

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»

*На правах рукописи*

САЛЦЕВИЧ ЮЛИЯ ВИКТОРОВНА

**ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА НАРУШЕННЫХ  
УЧАСТКАХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРЕДГОРЬЕВ ВОСТОЧНОГО САЯНА**

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

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:

д-р с.-х. наук, доцент Л.В. Буряк

Научный консультант:

канд. с.-х. наук, доцент А.А. Агеев

Красноярск – 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	10
1.1 Анализ состояния нарушенных территорий и естественное лесовозобновление на них.....	10
1.2 Особенности искусственного восстановления лесов.....	23
2 РАЙОН, ОБЪЕКТЫ, ПРОГРАММА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	39
2.1 Природные условия региона исследования.....	39
2.2 Объекты исследований.....	48
2.3 Программа исследований.....	53
2.4 Методы исследований.....	53
2.5 Статистическая обработка данных.....	72
3 ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НАРУШЕННЫХ УЧАСТКОВ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ....	74
3.1 . Оценка состояния древостоев.....	75
3.2 Характеристика напочвенного покрова.....	84
4 ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ НА НАРУШЕННЫХ УЧАСТКАХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ.....	97
5 ВЫРАЩИВАНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА с применением биопрепаратов.....	120
5.1 Выращивание посадочного материала ели сибирской с открытой корневой системой.....	123
5.2 Выращивание сеянцев с закрытой корневой системой в открытом грунте с применением биопрепаратов.....	134
5.2.1 Выращивание сеянцев хвойных пород.....	135
5.2.2 Выращивание сеянцев березы повислой.....	139
5.2.3 Оценка влияния биопрепаратов на фотосинтетический аппарат сеянцев.....	141
6 ОПЫТНЫЕ ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ НА НАРУШЕННЫХ УЧАСТКАХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ.....	146

6.1 Опытные лесные культуры ели сибирской с открытой корневой системой .....	146
6.2 Опытные лесные культуры сосны и лиственницы с закрытой корневой системой .....	152
7 Технологии лесовосстановления нарушенных участков лесных земель .....	159
7.1 Классификации горельников по необходимости проведения и видам лесовосстановительных работ .....	159
7.2 Способы лесовосстановления на нарушенных участках лесных земель ....	162
7.3 Содействие естественному лесовосстановлению .....	165
7.4 Искусственное лесовосстановление.....	166
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	178
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	181
ПРИЛОЖЕНИЕ А – ЗАПАСЫ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА .....	213
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И БЛАГОНАДЕЖНОСТЬ ПОДРОСТА НА УЧАСТКАХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ .....	216
ПРИЛОЖЕНИЕ В – РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ.....	218

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Леса занимают более 1/3 площади поверхности земной суши, что соответствует 4,06 млрд. га. За последние 30 лет вследствие пожаров, вспышек насекомых-вредителей и болезней, а также вырубки лесных насаждений было уничтожено порядка 420 млн га лесов (ФАО, 2022). На территории Российской Федерации к мощным факторам, значительно изменяющим функционирование и состояние лесов, относятся лесные пожары, рубки и насекомые-вредители (Гераськина и др., 2021). Многими исследователями отмечается затруднение естественного лесовосстановления и даже обезлесивание нарушенных участков лесных земель. Прогнозируется, что изменение климата и возрастание антропогенных нагрузок приведет к дальнейшему увеличению степени нарушенности лесов. При этом отмечается, что наиболее чувствительны к изменениям лесные экосистемы юга Сибири (Malevsky-Malevich, Molkentin, Nadyozhina, 2008; Gustafson et al., 2010) Комплекс сложившихся факторов обуславливает актуальность исследований, направленных на выявление закономерностей естественного лесовосстановления на нарушенных участках лесных земель юга Сибири, и разработку оптимальных способов и технологий, обеспечивающих успешное лесовосстановление. Исследования лесовосстановления в горных лесах юга Сибири, как менее устойчивых к воздействию различного вида нарушений (пожаров, рубок, вредных организмов, ветровалов), имеют особую экологическую значимость.

**Степень разработанности темы исследования.** Проблеме лесовосстановления на нарушенных участках лесных земель посвящено значительное количество работ (Мелехов, 1948; Санников, 1973; Фуряев, Киреев, 1979; Бузыкин, Пшеничникова, 1980; Курбатский, 1985; Шешуков, 1988; Заблоцкий, Черных, Фуряев, 2003; Луганский и др., 2005; Седых, 2009; Симонов, Василенко, Мирмович, 2010; Шарагин, 2011; Арцыбашев, 2014; Селиховкин, Смирнов, 2015; Чермных и др., 2018; Белов, Вараксина, 2018; Бердникова, Бобрецова, Горлышева, 2018; Медведева, 2020; Буряк и др., 2022), предложены

способы и технологии лесовосстановления, технологии выращивания посадочного материала в том числе с применением биостимуляторов. Однако в предгорьях Восточного Саяна закономерности естественного лесовосстановления на нарушенных участках лесных земель изучены недостаточно, для каждого лесного района не предложены оптимальные способы и технологии лесовосстановления, которые бы обеспечили успешное лесовосстановление нарушенных участков лесных земель, недостаточно изучен вопрос, связанный с интенсификацией выращивания посадочного материала, необходимого для обеспечения мероприятий по искусственному лесовосстановлению.

**Цель работы.** Выявление закономерностей естественного лесовосстановления на нарушенных участках лесных земель в предгорьях Восточного Саяна, разработка предложений по искусственному лесовосстановлению на лесных участках, где невозможно обеспечить естественное лесовосстановление.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи:**

Изучить состояние нарушенных участков лесных земель, в том числе состояние древостоев и других компонентов насаждений.

Выявить особенности естественного лесовосстановления в зависимости от вида нарушения и лесорастительных условий.

Разработать предложения, обеспечивающие интенсификацию выращивания посадочного материала основных лесообразующих пород характерных для предгорья Восточного Саяна, вырастить посадочный материал для закладки опытных лесных культур.

Предложить оптимальные способы и технологии лесовосстановления нарушенных территорий, создать опытные лесные культуры на нарушенных участках лесных земель в предгорьях Восточного Саяна.

**Научная новизна.** Впервые выявлены закономерности естественного лесовосстановления на нарушенных пожарами, насекомыми-вредителями и рубками участках лесных земель в лесных формациях предгорий Восточного Саяна.

Разработаны предложения по интенсификации технологии выращивания посадочного материала приоритетных лесообразующих пород предгорий Восточного Саяна, обеспечивающие получение сеянцев с высокими качественными характеристиками.

Предложены оптимальные способы и технологии искусственного лесовосстановления, учитывающие лесорастительные особенности, вид и давность нарушения, состояние нарушенных участков лесных земель и выявленные закономерности естественного возобновления.

