J.M. Gómez // Journal of Ecology. – 2004. – Vol. 92, No. 2. – P. 266–277.

Chandra, G. Statistical Methods and Applications in Forestry and Environmental Sciences / G. Chandra, R. Nautiyal, H. Chandra. – Singapore: Springer, 2020. – 288 p.

Chen, B. Stand biomass of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* plantations benefits from high density monocultures in the boreal zone / B. Chen, S. Liu, J. Yu, Y. Huang, S. Yu, H. Liu, T. Zhang, X. Liu, G. Jin, W. Chen, X. He // Forest Ecosystems. – 2024. – Vol. 11 – Art. 100222.

Collet, C. Mechanical site preparation severity mediates one-year-survival response to summer drought in planted tree seedlings / C. Collet, C. Agro, E. Akroume, J. Bello, A. Berthelot, V. Boulanger, A. Calas, N. Dumas, J. Pitaud, M. Puyal, F. Vast // New Forests. – 2024. – Vol. 55. – P. 1581–1594.

Cook, R. Forest soil classification for intensive pine plantation management: “Site Productivity Optimization for Trees” system / R. Cook, T. Fox, H. Allen, C. Cohrs, V. Ribas-Costa, A. Trlica, M. Ricker, D. Carter, R. Rubilar, O. Campoe, T. Albaugh, P. Kleto, E. O’Brien, K. McEachern // Forest Ecology and Management. – 2024. – Vol. 556. – Art. 121732.

Crecente-Campo, F. Impacts of thinning on structure, growth and risk of crown fire in a *Pinus sylvestris* L. plantation in northern Spain / F. Crecente-Campo, A. Pommerening, R. Rodríguez-Soalleiro // Forest Ecology and Management. – 2009. – Vol. 257, No. 9. – P. 1945–1954.

Długosiewicz, J. Evaluation of the natural and artificial regeneration of Scots pine Pinus sylvestris L. stands in the Forest District Nowa Dęba / J. Długosiewicz, S. Zając, E. Wysocka-Fijorek // Forest Research Papers. – 2019. – No. 80. – P. 105–116.

Ebel, A.V. The Effects of Different Intensity of Thinning on the Development in Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Stands in Kazakh Uplands / A.V. Ebel, Y.I. Ebel,

S.V. Zalesov, S. Ayan // Alinteri Journal of Agriculture Science, 2019. – Vol. 34, No. 2. – P. 182–187.

Fargione, J. Challenges to the Reforestation Pipeline in the United States / J. Fargione, D.L. Haase, O.T. Burney, O.A. Kildisheva, G. Edge, S.C. Cook-Patton, T. Chapman, A. Rempel, M.D. Hurteau, K.T. Davis, S. Dobrowski, S. Enebak, R. De La Torre, A.A.R. Bhuta, F. Cubbage, B. Kittler, D. Zhang, R.W. Guldin // Frontiers in Forests and Global Change. – 2021. – Vol. 4. – Art. 629198.

Feklistov, P.A. Edge Effect in Pine Stands in the Northern Taiga / P.A. Feklistov, A.N. Sobolev, N.A. Babich, N.R. Sungurova, V.I. Melekhov, I.N. Bolotov // Russian Forestry Journal. – 2023. – No. 2 (392). – P. 26–37.

Gallo, J. Uneven-aged silviculture of Scots pine in Bohemia and Central Spain: comparison study of stand reaction to transition and long-term selection management / J. Gallo, L. Bílek, V. Šimůnek, S. Roig // Journal of Forest Science. – 2020. – No. 66 (1). – P. 22–35.

Ganbaatar, B. Assessment of the effects of thinnings in scots pine plantations in Mongolia: a comparative analysis of tree growth and crown development based on dominant trees / B. Ganbaatar, T. Jamsran, A. Gradel, G. Sukhbaatar // Forest Science and Technology, 2021. – No. 17. – P. 135–143.

Grossnickle, S.C. Root system development and field establishment: effect of seedling quality / S.C. Grossnickle, V. Ivetić // New Forests. – 2022. – Vol. 53. – P. 1021–1067.

Hao, M. Assessing biological dissimilarities between five forest communities / M. Hao, J.J.Corral-Rivas, M.S. González-Elizondo, K.N. Ganeshaiah, M.G. Nava-Miranda, C. Zhang, X. Zhao, K. Gadow // Forest Ecosystems, 2019. – Vol. 6. – Art. 30.

Hardalau, D. The Expanding Thread of Ungulate Browsing – A Review of Forest Ecosystem Effects and Management Approaches in Europe / D. Hardalau, C. Codrean, D. Iordache, M. Fedorca, O. Ionescu // Forests. – 2024. – No. 15 (8). – Art. 1311.

Huang, C. Genetic diversity and fine-scale spatial structure of *Pinus yunnanensis* var. *tenuifolia* after selective logging of large-diameter trees / C. Huang, T. Bai, Y. Li, H. Huang, D. Zheng, W. Jiang // Journal of Central South University of Forestry & Technology. – 2023. – Vol. 43, No. 10. – P. 60–69.

Huth, F. Natural regeneration of scots pine requires the application of silvicultural treatments such as overstorey density regulation and soil preparation / F. Huth, A. Wehnert, S. Wagner // Forests. – 2022. – Vol. 13, No. 6. – Art. 817.

Hyytiäinen, K. Economics of Forest Thinnings and Rotation Period for Finnish Conifer Cultures / K. Hyytiäinen, O. Tahvonen // Scandinavian Journal of Forest Research. – 2002. – Vol. 17, Iss. 3. – P. 274–288.

Hyytiäinen, K. Optimum Juvenile Density, Harvesting, and Stand Structure in Even-Aged Scots Pine Stands. / K. Hyytiäinen, O. Tahvonen, L. Valsta // Forest Science. – 2005. – Vol. 51, Iss. 2. – P. 120–133.

Ilintsev, A.S. Effects of site preparation methods on soil physical properties and outplanting success of coniferous seedlings in boreal forests / A.S. Ilintsev, E.N. Nakvasina, A.P. Bogdanov // Journal of Forestry Research. – 2024. – Vol. 35, No. 1. – P. 15.

International Plant Names Index [Electronic resource]. – URL: https://www.ipni.org/ (date of request 04.12.2025).

Ivanova, N. Age structure of coniferous saplings in mountain old-growth forests of the Middle Urals / N. Ivanova, I. Petrova // E3S Web of Conferences, Moscow. – 2021. – Vol. 265. – P. 01024.

Kabonen, A. Assessing the success of forest crops using UAVs / A. Kabonen, A. Gryazkin, O. Gavrilova, P. Budnik // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Vol. 458. – Art. 08028. – P. 7.

Kharuk, V.I. Scots Pine at Its Southern Range in Siberia: A Combined Drought and Fire Influence on Tree Vigor, Growth, and Regeneration / V.I. Kharuk, I.A. Petrov, A.S. Shushpanov, S.T. Im, S.O. Ondar // Forests, 2025. – No. 16. – P. 819.

Knocke, H. Conception of a scenario funnel for simulating climate- and site-sensitive forest development by the example of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Lower Saxony. Conference: Proceedings of the Annual Conference of the Section Forest Yield 2023 / H. Knocke, J. Hansen, R. Nagel, M. Albert // Beiträge zur Jahrestagung der Sektion Ertragskunde. – 2024a. – P. 95–107.

Knocke, H.C. Quo vadis Scots pine forestry in northern Germany: How do silvicultural management and climate change determine an uncertain future? / H.C. Knocke, M. Axer, H.F. Hamkens, C. Fischer, J.H. Hansen, R.V. Nagel, M. Albert // European Journal of Forest Research. – 2024b. – Vol. 143. – P. 1477–1497.

Lafond, V. Reconstructing harvesting diameter distribution from aggregate data / V. Lafond, T. Cordonnier, F. De Coligny, B. Courbaud // Annals of Forest Science. – 2012. – Vol. 69. – P. 235–243.

Laitila, J. The productivity and cost of harvesting whole trees from early thinnings with a felling head designed for continuous cutting and accumulation / J. Laitila, K. Väätäinen // International Journal of Forest Engineering. – 2023. – Vol. 34, No. 1. – P. 76–89.

Landis, T.D. The Container Tree Nursery Manual: Volume 7, Seedling processing, storage, and outplanting / T.D. Landis, R.K. Dumroese, D.L. Haase. – Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 2010. – 199 p.

Liu, Z. Interpretation and mapping tree crown diameter using spatial heterogeneity in relation to the radiative transfer model extracted from GF-2 images in planted boreal forest ecosystems / Z. Liu, J. Long, H. Lin, K. Du, X. Xu, H. Liu, P. Yang, T. Zhang, Z. Ye // Remote Sensing, 2023. – Vol. 15, No. 7. – P. 1806.

Lundqvist, L. Multi-layered Scots pine forests in boreal Sweden result from mass regeneration and size stratification / L. Lundqvist, M.A. Ahlström, E.P. Axelsson, T. Mörling, E. Valinger // Forest Ecology and Management. – 2019. – No. 441. – P. 176–181.

Mäkinen, H. Thinning Intensity and Growth of Scots Pine Stands in Finland / H. Mäkinen, A. Isomäki // Forest Ecology and Management. – 2004. – Vol. 201, Iss. 2–3. – P. 311–325.

Matula, R. Resprouting trees drive understory vegetation dynamics following logging in a temperate forest / R. Matula, R. Řepka, J. Šebesta, J.L. Pettit, J. Chamagne, M. Šrámek, K. Horgan, P. Maděra // Scientific Reports, 2020. – Vol. 10. – Art. 9231.

Neigh, C.S.R. Russian forests show strong potential for young forest growth / C.S.R. Neigh, P.M. Montesano, J.O. Sexton, M. Wooten, W. Wagner, M. Feng, N. Carvalhais, L. Calle, M.L. Carroll // Communications Earth & Environment, 2025. – Vol. 6. – P. 71.

Nilsson, U. Thinning of Scots Pine and Norway Spruce Monocultures in Sweden – Effects of Different Thinning Programmes on Stand Level Gross- and Net Stem Volume Production / U. Nilsson, E. Agestam, P-M. Ekö, B. Elfving, N. Fahlvik, U. Johansson, K. Karlsson, T. Lundmark, C. Wallentin // Studia Forestalia Suecia. – 2010. – Vol. 219, No. 219. – P. 1–46

Osipenko, A.E. Evaluation of artificial reforestation efforts in the ribbon forest zone of Altai Krai / A.E. Osipenko, S.V. Zalesov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 316, No. 1. – P. 012047.

Peel, M.C. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification / M.C. Peel, B.L. Finlayson, T.A. McMahon // Hydrology and Earth System Sciences. – 2007. – No. 11. – P. 1633–1644.

Petty, A. Effects of forest management intensity and climate change severity on volume growth, timber yield, carbon stocks, and the amount of deadwood in Scots pine, Norway spruce, and silver birch stands in boreal conditions / A. Petty, S. Senko, H. Strandman, E. Jyrkinen, O.P. Tikkanen, A. Kilpeläinen, H. Peltola // Canadian Journal of Forest Research. – 2024. – No. 54 (9). – P. 1032–1047.

Pikkarainen, L. Comparison of planting success in one-year-old spring, summer and autumn plantings of Norway spruce and Scots pine under boreal conditions / L. Pikkarainen, J. Luoranen, A. Kilpeläinen, T. Oijala, H. Peltola // Silva Fennica. – 2020. – Vol. 54, No. 1 – Art. 10243.

Plants of the World Online [Electronic resource]. – URL: https://powo.science.kew.org/ (date of request 04.12.2025).

Sewerniak, P. Environmental effects of a management method used after fire on development of temperate Scots pine ecosystem: a 15-year study from Poland / P. Sewerniak, M. Markiewicz, P. Tarnawska, M. Wójcik // Environmental Management. – 2023. – Vol. 72. – P. 978–990.

Siqueira, D.P. Container size and site quality affect survival and early growth performance of New Zealand native tree species / D.P. Siqueira, C. Ford, A. Lloyd, D. White, G. Salvatierra, H. Dungey // Journal of Forestry Research. – 2025. – Vol. 36. – Art. 51.

Socha, J. Effect of seedling production method on the growth of *Pinus sylvestris* L. on reclaimed post-industrial sites in Poland / J. Socha, S. Orzel, W. Ochal, M. Pietrzykowski // Dendrobiology, 2022. – Vol. 88. – P. 124–137.

South, D.B. Effect of container type and seedling size on survival and early height growth of *Pinus palustris* seedlings in Alabama / D.B. Southa, S.W. Harrisa, J.P. Barnettb, M.J. Haindsa, D.H. Gjerstada // Forest Ecology and Management. – 2005. – Vol. 204, Iss. 2–3. – P. 385–398.

South, D.B. Why healthy pine seedlings die after they leave the nursery / D.B. South, T.E. Starkey, A. Lyons // Forests. – 2023. – Vol. 14, No. 3. – P. 645.

Sovanchandara, H. Correction of stand variable estimates obtained by the stand reconstruction technique: can stump information improve the predictions? / H. Sovanchandara, D. Murakami, S. Fujii, S. Aizawa, A. Osawa // Sibirskij Lesnoj Zurnal. – 2018. – No. 6. – P. 25–45.

Stamin, F.D. Assessing the Vegetation Diversity of Different Forest Ecosystems in Southern Romania Using Biodiversity Indices and Similarity Coefficients / F.D. Stamin, S. Cosmulescu // Biology (Basel). – 2025. – Vol. 17, No. 14 (7) – Art. 869.

Sukhbaatar, G. Assessment of early survival and growth of planted Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings under extreme continental climate conditions of northern Mongolia / G. Sukhbaatar, B. Ganbaatar, T. Jamsran, B. Purevragchaa, B. Nachin, A. Gradel, // Journal of Forestry Research, 2020. – Vol. 31, No. 1. – P. 13–26.

Szmyt, J. Group-selection system as alternative management of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests facing climate change / J. Szmyt // European Journal of Forest Research. – 2025. – Vol. 144. – P. 133–148.

Tahvonen, O. On the Economics of Optimal Timber Production in Boreal Scots Pine Stands / O. Tahvonen, S. Pihlainen, S. Niinimäki // Canadian Journal of Forest Research. – 2013. – Vol. 43, No. 8. – P. 719–730.

Tikhonova, I.V. Genetic variability in *Pinus sylvestris*, *Picea obovata*, and *Abies sibirica* populations and in felling in the southern taiga of Central Siberia / I.V. Tikhonova, A.K. Ekart, A.N. Kravchenko, N.A. Tikhonova // Russian Journal of Genetics. – 2021. – Vol. 57. – P. 297–310.

Usoltsev, V.A. Are There Differences in the Response of Natural Stand and Plantation Biomass to Changes in Temperature and Precipitation? A Case for Two-Needled Pines in Eurasia / V.A. Usoltsev, S.O.R. Shobairi, I.S. Tsepordey, A. Ahrari, M. Zhang, A.A. Shoaib, V.P. Chasovskikh // Journal of Resources and Ecology. – 2020. – No. 11 (4). – P. 331–341.

Varmola, M. Timing and intensity of precommercial thinning in *Pinus sylvestris* stands / M. Varmola, H. Salminen // Scandinavian Journal of Forest Research, 2004. – Vol. 19, No. 2. – P. 142–151.

Velamazán, M., Compatibility of regeneration silviculture and wild ungulates in a Mediterranean pine forest: implications for tree recruitment and woody plant diversity / M. Velamazán, A. San Miguel, R. Escribano, R. Perea // Annals of Forest Science, 2018. – Vol. 75. – P. 35.

Vospernik, S. Do competition-density rule and self-thinning rule agree? / S. Vospernik, H. Sterba // Annals of Forest Science, 2015. – No. 72. – P. 379–390.

Wang, H. Prevalence of Inter-Tree Competition and Its Role in Shaping the Community Structure of a Natural Mongolian Scots Pine (*Pinus sylvestris* var. *mongolica*) Forest / H. Wang, P. Wan, Q. Wang, L. Liu, G. Zhang, G. Hui, // Forests, 2017. – Vol. 8, No. 3. – P. 84.

Weather Spark. [Electronic resource]. – URL: https://ru.weatherspark.com/ (date of request 07.11.2024)

Westfall, J.A. An assessment of uncertainty in volume estimates for stands reconstructed from tree stump information / J.A. Westfall, R.E. McRoberts // Forestry: An International Journal of Forest Research. – 2017. – Vol. 90, Iss. 3. – P. 404–412.

World Flora Online [Electronic resource]. – URL: https://www.worldfloraonline.org/ (date of request 04.12.2025).

Zalesov, S.V. Silvicultural Efficiency of the Thinning Efficiency of *Pinus sylvestris* L. Plantation in the Dry Subzone of Northern Kazakhstan Steppes / S.V. Zalesov, A.V. Dancheva, S. Ayan, Z.O. Suyundikov, A.N. Rachimzhanov, M.R. Razhanov, A.S. Opletaev // Journal of Forestry Faculty. – 2020. – Vol. 20, No. 3. – P. 220–228.

Zavala, M.A. Scaling up tree growth to assess forest resilience under increasing aridity: the case of Iberian dry-edge pine forests / M.A. Zavala, Ó. Angulo, R.B. de la Parra, D. Moreno-Fernández, J. Madrigal-González // Landscape Ecology. – 2024. – No. 39. – Art. 6.

Zhezhkun, M. Current state and productivity of age-old experimental plantations of prof. V.D. Ogievsky in the northeastern part of Ukraine / M. Zhezhkun, L. Demianenko // Folia Forestalia Polonica. – 2021. – Vol. 63. – P. 195–202.

Zhu, J.J. Comparison of stand structure and growth between artificial and natural forests of *Pinus sylvestiris* var. *mongolica* on sandy land / J.J. Zhu, Z.P. Fan, D. Zeng, F.Q. Jiang, T. Matsuzaki // Journal of Forestry Research. – 2003. – Vol. 14, No. 2. – P. 103–111.

Zhumadina, S Environmental Dynamics of the Ribbon-Like Pine Forests in the Parklands of North Kazakhstan / S. Zhumadina, J. Chlachula, A. Zhaglovskaya-Faurat, J. Czerniawska, G. Satybaldieva, N. Nurbayeva, N. Mapitov, A. Myrzagaliyeva, E. Boribay // Forests. – 2022. – Vol. 13, No. 1. – Art. 2.

Приложения

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
АЛТАЙСКОГО КРАЯ
(Минприроды Алтайского края)

Краевое автономное учреждение
БОРОВЛЯНСКИЙ ЛЕСХОЗ
ул. Лесная, 48, с. Боровлянка Троицкий район,
Алтайский край, 659863
Тел. 8 (385-34) 25-1-25
E-mail delopro@боровлянскийлесхоз.рф

Акт об использовании результатов научных исследований Осипенко Алексея Евгеньевича

Представитель краевого автономного учреждения «Боровлянский лесхоз» в лице заместителя начальника Ключевского лесохозяйственного участка Федоткина Александра Владимировича составил настоящий акт о том, что разработанные Осипенко Алексеем Евгеньевичем, кандидатом сельскохозяйственных наук, доцентом кафедры лесоводства ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» таблицы хода роста самоизреживающихся сосновых древостоев типов леса сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор, использовались при лесоустроительных работах, проводившихся на территории Ключевского лесничества Алтайского края. Разработанные таблицы хода роста позволили повысить эффективность и качество таксации лесных насаждений.

Результаты внедрялись при выполнении НИР № 2021.144656/Н-73/2021 «Выполнение полевых и камеральных работ по проведению лесоустройства, в части таксации лесов и проектирования мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов, на землях лесного фонда в границах Ключевского лесничества Алтайского края».

Заместитель начальника Ключевского
лесохозяйственного участка _____ Федоткин А.В.

«05» мая 2022 г.

Приложение 2

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
**«Уральский государственный
лесотехнический университет»**
(УГЛТУ)
Сибирский тракт, д. 37, г. Екатеринбург, 620100
тел. (343) 221-21-00; тел./факс (343) 221-21-28
e-mail: general@m.usfeu.ru; http://usfeu.ru
ОКПО 02069243, ОГРН 1026605426814
ИНН/КПП 6662000973/668501001

12.01.2026 № 01-07-08/1
на №_____от___.___.20___

Справка

об использовании результатов научных исследований в учебном процессе ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Научные положения и результаты диссертационного исследования Осипенко Алексея Евгеньевича по теме «Воспроизводство и омоложение сосновых насаждений в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров» используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистрантов по направлениям подготовки 35.03.01 и 35.04.01 – Лесное дело.

Ректор Е.П. Платонов

Приложение 3

Схема типов леса и лесорастительных условий для ленточных боров

Тип леса, ТЛУ	Положение, рельеф, доля лесных земель	Почва. Характеристика почв	Древесная порода основного полога			Средний класс бонитета	Подрост, лесовосстановление, среднее количество подроста в спелых и перестойных насаждениях	Подлесок	Живой напочвенный покров	Особенности условий и насаждений
			Преобладающая	Примесь	При смене пород					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сухой бор высоких всхолмлений (СБВ), A_0	Вершины дюн и бугров, узкие полосы и пятна в верхней части склонов, 0,3 %	Светло-серые или желтовато-серые боровые пески. С признаками оподзоливания, сухие и рыхлые, гумусовый горизонт отсутствует	С	–	–	IV,5	Сосновый подрост низкорослый, разновозрастный (от 3 до 40 лет), сосредоточен в конусе полуденной тени материнских деревьев. Условия для лесовосстановления крайне неблагоприятные. Иногда встречается подрост угнетенной низкорослой осины. 2,0 тыс. шт./га	Отсутствует	Очень редкий, беден видами, задернение не образует. Состав: овсяница жестколистная, полынь полевая, тонконог сизый, овсяница валлисская (типчак), качим метельчатый, осока ранняя и низкая, ковыль перистый, вероника колосистая, гирчовник татарский, льнянка обыкновенная, виды родов козелец, молочай и др. Мхов нет, редко пятна лишайников	Грунтовые воды на глубине 10-15 м и более. Корни деревьев расположены близко к поверхности почвы. Стволы сбежистые, со свилеватой древесиной. Крона низко опущена. Хвоя бледнозеленая. Насаждения низкополнотные, в виде мелких куртин

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сухой бор пологих всхолмлений (СБП), A_1	Пологие склоны дюн и холмов, нижние части высоких бугров, а также повышенные элементы пологовсхолмленного рельефа, 37,0 %	Боровые пески. Сухие, бедные, с признаками оподзоливания, гумусовый горизонт развит слабо	С	–	–	III,2	Подрост сосны имеется повсеместно. Иногда встречается подрост угнетенной низкорослой осины. Распределен неравномерно, в конусе тени материнских деревьев. Возраст от 6 до 20 лет, реже до 40. Условия для лесовосстановления не оптимальны, но лучше, чем в СБВ. На крупноплощадных гарях и вырубках лесовосстановление затягивается на многие десятилетия. 3,1 тыс. шт./га.	Отсутствует или редкий из низкорослой караганы древовидной, ивы	Редкий, проективное покрытие 40-50 %, задернение 20-30 %. Состав почти такой же как в СБВ, но добавляются смолевка поникающая, лук Палласа, вьюнок полевой, зимолюбка зонтичная, ортилия однобокая, клевер люпиновидный, вейник наземный, прострел раскрытый. Небольшими пятнами встречаются лишайники, белые и другие съедобные грибы, в понижениях – мхи.	Грунтовые воды на глубине 5-10 м. Древостой расположен более равномерно, чем в СБВ в куртинах полнота неравномерная. Много отставших в росте деревьев. Деревья плохо очищены от сучьев. Корни иногда достигают грунтовых вод. Подстилка слаборазложившаяся. После пожаров верхний слой почвы развевается ветром и превращается в сыпучий песок

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Свежий бор (СВБ), A_2	Приподнятые ровные места, нижние части склонов дюнных всхолмлений и неглубокие плоские междюнные понижения (западины), 35,8 %	Дерново-подзолистые слабо- или средне оподзоленные. Свежие, песчаные, значительно обогащенные иловатыми частицами. Гумусовый горизонт хорошо выражен на 10-15 см, окрашивание гумусом наблюдается до 30-80 см	С	Б, Ос	Ос, по западинам	II,2	Хорошо развит, часто загущен, расположен в прогалинах, его куртины могут выделяться в отдельное поколение. Характерен куртинным расположением, хотя при небольшой полноте может располагаться и равномерно. Условия для лесовосстановления благоприятные. 2,6 тыс. шт./га	Иногда образует сплошные заросли. Спирея городчатая и звероболелистная, карагана древовидная, шиповник коричный и иглистый, ивы остролистная, пепельная и сибирская	Средней густоты. Состав: марь остроконечная и белая, хвощ зимующий, тростник южный, вейник наземный, прострел раскрытый; виды родов осока, полынь, подмаренник, вероника, девясил; мхи и лишайники. На северо-западе встречается брусника. Встречаются грузди и другие съедобные грибы	Грунтовые воды на глубине 3-5м. Древостои более высокополнотные, чем в СБВ и СБП. Встречаются производные типы леса - березняки и осинники, но смена пород происходит редко. Осинники в 40-50 лет уступают место сосне
			Б	Ос, С	С	III,3				
			Ос	С	С	III,8				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сосняк пристепной (СПР), A_2	Ровные места в кромочной части бора или по границе с большими безлесными пространствами, 0,6 %	Почвы переходного типа от песков к черноземам. С пылеватыми или тонкопесчаными наносами на поверхности	С	Б, Ос	Б, Ос	II,3	Сосновый, реже березовый, осиновый. Редкий и групповой. Лесовосстановление идет хуже, чем в СВБ из-за большей сухости почвы и более сильного задернения. 1,3 тыс. шт./га	Редкий. Карагана древовидная, спирея городчатая и зверобоелистная, ивы остролистная, пепельная и сибирская	Хорошо развит. Типичная степная растительность. Состав: овсяница валлисская (типчак), полынь австрийская, ковыль перистый	Древостои по росту и развитию средние между СВБ и ТРБ
			Б	Ос, С	С	II,2				
			Ос	С, Б	С	III,4				
Травяной бор (ТРБ), A_3	Нижние части склонов, пониженные места среди пологих дюнных всхолмлений на приозерных территориях, 20,6 %	Дерново-подзолистые. Мелкопесчаные, супесчаные, средне- и сильноподзоленные, среднемощные, оглеенные, глубокогумусированные, достаточно	С	Б, Ос	Б, Ос	I,8	Сосновый подрост редкий, часто угнетенный. Встречается густой подрост осины и березы. Травяной покров препятствует естественному лесовосстановлению. 1,2 тыс. шт./га	Хорошо развит, иногда даже в виде яруса. Карагана древовидная, шиповник, ива остролистная, пепельная и сибирская, спи рея городчатая и зверобоелистная	Хорошо развит, густой из злаков с примесью бобовых и разнотравья. Задернение сильное. Состав: ковыль перистый, овсяница валлисская (типчак), тонконог сизый, золотарник обыкновенный, подма ренник настоящий и северный,	Грунтовые воды на глубине 2-4 м. Сложные по составу насаждения с участием сосны, березы и осины. Часто происходит смена сосняков на березняки и осинники, обратное восстановление сосны затягивается на длительное время
			Б	С, Ос	С	II,6				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		увлажен-ные	Ос	С, Б	С	II,5			ястребинка зонтичная, вейник наземный, осока приземистая, хвощ зимующий, земляника зеленая и лесная, клевер люпиновидный, ортилия однобокая, грушанка круглолистная, зимолюбка зонтичная, горошек мышиный, тростник южный, вероника длиннолистная, фиалка скальная, люцерна серповидная, василисник малый, сныть обыкновенная, прострел раскрытый; виды родов коротконожка, медуница, полынь, тысячелистник	

