

Башегуров Константин Андреевич

**Эффективность различных способов лесовосстановления в условиях
подзоны северной тайги Западной Сибири**

4.1.6 – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация,
озеленение, лесная пирология и таксация

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Екатеринбург, 2024

Работа выполнена в
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Научный руководитель:	доктор сельскохозяйственных наук, профессор Залесов Сергей Вениаминович
Официальные оппоненты:	Буряк Людмила Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, «Центр лесной пирологии, развития технологий охраны лесных экосистем, защиты и воспроизводства лесов» - филиал Федерального бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», лаборатория пирологии, главный научный сотрудник;
Ведущая организация:	Зарубина Лилия Валерьевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина», кафедра лесного хозяйства, профессор. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова»

Защита состоится 25.04.2024 в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 24.2.424.02 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (www.usfeu.ru).

Автореферат разослан ____ марта 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
канд. с.-х. наук, доцент

Магасумова
Альфия Гаптрауфовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Обеспечение повышения продуктивности лесов, сохранение их экологических функций и устойчивости может быть обеспечено только при условии оперативного лесовосстановления непокрытых лесной растительностью площадей. Особенно важно восстановление в условиях подзоны северной тайги Западной Сибири, где жесткие лесорастительные условия сочетаются с интенсивными антропогенными нагрузками, вызываемыми разведкой, добычей и транспортировкой углеводородного сырья.

Изъятие из лесного фонда земель под строительство линейных и площадных объектов нефтегазового комплекса вызывает необходимость проводить лесовосстановительные мероприятия на аналогичной площади. Что предусмотрено законом о «Компенсационном лесовосстановлении» (Об утверждении..., 2019), кроме того, требуют лесовосстановления вырубки, формирующиеся при заготовке древесины сплошнолесосечными рубками.

К сожалению, нормативно-правовые акты по лесовосстановлению, разработанные для всей территории Российской Федерации (Об утверждении Правил..., 2021), не в полной мере учитывают региональную специфику подзоны северной тайги Западной Сибири, что снижает эффективность проводимых мероприятий по лесовосстановлению, а также создает конфликтные ситуации между исполнителями работ и контролирующими органами.

Указанное свидетельствует о несомненной актуальности изучения вопросов лесовосстановления в региональных условиях с разработкой предложений по повышению эффективности лесовосстановления.

Степень разработанности темы исследования. Проблемами лесовосстановления непокрытых лесом площадей в северных районах нашей страны занимались многие ученые, а именно И. С. Мелехов, С. Н. Санников, А. В. Побединский, С. В. Залесов, А. Е. Морозов, В. А. Иванова, Г. А. Иванов, П. А. Цветков, Л. В. Буряк, Л. В. Зарубина, А. В. Грязькин и многие другие. Однако в научной литературе крайне мало работ, посвященных комплексному подходу к процессу лесовосстановления в подзоне северной тайги Западной Сибири, что и обусловило проведение наших исследований.

Диссертация является законченным научным исследованием.

Цель и задачи научного исследования. Цель работы – на основе системного анализа и оценки эффективности различных способов лесовосстановления разработать региональные рекомендации по совершенствованию лесовосстановления в границах Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района.

В соответствии с поставленной целью в процессе исследования решались следующие задачи:

1. Оценить эффективность естественного лесовосстановления на непокрытых лесом площадях.
2. Проанализировать эффективность искусственного лесовосстановления при различных технологиях подготовки почвы с использованием различного посадочного материала.

3. Разработать рекомендации по лесовосстановлению в границах изучаемого лесного района с учетом региональных особенностей.

Научная новизна. Впервые для подзоны северной тайги Западной Сибири на основе комплексного подхода с учетом специфики региональных лесорастительных условий определены количественные и качественные показатели обеспеченности подростом предварительной генерации спелых и перестойных насаждений, таксационные показатели молодняков естественного и искусственного происхождения. Получены новые данные о приживаемости лесных культур, созданных на непокрытых лесом землях сеянцами с закрытой (ЗКС) и открытой (ОКС) корневыми системами. Определена эффективность создания лесных культур посевом.

Практическая и теоретическая значимость работы. Полученные данные расширяют современные знания о процессах лесовосстановления на гарях, вырубках, песчаных раздувах и в редицах в основных типах леса подзоны северной тайги Западной Сибири. Установлены количественные и качественные показатели подроста, формирующегося на вышеуказанных категориях площадей, а также определена эффективность искусственного лесовосстановления при создании лесных культур сеянцами с закрытой и открытой корневыми системами. На основании данных обеспеченности подростом предварительной генерации сделаны предложения по совершенствованию выборочных рубок спелых и перестойных насаждений.

Разработаны рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению в границах Ямало-Ненецкого автономного округа, прошедшие слушания на Научно-техническом совете Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз) (Департамент природных..., 2024). Реализация данных рекомендаций позволит повысить эффективность лесовосстановления и сократить материально-технические и финансовые затраты на выполнение таких работ.

Основные результаты научных исследований использованы при подготовке учебных курсов для бакалавров и магистров по направлению «Лесное дело» (имеется справка о внедрении).

Методология и методы исследования. В основу исследований положен метод пробных площадей, заложенных в соответствии с требованиями ОСТ 56-69-83 и методических рекомендации (Побединский, 1962; Данчева, Залесов, 2015; Основы фитомониторинга..., 2020).

Положения, выносимые на защиту:

1. Количественные и качественные характеристики молодняков березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth.) свидетельствуют о целесообразности включения вышеуказанных пород в перечень основных лесных древесных пород в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе.

2. Эффективность процессов лесовосстановления на непокрытых лесом площадях зависит от лесотипологических условий, наличия надежных источников обсеменения, а также от техники и технологии, применяемых в процессе проведения работ по лесовосстановлению.

3. Рекомендации по повышению эффективности работ по лесовосстановлению в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе.

Достоверность и обоснованность результатов научного исследования по теме диссертации подтверждается комплексным подходом к изучению процессов лесовосстановления на непокрытых лесом площадях, значительным объемом экспериментального материала, собранного с использованием научно-обоснованных методик, широко апробированных в области лесного хозяйства, а также с использованием компьютерных программ и современных методов обработки данных.