**Теоретическая и практическая значимость.** Выявлены особенности естественного лесовосстановления на нарушенных различными факторами участках лесных земель для наиболее представленных в предгорьях Восточного Саяна лесных формаций.

Разработаны предложения по интенсификации технологий выращивания посадочного материала хвойных пород с открытой и закрытой корневыми системами с применением комплексов биопрепаратов, способные сократить срок выращивания стандартного посадочного материала и получить сеянцы с улучшенными качественными показателями.

Предложены оптимальные способы и технологии, которые могут обеспечить успешное лесовосстановление нарушенных участков лесных земель в регионе исследований.

**Методология и методы исследования.** Методологической основой исследования явились работы отечественных и зарубежных ученых в области изучения процесса естественного лесовозобновления на нарушенных участках лесных земель, а также интенсификации технологии выращивания посадочного материала с открытой и закрытой корневой системами. В исследовании использовались базовые методы научно-технического познания и обработки данных.

Выполнен комплекс лабораторных и наземных исследований с использованием методов, принятых в лесоведении, лесной таксации, лесной пирологии и защите леса. Выполнены опытные работы по выращиванию

посадочного материала и созданию лесных культур с использованием научных и практических методов, принятых в лесокультурном деле.

### **Положения, выносимые на защиту.**

В предгорьях Восточного Саяна на значительной площади нарушенных участков лесных земель вследствие разрастания травяного покрова, характеризующегося высоким запасом, отмечается затруднение или полное отсутствие естественного лесовосстановления, что обуславливает необходимость проведения мероприятий по искусственному лесовосстановлению.

При выращивании посадочного материала ели сибирской с открытой корневой системой использование технологической схемы, включающей комплексное применение биопрепаратов Феровит / Гетероауксин / Гетероауксин, Цитовит / Эпин / Гетероауксин, Вода / Гетероауксин / Гетероауксин, Вода / Эпин / Гетероауксин и биопрепарата Вэрва-ель, позволяет получить посадочный материал с улучшенными качественными характеристиками и сократить срок выращивания в лесном питомнике до 2-х лет.

Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой в открытом грунте с применением биопрепаратов для сосны обыкновенной Циркон (0,02 %) и Феровит (0,15 %), для лиственницы Рибав (0,001 %), НВ-101 (0,05 %), и Эпин (0,002 %), для березы Рибав (0,001 %) позволяет получить сеянцы с улучшенными качественными характеристиками, имеющие высокие показатели приживаемости и сохранности на лесокультурной площади.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность результатов подтверждается достаточным объемом экспериментального материала, собранного в процессе проведения научных исследований, в полевых и лабораторных условиях с использованием научно-обоснованных методик. Значительный объем исходных данных обработан современными методами математической статистики, использованием прикладных программ и программных пакетов.

Основные результаты исследований по теме диссертации доложены на Международных конференциях (Красноярск, 2017-2019; Гомель, 2022),

Всероссийских конференциях (Красноярск, 2018-2019; Иркутск, 2022; Санкт-Петербург, 2023), Международных лесных форумах (Воронеж, 2021; Красноярск, 2022). С использованием материалов исследования автора и с его участием разработаны и внедрены в производство рекомендации по выращиванию посадочного материала и созданию лесных культур хвойных пород. По материалам исследования был выполнен проект для участия в конкурсе научных и опытно-исследовательских проектов аспирантов, молодых ученых научно-исследовательских институтов и организаций, находящихся в ведении Рослесхоза, который занял 1-е место в номинации «Лесовосстановление и лесоразведение» (2021 г.).

**Публикации.** По материалам диссертационного исследования опубликовано 13 работ, в том числе 2 статьи, в изданиях включенных в Перечень ВАК России и рекомендованных по научной специальности 4.1.6., 2 статьи в журналах индексируемых в Web of Science и Scopus, 2 свидетельства о регистрации базы данных, методические рекомендации и справочник (в соавторстве).

**Личный вклад** автора заключается в непосредственном участии во всех этапах исследования. Им осуществлено формирование цели и задач диссертационной работы, составлены методика и программа работ, осуществлен сбор и обработка полевого материала, проведен анализ и обработка экспериментальных данных, а также сформулированы выводы.

**Объем и структура работы.** Диссертация включает 225 страниц и состоит из введения, семи глав, заключения, списка использованной литературы из 334 наименований, включая 11 источников на иностранных языках. Содержит 26 таблиц, 55 рисунков, 3 приложения.

**Благодарности.** Автор глубоко признателен директору Филиала ФБУ ВНИИЛМ «Центр лесной пирологии» кандидату технических наук Р.В. Котельникову за всестороннюю помощь и поддержку в выполнении работы, коллективу КГБУ «Саянское лесничество», в особенности В.Н. Тихонову (директор Саянского лесничества до 2022 г.) и А.В. Епанчинцеву (и.о. директора Саянского лесничества) за содействие создания опытных участков лесных культур на

территории лесничества. Также автор выражает искреннюю благодарность инженерам-исследователям В.С. Иванову, А.Н. Головиной (Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центр лесной пирологии») и студентам СибГУ им. М.Ф. Решетнева (Институт лесных технологий) за помощь при выполнении научных и опытных полевых работ.

# 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

## 1.1 Анализ состояния нарушенных территорий и естественное лесовозобновление на них

Лесные пожары, вырубки, насекомые-вредители и болезни леса в Российской Федерации являются мощными факторами, значительно изменяющими функционирование и состояние лесов (Гераськина и др., 2021). Перечисленные факторы нарушают не только лесные экосистемы, но и наносят серьезный урон экологии и экономике, а также, зачастую являются угрозой для человеческих жизней.

Вследствие масштабных лесных пожаров, воздействия рубок, болезней и насекомых-вредителей на значительной площади во всем мире происходит сокращение лесных земель. Ежегодно на территории Российской Федерации уничтожаются миллионы гектаров леса, гибнут как взрослые деревья, так и молодые насаждения, в том числе, лесные культуры. Процесс зарастивания нарушенных участков лесных земель, в большинстве случаев, растягивается длительный период, на части нарушенных участков естественное лесовосстановление может отсутствовать. Предполагается, что если не предпринимать никаких мер, то в ближайшее время существует реальный риск остаться без лесов (Харук, Пономарев, 2020).

### *Лесные пожары и рубки*

По данным различных источников, опубликованных по результатам отечественных и зарубежных научных исследований, информация по оценке гибели российских лесов в результате лесных пожаров значительно варьируется, при этом приведенные данные отличаются от сведений, приводимых в официальных источниках, как правило, значительно их превышая. Следует отметить и то, что большинство авторов не использует в своих исследованиях данные официальной статистики (Барталев и др., 2015; Владимирова и др., 2017; Барталев, Стыщенко, 2021).