Окончание прилож. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Согра сосновая (СГРС), A_4	Глубокие западины, сильно пониженные участки, приозерные котловины с близким уровнем грунтовых вод, 1,3 %	Солодь болотная. Супесчаные, оглеенные, подстилаемые глеевым горизонтом, с небольшим плодородным слоем	С	Б, Ос	–	III,5	Средней густоты, в основном лиственный, сосновый - редкий, нежизнеспособный; стадийно-старый. Условия для лесовосстановления неблагоприятные из-за избыточного увлажнения. 0,8 тыс. шт./га	Редкий, куртинный, на более сухих местах, ива, смородина черная и красная	Хвощево-тростниковый, лабазниковый, долгомошный. Местами сфагнум	Глубина грунтовых вод менее 1 м. Преобладают березняки и осинники с примесью сосны до 30 %. Древостои располагаются чаще всего куртинами в понижениях в центральной части (более влажной), часто насаждение гибнет, образуя кольцеобразную форму выдела
			Б	С, Ос	С	III,4				
			Ос	С, Б	С	III,8				
Согра лиственная (СГРЛ), $A_4 – A_5$	Глубокие заболоченные западины с периодическим или постоянным застоем вод, 4,4 %	Болотные, торфянистые или торфянисто-глеевые. Мокрые	Б	Ос, Ив	–	III,7	Редкий, куртинный. На более сухих местах или кочках. Условия для лесовосстановления неблагоприятные из-за избыточного увлажнения. 0,2 тыс. шт./га	Редкий, ива, смородина черная и красная	Типично болотный. Тростник, вейник, сабельник болотный, осоки	Глубина грунтовых вод менее 1 м. Часто кочковатый характер поверхности почвы. Примесь сосны отсутствует
			Ос	Б, Ив	–	III,5				
			Ив	Б, Ос	–	IV,0				

Приложение 4

Схема типов леса для колочных лесов зоны ленточных боров Алтайского края

Тип леса	Класс бонитета	Рельеф. Почвы	Преобладающие породы	Подрост	Подлесок	Живой напочвенный покров	Характеристика возобновления на гарях и вырубках	Коренной или производный тип леса
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сухокустарниковая группа								
Сосняк сухокустарниковый (ССК)	II–III	Мезоповышения. Слабоподзолистые, песчаные, сухие	С	Сосновый, групповой, сомнительный	Спирея городчатая и зверобоелистная, боярышник кроваво-красный, кизильник, дереза	Коротконожка перистая, вейник наземный, ковыль перистый, кошачья лапка двудомная	Гари превращаются в пустыри, вырубки возобновляются за счет сохранения подроста	Коренной
Разнотравная группа								
Сосняк разнотравный (СРТ)	I–II	Ровный. Дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные	С, Б, Ос	Сосновый, жизнеспособный	Рябина обыкновенная, карагана древовидная, жимолость татарская, спирея городчатая и зверобоелистная	Вейник наземный, перловник поникающий, хвощ, костяника каменистая, ирис, осока стоповидная	На гарях и вырубках без сохраненного подроста идет смена на березу и осину	Коренной
Сосняк кустарниково-разнотравный (СКР)	I–II	Дюнные всхолмления. Серые лесные перегнойно-остаточно-карбонатные	С, Б	Сосновый, жизнеспособный	Густой; рябина обыкновенная, древовидная, жимолость татарская	Борец северный, вейник наземный, ежа сборная, сныть обыкновенная, володушка золотистая, костяника каменистая	На гарях и вырубках без сохраненного подроста идет смена на березу и осину	Коренной

Продолжение прилож. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Березняк разнотравный (БРТ)	I–III	Гривы, водоразделы. Серые лесные, черноземы выщелоченные деградированные и другие их разности	Б, Ос	Березовый, редкий, нежизнеспособный	Редкий; спирея средняя, шиповник коричный и иглистый	Коротконожка перистая, костяника каменистая, володушка золотистая, осоки, вейник наземный	При наличии осины идет возобновление с преобладанием корнеотпрысковой осины	Коренной
Березняк вейниковый (БВ)	I–III	Водораздельные плато. Серые лесные слабоподзолистые суглинистые почвы	Б, Ос	Березовый и сосновый, редкий, нежизнеспособный	Рябина обыкновенная, черемуха обыкновенная, спирея городчатая и зверобоелистная, карагана древовидная	Густой; вейник притупленный, бор развесистый, мятлик сибирский, скерда сибирская, василистник простой	При наличии осины идет возобновление с преобладанием корнеотпрысковой осины	Коренной
Березняк кустарниково-разнотравный (БКР)	I–II	Водораздельные плато. Темно-серые и серые лесные суглинистые почвы	Б	Березовый и сосновый средней густоты, жизнеспособный	Густой; рябина обыкновенная, бузина сибирская, карагана древовидная, малина обыкновенная	Вейник тростниковый, чина весенняя, сныть обыкновенная, скерда сибирская, василистник простой, осоки, ирис	При наличии осины идет возобновление с преобладанием корнеотпрысковой осины	Коренной
Осинник разнотравный (ОРТ)	I–III	Плоские западины. Черноземы выщелоченные (по краям западин), серые лесные деградированные суглинистые, лугово-черноземные, солоди дерново-глеевые	Ос, Б	Осиновый, редкий, жизнеспособный	Редкий; шиповник коричный и иглистый, ива серая, спирея городчатая и зверобоелистная	Костяника каменистая, коротконожка перистая, ястребинка зонтичная, кровохлебка лекарственная, лабазник вязолистный в центре колка	Возобновляется корнеотпрысковой осиной, смена пород не наблюдается	Производный от березняка

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Осинник кустарниково-разнотравный (ОКР)	II–V	Плоские западины, понижения. Дерново-слабоподзолистые, свежие супеси, солоди дерново-глеевые	Ос, Б	Осиновый, редкий, сомнительный	Черемуха обыкновенная, ива серая, шиповник коричный и иглистый	Скерда сибирская, ястребинка зонтичная, золотарник обыкновенный, хвощ лесной, майник двулистный	Возобновляется корнеотпрысковой осиной	Производный от сосняка
Разнотравно-пойменная группа								
Осинник лабазниково-хвощевый (ОЛХ)	II–III	Понижения. Богатые слабо-выщелоченные глинистые, супеси или суглинки	Ос, Б	Осиновый и березовый, сомнительный	Рябина обыкновенная, черемуха обыкновенная, смородина черная, ивы	Лабазник вязолистный, сабельник болотный, хвощ, осоки	Возобновляется осиной	Коренной
Осокорник разнотравно-пойменный (ОСРТ)	Ia–II	Поймы рек. Тяжелые аллювиальные почвы	Оск	Осокоревый, осиновый	Свидина белая, черемуха обыкновенная, ивы	Кострец безостый, пырей ползучий, канареечник, щавель конский	Возобновляется по береговой линии	Коренной
Топольник разнотравно-пойменный (ТРТ)	Ia–II	Поймы рек. Аллювиально-дерновые на галечниковых отложениях	Т	Тополевый и осиновый, сомнительный, местами отсутствует	Курильский чай кустарниковый, жимолость татарская	Пырей ползучий, девясил иволистный, кипрей болотный	Возобновляется порослью тополя, осины	Коренной

Окончание прилож. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ивняк разнотравно-пойменный (ИРТ)	II–III	Поймы рек. Аллювиально-дерновые, аллювиально-луговые иловатые и суглинисто-супесчаные почвы	Ив, Ос, Т	Сомнительный	Свидина белая, спирея иволистная, черемуха обыкновенная	Девясил иволистный, щавель конский, недоспелка копьевидная, осоки	Возобновляется ивой и реже березой	Коренной
Травяно-болотная группа								
Березняк травяно-болотный (БТБ)	III–IV	Глубокие западины. Солоди оглеяные	Б, Ив	Березовый, сомнительный	Свидина белая, спирея иволистная, ивы	Осоки, канареечник, лабазник вязолистный, сабельник болотный, вейник Лангсдорфа	Возможна смена породы на иву	Коренной

Приложение 5

Схема типов леса для остепненных лесов (4-я лесохозяйственная зона) по Г.В. Крылову с соавторами (1958)

№ по схеме	Наименование типов леса	Индекс и бонитет	Положение, почвы	Преобладающие породы	Подрост	Подлесок	Живой напочвенный покров
1	2	3	4	5	6	7	8
1/12	Ельник кустарниково-разнотравный	ЕКР Iа–II	Древние пойменные террасы, почвы перегнойно-болотные	Е, Б	Редкий, благонадежный	Средней густоты, бузина сибирская, спирея, черемуха	Недотрога, крапива, лабазник, борец, костяника каменистая, звездчатка Бунге, двулепестник альпийский
2/25	Сосняк мшистый	СМШ III–IV	Вершины дюн, песчаные бедные, сухие почвы	С, Б	Сосновый, удовлетворительный	Шиповник, бузина сибирская	Сильно развитый покров из кладоний, в западинах зеленые мхи, грушанки
3/27	Сосняк мшисто-ягодниковый	СМЯ Iа–II	Дюнные всхолмления, подзолистые супесчаные почвы	С, Б	Хороший	Редкий, рябина, спирея, карагана древовидная, ивы	Брусника, черника, майник, зеленые мхи, костяника каменистая, грушанка, зимолюбка зонтичная
4/28	Сосняк сухокустарниковый	ССК II–III	Мезоповышения, слабоподзолистые песчаные	С	Группами, удовлетворительный	Кизильник, ракитник, боярышник кроваво-красный	Коротконожка перистая, вейник наземный, ковыль перистый, кошачья лапка двудомная
5/29	Сосняк разнотравный	СРТ I–II	Ровное, суглинистые почвы и супесчаные почвы	С, Б, Ос, Л	Сосновый, хороший	Рябина, карагана древовидная, жимолость, спирея	Вейник, перловник поникающий, орляк, хвощ, костяника каменистая, брусника, ирис, осока стоповидная
6/30	Сосняк вейниковый	СВ III–V	Понижения дюн, сырые оподзоленные супеси	С, Б	Редкий, удовлетворительный	Редкий, кизильник, рябина, крушина	Вейник наземный, брусника, осоки, костяника каменистая, чина весенняя, тимофеевка степная

Продолжение прилож. 5

1	2	3	4	5	6	7	8
7/31	Сосняк широкотравный	СШТ Ia–II	Островные боры, оподзоленные черноземы или темно-серые лесные зернистые	С, Л, П, Е, К	Хороший, группами	Редкий, карагана древовидная, жимолость татарская, калина и др.	Ежа сборная, борец северный, живокость, сныть, пион, герань лесная, зопник клубненосный
8/32	Сосняк папоротниковый	СПП I–II	Понижения между дюнами на супесчаных скрытоподзолистых почвах	С, Б, Л	Средней густоты, удовлетворительный	Редкий, ива, шиповник коричный, черемуха	Орляк, кочедыжник женский, хвощ, сныть, ирис, осоки, скерда, чина весенняя
9/33	Сосняк кустарниково-разнотравный	СКР I–II	Дюнные всхолмления, серые лесные перегнойно-карбонатные	С, Б	Отличный	Густой, рябина, карагана древовидная, жимолость	Борец северный, вейник, ежа сборная, сныть, володушка, костяника каменистая
10/34	Сосняк сфагновый	ССФ V–Va	Понижения, болотно-торфянистые или свежие супесчаные подзолистые	С, Б	Неудовлетворительный	Отсутствует	Сфагнум, багульник, клюква, брусника, местами зеленые мхи
11/42	Листвяг лабазниково-пойменный	ЛТБ III	Долины рек и надлуговые террасы, аллювиальные болотные песчаные или суглинистые	Л, Б	Слабый	Отсутствует	Лабазник вязолистный, купырь лесной, сабельник болотный, осоки, вейник тростниковый
12/47	Березняк разнотравный	БРТ I–III	Гривы и водоразделы, черноземы выщелоченные деградированные	Б, Ос	Редкий, неудовлетворительный	Редкий, спирея средняя, шиповник	Коротконожка перистая, костяника каменистая, володушка, вейник наземный
13/48	Березняк вейниковый	БВ I–III	Водораздельные плато, слабоподзолистые суглинистые	Б, Ос, К, Е	Редкий	Рябина, черемуха, спирея, карагана древовидная	Густой, вейник притупленный, бор развесистый, мятлик сибирский, скерда, василистник

1	2	3	4	5	6	7	8
14/49	Березняк кустарниково-разнотравный	БКР I–II	Водораздельные плато, среднеподзолистые или темно-серые лесные суглинистые	Б	Средней густоты, благонадежный	Густой, рябина, бузина, местами липа, карагана древовидная, малина	Вейник тростниковый, чина весенняя, сныть, скерда, ирис, василистник простой
15/51	Березняк травяно-болотный	БТБ III–IV	Глубокие западины на солодях оглеенных	Б	Слабый	Дерен, спирея иволистная, ивы	Осоки, канареечник, лабазник, сабельник болотный, вейник Лангсдорфа
16/55	Осинник папоротниковый	ОПП II–III	Водоразделы, слабо оподзоленные пылеватые супеси	Ос, Б	Слабый, пихта, осина	Редкий, рябина, черемуха	Страусник, орляк, осока, щитовник остистый
17/56	Осинник лабазниково-хвощевый	ОТБ II–III	Понижения, богатые слабо выщелоченные глинистые, супеси или суглинки	Ос, Е, Б, П	Слабый	Рябина, черемуха, смородина черная, ивы	Лабазник, хвощ, сабельник болотный, осоки
18/57	Осокорник разнотравно-пойменный	ОСРТ Ia–II	Поймы рек, аллювиально-луговые	Ос	Слабый, по береговой полосе	Свидина белая, черемуха, ивы	Костер безостый, пырей ползучий, канареечник, девясил иволистный, щавель конский
19/58	Топольник разнотравно-пойменный	ТРТ Ia–II	Поймы рек, аллювиально-дерновые на галечниковых отложениях	Т	Слабый, местами отсутствует	Курильский чай кустарниковый, жимолость татарская	Пырей ползучий, девясил иволистный, шлемник, кипрей болотный
20/59	Ивняк разнотравно-пойменный	ИРТ II–III	Поймы рек, аллювиально-луговые иловатые и суглинисто-супесчаные	Ив, Ос, Т Об	Удовлетворительный	Свидина белая, спирея иволистная, черемуха	Девясил иволистный, щавель конский, недоспелка копьевидная, осоки
21/60	Облепишник разнотравно-пойменный	ОБРТ II–III	Поймы рек, аллювиально-дерновые песчаные или галечниковые	Об, Ос, Т, Ив	Удовлетворительный	Ивы	Редкий, из злаков и осок

Приложение 6

Схема типов леса для колочных лесов лесостепной зоны Новосибирской области по В.В. Кузьмичеву (1963)

Типы леса	Класс бонитета	Местонахождение, водный режим почв	Почвы	Преобладающая порода	Подрост	Подлесок	Живой напочвенный покров
1	2	3	4	5	6	7	8
Остепненно-вейниковый (Ов)	II	Вершины грив и увалов. Непромывной водный режим почв. Глубина грунтовых вод около 10 м	Маломощные черноземы, выщелоченные черноземы, серые лесные осолоделые	Б, Ос	Береза, редкий или отсутствует	Редкий, ива, шиповник,	Вейник, тимофеевка степная, мятлик, овсяница, ирис, подмаренник
Злаковый (Зл)	II–III	Неглубокие западины с малым водосбором. Промывной водный режим недостаточного увлажнения. Глубина грунтовых вод 6-8 м. Верховодка быстро исчезает	Солоди типичные	Б, Ос	Береза, осина, редкий	Редкий, шиповник, ива, боярышник	Костер, овсяница, костяника
Разнотравный (Рт)	Ia–II	Склоны грив, вершины низких возвышенностей. Периодически промывной водный режим. Глубина грунтовых вод 5-10 м	Лугово-черноземные, темно-серые осолоделые, лугово-черноземные солонцеватые и осолоделые	С, Б, Ос	Береза, осина редкий или отсутствует	Редкий, шиповник	Подмаренник северный, тысячелистник, лабазник, мятлик, овсяница
Широкотравный (Шт)	Ia–II	Склоны грив, вершины низких возвышенностей. Промывной водный режим. Глубина грунтовых вод 5-10 м	Темно-серые и оподзоленные черноземы	Б, Ос	Береза, осина, редкий или совсем отсутствует	Редкий, шиповник, ива	Сныть, борщевик, дудник, бобовые

Окончание прилож. 6

1	2	3	4	5	6	7	8
Костяничниковый (Кст)	II–III	Западины средних размеров, промывной водный режим, временно-избыточного увлажнения. Глубина грунтовых вод 2-4 м	Солоди типичные	Б, Ос	Береза, осина средней густоты, удовлетворительный	Средней густоты, ива, шиповник, смородина	Костяника, подмаренник, вейник
Разнотравно-пойменный (Ртп)	III–IV	Приурочен к поймам ручьев, логов	Аллювиально-луговые	Б	Береза, осина, неудовлетворительный, редкий	Средней густоты, ивы, смородина черная, красная, черемуха	Крапива, лабазник, вейник, гравилат
Сфагновый (Сф)	IV–Vб	Избыточно увлажненные участки «рямы». Глубина грунтовых вод менее 3 м	Торфяно-болотные	С	Сосна, редкий, удовлетворительный	Нет	Сфагнум, багульник, осоки, кассандра, клюква, по микроповышениям брусника
Травяно-болотный (Тб)	IV	Глубокие западины с близким залеганием грунтовых вод (менее 3 м) или с выходом их на поверхность, а также по заболоченным участкам	Заболоченные солоди и болотные почвы	Б, Ив	Береза, осина, редкий	Густой, ива, смородина	Тростник лесной, осоки, мятлик болотный, лабазник, чистец болотный
Осоко-ивовый (Осив)	II–IV	Блюдцеобразные западины с близким залеганием грунтовых вод или с выходом на поверхность	Солоди	Б, Ос	Береза, осина, редкий	Ива, шиповник, смородина, черемуха	Осоки, вейник, лабазник, по повышениям разнотравье

Приложение 7

Местонахождение пробных площадей и характеристика размещения деревьев в искусственных самоизреживающихся сосновых древостоях типа леса СБП

№ ПП	Координаты GPS	Лесничество	Участковое лесничество	№ квартала	№ выдела	Год посадки	Шаг посадки, м	Ширина междурядья, м	Густота посадки, тыс. шт./га	Количество рядов в ленте, шт.	Ширина междурядья в ленте, м	Ширина межленточного пространства, м	Мезорельеф
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
149	51°25.819' 080°26.829'	Ракитовское	Шелковниковское	17	14	2015	0,69	2,4	6,1	–	–	–	Ровный
40	51°22.996' 080°30.894'	Ракитовское	Чекуновское	78	8	2005	0,68	2,1	6,9	–	–	–	Ровный
К21	51°48.333' 79°21.711'	Ключевское	Бастанское	20	1	2004	0,95	2,6	4,0	29	2,3	10,0	Склон холма
К22	51°48.378' 79°21.740'	Ключевское	Бастанское	20	1	2004	0,96	2,7	3,9	32	2,3	10,0	Склон холма
К23	51°48.345' 79°21.792'	Ключевское	Бастанское	20	1	2004	0,90	2,7	4,2	39	2,4	10,0	Склон холма
К24	51°48.349' 79°21.826'	Ключевское	Бастанское	20	1	2004	0,96	2,6	4,0	42	2,4	10,0	Склон холма

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
К26	51°47.491' 79°24.351'	Ключевское	Бастанское	64	1	2003	0,60	2,2	7,6	14	1,6	9,3	Ровный
31	51°23.026' 080°30.801'	Ракитовское	Чекуновское	71	1	2001	0,59	3,0	5,7	–	–	–	Понижение
32	51°23.056' 080°30.725'	Ракитовское	Чекуновское	71	1	2001	0,70	3,6	4,0	2	2,3	10,0	Вершина
33	51°23.114' 080°30.589'	Ракитовское	Чекуновское	71	1	2001	0,58	2,5	7,0	–	–	–	Понижение
56	51°23.135' 080°29.836'	Ракитовское	Чекуновское	63	7	2001	0,70	4,0	3,6	2	1,6	6,4	Склон холма
57	51°23.326' 080°29.185'	Ракитовское	Чекуновское	63	5	2000	0,70	2,8	5,2	2	1,4	4,2	Склон холма
39	51°22.447' 080°30.627'	Ракитовское	Чекуновское	77	4	1999	0,72	5,5	2,5	–	–	–	Ровный
12	51°33.022' 080°32.747'	Ракитовское	Ракитовское	23	7	1995	1,00	2,3	4,4	2	1,3	3,5	Склон холма
13	51°33.001' 080°32.688'	Ракитовское	Ракитовское	23	7	1995	1,00	2,3	4,4	2	1,3	3,5	Вершина
14	51°33.053' 080°32.670'	Ракитовское	Ракитовское	23	7	1995	1,00	2,3	4,4	2	1,3	3,5	Понижение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
23	51°32.089' 080°37.985'	Раки-товское	Ракитов-ское	64	22	1987	0,75	1,8	7,6	–	–	–	Склон холма
27	51°28.911' 080°36.690'	Раки-товское	Ракитов-ское	75	30	1975	0,81	1,8	6,9	–	–	–	Склон холма
46	51°28.218' 080°33.317'	Раки-товское	Шелков-никовское	56	29	1973	0,90	3,4	3,3	5	2,3	6,0	Вер-шина
48	51°28.428' 080°32.916'	Раки-товское	Шелков-никовское	56	11	1973	0,93	2,2	4,9	10	1,8	6,0	Склон холма
47	51°28.301' 080°33.479'	Раки-товское	Шелков-никовское	56	22	1972	0,90	2,2	5,1	19	1,8	8,5	Склон холма
53	51°25.954' 080°33.122'	Раки-товское	Шелков-никовское	69	16	1971	0,84	2,0	6,0	–	–	–	Пони-жение
11	51°33.004' 080°33.678'	Раки-товское	Ракитов-ское	31	6	1967	0,75	1,7	7,8	–	–	–	Склон холма
24	51°32.070' 080°37.748'	Раки-товское	Ракитов-ское	64	21	1967	0,75	3,5	3,8	12	1,6	10,0	Склон холма
25	51°29.460' 080°35.566'	Раки-товское	Ракитов-ское	67	6	1966	0,60	2,0	8,3	–	–	–	Склон холма
43	51°24.084' 080°35.959'	Раки-товское	Шелков-никовское	98	18	1967	0,86	2,8	4,2	9	2,0	9,0	Ровный

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
99	51°27.575' 080°39.751'	Раки-товское	Ракитов-ское	107	31	1967	0,80	2,5	5,0	4	1,6	5,2	Ровный
37	51°29.230' 080°37.270'	Раки-товское	Ракитов-ское	76	37	1962	0,88	1,7	6,7	–	–	–	Ровный
54	51°26.020' 080°32.305'	Раки-товское	Шелков-никовское	69	7	1959	0,71	1,9	7,3	12	1,6	6,0	Ровный
1	51°33.158' 080°33.639'	Раки-товское	Ракитов-ское	23	15	1955	1,00	1,4	7,4	10	1,2	4,7	Склон холма
2	51°32.765' 080°33.292'	Раки-товское	Ракитов-ское	23	27	1955	0,80	2,5	5,0	–	–	–	Вер-шина
6	51°29.577' 080°35.916'	Раки-товское	Ракитов-ское	67	2	1955	1,00	2,0	5,0	9	1,5	6,0	Склон холма
7	51°29.619' 080°35.966'	Раки-товское	Ракитов-ское	68	25	1955	1,00	2,0	5,0	–	–	–	Вер-шина
8	51°31.506' 080°32.682'	Раки-товское	Ракитов-ское	28	9	1955	0,75	2,0	6,7	–	–	–	Склон холма
9	51°31.756' 080°32.843'	Раки-товское	Ракитов-ское	29	17	1955	1,00	1,8	5,7	–	–	–	Вер-шина
10	51°31.811' 080°32.873'	Раки-товское	Ракитов-ское	29	17	1955	1,00	1,8	5,7	–	–	–	Пони-жение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15	51°33.176' 080°33.704'	Раки-товское	Ракитов-ское	24	12	1955	0,56	2,5	7,1	12	1,3	14,5	Склон холма
34	51°30.186' 080°42.026'	Раки-товское	Ракитов-ское	112	24	1957	0,83	1,6	7,6	–	–	–	Волни-стый
35	51°30.246' 080°41.993'	Раки-товское	Ракитов-ское	112	22	1957	0,87	1,5	7,9	–	–	–	Вер-шина
36	51°29.954' 080°42.260'	Раки-товское	Ракитов-ское	112	35	1955	0,76	1,6	8,5	–	–	–	Пони-жение
3	51°32.739' 080°33.312'	Раки-товское	Ракитов-ское	31	9	1952	0,80	1,7	7,4	–	–	–	Пони-жение
4	51°32.612' 080°33.406'	Раки-товское	Ракитов-ское	31	11	1952	0,70	1,9	7,7	20	1,3	13,0	Склон холма
38	51°27.329' 080°34.474'	Раки-товское	Шелков-никовское	72	25	1954	0,92	2,3	4,8	15	1,5	12,3	Волни-стый
20	51°29.871' 080°33.608'	Раки-товское	Ракитов-ское	43	5	1947	0,89	2,3	5,0	6	1,8	4,5	Вер-шина
21	51°29.925' 080°33.504'	Раки-товское	Ракитов-ское	43	5	1947	0,89	2,3	5,0	6	1,8	4,5	Пони-жение
22	51°29.979' 080°33.353'	Раки-товское	Ракитов-ское	43	5	1947	0,89	2,3	5,0	6	1,8	4,5	Склон холма

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
26	51°29.286' 080°35.349'	Раки-товское	Ракитов-ское	67	12	1939	0,60	2,0	8,3	8	1,9	6,0	Склон холма
50	51°29.048' 080°35.492'	Раки-товское	Ракитов-ское	66	1	1941	0,87	2,3	5,0	6	1,2	6,8	Склон холма
17	51°29.679' 080°35.522'	Раки-товское	Ракитов-ское	59	6	1937	0,75	1,7	8,1	–	–	–	Склон холма
49	51°29.671' 080°35.657'	Раки-товское	Ракитов-ское	59	6	1937	0,90	1,9	5,8	25	1,5	9,0	Склон холма

Приложение 8

Таксационная характеристика основного элемента леса искусственных самоизреживающихся сосновых древостоев типа леса СБП