Апробация результатов работы. Основные положения диссертации выносились на обсуждение и докладывались на Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы лесного комплекса» (Брянск, 2020), II Междунар. школе-конф. молодых ученых «Лесная наука, молодежь, будущее – 2021» (Гомель, 2021), IV Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса» (Кострома, 2021), XIII Междунар. науч.-техн. конф. «Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса» (Екатеринбург, 2021), XVII Междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул, 2022), Всерос. (нац.) науч.-техн. конф. «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России» (Екатеринбург, 2022, 2023), Науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы таежного и притундрового лесоводства на Европейском Севере России» (Архангельск, 2023), XV Междунар. науч.-техн. конф. «Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий» (Екатеринбург, 2024).

Личный вклад автора. Автор принимал непосредственное участие в постановке целей и задач научного исследования, подборе методик, в соответствии с которыми проводилось научное исследование, а также в сборе и обработке экспериментального материала. На основе полученных материалов совместно с соавторами были подготовлены научные публикации и региональные рекомендации по повышению эффективности лесовосстановления. Автором лично написана диссертация и автореферат.

Публикации по теме научного исследования. Основные материалы по теме научного исследования опубликованы в 21 печатном издании, в том числе 9 работ – в журналах, рекомендуемых ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 234 страницах машинописного текста и включает в себя введение, шесть глав, заключение и десять приложений, которые включают в себя рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению. Библиографическое описание включает в себя 170 источников, в том числе 10 на иностранных языках. Текст диссертации проиллюстрирован 34 рисунками и 43 таблицами.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Залесову Сергею Вениаминовичу за помощь в подготовке и написании диссертации и за

формирование у автора научного мировоззрения. Также хочется выразить благодарность доцентам кафедры лесоводства УГЛТУ Л. А. Белову и А. Е. Осипенко за помощь в сборе и обработке полевого материала. Отдельно хочется выразить благодарность доценту кафедры экологии и природопользования УГЛТУ А. С. Попову за помощь в интерпретации материалов исследования.

Глава 1. Природно-климатическая характеристика района исследования

Научные исследования проводились на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры (ХМАО-Югра) и Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО). Оба округа частично находятся в подзоне северной тайги Западной Сибири. Однако большая часть научных изысканий была проведена на территории ХМАО-Югры, что и послужило основанием для описания природно-климатических условий района исследования.

Климат ХМАО-Югры можно охарактеризовать как резко-континентальный. Ключевыми особенностями округа являются высокие межсуточные колебания температуры, продолжительная и суровая зима, короткое и относительно прохладное лето и частые ветра (Экология..., 1997; Энциклопедия..., 2000; Залесов и др., 2002; Морозов, 2022).

Количество осадков на территории округа неравномерное и может колебаться с продвижением с запада на восток. Значительное количество осадков выпадает в зимний период (Мезенцев, Карнацевич, 1969; Экология..., 1997; Залесов и др., 2002; Вавер, 2009).

Почвенный покров разнообразен и представлен значительным количеством почв, при этом наибольшая доля приходится на торфяные болотные верховые и торфяные болотные переходные, таежные глеево-дифференцированные почвы, подзолы иллювиально-железистые. Значительную роль в процессах почвообразования играет многолетняя мерзлота, которая начинается от южной границы подзоны северной тайги Западной Сибири.

Значительная часть округа заболочена. Наличие крупных рек в границах округа обеспечивает дренаж территории на участках, прилегающих к ним, что в сочетании с утепляющим эффектом рек создает благоприятные условия для формирования в поймах более продуктивных лесных насаждений, чем на суходолах.

Несмотря на жесткие природно-климатические условия, древесная растительность способна сформировать сомкнутые насаждения IV–V классов бонитета на суходолах и более продуктивные насаждения в поймах рек.

Глава 2. Состояние проблемы

Влияние лесных пожаров на лесные экосистемы и лесовосстановление на пройденных огнем площадях отражено во множестве работ (Корчагин, 1954; Пушкина, 1960; Мокеев, 1965; Санников, 1973, 1981, 1983, 1985, 1992; Вакуров, 1975; Фуряев, Киреев, 1979; Булыгин, 1980; Горбачев и др., 1982; Санников, Сан-

никова, 1985, 2009; Payette et al., 1992; Engelmark, 1993; Фуряев, 1996; Цветков, 1996; 2004; Angelstam, 1998, Nc'sman, Izhaki, 1998; Thomas et al., 1999; Подшивалов, 2000; Choromanska et al., 2002; Бакшеева и др., 2003; Буряк и др., 2003, 2011; Куприянов и др., 2004; Безкоровайная и др., 2005; Перевозникова и др., 2005; Ковалева, Иванова, 2013; Малиновских, Куприянов, 2013; Шубин и др., 2013; Платонова, Иванова, 2014; Жила и др., 2019; Тарасов и др., 2023а,б) и других.

Заготовка древесины – один из основных способов пользования лесом. После проведения сплошнолесосечных рубок образуются вырубки, на которых резко меняются лесорастительные условия, что оказывает влияние на формирование нового насаждения. Это отражено в целом ряде работ (Морозов, 1949; Ткаченко, 1952; Шиманюк, 1955; Мелехов, 1959а,б; Зубарев, 1960; Мелехов, 1964, 1966; Побединский, 1966; Санников, 1968; Крылов и др., 1975; Луганский, 2002; Fredericksen, Pariona, 2002; Луганский и др., 2010; Jourgholami et al., 2014; Зарубина и др., 2015; Зарубина, 2016; Kuuluvainen et al., 2019; Вассин и др., 2020; Залесов, 2020) и множестве других.

Несмотря на значительное количество работ, посвященных проблемам восстановления лесов, в научной литературе недостаточно публикаций, посвященных лесовосстановлению в условиях северной подзоны тайги Западной Сибири.