Большая часть исследователей отмечают, что из многочисленных природных и антропогенных факторов пожары оказывают доминирующее негативное влияние на продуктивность лесов, их качественную характеристику и динамику лесовосстановительного процесса. В результате высокой степени захламленности участков гарей и иных нарушенных участков лесных земель и значительных запасов напочвенных горючих материалов (валеж, порубочные остатки, опад, травяная ветошь и т.п.), и более быстрого просыхания напочвенного покрова вследствие отсутствия древесного полога, происходит возрастание пожарной опасности, увеличивается вероятность возникновения повторных пожаров на нарушенных участках лесных земель и интенсивность последующих пожаров, что приводит к возрастанию их негативных последствий. В связи с этим ряд авторов указывает на то, что вследствие воздействия пожаров, в особенности ежегодных, снижается биологическая устойчивость лесных фитоценозов (Демаков, Калинин, Иванов, 1982; Курбатский, 1985; Санников, 2002; Заблоцкий, Черных, Фуряев, 2003; Арцыбашев, 2014; Усеня, 2015).

Горимость лесов и степень воздействия лесных пожаров на растительность в значительной степени определяются особенностями лесорастительных условий. Лесорастительные условия определяют возможность возникновения, особенности распространения пожаров и интенсивность горения. Изменение лесной растительности и водно-теплового режима почв в результате пожара также в значительной степени определяется условиями местопроизрастания (Белосеркович, 2016). Исследователями отмечается, что для того, чтобы определить последствия, возникающие во время распространения и после воздействия пожара, необходимо знать и допожарные лесоводственно-таксационные характеристики насаждений и (или) участков лесных земель, а также метеоусловия, определяющие в совокупности состояние горючих материалов и условия распространения и развития пожара.

Возникновение и развитие пожаров тесно связано с рельефом местности. От высоты над уровнем моря зависят величина осадков и температура воздуха, влияющие на горимость, а также вероятность молниевых разрядов. Пожары

возникают преимущественно на южных прогреваемых склонах. В горной тайге скорость продвижения кромки огня резко возрастает на крутых склонах, чему способствуют восходящие по склонам потоки горячего воздуха (Харук, Пономарев, 2020).

Отмечается, что многие районы Северного полушария с присущим им континентальным климатом и доминированием хвойных насаждений особенно благоприятны для возникновения пожаров. Э.Н. Валендик и Г.А. Иванова (2001) установили, что [каждая лесорастительная формация имеет свой «пожарный режим», характеризующийся определенным видом и интенсивностью пожара, его максимальным размером, интервалами повторяемости, степенью повреждаемости растительных ресурсов и послепожарной динамикой лесовосстановительных процессов].

Выявлено, что на территории Сибири лесные пожары возникали еще с доисторических времен. На повсеместную нарушенность сибирских лесов пожарами указывали В.Н. Скалон и Г.П. Тарасов (1946), В.Н. Скалон (1949), И.Ф. Реймерс, Л.И. Малышев (1963), А.В. Побединский (1965), А.И. Бузыкин и Л.С. Пшеничникова (1980), Л.В. Попов (1982), П.М. Ермоленко (1987), В.В. Фуряев (1977, 1996), С.К. Фарбер (2000), Г.А. Иванова (2005), П.А. Цветков (2005), В.И. Харук и Е.И. Пономарев (2020), Л.В. Буряк с соавт. (2022) и другие. А.Ф. Миддендорф (1867) отмечал, что на территории Сибири не осталось не затронутых лесными пожарами первобытных лесов. Значительное влияние пожаров на насаждения Сибири отмечал А.А. Строгий (1902, 1908, 1911). Доказано, что современные растительные ландшафты Сибири – это результат взаимодействия пространственно-временной динамики пожаров с физико-географическими и климатическими особенностями регионов (Валендик, Иванова, 1996; Валендик и др., 2001).

Последствия пожаров оценивались исследователями в различных регионах Сибири. Было установлено, что лесные пожары представляют собой сложное природное явление, оказывающее огромное воздействие на лесные экосистемы в планетарном масштабе и требующее глубоких междисциплинарных исследований.

П.М. Верхунов (1970), С.Н. Санников (1970, 1973), Б.П. Колесников с соавт. (1973), С.Н. Санников, Н.С. Санникова (1985), С.В. Залесов (2002), Ю.Н. Ильичев с соавт. (2003) указывали на существенное влияние пожаров растительности на насаждения Зауралья и Западной Сибири. С.Н. Санников (1973) отмечал, что наиболее общей, ярко выраженной и важной чертой биоэкологии сосны обыкновенной является ее пирофитность, как результат ее длительного филогенеза, при частом воздействии циклических низовых пожаров. В.Н. Седых отметил, что огонь как разрушительный фактор, наиболее распространенный в природе, в течение длительного эволюционного развития лесов создавал в них условия для возникновения и закрепления механизмов лесообразования такого типа, которое бы обеспечивали успешное восстановление леса и его длительное процветание (Седых, 2009).

Изучению последствий лесных пожаров на территории Приангарья посвящены исследования многих авторов (Побединский, 1965; Бузыкин, Пшеничникова, 1980; Попов, 1982; Васильев, 1993; Буряк и др., 2021). В работах отмечается, что в данном регионе лесные пожары существенно изменили облик таежных лесов. Прежде всего, на значительной площади Среднесибирского плоскогорья произошла смена темнохвойных насаждений на светлохвойные, образовались обширные площади производных лиственных лесов (Попов, 1957; Попов, 1982). А.И. Бузыкин и Л.С. Пшеничникова (1980) указывают на то, что относительно частые низовые пожары препятствуют восстановлению ели, пихты, кедра, постоянно уничтожая их подрост и второй ярус в современных сосняках и лиственничниках, возвращая темнохвойные породы в пожароустойчивые убежища. При этом Л.В. Попов полагает, что и до широкого распространения пожаров, связанных с сельскохозяйственным освоением земель, в Приангарье не были редкостью послепожарные восстановительные процессы и появление березовых и сосновых лесов на месте сгоревшей темнохвойной тайги (Попов, 1982). По мнению А.И. Бузыкина и Л.С. Пшеничниковой (1980), при исключении пожаров из жизни леса светлохвойные насаждения вряд ли бы господствовали в

Приангарье, – они бы оказались приурочены к локальным территориям своих ксерофильных местообитаний.