№ ПП	Состав	Класс бонитета	Средние			Полнота		Густота текущая, шт./га	Запас, $м^3$/га		
			Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Абсолютная, $м^2$/га	Относительная		Растущий	Сухостоя	Валежа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
149	10С	–	12	2,3	2,0	0,7	0,47	4685	2	0,0	0,0
40	10С	III	19	5,3	6,1	11,5	0,80	3990	40	0,1	0,0
К21	10С	II	20	6,7	7,2	10,8	0,58	2657	43	0,1	0,0
К22	10С	II	20	6,8	7,3	10,8	0,58	2588	43	0,1	0,0
К23	10С	II	20	6,9	7,6	9,6	0,51	2107	38	0,0	–
К24	10С	II	20	6,9	7,7	7,9	0,42	1696	32	0,0	–
К26	10С	II	21	6,3	6,0	16,0	0,96	5661	63	0,0	–
31	10С	III	23	5,7	6,9	10,3	0,61	2767	39	0,0	0,0
32	10С	III	23	5,2	7,0	5,2	0,36	1356	18	0,0	0,0
33	10С	III	23	6,1	7,1	11,3	0,67	2881	43	0,0	0,0
56	10С	III	23	5,6	6,5	6,4	0,38	1940	23	0,0	0,0
57	10С	IV	24	5,7	5,8	7,9	0,45	2972	29	0,0	0,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
39	10С	III	25	8,4	8,4	9,5	0,46	1731	40	0,0	0,0
12	10С	III	27	6,9	7,6	7,5	0,39	1676	31	0,0	0,0
13	10С	IV	27	5,5	7,1	6,7	0,38	1693	25	0,1	0,7
14	10С	III	27	7,4	6,9	12,2	0,64	3280	55	1,9	1,5
23	10С	III	35	11,3	12,2	15,3	0,61	1305	97	0,0	1,8
27	10С	III	47	11,9	12,7	21,1	0,80	1667	132	1,0	–
46	10С	IV	51	10,9	11,7	18,2	0,73	1700	108	0,4	0,6
48	10С	III	51	12,6	13,6	25,3	0,91	1733	166	0,6	0,9
47	10С	IV	52	10,9	11,4	20,1	0,81	1959	119	0,4	0,8
53	10С	III	53	14,6	13,3	30,0	0,99	2163	225	0,0	3,6
11	10С	IV	55	10,6	9,7	16,6	0,67	2246	96	0,1	3,5
24	10С	IV	55	11,5	10,2	21,8	0,88	2671	133	3,8	16,4
25	10С	V	56	9,9	10,3	22,8	0,96	2760	124	0,4	1,2
43	9С1С	IV	57	12,5	12,9	24,3	0,93	1874	160	3,0	2,4
99	10С	IV	59	12,9	12,2	28,8	0,96	2460	196	1,2	7,3
37	10С	III	62	15,3	16,7	28,5	0,94	1306	212	7,2	6,5
54	10С	V	65	9,1	10,2	24,0	1,07	2928	134	0,3	0,3
1	8С2С	IV	67	13,5	12,8	24,2	0,89	1870	172	1,1	4,6
2	10С	IV	67	12,3	12,6	26,2	1,00	2095	169	1,0	1,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	10С	IV	67	14,4	15,7	27,1	0,96	1411	199	0,4	1,0
7	10С	IV	67	11,9	13,2	25	0,96	1833	152	0,6	2,7
8	10С+С	IV	67	12,2	11,7	27,3	1,05	2438	184	2,0	2,6
9	10С	V	67	11,0	11,4	24,0	0,97	2364	144	1,3	4,5
10	10С	IV	67	13,9	12,4	29,9	1,04	2421	218	2,5	9,9
15	8С2С	IV	67	12,4	11,9	26,1	1,00	2351	170	3,0	2,5
34	10С	IV	67	14,0	12,0	35,4	1,26	3144	261	1,5	0,5
35	10С	IV	67	11,7	12,2	22,7	0,87	1931	142	1,0	0,7
36	10С	IV	69	11,5	10,3	35,5	1,36	4281	221	1,6	5,0
3	10С	IV	70	13,2	11,2	36,6	1,35	3742	239	12,8	44,6
4	10С+С	V	70	11,4	10,5	28,5	1,15	3269	179	3,7	–
38	10С	IV	70	12,9	15,1	25,0	0,92	1393	163	1,3	3,5
20	10С	V	75	12,9	15,3	27,7	1,04	1500	176	1,2	1,1
21	10С	IV	75	13,1	13	30,5	1,12	2285	204	1,0	6,6
22	10С	IV	75	14,2	15,7	27,0	0,96	1389	194	1,5	5,0
26	10С	V	83	11,3	11,8	29,2	1,18	2671	175	1,3	4,3
50	10С	V	83	11,7	14,1	27,0	1,05	1730	162	1,6	0,9
17	10С	V	85	13,6	15,2	32,8	1,20	1813	234	2,6	3,7
49	10С	IV	87	14,7	15,7	34,0	1,17	1753	241	1,4	2,7

Приложение 9

Местонахождение и таксационная характеристика естественных самоизреживающихся сосновых древостоев типа леса СБП в Ракитовском лесничестве, состав 10С

№ ПП	Координаты GPS	Участковое лесничество	№ квартала	№ выдела	Мезорельеф	Класс бонитета	Средние			Полнота		Густота текущая, шт./га	Запас, $м^3$/га		
							Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Абсолютная, $м^2$/га	Относительная		Растущий	Сухостоя	Валежа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
62	51°27.768' 080°40.856'	Ракитовское	115	22	Волнистый	IV	22	4,2	3,7	3,4	0,23	3228	14	0,0	0,2
73	51°27.521' 080°35.405'	Шелковниковское	80	5	Волнистый	IV	29	6,5	6,8	7,6	0,44	2116	37	0,0	0,9
67	51°27.908' 080°40.379'	Ракитовское	108	34	Склон холма	V	38	4,6	3,8	6,9	0,43	6268	25	2,7	9,1
63	51°27.964' 080°39.082'	Ракитовское	99	23	Волнистый	V	39	5,6	5,1	6,0	0,34	2905	25	2,1	0,8
71	51°27.513' 080°35.512'	Шелковниковское	80	5	Склон холма	V	49	6,8	7,7	9,0	0,45	1955	39	0,0	0,0
74	51°26.931' 080°34.847'	Шелковниковское	79	4	Вершина	IV	53	9,8	8,5	28,6	1,21	5068	170	1,6	4,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
75	51°26.903' 080°34.880'	Шелковни-ковское	79	4	Вер-шина	V	56	9,9	9,9	19,6	0,82	2530	127	0,1	0,3
70	51°27.284' 080°35.458'	Шелковни-ковское	80	23	Вер-шина	IV	59	13,0	12,4	33,2	1,23	2763	247	1,4	1,1
79	51°29.156' 080°35.255'	Ракитов-ское	66	2	Вер-шина	III	61	15,4	14,9	20,9	0,69	1198	169	0,4	1,0
76	51°26.322' 080°33.899'	Шелковни-ковское	70	23	Вер-шина	IV	62	13,3	13,4	26,5	0,98	1873	183	0,8	0,1
84	51°27.862' 080°31.243'	Шелковни-ковское	47	43	Склон холма	III	63	14,6	17,8	21,7	0,72	876	168	0,4	1,0
83	51°28.567' 080°31.732'	Шелковни-ковское	48	32	Склон холма	III	71	16,4	20,9	21,8	0,70	631	171	0,4	0,5
69	51°27.223' 080°35.355'	Шелковни-ковское	80	23	Склон холма	III	73	16,9	15,9	34,7	1,07	1742	312	1,1	1,5
82	51°28.296' 080°32.493'	Шелковни-ковское	48	52	Склон холма	IV	73	13,1	12,7	30,3	1,12	2396	216	0,4	1,3
78	51°26.797' 080°33.413'	Шелковни-ковское	70	2	Пони-жение	V	78	12,7	10,9	39,3	1,48	4241	256	25,4	35,6
86	51°26.736' 080°34.991'	Шелковни-ковское	79	11	Склон холма	IV	88	15,3	15,3	29,9	0,97	1629	245	2,0	3,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
60	51°28.182' 080°38.915'	Ракитов-ское	99	2	Пони-жение	IV	89	16,1	16,7	37,7	1,26	1712	322	10,1	38,0
58	51°28.273' 080°41.044'	Ракитов-ское	115	3	Ров-ный	IV	94	17,7	21,00	43,0	1,37	1244	398	4,9	3,1
64	51°27.848' 080°40.341'	Ракитов-ское	107	18	Ров-ный	IV	101	17,6	17,2	39,9	1,27	1714	375	3,8	7,5
68	51°27.313' 080°35.952'	Шелковни-ковское	80	26	Пони-жение	IV	102	17,7	17,5	42,3	1,34	1757	378	4,4	5,1
66	51°27.828' 080°40.433'	Ракитов-ское	114	1	Ров-ный	IV	106	17,3	17,4	38,6	1,25	1631	364	0,4	4,1
77	51°26.651' 080°33.882'	Шелковни-ковское	70	11	Вер-шина	IV	113	17,4	21,5	31,6	1,03	874	250	9,4	3,0
85	51°26.708' 080°33.787'	Шелковни-ковское	70	11	Вер-шина	IV	117	19,8	24,4	36,2	1,10	777	341	3,0	3,8
61	51°27.820' 080°41.375'	Ракитов-ское	115	20	Пони-жение	IV	118	18,4	18,2	37,0	1,18	1420	362	6,9	2,5
59	51°27.360' 080°39.801'	Ракитов-ское	106	11	Ров-ный	IV	127	21,2	20,7	27,8	0,84	831	286	7,9	2,8

Приложение 10

Местонахождение пробных площадей и характеристика размещения деревьев в искусственных самоизреживающихся сосновых древостоях типа леса СВБ

№ ПП	Координаты GPS	Лесничество	Участковое лесничество	№ квартала	№ выдела	Год посадки	Шаг посадки, м	Ширина междурядья, м	Густота посадки, тыс. шт./га	Количество рядов в ленте, шт.	Ширина междурядья в ленте, м	Ширина межленточного пространства, м	Мезорельеф
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
К25	51°48.327' 79°19.015'	Ключевское	Бастанское	3	3	2001	0,87	2,7	4,3	11	1,7	13,0	Ровный
124	51°23.202' 080°29.106'	Ракитовское	Чекуновское	62	1	2000	0,75	3,7	3,6	2	1,5	5,9	Понижение
125	51°21.701' 080°29.408'	Ракитовское	Чекуновское	68	7	2000	0,68	5,3	2,8	–	–	–	Склон холма
К66	51°48.744′ 079°20.225′	Ключевское	Бастанское	4	2	1999	1,15	5,0	1,7	–	–	–	Ровный
28	51°26.382' 080°41.107'	Ракитовское	Ракитовское	121	34	1991	0,92	3,5	3,1	–	–	–	Ровный
29	51°26.310' 080°40.976'	Ракитовское	Ракитовское	121	25	1991	0,94	3,5	3,0	–	–	–	Ровный

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
30	51°26.223' 080°40.929'	Раки-товское	Ракитов-ское	120	19	1991	0,58	2,3	7,5	–	–	–	Ровный
92	51°26.093' 080°40.287'	Раки-товское	Ракитов-ское	120	6	1993	0,81	2,4	5,1	–	–	–	Вер-шина
93	51°26.181' 080°40.663'	Раки-товское	Ракитов-ское	120	15	1993	0,66	2,3	6,7	–	–	–	Волни-стый
108	51°29.887' 080°43.532'	Раки-товское	Ракитов-ское	127	2	1990	0,89	1,7	6,8	–	–	–	Ровный
44	51°24.118' 080°35.760'	Раки-товское	Шелков-никовское	98	5	1986	0,87	1,5	7,7	–	–	–	Ровный
115	51°25.407' 080°37.518'	Раки-товское	Шелков-никовское	101	40	1985	1,00	1,7	5,8	–	–	–	Ровный
113	51°30.444' 080°43.361'	Раки-товское	Борисов-ское	113	7	1983	0,82	2,3	5,2	–	–	–	Ровный
45	51°24.930' 080°35.607'	Раки-товское	Шелков-никовское	93	40	1980	0,96	2,5	4,2	4	2,3	5,3	Ровный
45	51°24.930' 080°35.607'	Раки-товское	Шелков-никовское	93	40	1980	0,96	2,5	4,2	4	2,3	5,3	Ровный
119	51°24.789' 080°34.546'	Раки-товское	Шелков-никовское	84	17	1980	0,88	2,8	4,1	15	1,9	12,5	Ровный

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
121	51°33.820' 080°43.664'	Раки-товское	Борисов-ское	94	12	1973	0,79	2,7	4,7	–	–	–	Склон холма
120	51°23.477' 080°36.334'	Раки-товское	Шелков-никовское	104	8	1967	1,00	2,5	4,0	10	1,8	8,5	Ровный
97	51°28.021' 080°39.571'	Раки-товское	Ракитов-ское	107	2	1965	0,80	3,6	3,5	5	1,6	12,5	Пони-жение
127	51°30.312' 080°43.234'	Раки-товское	Борисов-ское	113	25	1957	1,03	1,7	5,8	–	–	–	Склон холма
К9	51°48.230′ 79°18.349′	Клю-чевское	Никола-евское	124	21	1955	1,00	2,5	4,0	6	1,7	6,7	Ровный
95	51°27.374' 080°41.515'	Раки-товское	Ракитов-ское	122	9	1953	0,82	2,4	5,0	–	–	–	Ровный
105	51°29.204' 080°37.317'	Раки-товское	Ракитов-ское	76	39	1953	1,15	1,4	6,2	–	–	–	Склон холма
112	51°31.931' 080°45.579'	Раки-товское	Борисов-ское	123	1	1941	0,75	2,0	6,7	–	–	–	Волни-стый
114	51°32.284' 080°41.821'	Раки-товское	Борисов-ское	91	24	1931	0,75	2,0	6,7	–	–	–	Склон холма

Приложение 11

Таксационная характеристика основного элемента леса искусственных самоизреживающихся сосновых древостоев типа леса СВБ

№ ПП	Состав	Класс бонитета	Средние			Полнота		Густота текущая, шт./га	Запас, $м^3$/га		
			Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Абсолютная, $м^2$/га	Относительная		Растущий	Сухостоя	Валежа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К25	10С	II	23	8,5	8,3	20,5	0,98	3758	97	0,0	0,0
124	10С	III	26	8,9	11,3	14,0	0,63	1383	68	1,0	0,3
125	7С3С	III	26	8,4	8,0	11,2	0,54	2227	56	1,0	0,2
К66	10С	III	26	8,9	14,1	14,4	0,64	915	65	8,0	0,0
28	10С	I	33	12,4	13,8	24,6	0,88	1651	151	1,3	0,4
29	10С	II	33	12,4	11,7	28,1	1,03	2603	183	1,7	0,2
30	9С1С	III	33	9,3	8,6	27,0	1,21	4643	136	1,4	0,0
92	9С1С	III	33	9,1	8,7	12,8	0,57	2162	69	0,0	2,2
93	10С+С	II	33	11,4	11,2	26,0	1,01	2629	158	0,0	0,1
108	10С	II	36	13,3	12,5	28,8	1,01	2340	195	0,5	0,6
44	10С	II	38	12,5	10,1	23,5	0,82	2938	162	0,7	0,9
115	10С	Ia	41	18,4	18,4	36,0	0,94	1351	323	1,0	3,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
113	10С	III	43	13,0	13,0	27,7	0,97	2082	189	0,4	0,9
45	10С	II	44	14,5	13,7	27,3	0,87	1859	208	3,4	4,6
45	10С	II	44	14,0	13,0	31,7	1,06	2405	238	3,4	4,6
119	10С	II	44	14,3	13,5	29,7	0,99	2082	221	1,0	1,0
121	8С2С	III	53	14,8	12,3	24,2	0,80	2216	194	3,0	3,9
120	10С	Iа	59	23,6	22,0	48,4	1,06	1269	529	0,2	3,2
97	10С+С+Б	I	61	23,1	22,8	34,2	0,82	840	380	9,0	9,0
127	10С	I	69	23,1	19,4	43,1	1,03	1452	466	3,5	1,4
К9	10С	III	69	18,3	17,0	34,6	1,05	1520	315	2,7	47,2
95	10С	II	73	21,1	17,7	47,2	1,26	1914	503	6,3	10,1
105	10С	II	73	20,9	18,1	44,2	1,18	1718	450	2,0	5,5
112	10С	III	85	20,5	22,6	36,0	1,02	896	358	1,0	0,7
114	10С	III	95	23,0	27,3	37,2	1,02	638	369	8,0	2,7

Приложение 12

Местонахождение и таксационная характеристика естественных самоизреживающихся сосновых древостоев типа леса СВБ в Ракитовском лесничестве, состав 10С

№ ПП	Координаты GPS	Участковое лесничество	№ квартала	№ выдела	Мезорельеф	Класс бонитета	Средние			Полнота		Густота текущая, шт./га	Запас, $м^3$/га		
							Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Абсолютная, $м^2$/га	Относительная		Растущий	Сухостоя	Валежа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
94	51°26.147' 080°40.714'	Ракитовское	120	16	Ровный	IV	24	4,7	3,8	12,3	0,82	10872	46	0,2	0,1
116	51°24.986' 080°35.820'	Шелковниковское	93	34	Понижение	III	48	14,2	14,6	26,6	0,91	1588	199	8,0	4,2
111	51°29.542' 080°43.992'	Ракитовское	127	17	Ровный	II	58	16,6	13,8	30,5	0,91	2045	277	1,0	11,8
98	51°27.887' 080°39.776'	Ракитовское	107	14	Ровный	II	62	18,1	16,2	39,2	1,13	1906	351	9,6	3,2
101	51°27.755' 080°38.109'	Ракитовское	90	17	Ровный	III	76	20,2	20,7	47,2	1,36	1402	488	2,0	19,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
100	51°27.409' 080°39.179'	Ракитов-ское	106	3	Ров-ный	I	79	26,0	26,0	52,1	1,18	986	658	7,0	23,0
118	51°27.367' 080°36.089'	Шелковни-ковское	80	26	Пони-жение	I	81	25,2	26,9	45,7	1,05	804	505	2,0	9,4
103	51°28.998' 080°38.375'	Ракитов-ское	92	19	Пони-жение	I	82	24,4	24,2	49,8	1,17	1087	587	1,0	35,0
104	51°29.252' 080°37.488'	Ракитов-ское	84	9	Пони-жение	III	86	21,4	22,9	51,1	1,44	1244	588	2,0	6,5
65	51°27.722' 080°38.438'	Ракитов-ское	98	7	Пони-жение	III	88	19,7	17,6	54,2	1,56	2239	558	23,5	16,4
126	51°29.948' 080°37.300'	Ракитов-ское	77	17	Склон холма	II	98	24,7	25,8	37,9	0,93	722	405	20,0	37,3
117	51°25.280' 080°34.014'	Шелковни-ковское	76	14	Пони-жение	II	101	25,0	25,2	50,0	1,23	999	550	10,0	8,0
96	51°21.966' 080°39.786'	Ракитов-ское	107	6	Ров-ный	IV	104	18,6	20,3	40,2	1,25	1240	363	3,0	2,0
106	51°29.106' 080°36.903'	Ракитов-ское	75	18	Пони-жение	Ia	111	39,8	34,8	53,3	1,02	428	628	1,6	17,4

Приложение 13

Местонахождение и описание естественных и искусственных сосняков, обследованных с целью выявления закономерностей влияния основных рубок ухода на сосновые древостои

№ ПП	Участковое лесничество	№ квартала	№ выдела	Координаты GPS	Класс бонитета	Год посадки	Среднее количество рядов в ленте, шт.	Средний шаг посадки, м	Ширина междурядий, м		Межленточные пространства, м	Густота посадки (посева), тыс. шт./га	Информация о рубке ухода			
									Средняя	В ленте			Вид	Год	Способ	Интенсивность по запасу / густоте, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Прочистка в искусственных сосняках типа леса СБП																
К58	Зерновое	28	11	51°47.043′ 079°30.432′	IV	1989	–	0,68	2,5	–	–	6,0	ПРЧ	2009	Селективно	5,2 / 35,2
К59	Зерновое	28	9	51°47.236′ 079°30.543′	IV	1989	–	0,70	2,3	–	–	6,4	ПРЧ	2009	Селективно	2,5 / 26,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Прореживание в искусственных сосняках типа леса СБП																
К3	Бастанское	79	19	51°47.238′ 079°26.524′	IV	1958	11	0,85	2,1	1,3	8,5	5,6	–	–	–	–
К4	Бастанское	80	10	51°47.396′ 079°27.230′	IV	1958	6	0,80	2,5	1,5	6,0	5,0	–	–	–	–
К7	Бастанское	80	24	51°47.326′ 079°27.402′	IV	1971	–	0,77	2,0	–	–	6,5	ПРЖ	2016	Селективно	4,4 / 20,6
К69	Покровское	114	10	51°59.767′ 079°10.053′	III	1982	–	0,65	2,0	–	–	7,8	ПРЖ	2017	Линейно	19,6 / 23,5
К5	Бастанское	80	10	51°47.414′ 079°27.358′	IV	1958	7	0,93	2,7	1,3	10,0	4,0	ПРЖ	2016	Линейно-селективно	27,3 / 39,3
К6	Бастанское	80	10	51°47.414′ 079°27.335′	IV	1958	12	0,92	2,2	1,4	8,8	4,9	ПРЖ	2016	Линейно-селективно	38,0 / 47,9
К1	Бастанское	79	5	51°47.374′ 079°26.109′	IV	1958	10	0,80	2,5	1,7	7,5	5,0	ПРЖ	2016	Линейно-селективно	46,2 / 52,3
К2	Бастанское	79	19	51°47.223′ 079°26.546′	IV	1958	11	0,84	2,1	1,3	8,2	5,6	ПРЖ	2016	Линейно-селективно	48,1 / 49,8
К10	Бастанское	83	13	51°48.034′ 079°29.254′	IV	1956	8	0,77	3,5	1,3	17,5	3,7	ПРЖ	2016	Линейно-селективно	56,4 / 52,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Прореживание в искусственных сосняках типа леса СВБ																
К17	Бастан-ское	30	11	51°46.580′ 079°18.807′	III	1955	–	1,00	2,0	–	–	5,0	–	–	–	–
К68	Покров-ское	114	14	51°59.696′ 079°10.075′	II	1973	6	0,97	3,3	1,34	12,8	3,2	–	–	–	–
К67	Покров-ское	115	32	51°59.750′ 079°11.290′	II	1960	8	1,00	3,1	1,63	13,6	3,2	ПРЖ	2014	Селек-тивно	11,4 / 16,6
К14	Никола-евское	123	7	51°48.242′ 079°16.707′	I	1958 / 1971	10 / 4	0,80	4,4	2,8	21,5	2,0 / 0,8	ПРЖ	2009	Линейно-селективно	11,5 / 19,5
К20	Бастан-ское	1	15	51°47.381′ 079°17.669′	II	1955	6	0,90	2,8	1,5	10,4	4,0	ПРЖ	2013	Селек-тивно	15,5 / 21,6
К15	Никола-евское	123	27	51°47.949′ 079°17.147′	Ia	1970	2	0,96	4,3	3,3	6,5	2,5	ПРЖ	2018	Селек-тивно	19,0 / 33,6
К13	Бастан-ское	43	2	51°46.222′ 079°18.163′	II	1955	15	0,93	2,9	1,3	7,1	3,8	ПРЖ	2016	Линейно-селективно	21,6 / 39,7
К11	Бастан-ское	1	10	51°47.361′ 079°17.615′	II	1955	2	1,00	2,5	1,6	3,4	4,0	ПРЖ	2013	Линейно-селективно	22,2 / 25,6
К16	Бастан-ское	29	23	51°46.613′ 079°18.659′	II	1955	3	0,90	3,1	1,6	6,0	3,6	ПРЖ	2016	Селек-тивно	29,5 / 51,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
К18	Николаевское	123	23	51°48.094′ 079°17.558′	III	1960	7	1,10	2,1	1,5	4,2	4,3	ПРЖ	2014	Линейно-селективно	38,2 / 33,6
К12	Бастанское	15	3	51°47.355′ 079°17.722′	III	1955	6	1,00	2,4	1,3	8,2	4,2	ПРЖ	2015	Линейно-селективно	44,9 / 40,0
К19	Николаевское	123	16	51°48.190′ 079°17.159′	I	1959	10	1,20	1,9	1,7	4,0	4,4	ПРЖ	2009	Линейно-селективно	26,8 / 39,5
													ПРЖ	2019	Линейно-селективно	34,5 / 34,5
Прореживание в сосняках на заброшенном лесном питомнике (тип леса СВБ)																
К35	Ключевское	74	18	52°13.712′ 079°06.912′	III	1988	6	–	0,25	0,2	0,5	500	–	–	–	–
К34	Ключевское	74	18	52°13.755′ 079°07.018′	III	1988	6	–	0,25	0,2	0,5	500	ПРЖ	2016	Линейно	40,4 / 41,3
К36	Ключевское	74	18	52°13.732′ 079°06.903′	III	1988	6	–	0,25	0,2	0,5	500	ПРЖ	2016	Селективно	21,5 / 76,7
К27	Ключевское	74	19	52°13.756′ 079°07.087′	II	1988	18	0,90	1,9	–	–	5,9	ПРЖ	2021	Линейно	35,9 / 37,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
К28	Ключевское	74	18	52°13.753′ 079°06.987′	II	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	_
Проходная рубка в естественных сосняках типа леса СБП																
К37	Покровское	91	8, 9	52°02.255′ 079°14.550′	III	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	_
К39	Покровское	91	9	52°02.291′ 079°14.680′	III	–	–	–	–	–	–	–	ПРХ	2012	Селективно	21,8 / 30,7
К49	Ключевское	4	2	52°15.145′ 078°54.299′	III	–	–	–	–	–	–	–	ПРЖ	2013	Селективно	0,4 / 2,9
													ПРХ	2021	Селективно	30,9 / 22,7
К38	Покровское	91	8	52°02.228′ 079°14.472′	IV	–	–	–	–	–	–	–	ПРХ	2012	Селективно	65,4 / 52,6
Проходная рубка в искусственных сосняках типа леса СБП																
К51	Зерновое	10	13	51°46.845′ 079°27.483′	IV	1948	6	0,85	2,2	1,3	6,0	5,4	–	–	–	_
К53	Зерновое	26	1	51°46.627′ 079°28.236′	V	1939	7	0,80	2,2	1,36	6,25	5,7	ПРХ	2014	Селективно	27,5 / 18,9
К40	Зерновое	26	1	51°46.794′ 079°28.694′	IV	1941	6	0,94	2,5	1,4	7,2	4,3	ПРХ	2014	Селективно	36,1 / 37,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
К52	Зерно-вое	26	5	51°46.578′ 079°28.296′	V	1941	7	0,83	2,2	1,42	6,2	5,4	ПРХ	2015	Линейно-селективно	42,3 / 44,5
К41	Зерно-вое	26	1	51°46.857′ 079°28.618′	IV	1941	4	0,91	3,7	2,1	8,5	3,0	ПРХ	2014	Селек-тивно	43,5 / 40,6
К48	Ключев-ское	1	4	52°15.506′ 078°53.417′	III	1954	7	1,30	2,9	1,75	9,5	2,7	ПРЖ	2009	Селек-тивно	13,6 / 23,8
													ПРХ	2019	Линейно-селективно	44,7 / 37,3
К42	Зерно-вое	10	13	51°46.813′ 079°27.458′	IV	1950	7	0,91	2,1	–	–	5,4	ПРЖ	2013	Селек-тивно	24,6 / 32,7
													ПРХ	2019	Линейно-селективно	53,1 / 46,0
Проходная рубка в искусственных сосняках типа леса СВБ																
К9	Никола-евское	124	21	51°48.230′ 079°18.349′	III	1955	6	1,00	2,5	1,5	6,7	4,0	–	–	–	–
К8	Бастан-ское	2	3	51°48.208′ 079°18.365′	III	1955	6	1,00	2,5	1,5	6,7	4,0	ПРЖ	2009	Селек-тивно	18,4 / 30,1
													ПРХ	2020	Селек-тивно	14,9 / 10,9

Окончание прилож. 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
К50	Ключев-ское	2	3	52°15.508′ 078°54.521′	II	1954	3	1,30	3,7	1,24	7,7	2,1	ПРЖ	2013	Селек-тивно	18,1 / 32,6
													ПРХ	2019	Линейно-селективно	56,7 / 57,7

Примечание: насаждения без данных о годе посадки имеют естественное происхождение; прочерк обозначает отсутствие показателя или мероприятия; ПРЧ – прочистка; ПРЖ –прореживание; ПРХ – проходная рубка; интенсивность рубки определена методом реконструкции таксационных показателей древостоев.

Приложение 14

Распределение площади земель, предназначенных для лесовосстановления, по способам лесовосстановления и категориям земель
(по данным ФГБУ Рослесинфорг, по состоянию на 01.01.2021 г.)