Глава 3. Программа, методика и объем выполненных работ

В соответствии с целью программа исследований включала в себя следующие виды работ:

1. Анализ научной и ведомственной литературы по вопросам лесовосстановления.
2. Анализ природно-климатических и орографических условий района исследования.
3. Анализ лесоустроительных материалов на предмет накопления подроста под пологом спелых и перестойных лесных насаждений.
4. Подбор участков для выполнения научных исследований.
5. Закладку пробных площадей и учетных площадок с целью изучения процессов лесовосстановления на непокрытых лесом площадях в различных типах леса.
6. Оценку успешности естественного и искусственного лесовосстановления, а также лесоводственно-таксационную оценку формирующихся молодняков на бывших, непокрытых лесной растительностью, землях.
7. Разработку рекомендаций по оптимизации процессов лесовосстановления в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе.

В основу научных исследований положен комплексный подход, основанный на использовании метода пробных площадей (ПП) (ОСТ 56-69-83; Инструкция..., 1995) и методических разработок (Побединский, 1966; Основы фитомониторинга..., 2007, 2011, 2020; Данчева, Залесов, 2015), также учитывались методические рекомендации, хорошо апробированные в других регионах нашей

страны (Маслаков, 1964, 1968, 1981; Придня, 1972; Мартынов, 1995, 1997; Торопов, 2000; Платонов, 2004).

Для анализа естественного лесовосстановления на ПП закладывались учетные площадки по методике А. В. Побединского (1966) размером 2×2 м в количестве не менее 30 штук на каждую пробную площадь. Располагались учетные площадки по диагоналям: для более объективной оценки процессов естественного лесовосстановления.

При оценке обеспеченности площадей подростом при его смешанном составе оценка возобновления производилось по основным лесным древесным породам, соответствующим природным условиям района исследований. При установлении показателей обеспеченности подростом используется лишь подрост, отнесенный к категории жизнеспособного.

Оценка искусственного лесовосстановления проводилась в соответствии с нормативно-правовой литературой (Технические указания..., 1990; Указания..., 1997; Об утверждении..., 2021).

Для анализа обеспеченности насаждений подростом предварительной генерации было выбрано «ключевое» лесничество, наиболее характерное для лесного фонда подзоны северной тайги Западной Сибири. В качестве «ключевого» было выбрано Советское лесничество ХМАО-Югры.

Для спелых и перестойных насаждений основных групп типов леса была установлена обеспеченность подростом предварительной генерации на основе лесоустроительных материалов. При этом отдельно оценивалась обеспеченность подростом предварительной генерации насаждений светлохвойной, темнохвойной и мягколиственной формаций. Все спелые и перестойные насаждения подразделялись по способу лесовосстановления, который устанавливается по количеству подростка, имеющегося под пологом насаждений, в соответствие с нормативным документом (Об утверждении Правил..., 2021).

Весь материал, полученный в результате натурных исследований, обрабатывался в соответствии с традиционными методами математической статистики (Зайцев, 1984; Коростелев, 2011; Бондаренко, Жигунов, 2016) с помощью компьютерных программ MS Excel и Statistika 8 (Вуколов, 2008; Стоноженко и др., 2012; Шевелина, Нуриев, 2022).

По данным 62185 выделов (1043048,2 га) была установлена обеспеченность подростом предварительной генерации спелых и перестойных насаждений.

Всего в процессе исследования было заложено 149 ПП, включающих в себя 46 ПП на горях, 76 ПП на вырубках и 25 ПП в редирах и песчаных раздувах. На 11 ПП определены таксационные показатели молодняков искусственного и естественного происхождения. Для определения количественных и качественных показателей подростка было заложено 2825 учетных площадок размером 2×2 м. У 2475 экземпляров сосны, в том числе у 250 экземпляров лесных культур, были произведены замеры прироста осевых и боковых побегов с точностью до 0,1 см.

Глава 4. Характеристика лесного фонда и обеспеченности насаждений подростом предварительной генерации в границах Советского лесничества Ханты-Мансийского автономного округа-Югры

Земли, покрытые лесной растительностью, на территории Советского лесничества ХМАО-Югры составляют 2123383,8 га, или 75,85 %, от общей площади лесничества, при этом фонд лесовосстановления не превышает 1,38 %.

Доминирующей древесной породой является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Сосняки занимают 73,95 % от общей покрытой лесом площади. Значительно меньшие площади занимают насаждения с преобладанием сосны сибирской (кедровой) (*Pinus sibirica* Du Tour.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) – 8,60 и 8,88 % соответственно. На долю насаждений с преобладанием в составе лиственных пород приходится всего 8,10 %. Площади, занятые кустарниковой растительностью, составляют 42,4 га.

В лесном фонде лесничества преобладают низкопродуктивные насаждения IV и V классов бонитета, суммарно на их долю приходится 71,90% от площади покрытых лесной растительностью земель. Доля насаждений II и III классов бонитета невелика и составляет всего 7,75%.

Преобладающими типами леса на территории лесного фонда являются зеленомошно-мшисто-ягодниковый (ЗММЯГ), насаждения которого занимают 30,79 % площади, и бруснично-багульниково-мшистый (БРБГМ) – 28,18 %. На долю лишайникового (ЛШ) и кустарничко-лишайникового (КЛШ) типов леса суммарно приходится 6,65 % покрытых лесной растительностью земель.

Доля низкополнотных древостоев (полнота 0,3–0,5) составляет 43,92 %, среднеполнотных (0,6–0,7) – 40,10 % и высокополнотных (0,8 и выше) – 15,98 %. При этом средняя полнота хвойных древостоев на территории лесничества составляет 0,58 ед., мягколиственных – 0,67 ед., а в целом по лесничеству относительная полнота древостоев составляет 0,59 ед.

Основным фактором, влияющим на количественные и качественные показатели подроста, является относительная полнота древостоев. Так, в насаждениях светлохвойной формации наибольшая обеспеченность подростом хвойных пород наблюдается при относительной полноте менее 0,5 ед. (рис. 1).

В спелых и перестойных лесных насаждениях темнохвойной формации накапливается достаточное количество подроста. Доля насаждений, обеспеченных подростом основных древесных пород, в зеленомошной группе типов леса достигает 80,31, в травяной – 66,55, а в травяно-болотной – 68,53 %.

В насаждениях мягколиственной формации наибольшая обеспеченность наблюдается в зеленомошной группе типов леса и составляет 68,45, а наименьшая – в травяно-болотной – 28,21 %.