Проведенные в южных равнинных районах Сибири исследования показали, что за последние десятилетия произошло значительное сокращение площади сосновых массивов, произрастающих в крайних южных условиях распространения лесов. Отмечается, что катастрофическая ситуация сложилась в борах, находящихся за пределами зонального ареала сосны обыкновенной, вклинивающихся в зону сухих степей. К таким борам на юге Сибири относятся ленточные боры Алтайского края, Минусинские и Шушенские боры Красноярского края, Балгазынские боры республики Тыва и Цасучейские боры Забайкальского края.

Исследователи, занимающиеся изучением последствий пожаров в Алтайских борах, отмечают сокращение площади, занятой лесными насаждениями, вследствие значительного роста горимости в последние десятилетия (Ишутин, 2000; Ильичев, Бушков, Тараканов, 2003; Ишутин, 2004; Фурьев, Заблоцкий, Черных, 2005; Парамонов, 2006; Куприянов, 2009). Горельники являются объектом массового размножения лесных вредителей, а легкие песчаные почвы на горях вследствие характерной им бесструктурности легко подвергаются ветровой эрозии. Недостаток влаги в период вегетации, сильное нагревание почвы в полуденные часы, перевевание песков зачастую ведут к заращиванию гарей в течение десятилетий (Ишутин, 2004). Лесные пожары в Алтайском крае, особенно в юго-западной части ленточных боров, привели к образованию громадной площади послепирогенных пустошей и горельников. Анализ ситуации, сложившийся в ленточных борах, позволяют говорить о наличии общей тенденции к остепнению участков крупных гарей, а при активном антропогенном воздействии – и к их опустыниванию (Макарычев, 2004; Куприянов, 2009). А.Н. Куприянов предполагает, что в условиях увеличения антропогенной нагрузки, глобального потепления климата и сокращения межпожарного периода, возвратные пожары на крупноплощадных горях ставят под угрозу само существование ленточных и приобских боров в недалеком будущем (Куприянов и др., 2003; Куприянов, 2009).

Предполагается, что в Среднеобских борах открытые гари без искусственного лесовосстановления долгие годы будут безлесными, а в разнотравных типах леса перспектив восстановления сосны естественным путем вообще нет (Ильичев, Бушков, Тараканов, 2003).

Исследованиями последствий пожаров в лесостепных районах юга Средней Сибири занимались Н.П. Курбатский и П.А. Цветков (1986), Н.П. Курбатский и Г.А. Иванова (1987), Л.В. Буряк с соавт. (2022) и другие. Значительный рост частоты пожаров и горимости лесов наблюдается и в лесостепных районах Красноярского края. В связи с этим складывается напряженная экологическая ситуация, которая сформировалась в степных и лесостепных ландшафтах Минусинской котловины (Каленская, Буряк, Толмачев, 2010; Буряк и др., 2011). Отмечается отсутствие лесовосстановления на значительной площади гарей в Балгазынских борах республики Тыва, за счет этого происходит остепнение лесных земель (Буряк и др., 2011).

Исследователями отмечено, что в горных условиях лесные пожары наносят наибольший ущерб. При этом горные леса в Российской Федерации занимают около трети лесной площади и располагаются, в основном, на Северном Кавказе, на Урале, на юге Сибири, на севере Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. При распространении пожаров в горных лесах наблюдается смена пород с хозяйственно-ценных на малоценные (лиственные). А при многократном (ежегодном) прохождении пожаров на одной и той же территории полностью уничтожается лесная растительность, что приводит к эрозии почвы на крутых склонах, нарушению режимов рек, и, далее – пересыханию водоемов и другим последствиям.

В условиях горных ландшафтов Забайкалья доминирующие светлохвойные леса вследствие интенсивных пожаров сопровождаются обезлесением с образованием «солнцепоков», на которых, после, формируется сложная мелкоконтурная «чересполосица» групповых или куртинных разновозрастных древостоев. На юго-востоке Забайкалья в предгорьцевых лиственничниках

сильные пожары приводят к понижению верхней границы леса (Евдокименко, 2008).

О проблеме лесных пожаров в горах Сибири и Дальнего Востока описано в работах многих ученых (Ганешин, 1912; Колесников, 1938; Прозоров, 1957; Коропачинский, 1959) и в каждом географическом районе лесные пожары в горах имеют свои особенности. Они отличаются по сезону действия, по характеру развития и, конечно же, по последствиям.

В.Н. Смагин с соавт. (1980) еще в 1980 году предлагал оценивать горимость горных лесов по высотным поясам, так как каждый из поясов обладает определенной мерой тепло- и влагообеспеченности, типом почвообразования, жизненной формой лесных сообществ, восстановлением сукцессий и средообразующими свойствами. М.Е. Коновалова и др. (2004) говорят о том, что пожароопасность и горимость лесов высотно-поясных комплексов существенно различаются и отличаются от средних показателей более чем в 5-10 раз.

В западной части Восточного Саяна горимость лесов оценивается как умеренная, что связано с большим количеством осадков и длительным таянием весной снежных масс (Поликарпов, Чебакова, 1986). У подножий и в нижних частях склонов преобладают пихтовые леса зеленомошной группы, вследствие недостатка тепла горючие материалы под пологом леса остаются влажными, что предотвращает возникновение пожаров. В случае, если все же возник пожар – из-за особенностей в строении насаждений (вертикальная сомкнутость древесного полога) развиваются сильные низовые или верховые пожары, которые приводят пихтовые насаждения к гибели. Пихта обладает низкой устойчивостью к пожарам и неспособна переносить пожары даже слабой интенсивности (Курбатский, 1962а, 1964; Фуряев, 1996).

Л.С. Пшеничникова и С.М. Лесников (2008) говорят о том, что после пожаров в горных условиях начинается разрастание травяно-кустарниковой растительности, лесовосстановление представлено мелколиственными деревьями, после происходит постепенное появление темнохвойных пород, и со временем

темнохвойный полог полностью или почти полностью вытесняет березу и (или) осину.

В периоды продолжительных засух особый вред наносят крупные пожары, которые, зачастую, значительно изменяют природную среду. После прохождения пожара площади зарастают густой травой, тем самым блокируется появление самосева лесообразующих пород. В результате нарушаются исторически сложившиеся режимы и изменяется коренная природная среда. Процесс лесовосстановления в таких местах может потребовать многих десятилетий или вовсе он может не случиться (Курбатский, 1964; Ефремов, Швиденко, 2004).

Характер и вид пожара определяют изменения, которые произойдут в лесных формациях после пожара (Душа-Гудым, 1976). В эти изменения включаются и необратимые процессы, заключающиеся в эрозии почв на крутых склонах, заболачивании и (или) разболачивании, нарушении лесовозобновления и другое. Специфика пожаров в горных условиях определяется тем, что пожары в горах имеют более разрушительный характер.