Лесничество	*Способ лесо-восстановления	Гари	Погибшие насажде-ния	Вы-рубки	Прога-лины, пустыри	Итого
Новосибирская область						
Ордынское	СЕВ	0	0	192	19	211
	Комбинир.	0	51	0	0	51
	Искусственный	0	0	14	53	67
	Всего	**0**	**51**	**206**	**72**	**329**
Сузунское	Естественный	0	1	55	588	644
	Комбинир.	0	0	28	95	123
	Искусственный	0	0	225	0	225
	Всего	**0**	**1**	**308**	**683**	**992**
Алтайский край						
Барнаульское	Естественный	0	16	0	33	49
	Искусственный	0	0	0	14	14
	Всего	**0**	**16**	**0**	**47**	**63**
Павловское	Естественный	0	0	0	175	175
	СЕВ	0	2	0	90	92
	Искусственный	0	15	10	4	29
	Всего	**0**	**17**	**10**	**269**	**296**
Панкрушихинское	Естественный	6	0	13	67	86
	СЕВ	0	0	5	26	31
	Искусственный	0	0	0	3	3
	Всего	**6**	**0**	**18**	**96**	**120**
Баевское	Естественный	64	79	61	153	357
	СЕВ	2	21	27	85	135
	Искусственный	4	0	17	31	52
	Всего	**70**	**100**	**105**	**269**	**544**

Продолжение прилож. 14

Лесничество	*Способ лесо-восстановления	Гари	Погибшие насажде-ния	Вы-рубки	Прога-лины, пустыри	Итого
Кулундинское	Естественный	15	160	10	287	472
	Искусственный	0	0	27	18	45
	Всего	**15**	**160**	**37**	**305**	**517**
Ребрихинское	Естественный	0	6	3	48	57
	Искусственный	1	0	4	7	12
	Всего	**1**	**6**	**7**	**55**	**69**
Шипуновское	Искусственный	0	0	0	58	58
	Всего	**0**	**0**	**0**	**58**	**58**
Новичихинское	Естественный	0	23	26	139	188
	СЕВ	0	55	2	31	88
	Искусственный	0	18	13	66	97
	Всего	**0**	**96**	**41**	**236**	**373**
Волчихинское	Естественный	3	0	0	1436	1439
	СЕВ	0	0	0	25	25
	Искусственный	0	0	1	62	63
	Всего	**3**	**0**	**1**	**1523**	**1527**
Знаменское	Искусственный	16	8	42	95	161
	Всего	**16**	**8**	**42**	**95**	**161**
Лебяжинское	Естественный	26	0	233	0	259
	Искусственный	0	0	62	159	221
	Всего	**26**	**0**	**295**	**159**	**480**
Ракитовское	Естественный	0	0	0	727	727
	СЕВ	0	0	0	65	65
	Искусственный	0	0	0	429	429
	Всего	**0**	**0**	**0**	**1221**	**1221**
Ключевское	Искусственный	73	659	194	1018	1944
	Всего	**73**	**659**	**194**	**1018**	**1944**

Окончание прилож. 14

Лесничество	*Способ лесо-восстановления	Гари	Погибшие насажде-ния	Вы-рубки	Прога-лины, пустыри	Итого
Степно-Михайлов-ское	Естественный	44	10	6	166	226
	Искусственный	0	0	0	5	5
	Всего	**44**	**10**	**6**	**171**	**231**
Озеро-Кузнецовское	Естественный	80	0	66	1645	1791
	СЕВ	0	75	9	749	833
	Искусственный	79	408	195	5743	6425
	Всего	**159**	**483**	**270**	**8137**	**9049**
Итого по всем лесничествам, га/%		**413** **2,3**	**1607** **8,9**	**1540** **8,6**	**14414** **80,2**	**17974** **100**

*Примечание: Комбинир. – комбинированный способ лесовосстановления, СЕВ – содействие естественному возобновлению

Приложение 15

Характеристика культур сосны в фазах приживания и индивидуального роста (по данным других авторов)

№ участка	Лесничество	Рельеф	Почва	Тип леса	Сезон и (или) год посадки	Происхождение сеянцев	Лесопосадочный инструмент или машина	Возраст культур, лет	Густота тыс. шт./га		Приживаемость, %	Литературный источник
									Посадки	Текущая		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Открытая корневая система												
1	Озеро-Кузнецовское	Слабовсхолмленный	Боровые пески	–	–	Озеро-Кузнецовское л-во	МЛУ-1	–	5,00	3,40	68,3	Гоф и др., 2019а
2									4,50	3,10	69,0	
3										3,00	67,5	
4										3,20	70,1	
5										2,90	64,8	
6										3,10	68,3	
7							Меч Колесова			3,00	67,5	
8										3,00	66,1	
9										3,10	69,3	
10										3,20	70,4	
11										3,00	67,7	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
12	Озеро-Кузнецовское	Слабовсхолмленный	Боровые пески	СБП	2013	Озеро-Кузнецовское л-во	Меч Колесова	5	4,50	2,70	60,0	Гоф, 2020
13					2014			4		3,00	66,7	
14					2015		МЛУ-1, СЛН-1	3		3,06	68,0	
15	–	Слабовсхолмленный	Дерново-подзолистая	СБП	–	–	МЛУ-1	7	4,50	2,13	48,3	Желдак и др., 2022
16	Сузунское			БРТ			Меч Колесова	6	4,00	1,37	34,2	
17	Шипуновское	Ровный	Чернозем	–	2014	–	МЛУ-1	8	4,50	2,85	63,3	Маленко и др., 2023
18					2015			7	7,30	4,40	60,3	
19	–	Всхолмленный	Дерново-подзолистая	СБП	Весна	Местный питомник	МЛУ-1	9	1,75	0,56	32	Маленко и др., 2022
20								9	2,20	1,17	53	
21								7	3,15	1,51	48	
22								5	3,15	2,61	83	
23	Озеро-Кузнецовское	Пологое понижение	Дерново-подзолистая	–	Весна 2014	Озеро-Кузнецовское л-во	МЛУ-1	4	4,20	2,15	51,3	Маленко, Курсикова, 2018

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
24	Павловское	–	–	ТРБ	2011	Павловское л-во	Меч Колесова	7	4,50	2,60	57,8	Усов, 2020
Закрытая корневая система												
25	Озеро-Кузнецовское	Слабовсхолмленный	Боровые пески	–	–	Алтайский ЛССЦ	МЛУ-1	–	2,50	1,40	57,3	Гоф и др., 2019а
26										1,40	55,2	
27							Поттипутки или меч Колесова			1,60	65,8	
28										1,70	66,3	
29										1,60	64,7	
30										1,70	66,7	
31										1,50	60,9	
32										1,70	68,1	
33										1,60	65,0	
34										1,60	63,2	
35	Озеро-Кузнецовское	Слабовсхолмленный	Боровые пески	СБП	Весна 2013	Алтайский ЛССЦ	Поттипутки	5	2,50	1,06	42,4	Гоф, 2020
36					2014		Поттипутки или меч Колесова	4		0,78	31,2	
37										1,18	47,2	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
38	Озеро-Кузнецовское	Слабовсхолмленный	Боровые пески	СБП	Весна 2014	Алтайский ЛССЦ	Поттипутки или меч Колесова	4	2,50	1,74	69,6	Гоф, 2020
39					Осень 2014					0,50	20,0	
40					2014		МЛУ-1, СЛН-1			0,24	9,6	
41										0,87	34,8	
42					Весна 2014					2,00	80,0	
43					2015		Поттипутки или меч Колесова	3		1,43	57,2	
44				–	2016			2		0,89	35,6	
45										1,41	56,4	
46					2017			1		1,78	71,2	
47										1,72	68,8	
48										1,57	62,8	
49										1,76	70,4	
50	–	Слабовсхолмленный	Дерново-подзолистая	СБП	–	Алтайский ЛССЦ	Поттипутки или меч Колесова	7	2,50	1,46	58,3	Желдак и др., 2022
51								6		1,47	58,8	
52										1,38	55,1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
53	Сузунское	Слабовсхолмленный	Дерново-подзолистая	БРТ	–	–	Меч Колесова	6	2,00	1,34	67,0	Желдак и др., 2022
54										1,40	70,0	
55		Ровный	Чернозем	–						1,41	70,5	
56	Шипуновское	Ровный	Серая лесная	–	2014	Алтайский ЛССЦ	МЛУ-1	8	3,60	2,65	73,6	Маленко и др., 2023
57		Бугор	Чернозем						2,40	1,70	70,8	
58		Пологое понижение			2015			7	2,30	0,65	28,3	
59									2,30	1,00	43,5	
60		Ровный							3,47	2,45	70,6	
61									3,60	1,94	53,9	
62		Увал	Навеянная дерново-карбонатная						4,00	2,90	72,5	
63	Озеро-Кузнецовское	Слабовсхолмленный	Дерново-подзолистая	–	Весна 2014	Алтайский ЛССЦ	Поттипутки	4	2,50	1,03	41,0	Маленко, Курсикова, 2018

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
64	Озеро-Кузнецовское	Пологое понижение	Дерново-подзолистая	–	Весна 2014	Алтайский ЛССЦ	Поттипутки	4	2,50	1,02	40,6	Маленко, Курсикова, 2018
65		Склон холма							4,00	0,85	21,3	
66		Ровный							3,20	1,09	34,0	
67	Павловское	–	–	ТРБ	2011	Алтайский ЛССЦ	–	7	2,00	0,90	45,0	Усов, 2020
68					Осень 2015			3	-	-	72,0	
69					Весна 2016			2	-	-	78,0	
70				СВБ	Осень 2013		Поттипутки		2,36	-	5,0	
71	Шипуновское	Увал	Навеянная дерново-карбонатная	–	Весна 2016	Алтайский ЛССЦ	МЛУ-1	7	5,00	2,32	46,4	Чичкарев и др., 2023

Примечание: БРТ – бор разнотравный; л-во – лесничество; прочерком обозначено отсутствие данных

Приложение 16

Местонахождение и описание культур сосны в фазах приживания и индивидуального роста (по нашим данным)

№ участка	Координаты GPS	Лесничество	Участковое лесничество	№ квартала	№ выдела	Сезон и год посадки	Шаг посадки, м	Междурядье, м	Густота посадки, тыс. шт./га	Возраст сеянцев, лет	Лесопосадочный инструмент или машина	Дополнение	Мезорельеф
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Открытая корневая система													
149	51°25.819′ 080°26.829′	Ракитовское	Шелковниковское	17	14	Весна 2015	0,69	2,4	6,0	2	Меч Колесова	Да	Ровный
К61	51°50.090′ 079°29.213′	Ключевское	Бастанское	28	22	Весна 2014	0,70	3,4	4,2	2	МЛУ-1	Да	Верш. холм.
К63	51°50.386′ 079°27.791′			13	13	Весна 2014	0,69	3,9	3,8	2	МЛУ-1	Да	Понижение
К62	51°49.847′ 079°28.659′			41	7	Весна 2015	0,69	2,6	5,7	2	МЛУ-1, меч Колесова	Нет	Верш. холм.
К47	51°48.476′ 079°28.039′			68	3	Весна 2018	0,96	2,8	3,6	2	МЛУ-1	Нет	Ровный
151	51°26.431′ 080°23.187′	Ракитовское	Озеро-Кузнецовское	143	17 (ч)	Весна 2020	0,74	3,1	4,4	2	Меч Колесова	Да	Склон холма

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
146	51°35.002′ 080°30.846′	Ракитовское	Озеро-Кузнецовское	160	20	Осень 2019	0,82	2,6	4,6	2	Меч Колесова	Да	Ровный
160	51°26.242′ 080°23.176′			143	17 (ч)	Осень 2019	0,96	3,4	3,0	2	Меч Колесова	Да	Склон холма
153	51°22.150′ 080°23.256′	Ракитовское	Чекуновское	18	17	Весна 2021	0,73	4,4	3,1	2	Меч Колесова	Да	Ровный
148	51°25.825′ 080°26.804′		Шелковниковское	17	6 (ч)	Весна 2022	0,95	3,9	2,7	2	Меч Колесова	Да	Ровный
К45	51°51.356′ 079°23.478′	Ключевское	Николаевское	106	15	Весна 2021	0,91	3,0	3,7	2	Меч Колесова	Нет	Склон холма
Н11	52°14.467′ 081°23.967′	Новичихинское	Новичихинское	20	12	Весна 2022	1,08	5,4	1,7	2	Меч Колесова	Да	Ровный
Закрытая корневая система													
К65	51°50.180′ 079°25.262′	Ключевское	Бастанское	10	2	Весна 2017	1,3	2,6	3,0	2	Поттипутки	Да	Склон холма
К43	51°51.643′ 079°25.256′		Николаевское	107	11	Весна 2017	1,4	3,6	2,0	1	Поттипутки	Нет	Верш. холм.
К44	51°51.443′ 079°25.534′			121	3	Весна 2017	1,5	3,3	2,0	1	Поттипутки	Да	Ровный

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
К46	51°52.007′ 079°24.709′	Ключевское	Николаевское	95	16	Весна 2017	1,6	2,8	2,2	1	Поттипутки	Нет	Ровный
К64	51°52.235′ 079°24.759′			95	10	Весна 2017	1,4	2,9	2,5	1	Поттипутки	Нет	Понижение
156	51°24.551′ 080°22.040′	Ракитовское	Озеро-Кузнецовское	181	3 (ч)	Осень 2019	0,83	5,4	2,2	2	Поттипутки	Да	Склон холма
						Весна 2005	*0,86*	*7,6*	*1,5*	*2*	*Меч Колесова*	*Да*	
150	51°22.644′ 080°20.329′			178	3 (ч)	Осень 2019	0,91	5,4	2,0	2	Поттипутки	Да	Склон холма
						Весна 2016	*0,91*	*9,17*	*1,2*	*2*	*Меч Колесова*	*Да*	
						Весна 2007	*1,09*	*9,8*	*0,9*	*2*	*Меч Колесова*	*Да*	
157	51°24.649′ 080°22.133′			182	5	Весна 2020	0,84	3,6	3,3	2	Поттипутки	Да	Верш. холм.
158	51°23.101′ 080°19.045′			94	6 (ч)	Осень 2021	0,94	4,4	2,4	1	Поттипутки	Да	Склон холма

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
159	51°24.074′ 080°18.610′	Ракитов-ское	Озеро-Кузнецов-ское	53	6 (ч)	Осень 2021	0,90	3,8	2,9	1	Поттипутки	Да	Склон холма
						Весна 2015	*0,90*	*3,8*	*2,9*	*2*	*Меч Коле-сова*	*Да*	
154	51°22.253′ 080°23.020′	Ракитов-ское	Чекунов-ское	18	8 (ч)	Осень 2021	0,90	5,1	2,2	1	Поттипутки	Да	Склон холма
						Весна 2008	*0,87*	*5,7*	*2,0*	*2*	*Меч Коле-сова*	*Да*	
147	51°25.862′ 080°26.770′	Ракитов-ское	Шелков-никовское	17	6 (ч)	Весна 2022	1,54	2,3	2,8	2	Поттипутки	Да	Склон холма

Примечание: (ч) – часть выдела; верш. холм. – вершина пологого холма; склон холма – среднее положение между вершиной холма и понижением между холмами; понижение – пологое понижение между холмами; курсивом обозначены культуры, ранее созданные на исследуемых участках сеянцами с открытой корневой системой, но не переведенные в земли, на которых расположены леса.

Приложение 17

Текущие приросты по высоте деревьев сосны на участках лесных культур, см

№ ПП	Возраст биологический, лет										
	1+2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Деревья искусственного происхождения, ОКС											
149	12,7	13,0	17,8	19,1	20,2	20,5	22,7	30,5	36,8	48,9	–
159	7,9	9,5	11,0	14,4	10,3	12,8	17,0	33,4	40,3	34,0	30,1
150	4,5	5,1	7,1	13,1	12,0	13,6	16,0	18,8	23,3	36,8	–
К61	12,0	8,7	11,9	22,2	20,5	35,5	32,4	33,9	34,7	45,5	–
К63	12,1	5,8	12,2	20,5	24,3	43,7	39,3	41,6	40,2	50,1	–
К62	11,8	4,8	13,3	22,7	32,3	26,9	31,2	32,1	39,1	–	–
К47	6,9	8,1	11,1	16,4	7,6	7,9	–	–	–	–	–
151	5,3	9,8	11,0	16,7	22,7	33,0	–	–	–	–	–
146	5,3	6,2	5,3	5,9	4,9	–	–	–	–	–	–
160	4,7	6,2	8,7	13,5	17,4	25,4	–	–	–	–	–
153	5,9	7,4	9,0	9,3	16,2	–	–	–	–	–	–
148	4,4	8,5	15,3	23,7	–	–	–	–	–	–	–
Н11	5,3	8,6	18,1	–	–	–	–	–	–	–	–
Среднее	7,6	7,8	11,7	16,5	17,1	24,4	26,4	31,7	35,7	43,1	30,1
Деревья искусственного происхождения, ЗКС											
К65	7,2	6,7	10,0	17,3	13,1	12,6	14,9	–	–	–	–
К43	10,0	14,1	17,9	14,7	8,5	12,3	–	–	–	–	–
К44	9,9	13,3	16,3	15,3	11,4	12,4	–	–	–	–	–
К46	10,1	15,3	17,1	17,2	10,1	16,0	–	–	–	–	_
К64	9,9	12,3	13,6	12,4	10,2	15,3	–	–	–	–	–
156	4,8	6,2	6,2	8,7	14,8	24,8	–	–	–	–	–
150	5,7	4,7	5,0	6,5	8,0	14,0	–	–	–	–	–
157	5,9	5,9	10,1	14,8	16,4	22,5	–	–	–	–	–
158	8,2	5,0	5,3	8,3	–	–	–	–	–	–	–
159	8,7	5,2	5,4	9,9	–	–	–	–	–	–	–
154	6,7	5,1	6,1	7,5	–	–	–	–	–	–	–
147	7,8	11,1	14,5	–	–	–	–	–	–	–	–
Среднее	7,9	8,7	10,6	12,1	11,6	16,2	14,9	–	–	–	–

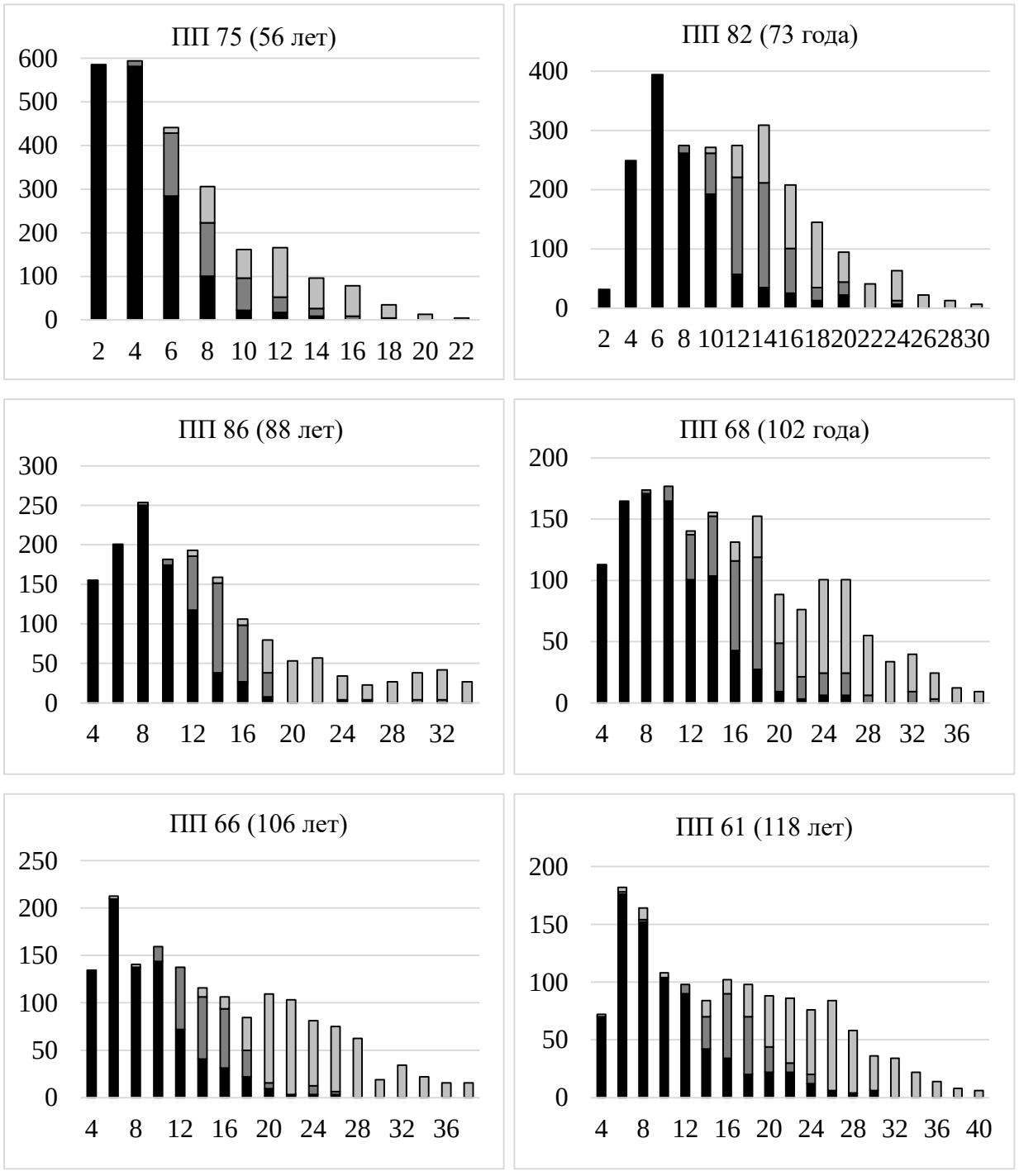
Окончание прилож. 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Деревья естественного происхождения											
147	9,4	13,4	11,6	9,8	14,8	15,4	18,4	26,2	30,0	29,2	27,0
153	6,1	7,4	9,3	11,0	13,3	15,2	16,3	18,1	19,5	20,8	24,6
К47	6,8	17,4	18,8	21,6	36,6	37,6	32,4	25,4	27,0	–	–
К43	10,8	13,4	19,2	20,4	31,6	32,0	26,0	20,8	24,6	–	–
К44	10,2	13,8	18,8	26,4	34,2	32,0	23,0	24,8	28,3	–	–
К65	12,5	14,8	13,4	15,4	16,3	19,0	16,4	16,2	–	–	–
Среднее	9,3	13,4	15,2	17,4	24,5	25,2	22,1	21,9	25,9	25,0	25,8

Приложение 18

Распределение деревьев по ступеням толщины и категориям качества в естественных самоизреживающихся сосняках типа леса СБП

(ось X – ступень толщины, см; ось Y – количество деревьев, шт./га)

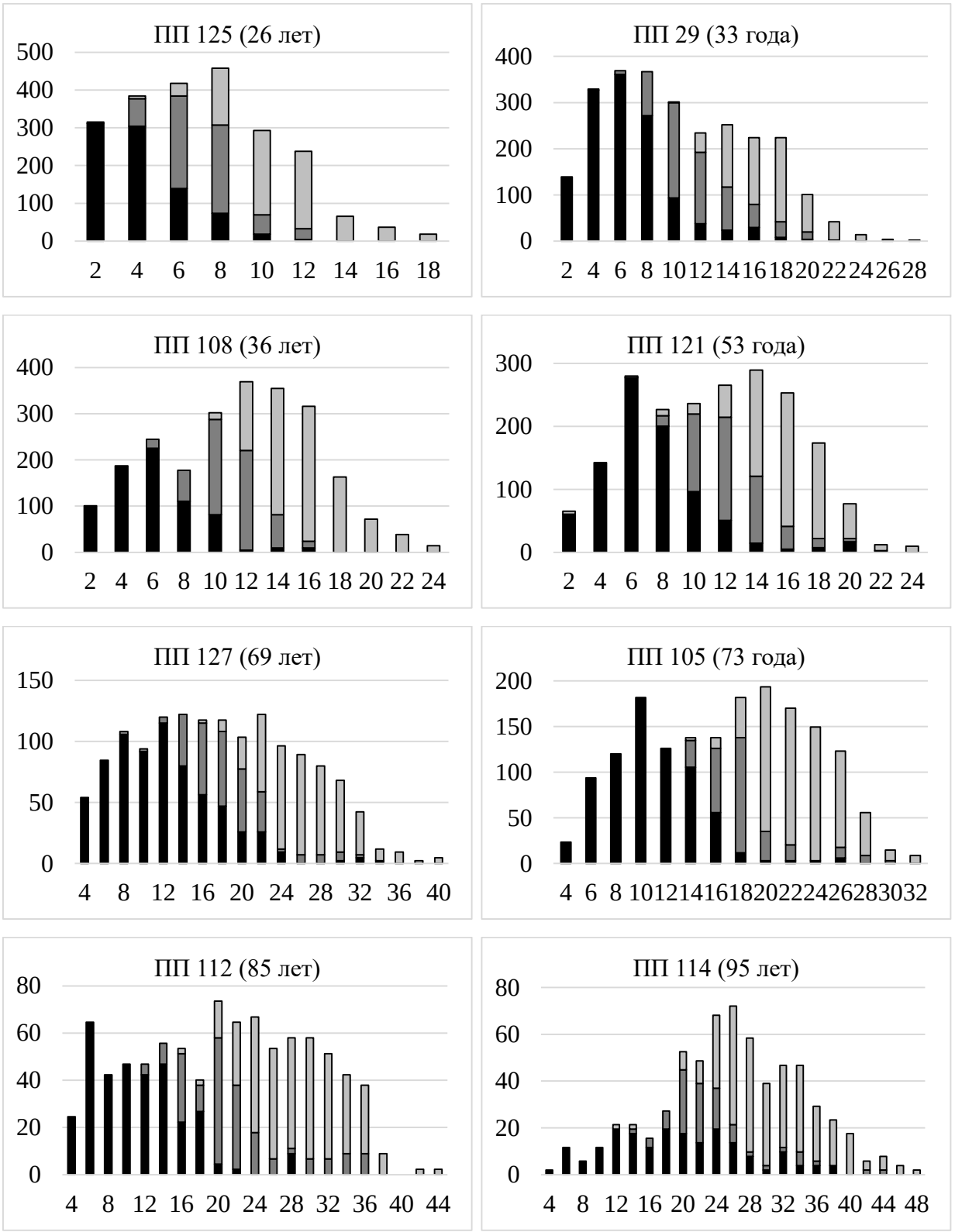


Условные обозначения: ■ – плохое; ■ – среднее; ■ – хорошее

Приложение 19

Распределение деревьев по ступеням толщины и категориям качества в искусственных самоизреживающихся сосняках типа леса СВБ

(ось X – ступень толщины, см; ось Y – количество деревьев, шт./га)