Учитывая значительное количество хвойного подроста под пологом спелых и перестойных лесных насаждений различных формаций, можно рекомендовать увеличение доли выборочных рубок, что повысит экологические функции лесов и снизит затраты на искусственное лесовосстановление.

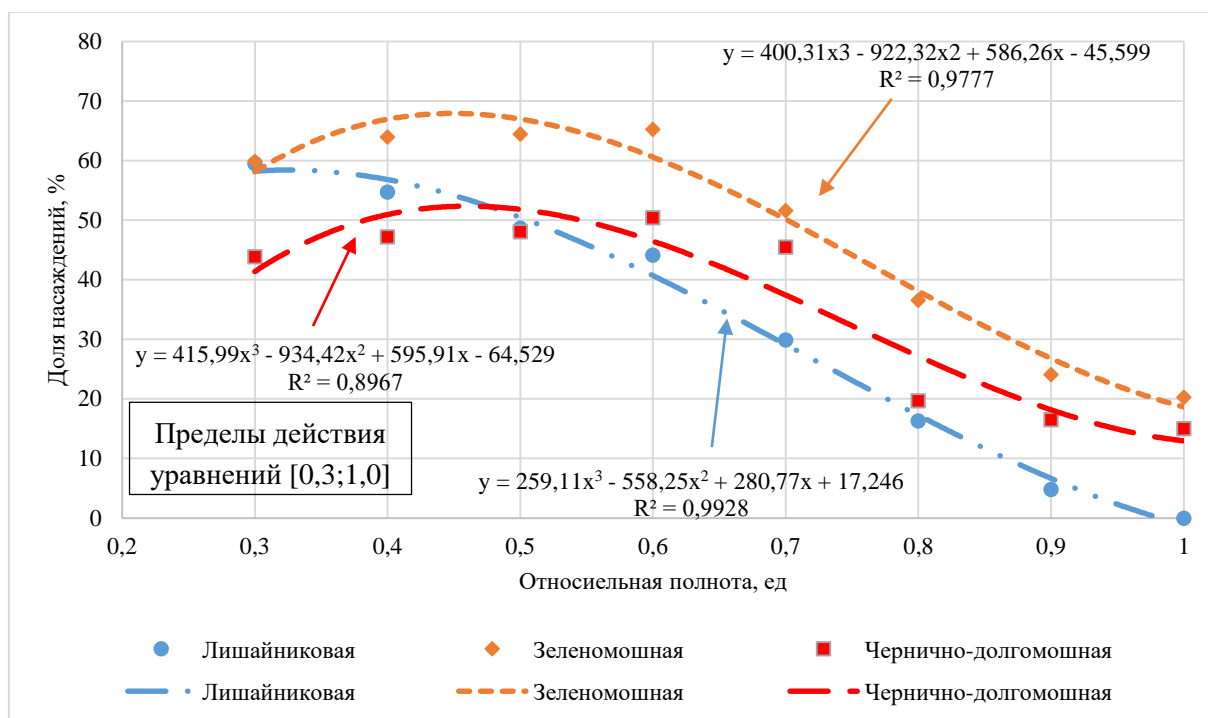


Рисунок 1 – Доля обеспеченных подростом спелых и перестойных светлохвойных лесных насаждений по относительным полнотам и группам типов леса

Глава 5. Процессы естественного лесовосстановления на непокрытых лесом площадях

В условиях подзоны северной тайги Западной Сибири непокрытые лесной растительностью земли в значительной степени представлены гарями. При этом встречаются сухостойные, валежные, смешанные и разработанные гары.

Гары и горельники лишайниковых типов леса возобновляются в основном сосной. В небольших количествах встречается подрост березы и кедра. Встречаемость подростка березы не превышает 20 %, в то время как встречаемость сосны достигает 100 %. Количество подростка очень сильно варьирует и колеблется от 1017 до 10350 шт./га в пересчете на крупный.

На гарях в зеленомошно-мшисто-ягодниковом типе леса может накапливаться подрост мягколиственных пород в количестве до 16033 шт./га.

Валежные гары из-за переувлажнения почвы возобновляются медленнее и спустя 10 лет после пожара густота подростка на них не превышает 1,7 тыс. шт./га в пересчете на крупный. Спустя 25 лет после пожара количество подростка сосны достигает 3875 шт./га, однако он представлен в основном мелкими и средними экземплярами.

Разработка гарей должна быть выполнена в первые два года после пожара, поскольку древесина погибших деревьев быстро теряет техническую ценность.

Сравнивая текущий прирост осевого побега на разработанных и неразработанных гарях в одних и тех же типах леса, можно отметить, что подрост последующей генерации, сохранившийся при разработке гарей, реагирует

на проведение работ ($t_{\text{факт}} > t_{\text{теор}}$, при $p < 0,05$). В будущем подрост адаптируется к новым условиям, и различия становятся недостоверными.

В процессе исследования нами были обследованы участки, пройденные сплошнолесосечной рубкой 19 лет назад с использованием валочно-пакетирующих машин ЛП-19. Отметим, что на таких участках формируется подрост с долей кедра от 1 до 5 ед. в составе, при этом количество подроста составляет 5 до 6 тыс. шт./га. Доля сосны обыкновенной не превышает 30 %. Подрост данной породы накапливается на волоках, так как именно на них происходит частичная минерализация поверхности почвы.

Набольшее распространение на территории района исследования получила механизированная технология лесозаготовок на базе бензомоторных пил и трелевочных тракторов с канатно-чокерным оборудованием. Такая технология использовалась на протяжении длительного периода времени, и у нее имеется ряд преимуществ в сравнении с предыдущей технологией.

На старых вырубках (20–40 лет) при такой технологии лесозаготовок в лишайниковом типе леса формируются сосновые насаждения IV–V классов бонитета с относительной полнотой не выше 0,5 ед. В зеленомошно-мшисто-ягодниковом типе леса формируются производные мягколиственные молодняки IV класса бонитета с небольшой примесью (до 2-х ед. состава) темнохвойных пород (сохранившийся при лесозаготовках подрост и молодняк). Отметим, что береза имеет преимущественно порослевое происхождение.