Все вышеперечисленное определяет необходимость в проведении региональных исследований по оценке влияния пожаров на лесные экосистемы, при этом оценка последствий воздействия пожаров на горные леса с учетом вертикальной зональности имеет особую актуальность.

В большинстве стран мира существует острая проблема, заключающаяся в незаконной вырубке лесов и вырубке лесов с нарушениями. Российская Федерация вместе с Канадой являются одними из лидирующих стран по экспорту древесного материала в мире. Самыми активными районами в России, где вырубается миллионы гектаров леса, считается территория Сибири и Дальнего Востока. В связи с тем, что очень сложно получить специальное разрешение на лесозаготовительные работы, - предприниматели прибегают к деятельности незаконных вырубок. Незаконные вырубки лесов наносят колоссальный ущерб состоянию лесного фонда, так как на лесной площади выбираются только высококачественные деревья, в основном хвойных видов, из которых берется только стволовая часть, а вершина, сучья и деревья, которые мешают лесозаготовке

спиливаются и остаются на площади, что со временем приводит к повышению пожарной опасности в лесу (Бурдин, 2007), а деятельность машин и механизмов на участках уничтожает благонадежный подрост, в результате уплотняется почва, тем самым, препятствуя естественному лесовосстановлению (Горяева, Кочеткова, Леонов, 2006).

Проблема незаконных вырубок активно обсуждается политиками, учеными, специалистами и представителями общественных организаций со всего мира. Корни этой проблемы уходят в далекое прошлое, примерно, к периоду, когда началось развитие товарно-денежных отношений, а именно торговли древесиной (Сухих, 2005). Масштабы данной проблемы, как и в прошлом, так и в настоящем не известны, и результаты могут быть получены только после экспертных оценок. Так в некоторых работах исследователей дается «грубая» приблизительная оценка неучтенных самовольных рубок и, приблизительно она составляет 8-10 млн м<sup>3</sup> в год, что превышает данные официальной статистики в 10-20 раз (Морозов, 2002).

Выявлению закономерностей лесовосстановительных процессов после рубок легальных и нелегальных посвящено достаточное количество работ (Залесов, Платонов, Лопатин, 1996; Луганский и др., 2005; Белов, Вараксина, 2018; Чермных и др., 2018). После проведения рубок, в особенности сплошных, площади подвергаются зарастанию вейником, папоротником, осокой, что, в свою очередь, повышает пожарную опасность. В большинстве своем площади после рубок становятся заброшенными и в течении многих лет остаются без внимания. Тем временем на них возможно ежегодное распространение пожаров, которые уничтожают не только сухую траву, но и подрост.

Выявлено, что процесс лесовосстановления наиболее активен на низко- и среднеплодородных сухих и суховатых почвах со слабым развитием живого напочвенного покрова. В местах с плодородными почвами, достаточным уровнем увлажнения и большим разнообразием травянистой растительности лесовозобновительный процесс ослаблен или просто невозможен (Кряжевских, Сорокин, 2020). В связи с этим необходимо планировать мероприятия по

содействию естественному лесовозобновлению или создавать насаждения искусственным способом.

### ***Насекомые-вредители.***

Сибирский шелкопряд (*Dendrolimus sibiricus* Tschetverikov) наряду с лесными пожарами является важнейшим фактором, влияющим на лесообразовательный процесс в таежных лесах Сибири (Кондаков и др., 2001). По оценке Э.Н. Валендика, С.В. Верховца и других, за прошедшее столетие от Урала до Тихого океана в результате воздействия сибирского шелкопряда погибли хвойные леса площадью около 13 млн га (Валендик, Верховец, Кисляхов, 2004). Исследования состояния лесов, поврежденных сибирским шелкопрядом в Сибири, проводились, начиная с 50-х годов прошлого столетия. Исследованием сибирского шелкопряда в Тыве занимались в 50-70-х годах XX столетия, А.И. Черепанов (1949, 1950, 1962), Н.Г. Коломиец (1957, 1968), Н.Ф. Реймерс и Л.И. Малышев (1963) и др. Ими подробно была описана фенология сибирского шелкопряда, а также изучены некоторые биологические и экологические аспекты его жизнедеятельности. В 1950-2004 гг. изучение очагов сибирского шелкопряда проводили специализированные лесопатологические экспедиции под руководством О.А. Катаева и др. (1981), В.П. Гречкина (1960), Г.И. Голутвина (1974), В.А. Севастьянюка (1987, 1994), В.В. Поповам (2000, 2004), А.А. Либермана (2004) и др. Отмечалось, что в 1950-х годах прошлого столетия сибирский шелкопряд в бассейнах рек Кеть и Чулым (Фуряев, 1970) за несколько лет превратил темнохвойные леса в сухостойный древостой на площади в несколько миллионов гектаров. На сегодняшний день шелкопрядники занимают особое место в сукцессионной динамике нарушенных лесных экосистем и имеют ряд отличительных особенностей. Возникновение вспышки сибирского шелкопряда заключается в ряде последствий, которые сопровождаются полным уничтожением подроста темнохвойных пород, последующим заболачиванием и интенсивным процессом задернения участков, возникновением периодических пожаров, а также отсутствием почвенного запаса семян хвойных пород (Павлов, 2007).

Наиболее разрушительные последствия характерны для темнохвойной тайги с преобладанием пихты и кедра. Значительную роль в этих процессах играют низовые пожары различной интенсивности. Восстановление темнохвойных лесов на участках бывших шелкопрядников происходит через длительно-производную смену пород, сопровождается многократными пожарами и изменением гидротермического режима и почвенных характеристик, препятствующих естественному лесовозобновлению. Результат воздействия данных двух факторов – сотни тысяч гектар не покрытых лесной растительностью земель, что неизбежно сказывается на глобальном круговороте углерода и изменении климата.

Все поврежденные хвойные деревья, включая и подрастающее поколение, погибают, остатки крон осыпаются. Количество света, достигающее до земли, увеличивается вдвое. В результате начинают разрастаться травы, прежде находившиеся в угнетенном состоянии из-за затенения, и через год-два почва скрывается под густым травяным покровом. В условиях Сибири видом, наиболее активно развивающимся в свежих шелкопрядниках, является вейник, который будучи одним из самых конкурентоспособных видов травянистых растений приводит к трансформации фитоценоза шелкопрядника в стадию злакового сообщества. Именно это обстоятельство и становится основным препятствием восстановления коренных древесных пород в шелкопрядниках. Покров из злаков катастрофически задерживает почву, препятствуя поселению и прорастанию семян древесных растений. Мертвый древостой не забирает влагу из почвы, вследствие чего под шелкопрядниками часто образуется болото (Акулин, 2020).