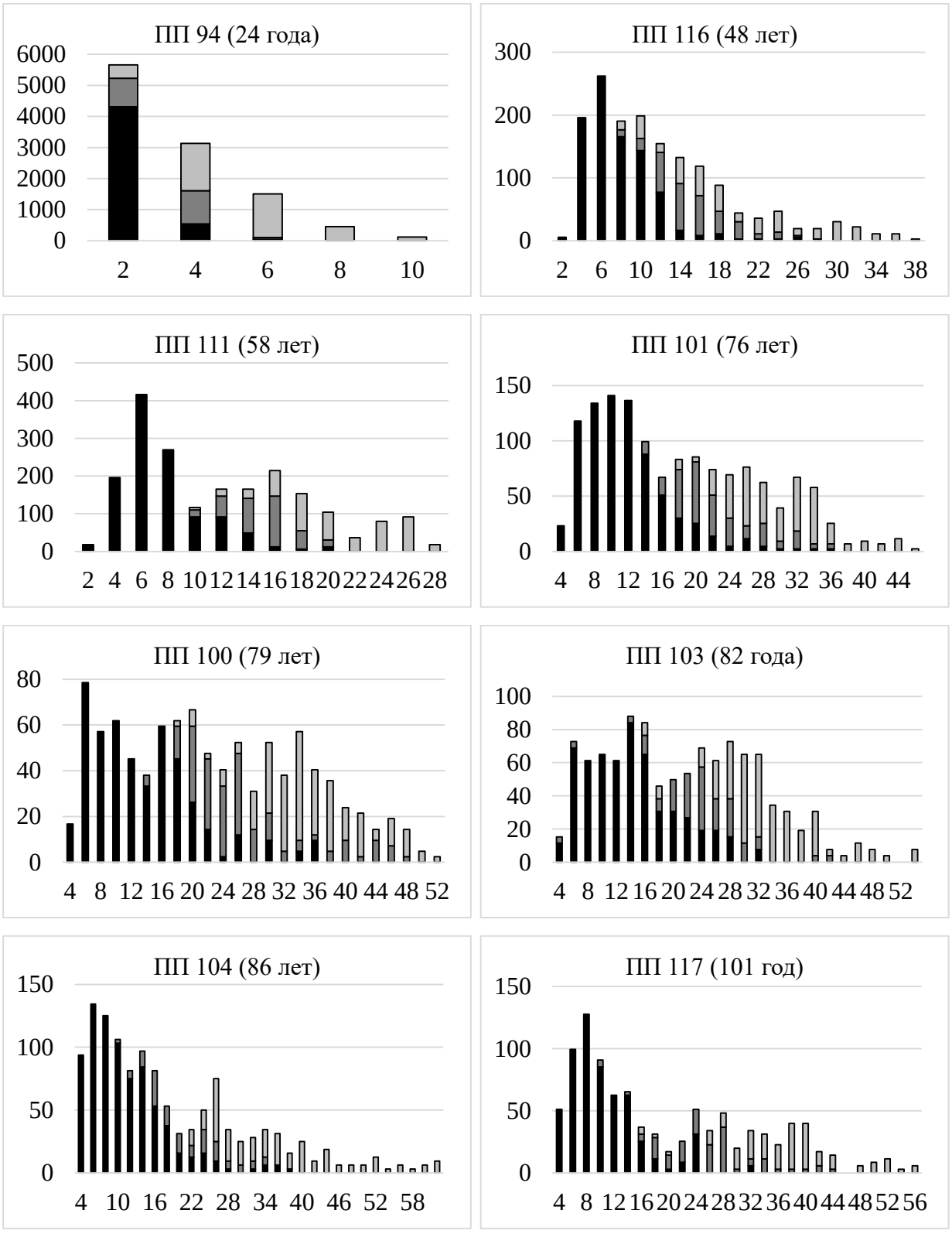


Условные обозначения: ■ – плохое; ■ – среднее; ■ – хорошее

Приложение 20

Распределение деревьев по ступеням толщины и категориям качества в естественных самоизреживающихся сосняках типа леса СВБ

(ось X – ступень толщины, см; ось Y – количество деревьев, шт./га)



Условные обозначения: ■ – плохое; ■ – среднее; ■ – хорошее

Приложение 21

Встречаемость видов травянистой растительности в ЖНП естественных сосновых насаждений типа леса СБП, %

Видовое название	Номер пробной площади																	
	Р1	Р2	Р3	62	67	73	70	71	74	69	82	83	60	86	64	66	68
	Контроль			Средний возраст древостоя, лет														
				21–40			41–60			61–80			81–100		101 и более			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Астровые (*Asteraceae*)																		
Золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.)	5	10	15	10	30	5	–	–	–	5	–	–	–	–	5	–	–
Козелец мечелистный (*Scorzonera ensifolia* M. Bieb.)	20	20	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–
Крестовник Якова (*Senecio jacobaea* L.)	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Наголоватка васильковая (*Jurinea cyanoides* (L.) Rchb.)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Полынь замещающая (*Artemisia commutata* Besser)	5	5	–	15	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Полынь Маршалла (*Artemisia marschalliana* Spreng.)	25	–	20	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Полынь полевая (*Artemisia campestris* L.)	25	45	70	10	20	5	–	10	–	–	5	–	–	–	–	–	–
Полынь Сиверса (*Artemisia sieversiana* Willd.)	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Хондрилла короткоклювая (*Chondrilla brevirostris* Fisch. & C.A. Mey.)	–	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Цмин песчаный (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench)	15	5	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.)	5	10	–	5	–	–	–	–	–	5	5	–	–	–	–	–	–
Ястребинка нитевиднолистная (*Hieracium filifolium* Üksip)	–	–	35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ястребинка румянковидная (*Pilosella echioides* (Lumn.) F.W. Schultz & Sch. Bip.)	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ястребинка ядовитая (*Hieracium virosum* Pall.)	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Бобовые (*Fabaceae*)																	
Клевер люпиновидный (*Trifolium lupinaster* L.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–
Вересковые (*Ericaceae*)																	
Грушанка зеленоцветковая (*Pyrola chlorantha* Sw.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–
Подъельник обыкновенный (*Hypopitys monotropa* Crantz)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–
Гвоздиковые (*Caryophyllaceae*)																	
Гвоздика травянка (*Dianthus deltoides* L.)	5	10	10	5	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–
Дрема белая (*Melandrium album* (Mill.) Garcke)	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Качим высочайший (*Gypsophila altissima* L.)	10	–	–	20	10	20	–	–	–	–	–	–	5	–	5	–	–
Качим метельчатый (*Gypsophila paniculata* L.)	35	15	15	–	25	30	–	25	–	15	5	10	5	–	10	5	–
Смолевка башкирская (*Silene baschkirorum* Janisch.)	–	–	–	–	–	5	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Смолевка днепровская (*Silene borysthenica* (Gruner) Walters)	15	5	10	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Смолевка зеленоцветковая (*Silene chlorantha* (Willd.) Ehrh.)	–	–	–	5	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Смолевка поникающая (*Silene nutans* L.)	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Смолевка сибирская (*Silene sibirica* (L.) Pers.)	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Капустные (*Brassicaceae*)																	
Бурачок обратнояйцевидный (*Odontarrhena obovata* C.A. Mey.)	15	5	10	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–
Желтушник седеющий (*Erysimum canescens* Roth)	5	15	–	5	5	5	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ластовневые (*Asclepiadaceae*)																	
Ластовень сибирский (*Vincetoxicum sibiricum* (L.) Decne.)	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Лютиковые (*Ranunculaceae*)																	
Прострел многораздельный (*Pulsatilla multifida* (Pritz.) Juz.)	–	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Мареновые (*Rubiaceae*)																	
Подмаренник настоящий (*Galium verum* L.)	–	–	–	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Молочайные (*Euphorbiaceae*)																	
Молочай прутьевидный (*Euphorbia virgata* Waldst. & Kit.)	30	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Мятликовые (*Poaceae*)																	
Вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth)	–	–	–	10	5	40	–	–	–	5	5	–	–	–	–	–	–
Вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth)	15	10	25	30	20	15	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–
Змеевка растопыренная (*Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–	–	–	–	–
Ковыль перистый (*Stipa pennata* L.)	55	45	–	30	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ковыль уклоняющийся (*Stipa anomala* P.A. Smirn.)	–	35	70	15	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Овсяница валлисская (*Festuca valesiaca* Gaudin)	70	40	5	45	30	35	5	15	10	10	10	15	–	5	5	5	–
Тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.)	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Тимофеевка степная (*Phleum phleoides* (L.) H. Karst.)	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Тонконог сизый (*Koeleria glauca* (Spreng.) DC.)	35	50	80	45	15	15	5	20	–	5	10	10	5	–	5	5	–
Тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.)	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–
Норичниковые (*Scrophulariaceae*)																	
Вероника колосистая (*Veronica spicata* L.)	15	15	15	30	45	10	5	5	–	15	10	15	5	10	15	15	5
Льнянка дроколистная (*Linaria genistifolia* (L.) Mill.)	5	5	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–
Льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.)	5	5	10	20	10	5	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–
Осоковые (*Cyperaceae*)																	
Осока верещатниковая (*Carex ericetorum* Poll.)	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Осока приземистая (*Carex supina* Willd. ex Wahlenb.)	35	75	20	70	55	90	–	85	–	5	5	5	25	20	15	20	40
Осока ранняя (*Carex praecox* Schreb.)	–	–	5	10	–	–	5	–	–	–	–	10	5	–	–	5	–
Розоцветные (*Rosaceae*)																	
Лапчатка распростертая (*Potentilla humifusa* Willd. ex D.F.K. Schltdl.)	–	–	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Сельдерейные (*Apiaceae*)																	
Китагавия байкальская (*Kitagawia baicalensis* (I. Redowsky ex Willd.) Pimenov)	10	–	15	–	5	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–
Толстянковые (*Crassulaceae*)																	
Очитник обыкновенный (*Hylotelephium telephium* (L.) H. Ohba)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Хвощовые (*Equisetaceae*)																	
Хвощ зимующий (*Equisetum hyemale* L.)	–	10	–	–	–	10	–	–	–	5	–	–	10	–	–	–	35

Приложение 22

Встречаемость видов травянистой растительности в ЖНП лесных культур типа леса СБП, %

Видовое название	Номер пробной площади																		
	Р1	Р2	Р3	150	158	159	32	40	56	46	47	48	99	34	35	36	17	26	50
	Контроль			Средний возраст древесной растительности, лет															
				1–20			21–40			41–60				61–80			81–100		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Астровые (*Asteraceae*)																			
Золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.)	5	10	15	5	5	5	–	10	–	5	5	10	5	–	–	–	–	–	–
Козелец мечелистный (*Scorzonera ensifolia* M. Bieb.)	20	20	–	20	5	10	5	10	10	10	10	5	–	–	–	–	–	–	–
Крестовник Якова (*Senecio jacobaea* L.)	–	–	5	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Наголовatка белостебельная (*Jurinea albicaulis* Bunge)	–	–	–	25	10	5	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Наголовatка васильковая (*Jurinea cyanoides* (L.) Rchb.)	5	–	–	5	5	10	–	–	5	–	5	5	–	–	–	–	–	–	–
Полынь замещающая (*Artemisia commutata* Besser)	5	5	–	5	5	5	–	5	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Полынь Маршалла (*Artemisia marschalliana* Spreng.)	25	–	20	5	–	–	5	–	5	–	5	5	–	–	–	–	–	–	–
Полынь полевая (*Artemisia campestris* L.)	25	45	70	60	70	70	50	25	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Полынь Сиверса (*Artemisia sieversiana* Willd.)	–	–	5	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Хондрилла короткоклювая (*Chondrilla brevirostris* Fisch. & C.A. Mey.)	–	5	5	5	10	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Цмин песчаный (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench)	15	5	10	5	10	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.)	5	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ястребинка нитевиднолистная (*Hieracium filifolium* Üksip)	–	–	35	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ястребинка румянковидная (*Pilosella echioides* (Lumn.) F.W. Schultz & Sch. Bip.)	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ястребинка ядовитая (*Hieracium virosum* Pall.)	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Вересковые (*Ericaceae*)																			
Подъельник обыкновенный (*Hypopitys monotropa* Crantz)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–
Гвоздиковые (*Caryophyllaceae*)																			
Гвоздика травянка (*Dianthus deltoides* L.)	5	10	10	10	15	10	–	–	10	–	5	–	–	–	5	–	–	–	–
Качим высочайший (*Gypsophila altissima* L.)	10	–	–	10	15	10	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Качим метельчатый (*Gypsophila paniculata* L.)	35	15	15	5	35	20	25	15	15	10	10	15	10	15	5	5	5	2,5	5
Смолевка башкирская (*Silene baschkirorum* Janisch.)	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Смолевка днепровская (*Silene borysthenica* (Gruner) Walters)	15	5	10	10	10	35	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–
Смолевка клейкая (*Silene viscosa* (L.) Pers.	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Смолевка сибирская (*Silene sibirica* (L.) Pers.)	–	5	–	30	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Капустные (*Brassicaceae*)																			
Бурачок ленский (*Alyssum lenense* Adams)	–	–	–	20	–	–	25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Бурачок обратнояйцевидный (*Odontarrhena obovata* C.A. Mey.)	15	5	10	45	55	70	5	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Желтушник седеющий (*Erysimum canescens* Roth)	5	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–
Ластовневые (*Asclepiadaceae*)																			
Ластовень сибирский (*Vincetoxicum sibiricum* (L.) Decne.)	–	5	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Лютиковые (*Ranunculaceae*)																			
Прострел луговой (*Pulsatilla pratensis* (L.) Mill.)	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Прострел многораздельный (*Pulsatilla multifida* (Pritz.) Juz.)	–	–	10	20	15	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Маревые (*Chenopodiaceae*)																			
Бассия шерстистоцветковая (*Bassia laniflora* (S.G. Gmel.) A.J. Scott)	–	–	–	–	10	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Мареновые (*Rubiaceae*)																			
Подмаренник настоящий (*Galium verum* L.)	–	–	–	–	–	–	5	5	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Подмаренник северный (*Galium boreale* L.)	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Молочайные (*Euphorbiaceae*)																			
Молочай прутьевидный (*Euphorbia virgata* Waldst. & Kit.)	30	–	10	15	25	35	–	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Молочай солнцегляд (*Euphorbia helioscopia* L.)	–	–	–	–	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Мятликовые (*Poaceae*)																			
Вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth)	–	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–	15	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение прилож. 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth)	15	10	25	–	25	10	10	–	–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–
Змеевка растопыренная (*Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng)	5	–	–	15	10	20	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.)	–	–	–	10	15	20	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ковыль перистый (*Stipa pennata* L.)	55	45	–	–	–	5	–	–	65	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ковыль уклоняющийся (*Stipa anomala* P.A. Smirn.)	–	35	70	15	40	45	5	–	–	5	–	20	–	–	–	–	–	–	–
Овсяница валлисская (*Festuca valesiaca* Gaudin)	70	40	5	–	10	–	60	50	45	30	5	15	5	10	30	5	15	20	12,5
Тимофеевка степная (*Phleum phleoides* (L.) H. Karst.)	–	10	–	–	–	–	–	5	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Тонконог сизый (*Koeleria glauca* (Spreng.) DC.)	35	50	80	85	70	85	80	60	45	5	10	10	10	5	10	5	5	2,5	10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.)	–	–	–	–	–	–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Норичниковые (*Scrophulariaceae*)																			
Вероника колосистая (*Veronica spicata* L.)	15	15	15	10	15	15	5	15	20	5	10	10	10	10	30	5	–	10	5
Льнянка дроколистная (*Linaria genistifolia* (L.) Mill.)	5	5	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.)	5	5	10	–	10	5	5	10	–	5	–	5	15	–	–	–	–	–	–
Осоковые (*Cyperaceae*)																			
Осока верещатниковая (*Carex ericetorum* Poll.)	–	–	–	–	–	–	10	25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Осока приземистая (*Carex supina* Willd. ex Wahlenb.)	35	75	20	95	70	75	70	70	95	5	–	10	–	15	5	–	10	2,5	2,5
Осока ранняя (*Carex praecox* Schreb.)	–	–	5	–	–	–	20	30	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Окончание прилож. 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розоцветные (*Rosaceae*)																			
Лапчатка распростертая (*Potentilla humifusa* Willd. ex D.F.K. Schltdl.)	–	–	–	–	–	–	–	5	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Сельдерейные (*Apiaceae*)																			
Китагавия байкальская (*Kitagawia baicalensis* (I. Redowsky ex Willd.) Pimenov)	10	–	15	–	–	–	–	–	10	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Толстянковые (*Crassulaceae*)																			
Горноколосник колючий (*Orostachys spinosa* (L.) C.A. Mey.)	–	–	–	5	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Очитник обыкновенный (*Hylotelephium telephium* (L.) H. Ohba)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Хвощовые (*Equisetaceae*)																			
Хвощ зимующий (*Equisetum hyemale* L.)	–	10	–	–	–	–	–	10	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–

Приложение 23

Встречаемость видов травянистой растительности в ЖНП естественных сосновых насаждений типа леса СВБ, %

Видовое название	Номер пробной площади														
	Р4	Р5	Р6	94	111	116	98	100	101	103	104	118	96	106	117
	Контроль			Средний возраст древостоев, лет											
				21–40	41–60		61–80			81–100			101 и более		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Астровые (*Asteraceae*)															
Бодяк седой (*Cirsium incanum* (S.G. Gmel.) Fisch.)	–	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–
Золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.)	10	5	10	5	5	5	–	–	5	15	5	10	–	–	5
Козелец мечелистный (*Scorzonera ensifolia* M. Bieb.)	–	5	10	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Крестовник Якова (*Senecio jacobaea* L.)	5	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Латук татарский (*Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey.)	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–
Мелколепестник едкий (*Erigeron acris* L.)	30	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Наголоватка белостебельная (*Jurinea albicaulis* Bunge)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–
Наголоватка васильковая (*Jurinea cyanoides* (L.) Rchb.)	–	5	15	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Одуванчик бессарабский (*Taraxacum erythrospermum* Andrz. ex Besser)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–
Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.)	10	–	–	–	–	–	–	5	–	5	–	10	–	–	–
Полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Jacq.)	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–
Полынь Гмелина (*Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–
Полынь замещающая (*Artemisia commutata* Besser)	15	20	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–
Полынь лечебная (*Artemisia abrotanum* L.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5
Полынь Маршалла (*Artemisia marschalliana* Spreng.)	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Полынь полевая (*Artemisia campestris* L.)	55	50	75	5	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Полынь холодная (*Artemisia frigida* Willd.)	10	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Полынь эстрагон (*Artemisia dracunculus* L.)	25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Солонечник узколистный (*Galatella angustissima* (Tausch) Novopokr.)	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Троммсдорфия крапчатая (*Trommsdorffia maculata* (L.) Bernh.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	5	5
Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Цмин песчаный (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench)	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.)	10	–	5	5	15	5	5	20	–	10	10	15	–	10	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ястребинка румянковидная (*Pilosella echioides* (Lumn.) F.W. Schultz & Sch. Bip.)	10	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	5
Бобовые (*Fabaceae*)															
Горошек мышиный (*Vicia cracca* L.)	–	–	5	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Донник белый (*Melilotus albus* Medik.)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Клевер люпиновидный (*Trifolium lupinaster* L.)	–	10	–	–	–	5	–	5	10	–	5	–	–	10	5
Люцерна серповидная (*Medicago falcata* L.)	5	5	–	10	15	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.)	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	5	–
Бурачниковые (*Boraginaceae*)															
Синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.)	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Вересковые (*Ericaceae*)															
Грушанка зеленоцветковая (*Pyrola chlorantha* Sw.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–
Зимолюбка зонтичная (*Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C. Barton)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	5	–
Ортилия однобокая (*Orthilia secunda* (L.) House)	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	5	10	–	30	5
Подъельник обыкновенный (*Hypopitys monotropa* Crantz)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–
Вьюнковые (*Convolvulaceae*)															
Вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.)	5	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–
Гвоздиковые (*Caryophyllaceae*)															
Гвоздика травянка (*Dianthus deltoides* L.)	–	10	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Грыжник голый (*Herniaria glabra* L.)	5	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Дрема белая (*Melandrium album* (Mill.) Garcke)	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Качим высочайший (*Gypsophila altissima* L.)	–	25	10	10	–	10	–	–	–	–	–	–	5	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Качим метельчатый (*Gypsophila paniculata* L.)	20	20	20	25	–	10	–	–	–	–	–	–	10	–	–
Смолевка башкирская (*Silene baschkirorum* Janisch.)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Смолевка днепровская (*Silene borysthenica* (Gruner) Walters)	15	20	5	–	–	5	–	5	–	5	–	–	–	10	–
Смолевка зеленоцветковая (*Silene chlorantha* (Willd.) Ehrh.)	–	–	–	–	5	–	–	–	–	10	–	–	–	–	–
Смолевка поникающая (*Silene nutans* L.)	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–
Хлопушка обыкновенная (*Oberna behen* (L.) Ikonn.)	5	10	–	–	5	–	–	–	5	10	5	–	–	–	5
Гречишные (*Polygonaceae*)															
Гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve)	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Зверобойные (*Hypericaceae*)															
Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.)	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Капустные (*Brassicaceae*)															
Желтушник седеющий (*Erysimum canescens* Roth)	20	25	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Икотник серо-зеленый (*Berteroa incana* (L.) DC.)	40	–	20	10	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–
Крапивные (*Urticaceae*)															
Крапива двудомная (*Urtica dioica* L.)	5	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–
Луковые (*Alliaceae*)															
Лук Палласа (*Allium pallasii* Murray)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–
Лук поникающий (*Allium nutans* L.)	–	–	–	5	5	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–
Лютиковые (*Ranunculaceae*)															
Василистник малый (*Thalictrum minus* L.)	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–
Василистник простой (*Thalictrum simplex* L.)	–	–	–	5	–	–	–	–	5	–	–	5	–	–	–
Прострел луговой (*Pulsatilla pratensis* (L.) Mill.)	–	10	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Прострел раскрытый (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.)	–	5	–	5	5	10	–	–	5	–	–	10	5	5	10
Маревые (*Chenopodiaceae*)															
Марь остроконечная (*Chenopodium acuminatum* Willd.)	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Мареновые (*Rubiaceae*)															
Подмаренник настоящий (*Galium verum* L.)	–	30	20	–	5	10	–	5	5	10	20	5	–	–	5
Подмаренник северный (*Galium boreale* L.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–
Молочайные (*Euphorbiaceae*)															
Молочай прутьевидный (*Euphorbia virgata* Waldst. & Kit.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–
Мятликовые (*Poaceae*)															
Вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth)	20	10	35	–	10	20	15	70	30	30	30	20	5	30	20
Вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth)	25	5	55	5	–	5	–	5	–	15	–	15	–	5	–

Продолжение прилож. 23

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Змеевка растопыренная (*Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng)	10	10	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.)	60	–	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ковыль перистый (*Stipa pennata* L.)	–	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–
Ковыль уклоняющийся (*Stipa anomala* P.A. Smirn.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5
Мятлик луговой (*Poa pratensis* L.)	–	–	30	–	5	–	–	10	–	–	–	–	–	–	–
Мятлик обыкновенный (*Poa trivialis* L.)	20	–	–	5	15	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Мятлик узколистный (*Poa angustifolia* L.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–
Овсяница валлисская (*Festuca valesiaca* Gaudin)	5	–	–	55	5	5	10	10	–	5	–	–	5	–	–
Овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.)	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Овсяница песколюбивая (*Festuca psammophila* (Hack. ex Celak.) Fritsch)	5	5	–	5	5	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–
Пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski)	5	–	–	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–
Тимофеевка степная (*Phleum phleoides* (L.) H. Karst.)	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Тонконог сизый (*Koeleria glauca* (Spreng.) DC.)	25	40	5	35	5	5	–	–	–	–	–	–	–	5	5
Тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.)	15	–	–	–	–	5	–	5	25	10	5	5	–	10	5
Щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Норичниковые (*Scrophulariaceae*)															
Вероника длиннолистная (*Veronica longifolia* L.)	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Вероника колосистая (*Veronica spicata* L.)	15	45	90	50	5	–	20	–	5	5	–	–	10	–	–
Коровяк обыкновенный (*Verbascum thapsus* L.)	5	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Льнянка дроколистная (*Linaria genistifolia* (L.) Mill.)	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.)	–	–	20	20	10	5	5	–	–	5	–	–	5	–	–
Льнянка остролопастная (*Linaria acutiloba* Fisch. ex Rchb.)	–	–	30	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Орхидные (*Orchidaceae*)															
Любка двулистная (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–
Осоковые (*Cyperaceae*)															
Осока верещатниковая (*Carex ericetorum* Poll.)	5	–	–	10	–	–	–	–	–	5	–	15	–	–	–
Осока приземистая (*Carex supina* Willd. ex Wahlenb.)	5	35	–	80	60	20	35	25	70	85	15	40	50	5	20
Осока ранняя (*Carex praecox* Schreb.)	10	–	–	10	–	–	10	5	–	–	10	–	–	–	5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Портулаковые (*Portulacaceae*)															
Портулак огородный (*Portulaca oleracea* L.)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Розоцветные (*Rosaceae*)															
Земляника зеленая (*Fragaria viridis* Weston)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Костяника каменистая (*Rubus saxatilis* L.)	–	–	–	–	–	–	–	5	5	–	–	10	–	30	5
Лапчатка распростертая (*Potentilla humifusa* Willd. ex D.F.K. Schltdl.)	–	15	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Лапчатка серебристая (*Potentilla argentea* L.)	40	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Сельдерейные (*Apiaceae*)															
Борщевик сибирский (*Heracleum sibiricum* L.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–
Горичник Морисона (*Peucedanum morisonii* Besser ex Spreng.)	–	–	–	–	25	–	–	15	25	25	–	5	–	5	–
Дудник лесной (*Angelica sylvestris* L.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Кадения сомнительная (*Kadenia dubia* (Schkuhr) Lavrova & V.N. Tikhom.)	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	10	–	15	–
Китагавия байкальская (*Kitagawia baicalensis* (I. Redowsky ex Willd.) Pimenov)	–	20	25	5	–	5	–	–	–	–	5	–	–	5	10
Спаржевые (*Asparagaceae*)															
Спаржа лекарственная (*Asparagus officinalis* L.)	–	–	–	–	5	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–
Толстянковые (*Crassulaceae*)															
Очитник обыкновенный (*Hylotelephium telephium* (L.) H. Ohba)	–	–	–	–	5	–	–	–	–	5	–	–	–	–	5
Фиалковые (*Violaceae*)															
Фиалка собачья (*Viola canina* L.)	–	–	–	–	–	–	–	–	5	15	–	10	–	–	–
Хвощовые (*Equisetaceae*)															
Хвощ зимующий (*Equisetum hyemale* L.)	–	5	5	5	5	25	–	5	15	–	15	45	10	25	25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Щитовниковые (*Dryopteridaceae*)															
Щитовник картузианский (*Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs)	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–
Яснотковые (*Lamiaceae*)															
Змееголовник поникающий (*Dracocephalum nutans* L.)	50	65	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Зопник клубненосный (*Phlomoides tuberosa* (L.) Moench)	–	–	–	–	–	–	–	10	30	40	–	5	–	–	5

Приложение 24

Встречаемость видов травянистой растительности в ЖНП лесных культур типа леса СВБ, %

Видовое название	Номер пробной площади												
	Р4	Р5	Р6	93	108	125	113	115	95	97	105	112	114
	Контроль			Средний возраст древостоя, лет									
				21–40			41–60		61–80			81–100	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Астровые (*Asteraceae*)													
Бодяк седой (*Cirsium incanum* (S.G. Gmel.) Fisch.)	–	5	5	–	–	–	–	–	–	35	–	–	–
Золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.)	10	5	10	5	10	10	5	5	5	10	5	10	5
Козелец мечелистный (*Scorzonera ensifolia* M. Bieb.)	–	5	10	5	–	–	–	5	–	–	–	–	–
Крестовник Якова (*Senecio jacobaea* L.)	5	–	15	5	5	–	5	5	5	–	–	–	–
Латук компасный (*Lactuca serriola* L.)	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–
Мелколепестник едкий (*Erigeron acris* L.)	30	–	5	5	–	–	5	–	–	–	–	–	–
Наголоватка белостебельная (*Jurinea albicaulis* Bunge)	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Наголоватка васильковая (*Jurinea cyanoides* (L.) Rchb.)	–	5	15	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Одуванчик бессарабский (*Taraxacum erythrospermum* Andrz. ex Besser)	–	–	–	–	10	–	5	15	–	–	–	–	–
Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.)	10	–	–	–	25	–	5	–	–	25	–	–	–
Полынь Гмелина (*Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–

Продолжение прилож. 24

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Полынь замещающая (*Artemisia commutata* Besser)	15	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Полынь Маршалла (*Artemisia marschalliana* Spreng.)	5	5	–	–	–	10	–	–	–	–	–	–	–
Полынь полевая (*Artemisia campestris* L.)	55	50	75	10	–	60	5	–	–	5	–	–	–
Полынь холодная (*Artemisia frigida* Willd.)	10	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–
Полынь эстрагон (*Artemisia dracunculus* L.)	25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.)	5	–	–	–	–	–	10	–	–	–	–	–	–
Хондрилла короткоклювая (*Chondrilla brevirostris* Fisch. & C.A. Mey.)	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–
Цмин песчаный (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench)	–	–	5	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–
Чертополох поникающий (*Carduus nutans* L.)	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–
Ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.)	10	–	5	–	5	5	5	–	5	10	5	–	–
Ястребинка нитевиднолистная (*Hieracium filifolium* Üksip)	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–
Ястребинка румянковидная (*Pilosella echioides* (Lumn.) F.W. Schultz & Sch. Bip.)	10	–	–	5	5	–	10	–	–	–	–	–	–
Бобовые (*Fabaceae*)													
Горошек мышиный (*Vicia cracca* L.)	–	–	5	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–
Донник белый (*Melilotus albus* Medik.)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.)	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–
Клевер люпиновидный (*Trifolium lupinaster* L.)	–	10	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–