Как показывают наши данные (рис. 2), на вырубках формируется подрост с долей сосны от 15 до 70 % в зависимости от года рубки. Основное количество подроста сосны формируется на трелевочных волоках и на участках, где при трелевке древесины была минерализована почва. Количество подроста варьируется от 2 до 25 тыс. шт./га. Возраст соснового подроста также колеблется и зависит от периодичности обильного семеношения, которое в северных широтах может составлять до 15 лет.

Доля березы в составе подроста на отдельных участках достигает 77 %.

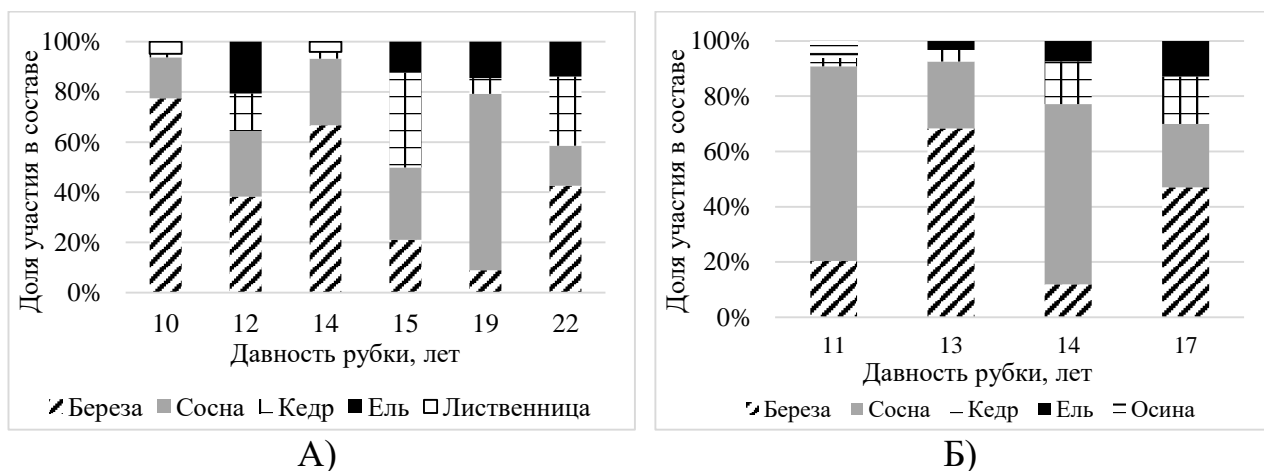


Рисунок 2 – Долевое участие основных пород лесобразователей в составе подроста на вырубках разной давности при механизированной технологии лесозаготовок в основных типах леса: А) – ЗММЯГ; Б) – БРБГМ, %

Сортиментная технология лесозаготовок стала применяться в России в подзоне северной тайги Западной Сибири с 2012 года.

Основанная на материалах наших исследований картина накопления подроста на вырубках, где применялась сортиментная технология лесосечных работ, представлена на рисунке 3.

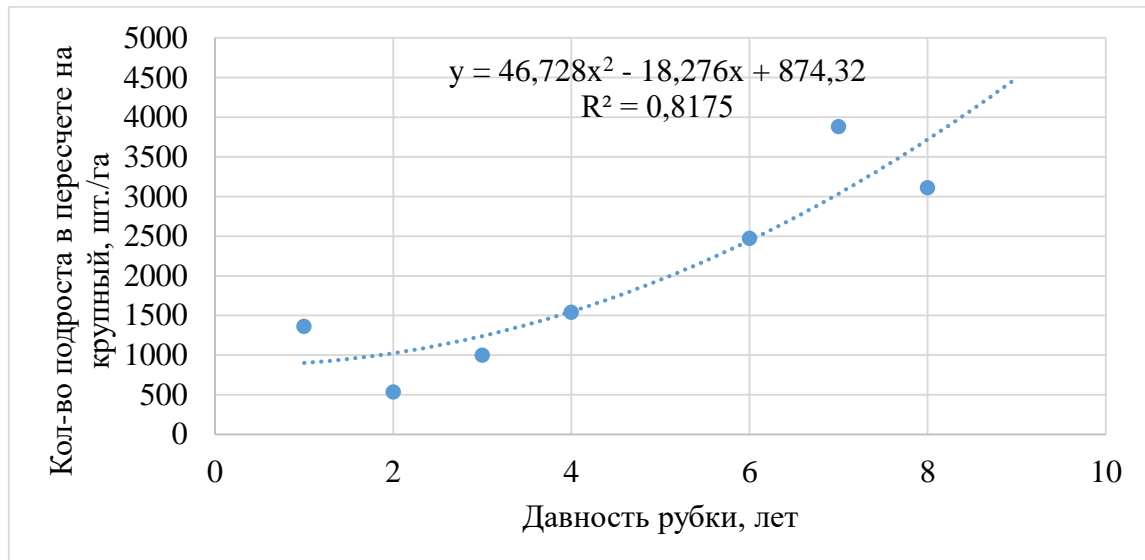


Рисунок 3 – Количество подроста в пересчете на крупный, сформированного на вырубках разных лет при сортиментной технологии заготовки древесины в типе леса ЗММЯГ

С увеличением давности рубки количество подроста значительно увеличивается и спустя 7–8 лет после рубки достигает 3–3,5 тыс. шт./га. Наибольший интерес, с лесоводственной точки зрения, представляет состав подроста. В первые годы после рубки на лесосеках преобладает подрост березы, который имеет порослевое происхождение. Помимо березы, встречается подрост ели и кедра, который представлен в основном крупными экземплярами, сохранившимися в процессе проведения лесосечных работ. Доля сосны крайне мала и с годами увеличивается, но незначительно (в отдельных случаях до 46 %). С увеличением давности рубки встречаемость подроста сосны обыкновенной возрастает, особенно на волоках и в местах, где произошла минерализация почвы.

Наиболее распространенным способом содействия естественному лесовозобновлению является минерализация поверхности почвы. Однако в научной литературе ограничены данные об эффективности минерализации поверхности почвы как меры содействия естественному лесовозобновлению в районе наших исследований.