На скорость и направление сукцессии оказывают значительное влияние: степень повреждения древостоев сибирским шелкопрядом, гранулометрический состав почвы, пожары, гидрологический режим, рельеф, предшествующий состав леса, наличие семенных деревьев. При полном уничтожении древостоя, включая подрост, естественное возобновление идет через смену пород. Пожары в шелкопрядниках способствуют освобождению территории от захламленности и в то же время являются основным препятствием лесовозобновлению. На гарях на длительное время формируются исключительно лиственные низкополнотные

насаждения без подроста хвойных пород. В случае, если насаждения не подвергаются огню, процесс восстановления осуществляется иным путем, схожим с процессом восстановления леса на ветровальниках. В целом, даже при самых благоприятных условиях естественное восстановление леса затянется более чем на сто лет (Бердникова, Бобрецова, Горлышева, 2018). Особенно существенный ущерб от насекомых-филлофагов наблюдается в подзоне южной тайги, а также в низкогорных поясах горных систем, где сосредоточены темнохвойные и лиственничные насаждения. Авторами указывалось на высокую природную пожарную опасность и горимость шелкопрядников (Дудин, 1958; Фуряев, 1966; Львов, Орлов, 1984; McRae, 1986; Валендик и др., 2011).

Уссурийский полиграф (*Polygraphus proximus* Blandford) заселяет участки здорового смешанного пихтового леса, формирует и увеличивает в них очаги массового размножения (Баранчиков и др., 2011). Уссурийским полиграфом повреждаются, в основном, спелые и перестойные, средне- и низкополнотные, с преобладанием в составе пихты, средне- и низкобонитетные насаждения. Крайняя неустойчивость пихты сибирской к комплексу патогенных офиостомовых грибов, ассоциированных с полиграфом, приводит к чрезвычайно быстрому, в течение 2-3 лет, усыханию пораженных короедом деревьев. Имеющиеся на сегодняшний день данные свидетельствуют, что нападение уссурийского полиграфа не только носит катастрофический характер, но и приводит к полному разрушению древесного яруса (Шабалина, Безкоровайная, Баранчиков, 2017).

В поврежденных смешанных пихтовых лесах происходит смена пихты на кедр, что можно оценить, как положительное явление. Однако ввиду того, что под пологом этих насаждений часто присутствует в достаточном количестве и качестве подрост с абсолютным преобладанием пихты, данная смена носит временный характер и прогнозируется восстановление доминирующей роли пихты в течение одного поколения. В случае, если произошла полная гибель основного полога пихты, то древостой деградирует до состояния редины, где восстановление пихты будет частичным (20,0-50,0 %), и основное направление лесообразовательного процесса будет идти в сторону формирования длительно-производных

разреженных вторичных молодняков с преобладанием березы и осины. На части этой площади возможен временный переход к кедр, березе, осине, однако восстановление пихты прогнозируется только на 20,0-30,0 % площади, на остальной будет протекать возобновление пионерных пород и их постепенное вращание в верхний полог, т.е. будут формироваться смешанные хвойно-лиственные древостои с участием пихты.

В целом следует отметить, что наблюдаются значительные отличия в состоянии насаждений, поврежденных уссурийским полиграфом и шелкопрядом сибирским. Так, на участках пихтовых насаждений и насаждений с участием в составе древостоев пихты сибирской, поврежденных уссурийским полиграфом, гибнет только пихта сибирская и уже через 5-10 лет после гибели наблюдается слом пихты. В темнохвойных насаждениях, поврежденных шелкопрядом сибирским, как правило, наблюдается гибель всех темнохвойных пород, при этом кедр не вываливается и через десятки лет после усыхания (Бабой, Голубев, 2017).

В целом проведенный аналитический обзор по вопросам, касающимся степени нарушенности территорий и естественному лесовозобновлению на них, показывает, что в результате негативных факторов как со стороны природы, так и со стороны антропогенного фактора – процесс естественного лесовосстановления лесов затягивается не на один десяток лет.

Во многих лесных районах предполагается только естественное лесовосстановление, в том числе – в части лесных районов таежной зоны несмотря на то, что лесной фонд этих районов характеризуется высокой степенью нарушенности вследствие воздействия пожаров и рубок. При этом, на значительной площади гарей и вырубок наблюдается отсутствие или затруднение естественного возобновления, за счет чего происходит сокращение площади лесных земель, занятых лесными насаждениями.

Комплекс сложившихся факторов обуславливает актуальность исследований, направленных на оценку региональных особенностей естественного лесовосстановления и целесообразности проведения лесовосстановительных

работ, а также на разработку технологий лесовосстановления нарушенных территорий искусственным способом.

## 1.2 Особенности искусственного восстановления лесов

Необходимость применения мер по искусственному восстановлению лесов вытекает из того, что зачастую естественные процессы не способны обеспечить восстановления лесов на нарушенных территориях. В ряде случаев необходимый лесоводственный эффект можно получить только посредством проведения мероприятий по искусственному лесовосстановлению. Многолетний опыт показал, что искусственное лесовосстановление может быть гораздо успешнее, чем естественное (Писаренко, Мерзленко, 1990; Вараксин, 2004; Мерзленко, 2017).

Искусственные насаждения создаются путем посева семян и (или) посадкой сеянцев и саженцев с открытой и закрытой корневыми системами. Перспективность создания искусственных лесов, в свою очередь, зависит от наличия качественного посевного или посадочного материала (Гаджиев и др., 2002).

Опираясь на знания морфологии и физиологии древесных пород, создаются эффективные и перспективные технологии работ по восстановлению «новых» лесов на нарушенных пожарами, рубками и насекомыми-вредителями участках лесных земель, где естественное лесовозобновление затруднено (Дроздов, Шадрин, Шадрина, 2005; Калинин, 2009; Домасевич, Ефремов, 2010). К таким технологиям относятся агротехнические мероприятия (Однополова, 2017), применение биологически активных веществ (Пентелькина, Острошенко, 2005; Скозарева, Чернодубов, 2019), применение удобрений (Романчук, Юренин, 2018) а также селекционные технологии (Ананьев и др., 2017).

### *Лесовосстановление посадочным материалом с открытой и закрытой корневой системой*

Важным условием для создания искусственных насаждений является выбор главной породы, которую определяют в зависимости от лесорастительных и экономических условий (Сухоруков, 2010). Для создания биологически устойчивых лесных насаждений необходимо придавать большое значение подбору древесных пород, для этого необходимо знать особенности древесных пород их сочетание и влияние друг на друга (Морозов, 1949).

В России главными породами по созданию лесных культур выступают сосна обыкновенная, сосна кедровая сибирская (кедр), различные виды лиственниц и ели и другие древесно-кустарниковые растения. Посредством этих хвойных пород около 80 % лесных культур в России создают посадкой, посев применяется, по большей части на свежих вырубках, где не наблюдается задернения почвы, и применяются чаще крупные семена (дуб, орех и т.д.).