Продолжение прилож. 24

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Люцерна серповидная (*Medicago falcata* L.)	5	5	–	15	55	–	65	–	10	20	–	–	–
Остролодочник волосистый (*Oxytropis pilosa* (L.) DC.)	–	–	–	–	10	5	5	–	–	–	–	5	–
Солодка уральская (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC.)	–	–	–	–	10	–	5	–	–	–	–	–	–
Бурачниковые (*Boraginaceae*)													
Нонея русская (*Nonea rossica* Steven)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–
Синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.)	–	–	5	–	20	–	5	–	–	–	–	–	–
Вересковые (*Ericaceae*)													
Ортилия однобокая (*Orthilia secunda* (L.) House)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–
Подъельник обыкновенный (*Hypopitys monotropa* Crantz)	–	–	–	5	5	5	20	–	–	–	5	5	5
Вьюнковые (*Convolvulaceae*)													
Вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.)	5	–	5	–	5	–	5	5	–	–	–	–	–
Гвоздиковые (*Caryophyllaceae*)													
Гвоздика травянка (*Dianthus deltoides* L.)	–	10	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Грыжник голый (*Herniaria glabra* L.)	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–
Дрема белая (*Melandrium album* (Mill.) Garcke)	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Качим высочайший (*Gypsophila altissima* L.)	–	25	10	–	15	15	5	–	–	5	–	5	5
Качим метельчатый (*Gypsophila paniculata* L.)	20	20	20	15	10	30	–	10	–	5	10	5	5
Смолевка башкирская (*Silene baschkirorum* Janisch.)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Смолевка днепровская (*Silene borysthenica* (Gruner) Walters)	15	20	5	–	–	–	35	–	–	–	–	–	5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Смолевка клейкая (*Silene viscosa* (L.) Pers.)	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–
Хлопушка обыкновенная (*Oberna behen* (L.) Ikonn.)	5	10	–	–	–	–	5	10	–	–	–	–	–
Гречишные (*Polygonaceae*)													
Гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve)	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Зверобойные (*Hypericaceae*)													
Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.)	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Капустные (*Brassicaceae*)													
Желтушник седеющий (*Erysimum canescens* Roth)	20	25	–	5	–	5	10	5	–	–	–	–	–
Икотник серо-зеленый (*Berteroa incana* (L.) DC.)	40	–	20	5	–	–	5	10	–	5	–	–	–
Колокольчиковые (*Campanulaceae*)													
Колокольчик сибирский (*Campanula sibirica* L.)	–	–	–	–	5	–	–	–	–	5	–	–	–
Коноплевые (*Cannabaceae*)													
Конопля посевная (*Cannabis sativa* L.)	–	–	–	–	–	–	–	5	10	–	–	–	–
Крапивные (*Urticaceae*)													
Крапива двудомная (*Urtica dioica* L.)	5	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–
Лютиковые (*Ranunculaceae*)													
Василистник малый (*Thalictrum minus* L.)	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–
Василистник простой (*Thalictrum simplex* L.)	–	–	–	–	10	–	–	5	–	10	–	–	–
Прострел луговой (*Pulsatilla pratensis* (L.) Mill.)	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Прострел раскрытый (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.)	–	5	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–
Мальвовые (*Malvaceae*)													
Хатьма тюрингенская (*Malva thuringiaca* (L.) Vis.)	–	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–
Маревые (*Chenopodiaceae*)													
Марь остроконечная (*Chenopodium acuminatum* Willd.)	–	–	5	10	–	–	–	5	–	–	–	–	–
Мареновые (*Rubiaceae*)													
Подмаренник настоящий (*Galium verum* L.)	–	30	20	–	–	–	–	–	–	10	5	–	–
Молочайные (*Euphorbiaceae*)													
Молочай прутьевидный (*Euphorbia virgata* Waldst. & Kit.)	–	–	–	–	15	–	–	5	–	–	–	–	–
Мятликовые (*Poaceae*)													
Вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth)	20	10	35	–	–	–	10	30	–	20	–	10	15
Вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth)	25	5	55	–	–	10	–	10	–	5	5	–	–
Змеевка растопыренная (*Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng)	10	10	10	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.)	60	–	–	5	–	–	30	–	–	–	–	–	–
Ковыль перистый (*Stipa pennata* L.)	–	75	–	–	–	–	10	5	–	–	–	–	–
Ковыль уклоняющийся (*Stipa anomala* P.A. Smirn.)	–	–	–	–	–	55	–	–	–	–	–	–	–
Кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Мятлик луговой (*Poa pratensis* L.)	–	–	30	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–
Мятлик обыкновенный (*Poa trivialis* L.)	20	–	–	–	–	–	15	–	10	20	–	10	–
Овсяница валлисская (*Festuca valesiaca* Gaudin)	5	–	–	5	–	15	5	10	10	–	5	5	10
Овсяница песколюбивая (*Festuca psammophila* (Hack. ex Celak.) Fritsch)	5	5	–	–	10	–	–	5	5	–	5	–	–
Пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski)	5	–	–	–	45	–	5	–	–	35	–	–	–
Тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.)	–	–	–	–	–	–	15	–	–	–	–	–	–
Тимофеевка степная (*Phleum phleoides* (L.) H. Karst.)	–	–	–	10	–	–	–	–	5	–	–	–	–
Тонконог сизый (*Koeleria glauca* (Spreng.) DC.)	25	40	5	40	–	15	–	–	–	–	–	5	5
Тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.)	15	–	–	–	20	10	5	5	5	10	5	–	5
Щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–
Норичниковые (*Scrophulariaceae*)													
Вероника длиннолистная (*Veronica longifolia* L.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	15	–	–	–
Вероника колосистая (*Veronica spicata* L.)	15	45	90	20	10	5	10	–	10	10	10	15	20
Коровяк обыкновенный (*Verbascum thapsus* L.)	5	–	10	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–
Льнянка дроколистная (*Linaria genistifolia* (L.) Mill.)	5	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.)	–	–	20	5	5	–	–	5	–	–	5	5	5
Льнянка остролопастная (*Linaria acutiloba* Fisch. ex Rchb.)	–	–	30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Орхидные (*Orchidaceae*)													
Любка двулистная (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20	–	–	–
Осоковые (*Cyperaceae*)													
Осока верещатниковая (*Carex ericetorum* Poll.)	5	–	–	–	–	10	–	–	5	–	5	–	5
Осока приземистая (*Carex supina* Willd. ex Wahlenb.)	5	35	–	90	35	20	45	30	65	10	50	35	95
Осока ранняя (*Carex praecox* Schreb.)	10	–	–	20	–	5	5	5	5	–	–	5	–
Подорожник Урвилла (*Plantago urvillei* Opiz)	–	–	–	–	5	–	5	–	–	–	–	–	–
Портулаковые (*Portulacaceae*)													
Портулак огородный (*Portulaca oleracea* L.)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Розоцветные (*Rosaceae*)													
Земляника зеленая (*Fragaria viridis* Weston)	5	–	–	–	10	–	10	–	5	10	–	–	–
Лапчатка распростертая (*Potentilla humifusa* Willd. ex D.F.K. Schltdl.)	–	15	15	5	–	5	–	–	–	–	–	–	–
Лапчатка серебристая (*Potentilla argentea* L.)	40	–	15	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–
Сельдерейные (*Apiaceae*)													
Горичник Морисона (*Peucedanum morisonii* Besser ex Spreng.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–
Жабрица порезниковая (*Seseli libanotis* (L.) W.D.J. Koch)	–	–	–	–	5	–	5	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Кадения сомнительная (*Kadenia dubia* (Schkuhr) Lavrova & V.N. Tikhom.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–
Китагавия байкальская (*Kitagawia baicalensis* (I. Redowsky ex Willd.) Pimenov)	–	20	25	15	–	5	5	5	–	–	–	–	–
Толстянковые (*Crassulaceae*)													
Горноколосник колючий (*Orostachys spinosa* (L.) C.A. Mey.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–
Очитник обыкновенный (*Hylotelephium telephium* (L.) H. Ohba)	–	–	–	–	–	–	–	5	5	–	–	–	–
Хвощовые (*Equisetaceae*)													
Хвощ зимующий (*Equisetum hyemale* L.)	–	5	5	5	–	5	–	15	5	–	10	5	30
Яснотковые (*Lamiaceae*)													
Змееголовник поникающий (*Dracocephalum nutans* L.)	50	65	5	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–
Зопник клубненосный (*Phlomoides tuberosa* (L.) Moench)	–	–	–	–	5	–	–	5	5	–	–	–	–
Шалфей остепненный (*Salvia tesquicola* Klokov & Pobed.)	–	–	–	–	30	–	–	–	–	–	–	–	–

Приложение 25

Встречаемость видов ЖНП в условиях типа леса СВБ, %

Видовое название	Номер пробной площади				
	Р7	Р8	Р9	162	161
	Контроль			Естественный сосняк, 78 лет	Лесные культуры, 72 года
1	2	3	4	5	6
Астровые (*Asteraceae*)					
Бодяк разнолистный (*Cirsium heterophyllum* (L.) Hill))	–	5	–	–	–
Бодяк седой (*Cirsium incanum* (S.G. Gmel.) Fisch.)	–	30	20	10	–
Бузульник сибирский (*Ligularia sibirica* Cass.)	–	–	–	15	–
Девясил иволистный (*Inula salicina* L.)	–	–	5	5	–
Золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.)	–	–	–	10	5
Козелец мечелистный (*Scorzonera ensifolia* M. Bieb.)	–	5	–	–	–
Крестовник Якова (*Senecio jacobaea* L.)	–	5	10	–	5
Мелколепестник едкий (*Erigeron acris* L.)	–	15	–	–	–
Наголовatка васильковая (*Jurinea cyanoides* (L.) Rchb.)	5	20	–	–	5
Одуванчик бессарабский (*Taraxacum erythrospermum* Andrz. ex Besser)	–	–	–	–	5
Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.)	–	15	20	–	–
Осот полевой (*Sonchus arvensis* L.)	–	5	–	–	–
Пижма лекарственная (*Tanacetum vulgare* L.)	–	5	–	–	–
Полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Jacq.)	–	–	–	–	5
Полынь лечебная (*Artemisia abrotanum* L.)	–	15	–	5	–
Полынь полевая (*Artemisia campestris* L.)	20	–	–	–	5
Полынь рассеченная (*Artemisia laciniata* Willd.)	–	–	10	10	–
Полынь холодная (*Artemisia frigida* Willd.)	5	–	–	–	15
Полынь эстрагон (*Artemisia dracunculus* L.)	15	25	25	–	–

Продолжение прилож. 25

1	2	3	4	5	6
Тысячелистник азиатский (*Achillea asiatica* Serg.)	10	60	15	–	–
Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.)	35	30	20	5	–
Чертополох поникающий (*Carduus nutans* L.)	–	5	–	–	–
Ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.)	–	–	45	35	–
Ястребинка нитевиднолистная (*Hieracium filifolium* Üksip)	–	–	–	–	5
Бобовые (*Fabaceae*)					
Горошек заборный (*Vicia sepium* L.	–	–	5	–	–
Горошек мышиный (*Vicia cracca* L.)	–	–	65	10	–
Горошек тонколистный (*Vicia tenuifolia* Roth)	–	25	–	–	–
Клевер люпиновидный (*Trifolium lupinaster* L.)	–	–	–	5	–
Люцерна серповидная (*Medicago falcata* L.)	25	85	10	10	10
Солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.)	–	30	–	–	–
Солодка уральская (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC.)	–	–	5	5	–
Чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.)	–	–	15	–	–
Бурачниковые (*Boraginaceae*)					
Окопник лекарственный (*Symphytum officinale* L.)	–	–	–	10	–
Синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.)	5	55	–	–	5
Валериановые (*Valerianaceae*)					
Валериана сомнительная (*Valeriana dubia* Bunge)	–	–	–	10	–
Вересковые (*Ericaceae*)					
Ортилия однобокая (*Orthilia secunda* (L.) House)	–	–	–	15	–
Гвоздиковые (*Caryophyllaceae*)					
Грыжник голый (*Herniaria glabra* L.)	–	–	–	–	5
Дрема белая (*Melandrium album* (Mill.) Garcke)	15	10	10	–	5
Качим метельчатый (*Gypsophila paniculata* L.)	5	–	–	–	–
Песчанка уральская (*Arenaria uralensis* Pall. ex Spreng.)	–	15	–	–	–
Смолевка днепровская (*Silene borysthenica* (Gruner) Walters)	5	5	–	–	–

Продолжение прилож. 25

1	2	3	4	5	6
Смолевка поникающая (*Silene nutans* L.)	–	–	5	–	–
Хлопушка обыкновенная (*Oberna behen* (L.) Ikonn.)	–	–	–	–	5
Гераниевые (*Geraniaceae*)					
Герань холмовая (*Geranium collinum* Stephan ex Willd.)	–	–	30	15	–
Гречишные (*Polygonaceae*)					
Щавелек обыкновенный (*Rumex acetosella* L.)	5	–	–	–	–
Зверобойные (*Hypericaceae*)					
Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.)	–	–	5	–	–
Ирисовые (*Iridaceae*)					
Ирис сибирский (*Iris sibirica* L.)	–	5	20	–	–
Капустные (*Brassicaceae*)					
Желтушник седеющий (*Erysimum canescens* Roth)	–	5	–	–	5
Икотник серо-зеленый (*Berteroa incana* (L.) DC.)	15	–	–	–	5
Колокольчиковые (*Campanulaceae*)					
Колокольчик сибирский (*Campanula sibirica* L.)	–	5	–	–	–
Крапивные (*Urticaceae*)					
Крапива двудомная (*Urtica dioica* L.)	–	–	10	–	–
Луковые (*Alliaceae*)					
Лук поникающий (*Allium nutans* L.)	15	–	–	–	–
Лютиковые (*Ranunculaceae*)					
Борец северный (*Aconitum septentrionale* Koelle)	–	5	–	–	–
Василисник придатковый (*Thalictrum appendiculatum* C.A. Mey.)	5	–	15	–	–
Василистник малый (*Thalictrum minus* L.)	–	10	50	–	–
Василистник простой (*Thalictrum simplex* L.	5	–	5	15	–
Ветреница лесная (*Anemone sylvestris* L.)	–	–	40	70	–
Прострел раскрытый (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.)	–	–	5	–	–
Мальвовые (*Malvaceae*)					
Хатьма тюрингенская (*Malva thuringiaca* (L.) Vis.)	–	10	–	–	–

Продолжение прилож. 25

1	2	3	4	5	6
Маревые (*Chenopodiaceae*)					
Марь белая (*Chenopodium album* L.)	–	–	–	–	5
Мареновые (*Rubiaceae*)					
Подмаренник настоящий (*Galium verum* L.)	–	5	65	45	–
Молочайные (*Euphorbiaceae*)					
Молочай солнцегляд (*Euphorbia helioscopia* L.)	–	–	–	5	–
Мятликовые (*Poaceae*)					
Вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth)	70	90	60	35	–
Вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth)	20	10	15	–	30
Змеевка растопыренная (*Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng)	–	15	–	–	10
Ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.)	–	–	–	–	25
Ковыль перистый (*Stipa pennata* L.)	15	5	–	–	–
Ковыль уклоняющийся (*Stipa anomala* P.A. Smirn.)	20	–	15	5	15
Кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub)	–	–	15	40	15
Мятлик луговой (*Poa pratensis* L.)	75	45	75	10	20
Мятлик обыкновенный (*Poa trivialis* L.)	10	–	5	–	–
Овсяница валлисская (*Festuca valesiaca* Gaudin)	10	20	25	30	10
Овсяница песколюбивая (*Festuca psammophila* (Hack. ex Celak.) Fritsch)	20	5	–	–	10
Пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski)	–	5	–	–	10
Пырейник высокий (*Elymus excelsus* Turcz. ex Griseb.)	–	5	15	50	–
Тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.)	–	–	–	–	5
Тимофеевка степная (*Phleum phleoides* (L.) H. Karst.)	–	–	–	–	10
Тонконог сизый (*Koeleria glauca* (Spreng.) DC.)	–	–	–	–	5
Тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.)	–	–	25	–	–
Норичниковые (*Scrophulariaceae*)					
Вероника длиннолистная (*Veronica longifolia* L.)	–	–	5	–	–
Вероника колосистая (*Veronica spicata* L.)	25	–	10	–	20

Продолжение прилож. 25

1	2	3	4	5	6
Коровяк обыкновенный (*Verbascum thapsus* L.)	–	5	–	–	–
Льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.)	5	–	5	5	–
Очанка прямая (*Euphrasia stricta* D. Wolff ex J.F. Lehm.)	–	10	–	–	–
Погремок малый (*Rhinanthus minor* L.)	–	–	10	–	–
Орхидные (*Orchidaceae*)					
Дремлик зимовниковый (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz)	–	–	–	15	–
Любка двулистная (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.)	–	–	–	10	–
Осоковые (*Cyperaceae*)					
Осока верещатниковая (*Carex ericetorum* Poll.)	5	–	–	–	–
Осока приземистая (*Carex supina* Willd. ex Wahlenb.)	45	–	–	–	50
Подорожниковые (*Plantaginaceae*)					
Подорожник большой (*Plantago major* L.)	–	15	–	–	–
Подорожник Урвилла (*Plantago urvillei* Opiz)	–	25	–	10	–
Розоцветные (*Rosaceae*)					
Земляника зеленая (*Fragaria viridis* Weston)	5	10	–	–	–
Кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.)	–	–	5	10	–
Лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.)	–	–	10	–	–
Лапчатка вильчатая (*Potentilla bifurca* L.)	–	10	–	–	–
Лапчатка серебристая (*Potentilla argentea* L.)	30	–	5	–	–
Сельдерейные (*Apiaceae*)					
Борщевик сибирский (*Heracleum sibiricum* L.)	–	–	25	–	–
Горичник Морисона (*Peucedanum morisonii* Besser ex Spreng.)	80	–	10	10	–
Дудник лесной (*Angelica sylvestris* L.)	–	–	5	–	–
Жабрица порезниковая (*Seseli libanotis* (L.) W.D.J. Koch)	–	5	–	–	–
Кадения сомнительная (*Kadenia dubia* (Schkuhr) Lavrova & V.N. Tikhom.)	–	–	–	10	5

Окончание прилож. 25

1	2	3	4	5	6
Китагавия байкальская (*Kitagawia baicalensis* (I. Redowsky ex Willd.) Pimenov)	–	–	5	–	5
Пустореберник Фишера (*Cenolophium fischeri* (Spreng.) W.D.J. Koch)	–	–	10	–	–
Спаржевые (*Asparagaceae*)					
Спаржа лекарственная (*Asparagus officinalis* L.)	–	10	–	–	–
Толстянковые (*Crassulaceae*)					
Очитник обыкновенный (*Hylotelephium telephium* (L.) H. Ohba)	–	–	5	–	5
Хвощовые (*Equisetaceae*)					
Хвощ зимующий (*Equisetum hyemale* L.)	–	–	–	5	10
Яснотковые (*Lamiaceae*)					
Змееголовник поникающий (*Dracocephalum nutans* L.)	30	25	–	–	5
Зопник клубненосный (*Phlomoides tuberosa* (L.) Moench)	20	–	5	–	–
Чистец болотный (*Stachys palustris* L.)	–	–	5	–	–

Приложение 26

Распределение проективного покрытия видов ЖНП по эколого-ценотическим группам в зависимости от классов возраста древостоев в самоизреживающихся естественных сосняках типа леса СБП

Эколого-ценотическая группа	Контроль	Класс возраста древостоя				
		II	III	VI	V	VI
Лесной компонент						
Лесная	0,60	0,65	–	0,50	0,50	2,40
Опушечно-лесная	2,38	2,40	–	0,50	0,10	0,50
Всего лесная	2,98	3,05	–	1,00	0,60	2,90
Луговой компонент						
Луговая	0,22	0,87	–	0,15	–	–
Опушечно-луговая	0,78	0,47	0,20	0,23	–	–
Всего луговая	1,00	1,33	0,20	0,38	–	–
Степной компонент						
Степная	34,82	21,35	5,80	2,32	2,13	4,02
Лугово-степная	7,67	3,07	0,60	0,52	0,25	0,38
Опушечно-степная	8,28	2,68	–	1,50	–	–
Опушечно-лугово-степная	2,82	3,20	4,40	0,82	0,05	0,55
Всего степная	53,58	30,29	10,80	5,15	2,43	4,95
Болотный компонент						
Прибрежно-болотная	–	0,50	–	–	0,10	–
Всего болотная	–	0,50	–	–	0,10	–
Синантропный компонент						
Сорная	1,28	–	0,15	–	–	–
Всего синантропная	1,28	–	0,15	–	–	–
Итого все группы	58,84	35,18	11,15	6,53	3,13	7,85

Приложение 27

Распределение проективного покрытия видов ЖНП по эколого-ценотическим группам в зависимости от классов возраста древостоев в самоизреживающихся искусственных сосняках типа леса СБП

Эколого-ценотическая группа	Контроль	Класс возраста древостоя				
		I	II	III	IV	V
Лесной компонент						
Лесная	0,60	–	0,85	0,39	–	–
Опушечно-лесная	2,38	1,22	1,10	0,34	–	–
Всего лесной компонент	2,98	1,22	1,95	0,73	–	–
Луговой компонент						
Луговая	0,22	0,33	0,13	0,37	–	–
Опушечно-луговая	0,78	2,58	0,63	0,15	0,10	–
Всего луговой компонент	1,00	2,91	0,75	0,52	0,10	–
Степной компонент						
Степная	34,82	40,15	30,82	2,48	2,07	1,77
Лугово-степная	7,67	9,20	5,62	0,91	0,47	0,24
Опушечно-степная	8,28	7,73	0,82	1,85	–	–
Опушечно-лугово-степная	2,82	5,90	3,52	1,05	0,67	0,25
Всего степной компонент	53,58	62,98	40,77	6,29	3,20	2,25
Болотный компонент						
Прибрежно-болотная	–	–	0,45	–	–	–
Всего болотный компонент	–	–	0,45	–	–	–
Синантропный компонент						
Сорная	1,28	1,73	0,13	–	–	–
Всего синантропный компонент	1,28	1,73	0,13	–	–	–
Итого все группы	58,84	68,84	44,04	7,53	3,30	2,25

Приложение 28

Распределение проективного покрытия видов ЖНП по эколого-ценотическим группам в зависимости от классов возраста древостоев в самоизреживающихся естественных сосняках типа леса СВБ

Эколого-ценотическая группа	Контроль	Класс возраста древостоя				
		II	III	VI	V	VI
Лесной компонент						
Лесная	0,38	0,10	1,18	3,18	7,63	8,55
Опушечно-лесная	7,52	1,00	1,20	1,30	2,55	1,08
Всего лесной компонент	7,89	1,10	2,38	4,48	10,18	9,63
Луговой компонент						
Луговая	5,30	1,65	2,18	0,40	1,25	0,68
Опушечно-луговая	1,72	0,90	1,08	1,58	4,05	1,55
Всего луговой компонент	7,02	2,55	3,25	1,98	5,30	2,23
Степной компонент						
Степная	23,17	27,65	8,90	11,13	14,90	5,70
Лугово-степная	29,02	3,75	1,20	1,78	5,50	0,78
Опушечно-степная	4,80	1,20	0,25	–	0,15	1,28
Опушечно-лугово-степная	7,78	3,15	3,35	5,78	4,25	3,92
Всего степной компонент	64,77	35,75	13,70	18,70	24,80	11,67
Болотный компонент						
Прибрежно-болотная	2,25	–	0,35	1,43	0,70	1,18
Всего болотный компонент	2,25	–	0,35	1,43	0,70	1,18
Синантропный компонент						
Сорная	6,73	0,70	–	0,60	0,85	2,50
Всего синантропный компонент	6,73	0,70	–	0,60	0,85	2,50
Итого все группы	88,66	40,10	19,68	27,18	41,83	27,19

Приложение 29

Распределение проективного покрытия видов ЖНП по эколого-ценотическим группам в зависимости от классов возраста древостоев в самоизреживающихся искусственных сосняках типа леса СВБ

Эколого-ценотическая группа	Контроль	Класс возраста древостоя			
		II	III	VI	V
Лесной компонент					
Лесная	0,38	0,38	0,93	0,68	2,28
Опушечно-лесная	7,52	1,15	1,90	1,83	0,63
Всего лесной компонент	7,89	1,53	2,83	2,52	2,90
Луговой компонент					
Луговая	5,30	2,45	2,05	2,55	1,38
Опушечно-луговая	1,72	0,47	1,50	1,52	-
Всего луговой компонент	7,02	2,92	3,55	4,07	1,38
Степной компонент					
Степная	23,17	14,90	19,55	9,62	18,95
Лугово-степная	29,02	5,97	6,48	3,62	0,70
Опушечно-степная	4,80	6,73	0,75	–	–
Опушечно-лугово-степная	7,78	3,07	4,95	3,38	2,23
Всего степной компонент	64,77	30,66	31,73	16,61	21,88
Болотный компонент					
Прибрежно-болотная	2,25	0,68	0,25	0,28	0,35
Всего болотный компонент	2,25	0,68	0,25	0,28	0,35
Синантропный компонент					
Сорная	6,73	2,40	2,15	4,48	0,35
Всего синантропный компонент	6,73	2,40	2,15	4,48	0,35
Итого все группы	88,66	38,18	40,50	27,95	26,85

Приложение 30

Распределение проективного покрытия видов ЖНП по эколого-ценотическим группам в самоизреживающихся сосновых насаждениях типа леса ТРБ

Эколого-ценотическая группа	Контроль	Естественный сосняк, 78 лет	Лесные культуры, 72 года
Лесной компонент			
Лесная	–	1,75	0,70
Опушечно-лесная	4,15	3,50	2,60
Всего лесной компонент	4,15	5,25	3,30
Луговой компонент			
Луговая	16,72	22,25	7,60
Опушечно-луговая	15,38	26,05	0,75
Всего луговой компонент	32,11	48,30	8,35
Степной компонент			
Степная	16,26	8,00	25,00
Лугово-степная	18,32	5,15	4,85
Опушечно-степная	2,28	0,75	4,50
Опушечно-лугово-степная	18,41	10,00	
Всего степной компонент	55,27	23,90	34,35
Болотный компонент			
Прибрежно-болотная	2,86	2,35	–
Всего болотный компонент	2,86	2,35	–
Синантропный компонент			
Сорная	5,62	1,75	2,15
Всего синантропный компонент	5,62	1,75	2,15
Итого все группы	100,0	81,55	48,15

Приложение 31

Коэффициенты Серенсена для видового состава ЖНП естественных сосняков и контрольных участков типа леса СБП

№ ПП	Р1	Р2	Р3	62	67	73	70	71	74	69	82	83	60	86	64	66	68
Р1	**1,00**	**0,75**	**0,63**	**0,65**	**0,59**	**0,59**	0,20	**0,49**	0,14	**0,51**	**0,46**	0,36	0,27	0,21	**0,47**	0,31	0,14
Р2	**0,75**	**1,00**	**0,60**	**0,63**	**0,56**	**0,60**	0,21	**0,50**	0,15	**0,53**	**0,47**	0,38	0,28	0,21	0,42	0,32	0,21
Р3	**0,63**	**0,60**	**1,00**	**0,51**	**0,56**	**0,50**	0,28	0,33	0,07	0,42	0,41	0,44	0,28	0,21	0,42	0,39	0,14
62	**0,65**	**0,63**	**0,51**	**1,00**	**0,68**	**0,59**	0,27	0,43	0,07	0,41	**0,46**	0,36	0,32	0,21	0,41	0,31	0,14
67	**0,59**	**0,56**	**0,56**	**0,68**	**1,00**	**0,79**	0,27	**0,48**	0,10	**0,52**	**0,59**	0,40	0,34	0,29	**0,62**	0,42	0,19
73	**0,59**	**0,60**	**0,50**	**0,59**	**0,79**	**1,00**	0,32	**0,62**	0,12	**0,57**	**0,67**	0,45	**0,46**	0,33	**0,70**	**0,48**	0,33
70	0,20	0,21	0,28	0,27	0,27	0,32	**1,00**	0,40	0,33	0,35	**0,46**	**0,73**	0,40	**0,57**	**0,50**	**0,80**	0,29
71	**0,49**	**0,50**	0,33	0,43	**0,48**	**0,62**	0,40	**1,00**	0,15	0,42	**0,60**	**0,56**	0,36	0,43	**0,53**	**0,59**	0,29
74	0,14	0,15	0,07	0,07	0,10	0,12	0,33	0,15	**1,00**	0,13	0,18	0,22	0,00	0,40	0,20	0,25	0,00
69	**0,51**	**0,53**	0,42	0,41	**0,52**	**0,57**	0,35	0,42	0,13	**1,00**	**0,64**	**0,50**	0,42	0,38	**0,57**	**0,53**	0,38
82	**0,46**	**0,47**	0,41	**0,46**	**0,59**	**0,67**	**0,46**	**0,60**	0,18	**0,64**	**1,00**	**0,63**	0,40	**0,50**	**0,59**	**0,67**	0,33
83	0,36	0,38	0,44	0,36	0,40	0,45	**0,73**	**0,56**	0,22	**0,50**	**0,63**	**1,00**	**0,56**	**0,60**	**0,67**	**0,92**	0,40
60	0,27	0,28	0,28	0,32	0,34	**0,46**	0,40	0,36	0,00	0,42	0,40	**0,56**	**1,00**	0,29	**0,53**	**0,59**	0,43
86	0,21	0,21	0,21	0,21	0,29	0,33	**0,57**	0,43	0,40	0,38	**0,50**	**0,60**	0,29	**1,00**	**0,55**	**0,67**	**0,67**
64	**0,47**	0,42	0,42	0,41	**0,62**	**0,70**	**0,50**	**0,53**	0,20	**0,57**	**0,59**	**0,67**	**0,53**	**0,55**	**1,00**	**0,71**	0,36
66	0,31	0,32	0,39	0,31	0,42	**0,48**	**0,80**	**0,59**	0,25	**0,53**	**0,67**	**0,92**	**0,59**	**0,67**	**0,71**	**1,00**	0,44
68	0,14	0,21	0,14	0,14	0,19	0,33	0,29	0,29	0,00	0,38	0,33	0,40	0,43	**0,67**	0,36	0,44	**1,00**

Примечание: полужирным шрифтом выделены значения коэффициента Серенсена, соответствующие высокой и очень высокой степени общности состава ЖНП (здесь и далее в приложениях 32–35).