Спустя 11 лет на площадях, где проводилась минерализация почвы (табл. 1), формируются молодняки с преобладанием основных пород лесобразователей. При этом доля березы в составе молодняков может варьировать от 50 до 70 % от общего количества подроста в пересчете на крупный. Общее количество подроста значительно превышает 10 тыс. шт./га, что свидетельствует о высокой лесоводственной эффективности такого мероприятия, как минерализация почвы.

Таблица 1 – Характеристика подроста на вырубках в пересчете на крупный при минерализации почвы

Давность минерализации, лет	Состав подроста	Количество подроста по жизнеспособности, шт./га			Густота, шт./га
		Жизнеспособный	Сомнительный	Нежизнеспособный	
11	7Б2С1К ед. Е	26925	300	175	27075
11	5С5Б ед. К,Е	12350	0	192	12350
7	5С5Б ед. К, Е	20250	0	1094	20250
6	7С3Б+Л	21433	0	0	21433
5	9С1Б	12150	0	0	12150
4	8С1Л1Б	26575	0	0	26575
4	7С3Б	21183	0	0	21183
4	8С2Б ед. Л	13717	0	0	13717

На основе полученных данных можно рекомендовать отказ от создания лесных культур на вырубках в основных типах леса с заменой их минерализацией поверхности почвы. Данное мероприятие, при наличии надежных обсеменителей, может минимизировать затраты на проведение работ по лесовосстановлению.

Глава 6. Искусственное лесовосстановление в границах северной подзоны тайги Западной Сибири

Особенности использования лесов в подзоне северной тайги Западной Сибири обуславливают региональную специфику мероприятий по лесовосстановлению, в том числе искусственному.

В ряде научных публикаций (Молчанов, Сеньков 2007; Проказин и др., 2017; Дебков, 2021; Маленко и др., 2023) отмечается высокая приживаемость лесных культур, созданных с закрытой корневой системой (ЗКС).

В границах исследуемого лесного района такие сеянцы начали использовать только в последние два года (табл. 2). Одной из важнейших причин гибели лесных культур, созданных с ЗКС, является нарушение технологии посадки. Так, на некоторых вырубках приживаемость сеянцев с ЗКС составляла всего $37,4 \pm 5,43$ %. Здесь посадка производилась ручным способом под классический меч Колесова, при использовании которого под сеянцами создаются воздушные карманы, вызывающие их гибель. Необходимо высаживать сеянцы с ЗКС, используя только посадочную трубу или модернизированный меч Колесова.

Особый интерес вызывают данные о результатах создания лесных культур посевом. Сохранность всходов спустя 2 года после посева составила $84,7 \pm 5,74$ %, что значительно превышает приживаемость при создании лесных культур с ОКС и ЗКС. Посев следует проводить в первый год после пожара. Последнее исключает необходимость подготовки почвы и способствует более быстрому лесовосстановлению гарей.

Таблица 2 – Приживаемость лесных культур, созданных на разных категориях лесокультурных площадей в подзоне северной тайги Западной Сибири

Тип леса	Посадочный материал	Приживаемость лесных культур, %	
		Max. (M±m)	Min. (M±m)
Гари			
ЛШ	Посев	84,7±5,74	
	ОКС	73,3±7,07	27,5±3,53
	ЗКС	90,8±6,12	83,2±2,25
ЗММЯГ	ОКС	65,4±3,24	30,5±3,14
	ЗКС	77,8±5,11	
БРБГМ	ОКС	20,3±1,36	5,8±1,12
Вырубки			
ЗММЯГ	ОКС	55,9±8,91	14,8±3,67
	ЗКС	80,5±5,39	37,4±5,43
БРБГМ	ОКС	33,6±1,77	
Пустыри (песчаные пустоши)			
–	ОКС	68,73±3,87	0,47±0,22
	ЗКС	84,25±2,51	66,19±4,4
Редины			
ЛШ	ОКС	64,59±5,89	9,13±2,47
	ЗКС	46,59±2,37	

Примечание. М – среднее значение, m – ошибка среднего.

Эффективность посева возрастает на больших гарях при отсутствии обсеменителей, а также, если в ближайшие годы не ожидается обильного урожая семян. На труднодоступных гарях, а также на гарях, где расчистка по причине низкой товарности древесины погибших деревьев проблематична, посев можно производить с использованием летательных аппаратов, в том числе беспилотных.

После ликвидации пожара начинаются процессы естественного лесовосстановления. Однако подрост последующей генерации при подготовке почвы под лесные культуры уничтожается полностью или частично, и процесс восстановления леса начинается вновь. В некоторых типах леса формируется подрост мягколиственных пород, в том числе березы повислой (*B. pendula* Roth.) и березы пушистой (*B. pubescens* Ehrh.), которые в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе не входят в перечень основных лесных древесных пород (Об утверждении Правил..., 2021). Следовательно, молодняки, сформированные березой, не могут быть отнесены к землям, на которых расположены леса и продолжают числиться в фонде лесовосстановления, а создание лесных культур на таких площадях по сути является реконструкцией малоценных насаждений (Залесов, 2020).

Определены статистически достоверные различия в текущем приросте осевого побега в лесных культурах и у подростка сосны последующей генерации, сформированного на гарях ($t_{\text{факт}} > t_{\text{теор.}}$, при $p < 0,05$). В первые годы текущий прирост осевого побега в лесных культурах значительно отличается от такового у подростка. Это объясняется тем, что лесные культуры первые годы проходят процесс адаптации к новым лесорастительным условиям. Однако с увеличением

возраста различия нивелируются, и прирост у лесных культур превосходит таковой у подроста уже на 4-й год после посадки.

На подготовленной под лесные культуры части почвы вырубок накапливается значительное количество подроста хвойных пород. Однако жесткую конкуренцию им составляют быстрорастущие мягколиственные породы. Из полученных нами данных следует, что количество подроста может сильно варьировать как по высотным группам, так и в пересчете на крупный. Количество подроста через 10 лет после рубки и посадки лесных культур составляет 20 до 28 тыс. шт./га, что в полной мере обеспечивает успешное лесовосстановление.