Технологии создания искусственных насаждений в значительной степени определяются региональной принадлежностью участков лесных земель и их лесоводственными характеристиками, что нашло отражение в нормативных документах, в том числе, и в действующих Правилах лесовосстановления (2021).

Значительный объем работ по созданию лесных культур и оценке их приживаемости проводится ежегодно в лесных районах страны, разрабатываются технологии по освоению участков гарей, вырубок, насаждений, нарушенных сибирским шелкопрядом и уссурийским полиграфом. Отмечается, что главной целью при закладке лесных культур выступает обеспечение высокой приживаемости и дальнейшей их сохранности.

В Западной Сибири (Горный Алтай) было разработано районирование по искусственному лесовосстановлению кедра. По мнению Е.Г. Парамонова (2006) создание лесных культур и насаждений кедра комбинированным способом необходимо осуществлять в кедровниках крупнотравных, лишайниковых, папоротниковых и широколиственных.

В таежной зоне Средней Сибири, на основании проведенных 24-летних исследований Г.С. Вараксиным (2004), было выявлено, что лесные культуры хвойных пород чаще гибнут, а те, которые выживают, находятся в плохом состоянии. По его мнению, причиной тому служат, как некачественный посадочный материал и низкое качество посадки, так и недостаточность агротехнических уходов, вследствие чего происходит зарастание культур лиственными породами. Также Г.С. Вараксиным была изучена приживаемость лесных культур в зависимости от разных технологий их создания. Установлено, что наиболее высокий процент приживаемости приходится при создании искусственных насаждений сосны и ели ручным и механизированным способом. Успех в высокой приживаемости культур ели и кедра наблюдается на тяжелосуглинистых временно переувлажняемых почвах, где произрастали темнохвойные леса. Отмечено, что для обеспечения сохранности лесных культур, в первую очередь необходимо снизить конкурентную борьбу между нежелательной травянистой и древесной растительностью с созданными культурами. Для решения этой задачи прибегают к частичной обработке почвы, а также производят посадку культур укрупненным посадочным материалом (Огиевский, 1977).

Созданием культур из темнохвойных пород в Иркутской области занимались Г.С. Вараксин и А.А. Ибе (2007). По мнению исследователей, лучшим сроком созданием лесных культур на севере области является первая декада июня, а наибольшая приживаемость лесных культур наблюдается на южных и юго-восточных склонах. Также Г.С. Вараксин отмечает, что в условиях Восточной Сибири лучшим сроком посадки лесных культур темнохвойных пород можно считать весенний период до распускания почек, а если складываются благоприятные летние погодные условия (обильные осадки), то посадку можно осуществлять с середины июля по конец августа (Вараксин, 2000).

Территория Забайкальского края постоянно подвержена влиянию неблагоприятных условий, в их числе: засухи, низкие температуры, минимальный снежный покров, физиологическое иссушение почвы в весенние периоды,

многочисленные грызуны, а также лесные пожары. В таких условиях создание лесных культур имеет большое значение. Для создания искусственных насаждений разрабатываются оптимальные сроки посадки лесных культур, особые агротехнические мероприятия и технологии. В.П. Бобриневым и Л.Н. Пак (2014) были установлены оптимальные сроки посадки семян и саженцев сосны и лиственницы, которые направлены на повышение их приживаемости и сохранности. Проведенные многолетние исследования показали, что лесные культуры сосны на вырубках имеют максимальную приживаемость при посадке ранней весной, в первой половине августа и в середине сентября. Показатели приживаемости семян в эти периоды обеих пород варьировали от 67 до 79 %, для саженцев – 79-85 %. На участках гарей приживаемость составила для семян обеих пород от 44 до 62 %. Авторами выдвигаются рекомендации по проведению посадки лесных культур на гарях в Забайкальском крае в первые 3-4 года после пожара, так как до этого момента на участках отмечается жесткий микроклимат. Обычно лесные культуры кедра сибирского в Восточном Забайкалье создавали сеянцами, что неблагоприятно сказывалось на их развитие: заглушали сорные растения и подмерзали тронувшиеся в рост почки. Культуры крупномерных саженцев в большом объеме погибали от иссушения, обмерзания, заливания и отсутствия своевременных агротехнических мероприятий из-за плохих подъездных путей и удаленности лесокультурных площадей (Бобринев, Пак, 2014).

В связи с преобладанием экстремальных по засушливости условий в Алтайском крае, процесс естественного лесовосстановления лесов затягивается не на один десяток лет. Так, в ленточных борах возникает острая необходимость в проведении работ по искусственному восстановлению лесов, а также содействию естественному возобновлению. Изучением истории создания лесных культур в ленточных борах Алтая, в том числе, составлением информационной базы лесоустройства, занимались В.А. Бугаев, Н.Г. Косарев (1988), а также Е.Г. Парамонов с соавт. (2000). Отмечается, что к 1936 г. на территории Алтайского края свыше 288 тыс. га были представлены гарями, вырубками, пустырями и редианами (Грибанов, 1960; Парамонов и др., 2000). Из-за нехватки тракторов и

инвентаря, отсутствия высококвалифицированных кадров и научного подхода для составления рекомендаций по созданию лесных культур, площадь лесных земель, требующая лесовосстановления сокращалась незначительно (Осипенко и др., 2017). До 1990 года в ленточных борах действовала система смешения сосны обыкновенной с ивой остролистной, что позволяло защищать почвы от перегрева и ветровой эрозии, но повышала пожарную опасность. Спустя 60 лет ее использования, прекратила свое существование. С созданием в 2012 г. на Алтае лесного селекционно-семеноводческого центра повысилось качество посадочного материала за счет производства высококачественных семян. В связи с крупными лесными пожарами, возникающими на территории Алтайского края, были развиты базы лесных питомников с целью восстановления утраченных лесов. В течение 10-ти лет на территории края было создано более 120 тыс. га лесных культур. При поддержке специалистов, ученых и в первую очередь доктора сельскохозяйственных наук Е.Г. Парамонова (2011, 2012, 2013), с 2011 года в Алтайском крае ведется работа по восстановлению системы защитных лесополос. В связи с тем, что в Алтайском крае отмечается значительное количество диких копытных животных М.В. Усов, Е.М. Ананьев (2017) и другие разрабатывают систему защиты культур от их воздействия.