Приложение 32

Коэффициенты Серенсена для видового состава ЖНП лесных культур и контрольных участков типа леса СБП

№ ПП	Р1	Р2	Р3	150	158	159	32	40	56	46	47	48	99	34	35	36	17	26	50
Р1	**1,00**	**0,75**	**0,63**	**0,65**	**0,68**	**0,70**	**0,62**	**0,51**	**0,72**	**0,47**	**0,54**	**0,51**	0,41	0,32	0,42	0,27	0,27	0,32	0,32
Р2	**0,75**	**1,00**	**0,60**	**0,59**	**0,65**	**0,68**	**0,55**	**0,52**	**0,52**	**0,54**	0,44	**0,47**	**0,48**	0,33	0,44	0,28	0,28	0,33	0,33
Р3	**0,63**	**0,60**	**1,00**	**0,63**	**0,69**	**0,61**	**0,59**	**0,48**	**0,57**	**0,49**	0,44	**0,47**	0,36	0,33	0,44	0,28	0,28	0,33	0,33
150	**0,65**	**0,59**	**0,63**	**1,00**	**0,79**	**0,84**	**0,58**	**0,51**	**0,60**	0,37	0,43	**0,46**	0,24	0,26	0,36	0,20	0,20	0,26	0,26
158	**0,68**	**0,65**	**0,69**	**0,79**	**1,00**	**0,85**	**0,57**	**0,55**	**0,55**	0,43	0,44	**0,47**	0,32	0,29	0,38	0,24	0,24	0,29	0,29
159	**0,70**	**0,68**	**0,61**	**0,84**	**0,85**	**1,00**	**0,52**	**0,50**	**0,54**	0,37	0,38	0,41	0,26	0,22	0,32	0,17	0,17	0,22	0,22
32	**0,62**	**0,55**	**0,59**	**0,58**	**0,57**	**0,52**	**1,00**	**0,59**	**0,60**	**0,52**	**0,47**	**0,56**	0,37	0,42	0,38	0,35	0,35	0,42	0,42
40	**0,51**	**0,52**	**0,48**	**0,51**	**0,55**	**0,50**	**0,59**	**1,00**	**0,57**	**0,49**	0,33	**0,47**	0,42	0,33	0,31	0,28	0,28	0,33	0,33
56	**0,72**	**0,52**	**0,57**	**0,60**	**0,55**	**0,54**	**0,60**	**0,57**	**1,00**	0,42	**0,50**	**0,47**	0,28	0,38	**0,50**	0,32	0,32	0,38	0,38
46	**0,47**	**0,54**	**0,49**	0,37	0,43	0,37	**0,52**	**0,49**	0,42	**1,00**	**0,61**	**0,80**	**0,60**	**0,59**	**0,53**	**0,50**	**0,50**	**0,59**	**0,59**
47	**0,54**	0,44	0,44	0,43	0,44	0,38	**0,47**	0,33	**0,50**	**0,61**	**1,00**	**0,75**	**0,53**	**0,50**	**0,56**	**0,53**	0,40	0,50	**0,50**
48	**0,51**	**0,47**	**0,47**	**0,46**	**0,47**	0,41	**0,56**	**0,47**	**0,47**	**0,80**	**0,75**	**1,00**	**0,57**	**0,56**	**0,50**	**0,47**	**0,47**	**0,56**	**0,56**
99	0,41	**0,48**	0,36	0,24	0,32	0,26	0,37	0,42	0,28	**0,60**	**0,53**	**0,57**	**1,00**	**0,62**	**0,53**	**0,67**	**0,50**	**0,62**	**0,62**
34	0,32	0,33	0,33	0,26	0,29	0,22	0,42	0,33	0,38	**0,59**	**0,50**	**0,56**	**0,62**	**1,00**	**0,83**	**0,89**	**0,89**	**1,00**	**1,00**
35	0,42	0,44	0,44	0,36	0,38	0,32	0,38	0,31	**0,50**	**0,53**	**0,56**	**0,50**	**0,53**	**0,83**	**1,00**	**0,73**	**0,73**	**0,83**	**0,83**
36	0,27	0,28	0,28	0,20	0,24	0,17	0,35	0,28	0,32	**0,50**	**0,53**	**0,47**	**0,67**	**0,89**	**0,73**	**1,00**	**0,75**	**0,89**	**0,89**
17	0,27	0,28	0,28	0,20	0,24	0,17	0,35	0,28	0,32	**0,50**	0,40	**0,47**	**0,50**	**0,89**	**0,73**	**0,75**	**1,00**	**0,89**	**0,89**
26	0,32	0,33	0,33	0,26	0,29	0,22	0,42	0,33	0,38	**0,59**	**0,50**	**0,56**	**0,62**	**1,00**	**0,83**	**0,89**	**0,89**	**1,00**	**1,00**
50	0,32	0,33	0,33	0,26	0,29	0,22	0,42	0,33	0,38	**0,59**	**0,50**	**0,56**	**0,62**	**1,00**	**0,83**	**0,89**	**0,89**	**1,00**	**1,00**

Приложение 33

Коэффициенты Серенсена для видового состава ЖНП естественных сосняков и контрольных участков типа леса СВБ

№ ПП	Р4	Р5	Р6	94	111	116	98	100	101	103	104	118	96	106	117
Р4	**1,00**	**0,49**	**0,46**	**0,51**	0,36	0,41	0,23	0,30	0,22	0,37	0,26	0,23	0,19	0,24	0,25
Р5	**0,49**	**1,00**	**0,61**	**0,55**	0,41	**0,54**	0,15	0,26	0,38	0,31	0,37	0,25	0,34	0,40	0,38
Р6	**0,46**	**0,61**	**1,00**	**0,49**	0,31	**0,46**	0,18	0,24	0,18	0,29	0,22	0,19	0,26	0,30	0,21
94	**0,51**	**0,55**	**0,49**	**1,00**	**0,51**	**0,53**	0,30	0,22	0,26	0,31	0,24	0,31	0,38	0,25	0,26
111	0,36	0,41	0,31	**0,51**	**1,00**	**0,52**	0,41	0,41	**0,48**	**0,50**	0,36	0,38	0,45	0,31	0,43
116	0,41	**0,54**	**0,46**	**0,53**	**0,52**	**1,00**	0,32	0,43	0,36	0,40	0,44	0,37	**0,48**	**0,51**	**0,50**
98	0,23	0,15	0,18	0,30	0,41	0,32	**1,00**	0,34	0,22	0,36	0,33	0,19	**0,63**	0,20	0,22
100	0,30	0,26	0,24	0,22	0,41	0,43	0,34	**1,00**	0,43	**0,46**	**0,46**	**0,51**	0,26	**0,53**	**0,48**
101	0,22	0,38	0,18	0,26	**0,48**	0,36	0,22	0,43	**1,00**	0,43	0,43	**0,58**	0,34	0,42	**0,55**
103	0,37	0,31	0,29	0,31	**0,50**	0,40	0,36	**0,46**	0,43	**1,00**	0,33	**0,47**	0,29	0,33	0,39
104	0,26	0,37	0,22	0,24	0,36	0,44	0,33	**0,46**	0,43	0,33	**1,00**	0,38	0,23	0,40	**0,59**
118	0,23	0,25	0,19	0,31	0,38	0,37	0,19	**0,51**	**0,58**	**0,47**	0,38	**1,00**	0,24	**0,50**	0,44
96	0,19	0,34	0,26	0,38	0,45	**0,48**	**0,63**	0,26	0,34	0,29	0,23	0,24	**1,00**	0,25	0,28
106	0,24	0,40	0,30	0,25	0,31	**0,51**	0,20	**0,53**	0,42	0,33	0,40	**0,50**	0,25	**1,00**	**0,51**
117	0,25	0,38	0,21	0,26	0,43	**0,50**	0,22	**0,48**	**0,55**	0,39	**0,59**	0,44	0,28	**0,51**	**1,00**

Приложение 34

Коэффициенты Серенсена для видового состава ЖНП лесных культур и контрольных участков типа леса СВБ

№ ПП	Р4	Р5	Р6	93	108	125	113	115	95	97	105	112	114
Р4	**1,00**	**0,49**	**0,46**	0,45	0,35	0,42	**0,63**	0,41	0,44	0,43	0,33	0,33	0,34
Р5	**0,49**	**1,00**	**0,61**	**0,48**	0,24	**0,48**	0,35	0,43	0,24	0,36	0,38	0,38	0,39
Р6	**0,46**	**0,61**	**1,00**	**0,51**	0,28	0,37	0,38	0,39	0,18	0,39	0,31	0,35	0,35
93	0,45	**0,48**	**0,51**	**1,00**	0,30	**0,54**	**0,48**	**0,47**	0,40	0,23	0,39	**0,49**	0,45
108	0,35	0,24	0,28	0,30	**1,00**	0,32	**0,56**	0,38	0,37	0,38	0,40	0,32	0,33
125	0,42	**0,48**	0,37	**0,54**	0,32	**1,00**	0,44	0,39	0,44	0,32	**0,59**	**0,59**	**0,61**
113	**0,63**	0,35	0,38	**0,48**	**0,56**	0,44	**1,00**	0,42	0,39	0,39	0,27	0,38	0,35
115	0,41	0,43	0,39	**0,47**	0,38	0,39	0,42	**1,00**	**0,46**	0,25	0,41	0,36	0,37
95	0,44	0,24	0,18	0,40	0,37	0,44	0,39	**0,46**	**1,00**	0,30	**0,53**	0,41	0,42
97	0,43	0,36	0,39	0,23	0,38	0,32	0,39	0,25	0,30	**1,00**	0,33	0,29	0,29
105	0,33	0,38	0,31	0,39	0,40	**0,59**	0,27	0,41	**0,53**	0,33	**1,00**	**0,53**	**0,69**
112	0,33	0,38	0,35	**0,49**	0,32	**0,59**	0,38	0,36	0,41	0,29	**0,53**	**1,00**	**0,76**
114	0,34	0,39	0,35	0,45	0,33	**0,61**	0,35	0,37	0,42	0,29	**0,69**	**0,76**	**1,00**

Приложение 35

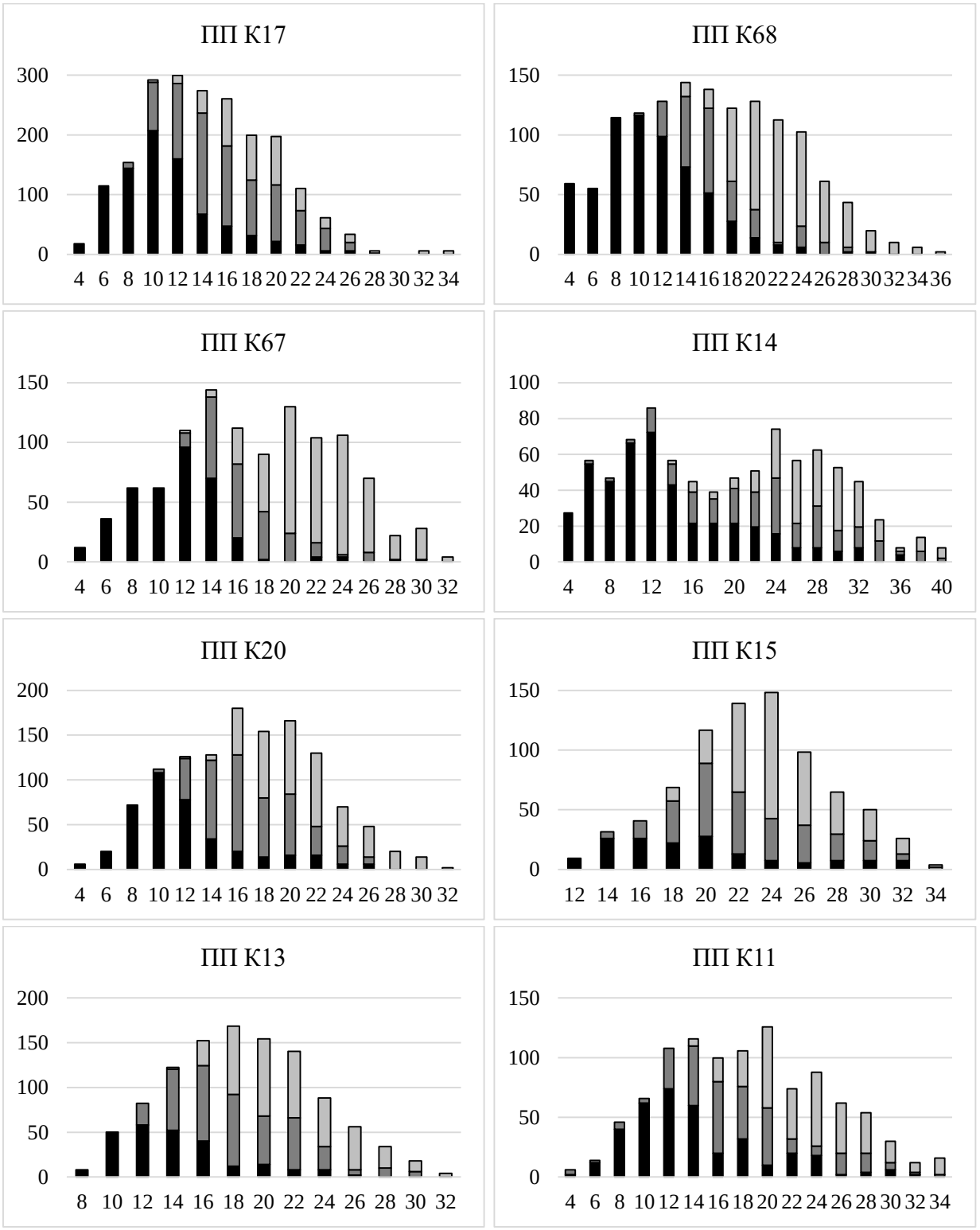
Коэффициенты Серенсена для видового состава ЖНП сосняков IV класса возраста (СВБ, ТРБ) и контрольных участков (СБП, СВБ, ТРБ)

№ ПП	Контроль, СБП			Контроль, СВБ			Контроль, ТРБ			Насаждение, СВБ						Насаждение, ТРБ	
	Р1	Р2	Р3	Р4	Р5	Р6	Р7	Р8	Р9	95	97	98	100	101	105	161	162
Р1	**1,00**	**0,75**	**0,63**	0,42	**0,66**	**0,54**	0,34	0,22	0,18	0,27	0,30	0,30	0,21	0,13	0,39	0,39	0,13
Р2	**0,75**	**1,00**	**0,60**	0,37	**0,53**	0,45	0,34	0,17	0,16	0,32	0,27	0,31	0,26	0,18	0,45	0,37	0,20
Р3	**0,63**	**0,60**	**1,00**	0,37	0,39	0,39	0,31	0,11	0,19	0,27	0,24	0,31	0,21	0,13	0,35	0,37	0,14
Р4	0,42	0,37	0,37	**1,00**	**0,49**	**0,46**	**0,51**	0,40	0,32	0,44	0,43	0,23	0,30	0,22	0,33	**0,50**	0,15
Р5	**0,66**	**0,53**	0,39	**0,49**	**1,00**	**0,61**	0,37	0,33	0,20	0,24	0,36	0,15	0,26	0,38	0,38	**0,48**	0,21
Р6	**0,54**	0,45	0,39	**0,46**	**0,61**	**1,00**	0,37	0,34	0,30	0,18	0,39	0,18	0,24	0,18	0,31	0,42	0,25
Р7	0,34	0,34	0,31	**0,51**	0,37	0,37	**1,00**	0,41	0,43	0,35	0,39	0,25	0,29	0,26	0,33	0,44	0,27
Р8	0,22	0,17	0,11	0,40	0,33	0,34	0,41	**1,00**	0,33	0,15	0,28	0,08	0,24	0,12	0,13	0,32	0,25
Р9	0,18	0,16	0,19	0,32	0,20	0,30	0,43	0,33	**1,00**	0,29	0,36	0,18	0,33	0,26	0,25	0,26	**0,50**
95	0,27	0,32	0,27	0,44	0,24	0,18	0,35	0,15	0,29	**1,00**	0,30	0,38	0,39	0,36	**0,53**	0,37	0,19
97	0,30	0,27	0,24	0,43	0,36	0,39	0,39	0,28	0,36	0,30	**1,00**	0,20	0,39	0,37	0,33	0,32	0,41
98	0,30	0,31	0,31	0,23	0,15	0,18	0,25	0,08	0,18	0,38	0,20	**1,00**	0,34	0,22	0,45	0,14	0,20
100	0,21	0,26	0,21	0,30	0,26	0,24	0,29	0,24	0,33	0,39	0,39	0,34	**1,00**	0,43	0,38	0,18	0,32
101	0,13	0,18	0,13	0,22	0,38	0,18	0,26	0,12	0,26	0,36	0,37	0,22	0,43	**1,00**	**0,46**	0,29	0,30
105	0,39	0,45	0,35	0,33	0,38	0,31	0,33	0,13	0,25	**0,53**	0,33	0,45	0,38	**0,46**	**1,00**	0,28	0,24
161	0,39	0,37	0,37	**0,50**	**0,48**	0,42	0,44	0,32	0,26	0,37	0,32	0,14	0,18	0,29	0,28	**1,00**	0,23
162	0,13	0,20	0,14	0,15	0,21	0,25	0,27	0,25	**0,50**	0,19	0,41	0,20	0,32	0,30	0,24	0,23	**1,00**

Приложение 36

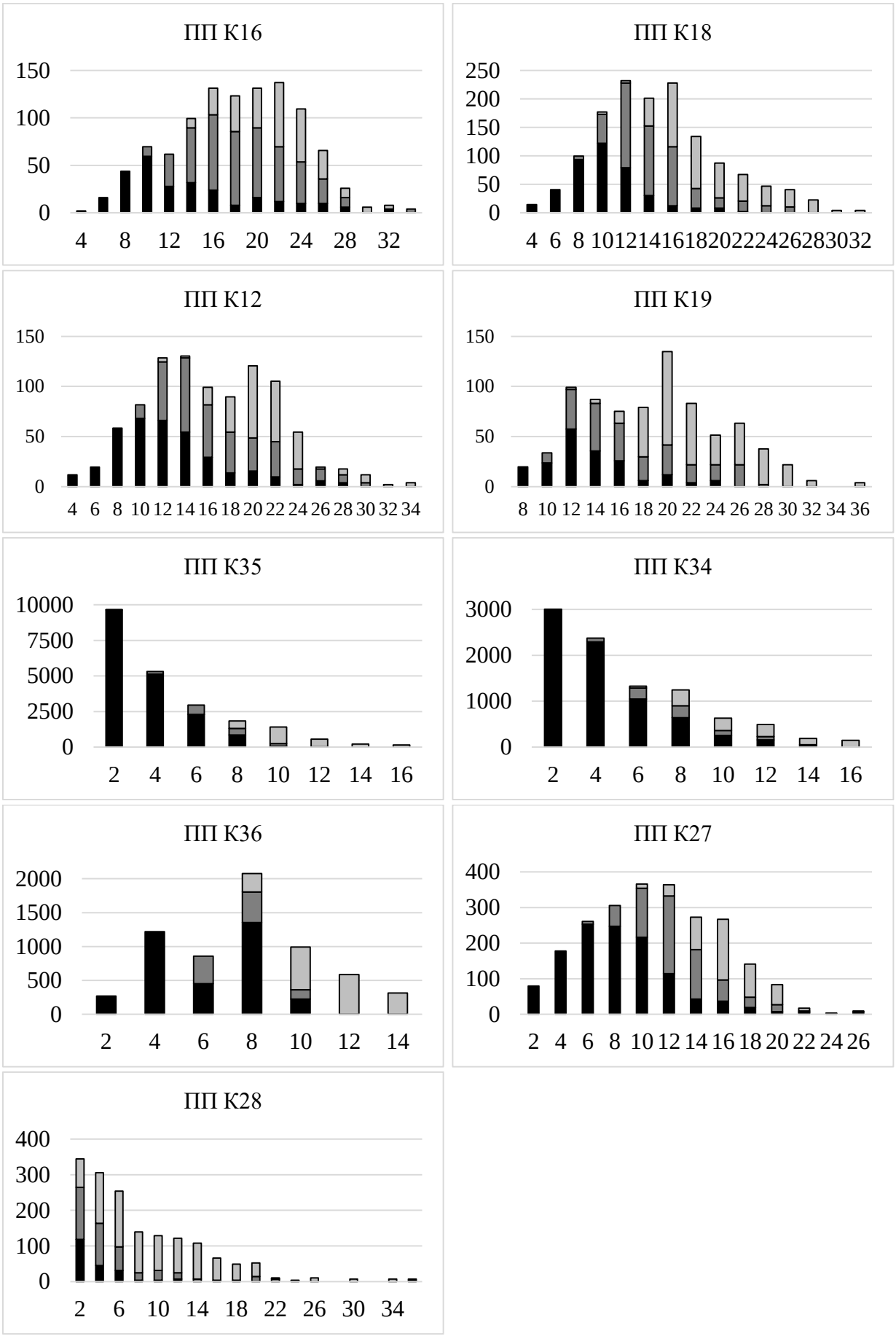
Распределение деревьев искусственного происхождения по ступеням толщины и категориям качества в искусственных сосняках, произрастающих в условиях типа леса СВБ, после проведения прореживаний

(ось X – ступень толщины, см; ось Y – количество деревьев, шт./га)



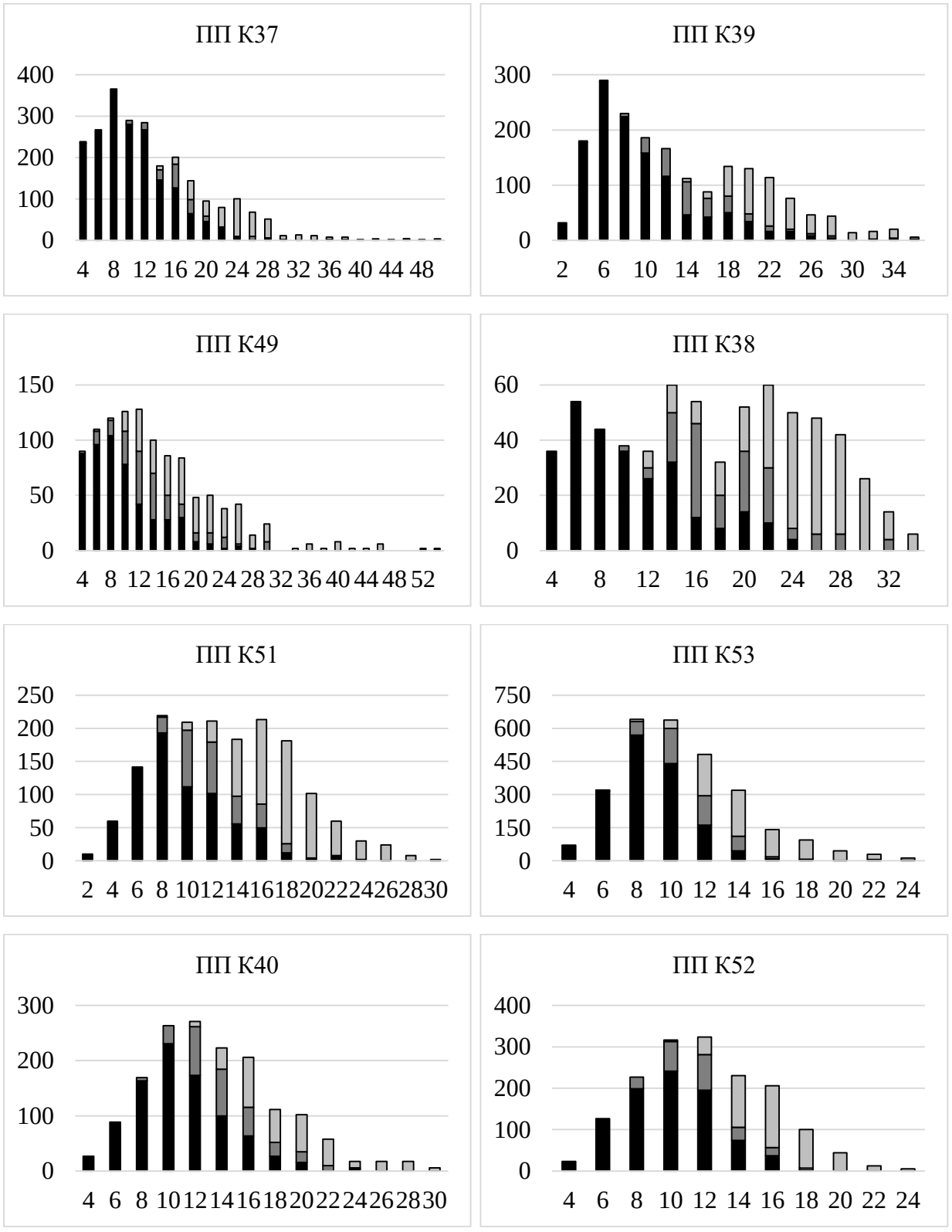
Условные обозначения (здесь и далее): ■ – плохое; ■ – среднее; □ – хорошее