Специфика климатических и почвенных условий района исследования обуславливает феномен формирования песчаных пустошей (раздувов), во многом аналогичных таковым в пустынной и полупустынной зонах. Отметим, что при проведении работ по лесоустройству на территории ряда лесничеств такие площади были отнесены к категориям прогалин и пустырей а не к нарушенным землям. Таким образом данные площади входят в фонд лесовосстановления, а не в фонд лесоразведения. Именно по этим причинам на таких площадях производилась посадка лесных культур как с ОКС, так и с ЗКС. Однако в некоторых случаях в посадочные места добавлялся торф, что повысило приживаемость семян. Для определения различий в приживаемости лесных культур был применен U-критерий Манна-Уитни (Бондаренко, Жигунов, 2015). Внесение торфа значительно повлияло на приживаемость семян, $U=503$, при $p\text{-value}=0,001$, что значительно ниже порогового значения 0,05.

Для эффективного лесовосстановления на песчаных пустошах необходимо закрепление подвижных песков внесением торфо-песчаной смеси или же посадка трав с комом торфа в шахматном порядке (Залесов, Оплетаев, 2020; Башегуров и др., 2021). Внесение торфо-песчаной смеси может благоприятно сказаться на росте и развитии, а также общей продуктивности искусственных лесных насаждений (табл. 3).

Таблица 3 – Таксационная характеристика искусственных древостоев, с внесением торфо-песчаной смеси

Состав	Элемент леса	Возраст, лет	Средние		Класс бонитета	Тип леса	Полнота		Густота, шт./га	Запас, м ³ /га
			Диаметр, см	Высота, м			Абсолютная м ² /га	Относительная, ед.		
9С1С	Сосна	21	7,7	7,2	III	ЗМЯГ	7,45	0,35	1612	39,7
	Сосна	18	6,1	6,5			1,02	0,05	348	5,0
	Итого						8,47	0,40	1960	44,7
10С	Сосна	32	9,2	7,8	III	ЗМЯГ	15,03	0,63	2285	87,0

Искусственные лесные насаждения, сформировавшиеся на участках с внесением торфо-песчаной смеси, можно использовать в качестве лесосеменных плантаций для сбора семян местного происхождения.

Заключение

Леса, произрастающие в границах северной подзоны тайги Западной Сибири, характеризуются рядом специфических особенностей. Они выполняют важную климаторегулирующую роль в условиях, крайне жестких для произрастания древесных растений. Для района характерно наличие многолетней мерзлоты, короткий вегетационный период, возврат холодов даже в летний период, недостаток солнечной радиации, медленная деструкция растительного опада, серьезная ветровая нагрузка на лесные экосистемы, наличие сильных морозов зимой и т. д. Указанное определяет медленный рост деревьев, а также специфику лесовозобновления на непокрытых лесной растительностью площадях и на нарушенных землях.

Анализируя накопление подроста предварительной генерации под пологом спелых и перестойных лесных насаждений, стоит отметить, что в наиболее представленных типах леса (зеленомошно-мшисто-ягодниковый и бруснично-багульниково-мшистый) накапливается достаточное количество подроста темнохвойных пород для назначения естественного способа лесовосстановления при условии гибели или рубке спелых и перестойных насаждений. Однако назначение способа лесовосстановления по количеству подроста под пологом, на наш взгляд, не совсем корректно, так как повреждаемость подроста при сплошнолесосечных рубках достигает 50 % и более. Последнее позволяет рекомендовать проведение выборочных видов рубок спелых и перестойных насаждений в исследуемом районе.

Лесовосстановление на гарях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района протекает успешно. Наблюдается закономерность зарастания гарей свежих, влажных и сырых типов леса мягколиственными древесными породами, преимущественно березой пушистой (*B. pubescens* Ehrh.) и березы повислой (*B. pendula* Roth.). Указанные породы формируют устойчивые лесные насаждения, выполняющие все экологические функции, что позволяет включить данные породы в перечень основных лесных древесных пород для вышеупомянутого лесного района.

Создание лесных культур сосны на гарях старше пяти лет в свежих, влажных и мокрых типах леса по своей сути является уже не созданием лесных культур, а реконструкцией мягколиственных молодняков. В сухих типах леса лесовосстановление гарей протекает успешно, но только при наличии надежных обсеменителей. Учитывая низкий спрос на древесину погибших в результате пожара деревьев и отсутствие конкуренции со стороны живого напочвенного покрова, лесные культуры на гарях рекомендуется создавать посевом, что может значительно сократить затраты и повысить эффективность работ по восстановлению лесов.

Наиболее эффективным мероприятием по лесовосстановлению на вырубках является минерализация 30–35 % поверхности почвы с удалением живого напочвенного покрова и лесной подстилки. На минерализованной части почвы накапливается подрост основных лесобразующих пород, что позволяет пере-

сти вырубки в покрытые лесной растительностью земли уже через 5–6 лет после проведения работ по минерализации.

В фонд лесовосстановления включаются пустыри, полностью или частично лишенные верхнего плодородного слоя почвы из-за ветровой эрозии, которые в границах лесного района представлены песчаными пустошами. На них необходимо проводить мероприятия по облесению. Однако посадка или посев лесных культур не смогут улучшить ситуацию. В первую очередь необходимо закрепить подвижные пески, которые переносятся ветром. Для закрепления песков необходимо внесение торфа и перемешивание его с песком. Также рекомендуется посадка трав с ЗКС для закрепления подвижных песков. Только после выполнения указанных работ можно производить посадку или посев лесных культур.

Приживаемость лесных культур сосны, созданных посадочным материалом с ЗКС выше, чем при создании искусственных насаждений посадочным материалом с ОКС. Однако, учитывая короткий срок наблюдения, данный вывод следует считать предварительным и требующим дальнейшего исследования.

С учетом результатов научно-исследовательской работы разработаны «Рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению на землях лесного фонда в границах Ямало-Ненецкого автономного округа» (Департамент природных..., 2024).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования

1. Мельникова, К.В. Доля хвойного подроста на вырубках при оставлении перестойных деревьев осины / К.В. Мельникова, А.Г. Магасумова, А.С. Попов, **К.А. Башегуров** // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 11-1 (101). – С. 99-103.

2. Морозов, А.Е. Заращение сейсморазведочных профилей в условиях зеленомошной группы типов леса подзоны северной тайги / А.Е. Морозов, **К.А. Башегуров**, С.В. Залесов, Р.А. Осипенко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 1-2 (103). – С. 63-67.

3. **Башегуров, К.А.** Взаимосвязь лесных формаций с типами леса, почв и увлажнения / К.А. Башегуров, Н.П. Бунькова, Т.Ю. Карташова, А.Е. Морозов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 6-3 (108). – С. 68-73.

4. Морозов, А.Е. Естественное лесовозобновление на сейсморазведочных профилях в условиях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района / А.Е. Морозов, Р.А. Осипенко, **К.А. Башегуров**, С.В. Залесов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2021. – № 2 (63). – С. 99-106.

5. Платонов, Е.П. Пути совершенствования мероприятий по компенсационному лесовосстановлению / Е.П. Платонов, А.С. Оплетаев, С.В. Залесов, **К.А. Башегуров** // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2021. – Т. 25, № 6. – С. 5-10.

6. **Башегуров, К.А.** Накопление подроста сосны обыкновенной на вырубках в подзоне северной тайги / К.А. Башегуров, С.В. Залесов, А.Е. Морозов, А.С. Попов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 2-1 (116). – С. 123-127.

7. Морозов, А.Е. Естественное зарастание песчаных карьеров в условиях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района / А.Е. Морозов, Л.А. Белов, **К.А. Башегуров**, С.В. Залесов, Е.П. Розинкина // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2023. – № 243. – С. 86-99.

8. **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.

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

Публикации в других изданиях

10. **Башегуров, К.А.** Совершенствование лесовосстановления сосновых лесов подзоны северной тайги / К.А. Башегуров, Е.В. Жигулин, С.М. Жижин, А.Г. Магасумова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2020. – № 58. – С. 3-6.

11. Вассин, Г.Ю. Влияние лесозаготовительной техники на лесовосстановление после рубок / Г.Ю. Вассин, А.М. Громов, **К.А. Башегуров**, А.В. Давыдов, Г.А. Годовалов // Леса России и хозяйство в них. – 2020. – № 2 (73). – С. 25-34.

12. **Башегуров, К.А.** Закрепление песка с целью содействия естественному лесоразведению / К.А. Башегуров, Е.В. Жигулин, А.С. Оплетаев // Лесная наука, молодежь, будущее – 2021: Материалы II Междунар. школ.-конф. молодых ученых. – Гомель: Типография «Белдрук», 2021. – С. 25-28.

13. **Башегуров, К.А.** Анализ лесовосстановления на пройденных пожарами площадях в подзоне северной тайги Западной Сибири / К.А. Башегуров, Р.А. Осипенко, И.А. Панин // Лесная наука, молодежь, будущее – 2021: Материалы II Междунар. школ.-конф. молодых ученых. – Гомель: Типография «Белдрук», 2021. – С. 29-33.

14. **Башегуров, К.А.** Роль оптимизации лесовосстановления и лесоразведения в совершенствовании лесопользования / К.А. Башегуров, Е.В. Жигулин, С.М. Жижин, С.В. Залесов, Р.А. Осипенко // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Кострома, 2021. – С. 162-164.

15. **Башегуров, К.А.** Соотношение способов лесовосстановления на территории лесного фонда Российской Федерации / К.А. Башегуров, Г.А. Годова-

лов, С.М. Жижин, С.В. Залесов // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса. Материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2021. – С. 43-46.

16. Осипенко, Р.А. Обеспеченность подростом сосны обыкновенной насаждений различных формаций / Р.А. Осипенко, А.Е. Осипенко, **К.А. Башегуров**, С.М. Жижин, К.В. Мельникова // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса. Материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2021, 2021. – С. 219-225.

17. **Башегуров, К.А.** Формирование древесной растительности на выработанных сухоройных карьерах в подзоне северной тайги Западной Сибири / К.А. Башегуров, Р.А. Осипенко // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сборник материалов XVII Междунар. науч.-практ. конф. – В 2-х книгах. – Барнаул, 2022. – С. 321-323.

18. **Башегуров, К.А.** Влияние способа разработки гари на рост и развитие лесных культур сосны обыкновенной в подзоне северной тайги Западной Сибири / К.А. Башегуров, С.В. Залесов, Л.А. Белов // Научное творчество молодежи - лесному комплексу России: Материалы XVIII Всеросс. (нац.) науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2022. – С. 35-40.

19. **Башегуров, К.А.** Эффективность лесовосстановления в рамках компенсационных мероприятий на территории Таркосалинского лесничества / К.А. Башегуров, А.С. Клинов, С.В. Залесов, А.С. Попов // Научное творчество молодежи - лесному комплексу России: Материалы XIX Всеросс. (нац.) науч.-техн. конф студентов и аспирантов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2023. – С. 46-50.

20. **Башегуров, К.А.** Самозаращение песчаных карьеров в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе / К.А. Башегуров, Е.П. Розинкина, И.Е. Корчагин, А.И. Петров, В.С. Котова, Г.А. Годовалов // Актуальные вопросы таежного и притундрового лесоводства на Европейском Севере России: Материалы научн.-практ. конф. – Архангельск, 2023. – С. 90-95.

21. **Башегуров, К.А.** Искусственное лесовосстановление вырубок в зеленомошно-ягодниковой группе типов леса на территории северной тайги Западной Сибири / К.А. Башегуров // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий. Материалы XV Междунар. научн.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2024. – С. 42-47.

Отзывы на автореферат просим направить в 2 экземплярах по адресу: 620100 г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37 УГЛТУ, ученому секретарю диссертационного совета 24.2.424.02 Магасумовой А.Г.
e-mail: dissovet.usfeu@mail.ru

Подписано в печать _____. Объем 1.0 авт.л. Заказ № _____. Тираж 100.
620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. ФГБОУ ВО «Уральский государ-
ственный лесотехнический университете». Сектор оперативной полиграфии
РИО