Окончание прилож. 36



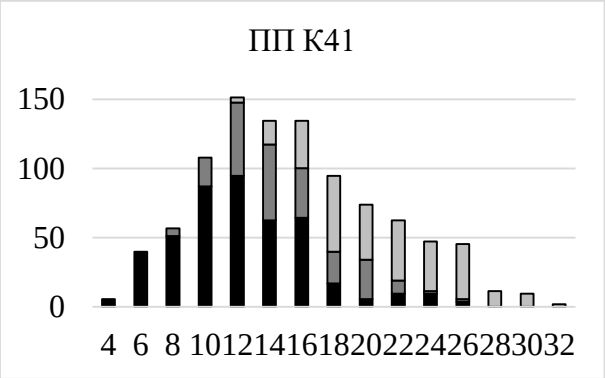
Приложение 37

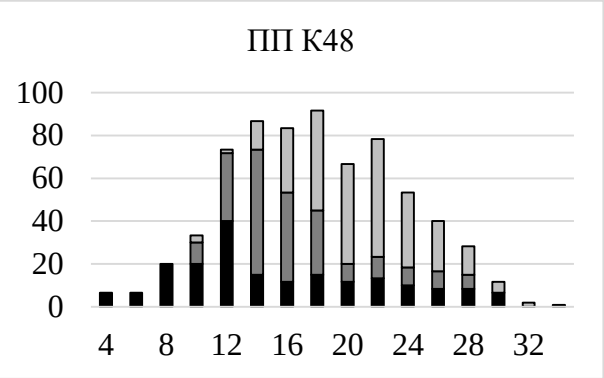
Распределение деревьев по ступеням толщины и категориям качества в естественных и искусственных сосняках после проведения проходных рубок (ось X – ступень толщины, см; ось Y – количество деревьев, шт./га)

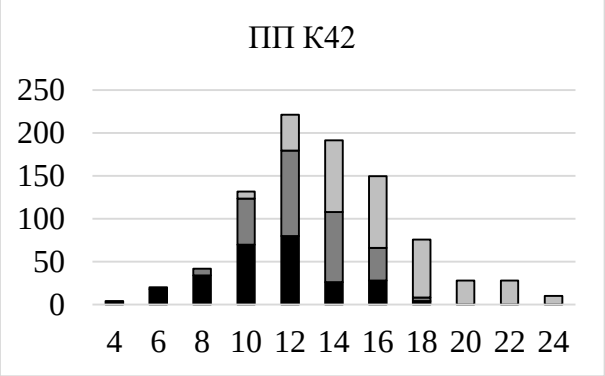


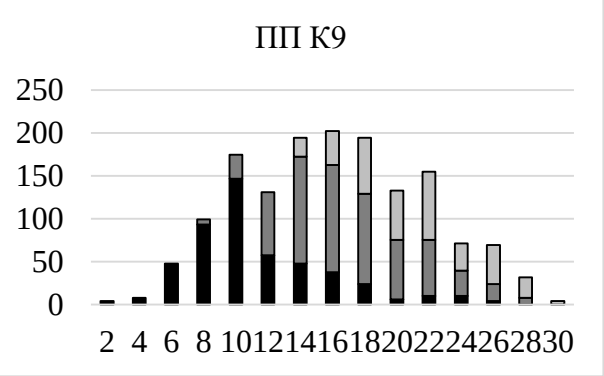
Условные обозначения (здесь и далее): ■ – плохое; ■ – среднее; □ – хорошее

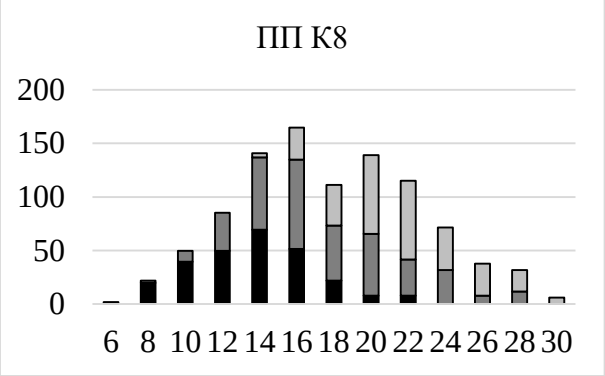
Окончание прилож. 37

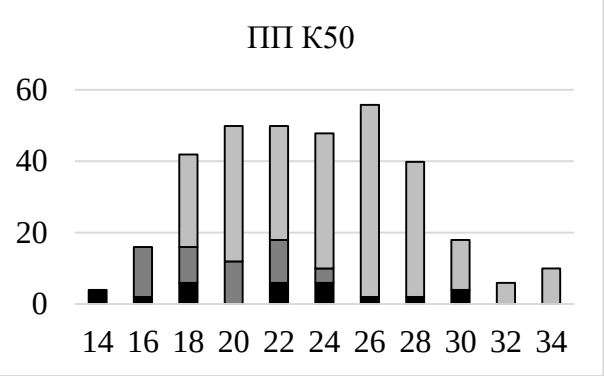












Приложение 38

Реконструированные таксационные показатели естественных сосновых древостоев, пройденных специализированными рубками ухода

№ ПП	Год, наличие рубки	Класс бонитета	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га	Полнота		Запас, $м^3$/га
				Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см		Абсолютная, $м^2$/га	Относительная	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Н9	2004, до ОБН	III	9С	110	23,0	28,5	333	21,2	0,58	233
			1С	71	11,4	12,6	174	2,2	0,09	17
		Итого:					507	23,4	0,67	250
	2004, после ОБН	III	9С	101	21,7	25,1	226	11,2	0,31	119
			1С	71	11,1	12,3	150	1,8	0,07	14
		Итого:					376	13	0,38	133
	2012, до ГВР	III	9С	109	22,8	28,0	226	13,9	0,39	150
			1С	79	13,5	14,7	150	2,5	0,10	21
			+С	15	4,7	4,4	24	0,0	0,0	0
		Итого:					400	16,4	0,49	171
	2012, после ГВР	III	9С	109	22,9	28,3	202	12,7	0,35	142
			1С	79	13,5	14,6	127	2,1	0,09	17
			+С	15	4,7	4,4	24	0,0	0,0	0
		Итого:					353	14,8	0,44	159
Н10	2004, до ОБН	III	10С	110	21,2	39,4	200	24,4	0,69	248
			+С	25	5,7	5,6	740	1,8	0,11	7
		Итого:					940	26,2	0,8	255
	2004, после ОБН	IV	10С	25	5,8	5,7	704	1,8	0,10	7
			ед.С	78	17,4	22,6	60	2,4	0,07	22
		Итого:					764	4,2	0,17	29
Н15	2005, до ОБН	IV	9С	131	21,0	35,5	244	24,1	0,72	256
			1С	92	12,0	13,4	178	2,5	0,10	17
			+С	25	6,4	5,8	583	1,6	0,09	7
		Итого:					1005	28,2	0,91	280

Продолжение прилож. 38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Н15	2005, после ОБН	IV	7С	131	20,3	31,2	89	6,8	0,20	71
			2С	92	11,9	13,2	172	2,4	0,09	16
			1С	25	6,4	5,8	528	1,4	0,08	6
		Итого:					789	10,6	0,37	93
Н16	2005, до ОБН	III	10С	113	22,5	31,6	377	29,6	0,81	315
			+С	26	6,4	5,9	171	0,4	0,03	2
		Итого:					548	30	0,84	317
	2005, после ОБН	III	10С	113	21,6	29,5	223	15,2	0,42	160
			+С	26	6,4	5,9	163	0,4	0,03	2
		Итого:					386	15,6	0,45	162
	2021, до ГВР	III	10С	129	22,8	32,4	223	18,4	0,50	199
			+С	35	6,4	5,9	654	1,9	0,10	7
		Итого:					877	20,3	0,6	206
	2021, после ГВР	III	9С	129	23,4	34,0	140	12,7	0,35	139
			1С	35	6,4	5,9	627	1,9	0,1	7
		Итого:					767	14,6	0,45	146
Н17	2003, до ОБН	I	9С	85	26,5	34,5	295	27,5	0,61	348
			1Б	45	16,6	16,0	327	6,6	0,20	39
		Итого:					622	34,1	0,81	387
	2003, после ОБН	I	8С	85	26,5	34,4	186	17,3	0,39	220
			2Б	45	16,6	16,0	327	6,6	0,20	39
		Итого:					513	23,9	0,59	259
Н7	2006, до ПРФ	I	10С	85	26,1	30,4	508	36,7	0,83	449
	2006, после ПРФ	I	10С	85	26,0	30,3	462	33,2	0,75	406
	2017, до ГВР	I	10С	96	27,0	33,2	462	39,8	0,89	498
	2017, после ГВР	I	10С	96	27,4	34,5	238	22,3	0,50	283
Н8	2006, до ПРФ	I	10С	85	26,7	35,0	292	28,1	0,63	345

Продолжение прилож. 38

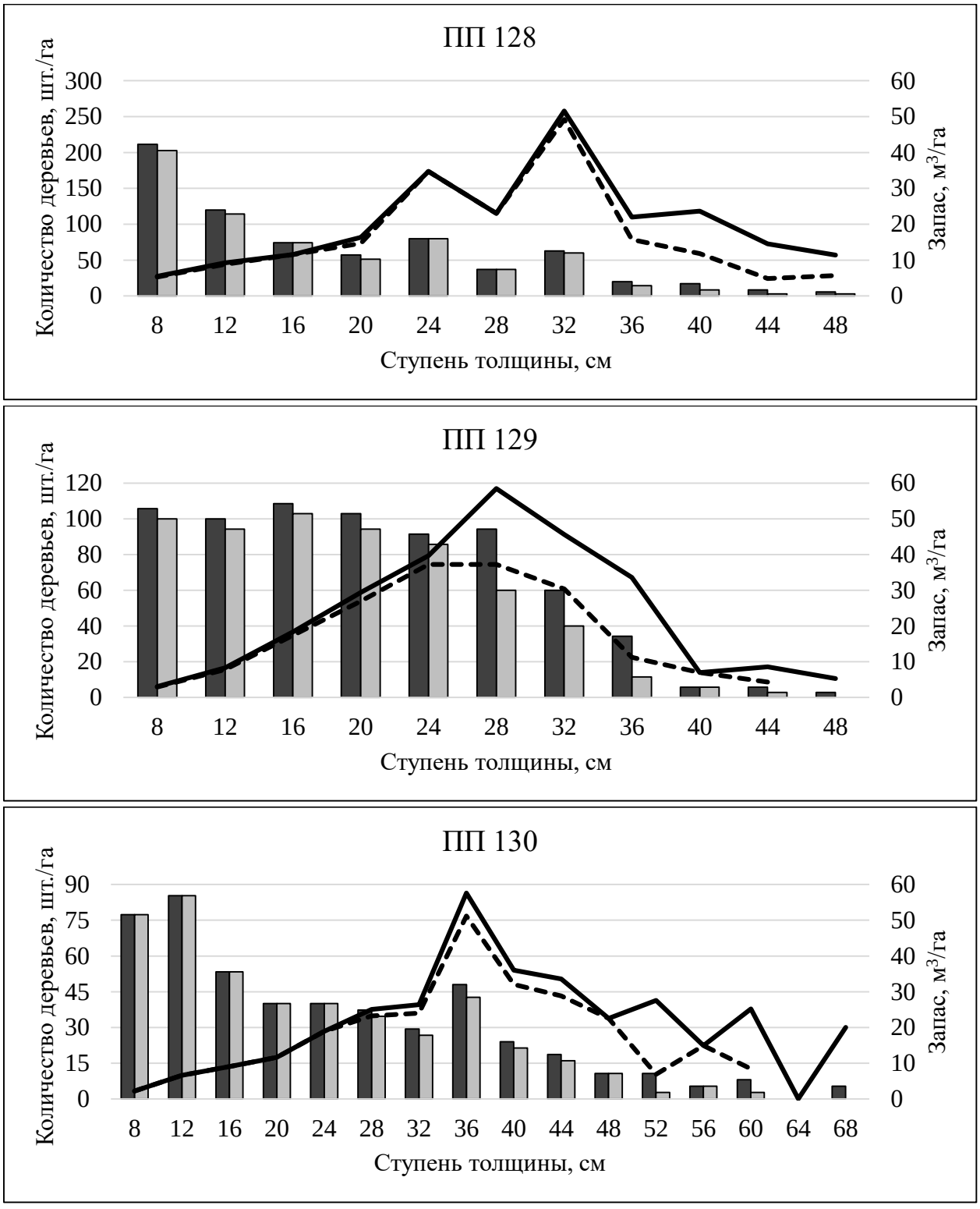
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Н8	2006, после ПРФ	I	10С	85	26,6	35,0	269	25,8	0,58	319
	2017, до ГВР	I	10С	96	27,4	37,9	269	30,3	0,68	381
	2017, после ГВР	I	10С	96	27,2	36,9	142	15,2	0,34	192
Н14	2008, до ПРФ	I	10С	83	25,5	27,5	671	39,8	0,90	496
			+Б	40	14,5	11,4	129	1,3	0,04	11
		Итого:					800	41,1	0,94	507
	2008, после ПРФ	I	10С	83	25,1	26,8	514	28,9	0,65	362
			+Б	40	14,5	11,4	129	1,3	0,04	11
		Итого:					643	30,2	0,69	373
Н18	2004, до ПРФ	III	9С	89	21,9	28,7	268	17,3	0,48	184
			1С	65	11,6	10,9	201	1,9	0,07	14
			+С	24	6,1	5,4	76	0,2	0,01	1
		Итого:					545	19,4	0,56	199
	2004, после ПРФ	III	9С	89	21,9	28,6	220	14,1	0,39	149
			1С	65	11,4	10,7	196	1,7	0,07	13
			+С	24	6,1	5,4	76	0,2	0,01	1
		Итого:					492	16	0,47	163
	2020, до ГВР	III	9С	105	23,2	33,4	220	19,2	0,53	207
			1С	81	13,5	13,2	196	2,7	0,09	23
			+С	34	6,4	5,7	536	1,3	0,08	4
		Итого:					952	23,2	0,7	234
	2020, после ГВР	III	9С	105	23,2	33,4	220	19,2	0,53	207
			1С	81	13,2	12,8	177	2,3	0,08	19
			+С	34	6,4	5,7	516	1,3	0,08	4
		Итого:					913	22,8	0,69	230
Н19	2004, до ПРФ	II	10С	100	26,0	34,3	301	27,8	0,68	335
			+С	52	10,0	10,2	171	1,4	0,06	9
			+С	28	6,2	6,0	290	0,8	0,05	4
		Итого:					762	30	0,79	348

Окончание прилож. 38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Н19	2004, после ПРФ	II	10С	100	25,5	33,3	213	16,9	0,41	201
			+С	52	10,0	10,1	156	1,3	0,05	8
			+С	28	6,2	6,0	290	0,8	0,05	4
		Итого:					659	19	0,51	213
	2020, до ГВР	II	10С	116	26,6	35,9	213	26,6	0,52	255
			+С	68	11,3	11,6	156	1,7	0,07	11
			+С	34	6,5	6,4	968	3,1	0,16	10
		Итого:					1337	31,4	0,75	276
	2020, после ГВР	II	10С	116	27,5	38,3	168	19,3	0,46	231
			+С	34	6,7	6,6	891	3,0	0,16	10
			+С	68	12,1	12,6	110	1,4	0,06	9
		Итого:					1169	23,7	0,68	250
142	2003, до РРК	III	10С	90	19,8	33,8	152	13,6	0,39	132
			+С	25	5,8	5,5	264	0,6	0,03	3
		Итого:					416	14,2	0,42	135
	2003, после РРК	III	10С	74	18,1	28,2	116	7,2	0,21	67
			+С	25	5,8	5,5	264	0,6	0,03	3
		Итого:					380	7,8	0,24	70
143	2003, до РРК	III	10С	90	19,8	33,8	296	26,6	0,77	248
			+С	25	8,4	9,2	108	0,7	0,04	5
		Итого:					404	27,3	0,81	253
	2003, после РРК	III	9С	74	18,5	29,4	24	1,6	0,05	14
			1С	25	5,9	5,6	60	0,1	0,01	1
		Итого:					84	1,7	0,06	15

Приложение 39

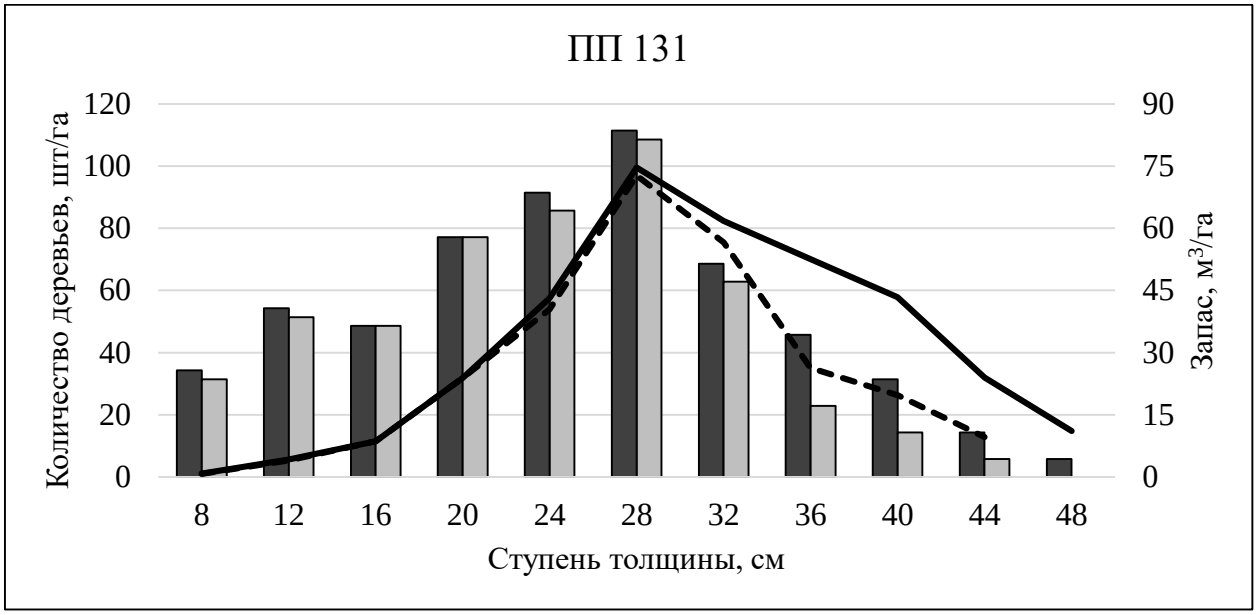
Распределение запаса древесины и количества деревьев по ступеням толщины до и после выборочных рубок в естественных сосняках (ПП 128-133)

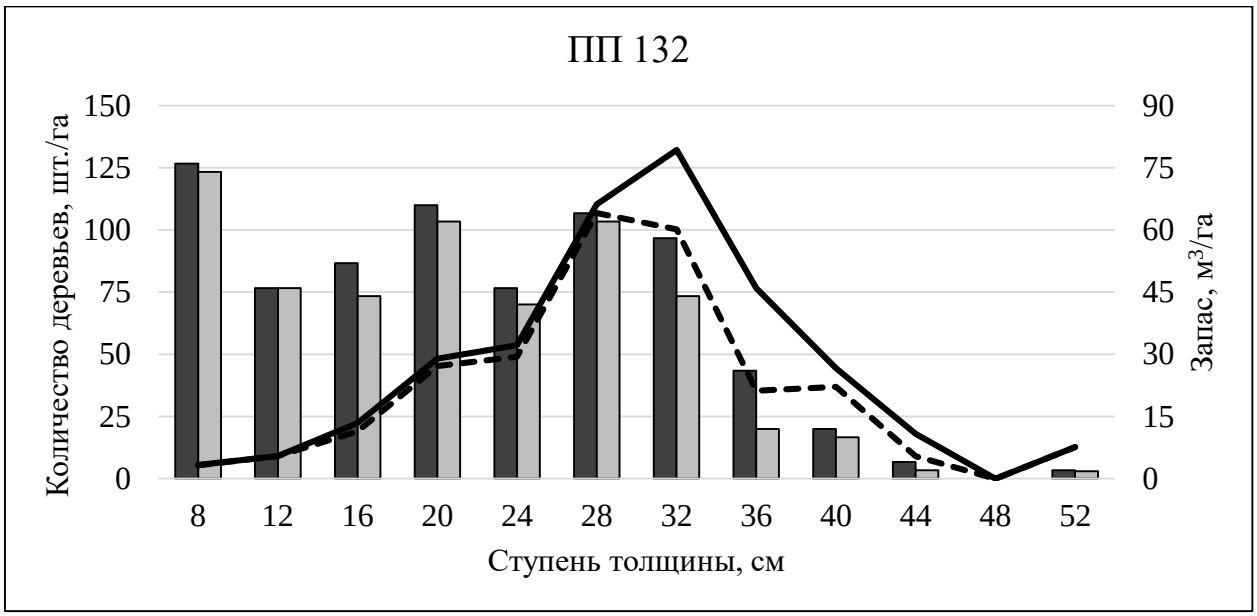


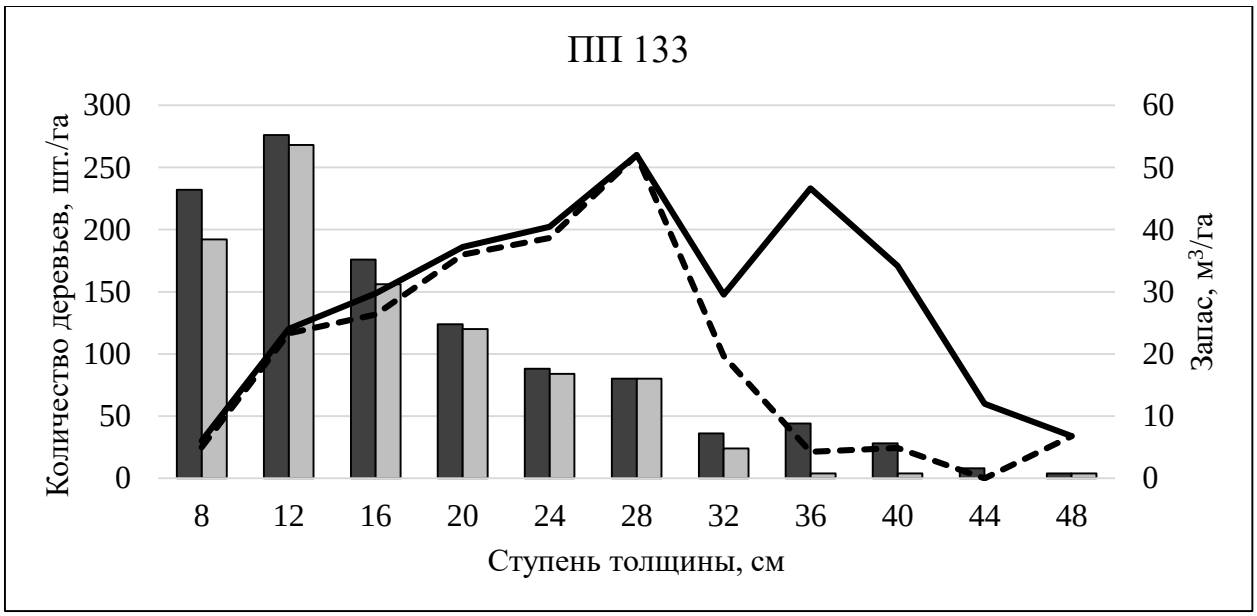
Условные обозначения (здесь и далее):

Количество деревьев до рубки
Количество деревьев после рубки
Запас до рубки
Запас после рубки

Окончание прилож. 39

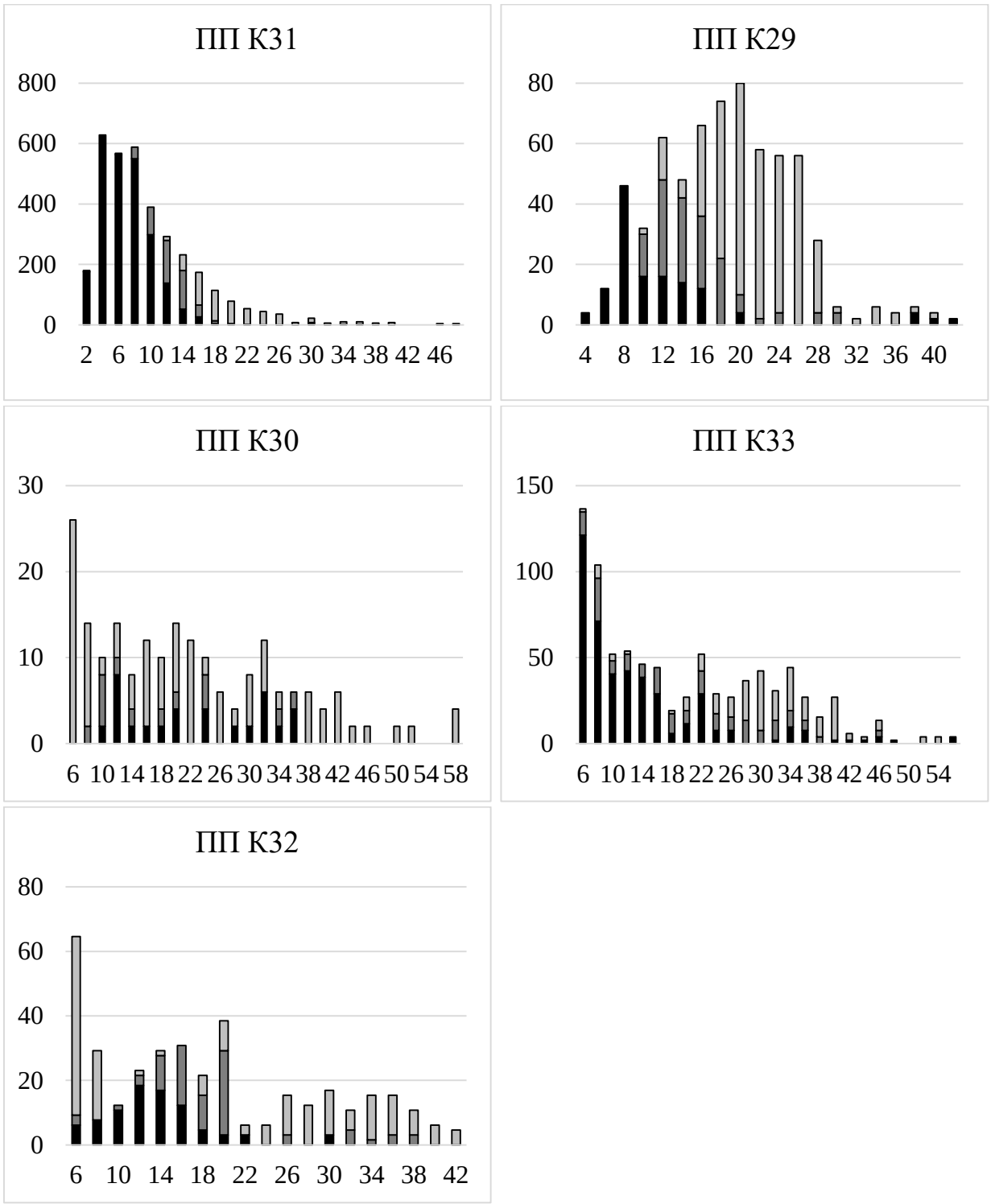






Приложение 40

Распределение деревьев по ступеням толщины и категориям качества в сосняках, пройденных рубками при создании противопожарного заслона (ось X – ступень толщины, см; ось Y – количество деревьев, шт./га)



Условные обозначения: ■ – плохое; ■ – среднее; ■ – хорошее