Благодаря грамотно разработанной технологии происходит сохранение биологического разнообразия и генофонда лесов. Агротехнические мероприятия подбирают в зависимости от лесокультурной площади, экологических особенностей выращиваемых растений, категории лесокультурных площадей, а также с учетом зонального положения объекта проектирования. Только выбор оптимальных технологических схем позволяет более перспективно вырастить искусственные насаждения. По словам Н.И. Якимова, Н.К. Крука и А.А. Домасевича (2014) на территории Республики Беларусь наиболее приемлемой системой обработки почвы при выращивании стандартного посадочного материала является применение сидерального пара, который имеет большое значение на бедных песчаных почвах при недостатке органических удобрений.

С целью правильного и грамотного подхода к выбору агротехнических технологий специалистами ФБУ ВНИИЛМ разработаны «Рекомендации по восстановлению искусственным и комбинированным способами хвойных и твердолиственных молодняков на землях лесного фонда» (Родин и др., 2015). Рекомендации охватывают южно-таежный и хвойно-широколиственный, лесостепной и степной районы европейской части России, а также Западно-Сибирский подтаежно-лесостепной лесной район. В рекомендациях отмечается ряд подробных последовательных операций от подготовки участков под лесные культуры до агротехнических уходов за созданными лесными культурами, а также включена технология комбинированного восстановления и представлены базовые технологические карты на выполнение работ. Эти рекомендации составлены в соответствии с Лесным кодексом Российской Федерации и направлены для обеспечения выполнения общих требований к восстановлению лесов России.

По мнению ряда авторов (Мухортов, Нуреева, Ушнурцев, 2014; Мерзленко, 2017; Демаков и др., 2021), система искусственного лесовосстановления нуждается в улучшении. Зачастую лесные культуры гибнут по разным причинам, одной из которых выступает конкурентная борьба за выживание. Поэтому в процесс лесокультурного дела активно внедряются новые технологии выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Отмечается, что посадочный материал с ЗКС отличается удобством при перевозке и длительном хранении, так как корневая система остается неповрежденной, такие растения достаточно быстро адаптируются на новом месте при условии, если ком с грунтом идентичен с почвенными условиями на площади посадки сеянцев или саженцев (схожесть в химическом составе и физических свойствах). Основным преимуществом посадочного материала с ЗКС считается возможность проведения посадки в течение всего безморозного периода.

В 2020 году Министерством природных ресурсов и экологии РФ (Правила лесовосстановления, 2021) была выдвинута задача в адрес регионов, которая гласит, что с 01.01.2022 года не менее 20 % площади искусственного и комбинированного лесовосстановления должно осуществляться сеянцами или

саженцами с закрытой корневой системой и к 2025 году этот показатель должен увеличиться более чем на 30 %. Также в соответствии с законодательством (Постановление Правительства РФ (Правила выполнения работ по лесовосстановлению или лесоразведению), компенсационное лесовосстановление с 2022 года должно проводиться только посадочным материалом с закрытой корневой системой. Кроме того, приемка работ должна производиться не позднее чем через 1 год после проведения мероприятий по лесовосстановлению или лесоразведению.

Площади, требующие лесовосстановления, постоянно увеличиваются и на конец 2021 год составляли 35,4 млн га. Для площади лесовосстановления потребное количество посадочного материала с закрытой корневой системой составляет около 28 млрд шт. сеянцев, а к 2025 году составит 42 млрд. штук. Для того, чтобы вырастить потребное количество посадочного материала за 10 лет необходимо создать тепличные комплексы в России общей площадью 2800 га. В связи с этим, для достижения цели, заключающейся в успешном лесовосстановлении, необходимо использовать улучшенные, сортовые и районированные семена, в которых кроется залог успешного лесовосстановления. Поэтому в качестве основы в области семеноводства стоит придерживаться норм и правил, прописанных в Федеральном законе "О семеноводстве" (Федеральный закон от 17.12.1997 N 149-ФЗ).

Под руководством Е.Л. Маслакова выполнялись работы, направленные на совершенствование технологий опытно-конструкторского характера: разработка технологий, создание машин и оборудования, которые обеспечивали бы комплексную механизацию работ по выращиванию посадочного материала с закрытыми корнями (Маслаков, Мелешин, Извекова, 1981). По итогу был разработан метод «Брикет» (Маслаков, Мелешин, Белостоцкий, 1979), в который был включен полный комплекс оборудования, механизмов и материалов для выращивания посадочного материала, а также механизированная посадка на лесокультурную площадь.

А.В. Жигуновым была разработана новая технология, которая заключалась в прямом посеве семян в контейнеры. Эта технология была более экономически выгодной, но требовала тщательного подхода к подготовке семян и строгое соблюдение режимов выращивания. Предложенная технология А.В. Жигуновым, Ю.Н. Гомельским и Е.Л. Маслаковым (1990) была полностью обеспечена оборудованием для посева семян, выращивания сеянцев, а также для их посадки. Но, в связи с прекращением существования СССР работы прекратились. Несмотря на экономическую нестабильность, научно-исследовательские работы продолжились и были направлены на выращивание крупномерного посадочного материала в теплично-питомнических комплексах (Жигунов, 1998). Однако вскоре эта тема перестала быть актуальной, также перестали поступать государственные крупномасштабные заказы.

В связи с острой нехваткой посадочного материала для лесовосстановления на больших площадях к 2020 году резко повысился интерес к выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой. С этого момента начинается строительство селекционно-семеноводческих центров практически во всех регионах Российской Федерации.

Но несмотря на наработанные материалы прошлого века, за начальные технологии в России были приняты разработки ученых из Швеции и Финляндии. Однако на сегодняшний день в зарубежной практике посадка сеянцев с закрытой корневой системой производится вручную, ни одна из фирм-разработчиков конструирования лесопосадочной техники не переделала свою технику в серийное производство. Исходя из небольшого опыта, механизированная посадка характеризуется низкой производительностью и слабым гидрооборудованием, что говорит о необходимости разработки новых технических решений при посадке сеянцев с закрытой корневой системой.

Как известно, для получения высококачественного посадочного материала требуются своевременные агротехнические уходы. Если речь идет о посадочном материале с закрытой корневой системой, то для обеспечения оптимального роста и развития растений необходимо, чтобы каждое растение получало достаточный

объем воды в течение всего периода выращивания. Из-за малой площади поверхности ячейки, качество и количество поливов становится еще более важным элементом. Поэтому в тепличных комплексах предусмотрена система орошения (Пахомова, Астапов, 2020), которая выполняет роль не только как система полива: ее пропускная способность позволяет распылять и удобрения, и химикаты (фунгициды и инсектициды). Систему подачи воды, как правило, регулируют, устанавливают периодичность и объем воды.

До настоящего времени ведутся работы по совершенствованию устройств, оборудования и механизмов, а также разработке важного элемента процесса выращивания сеянцев – подбор оптимальных субстратов, максимально соответствующих почвенным условиям и обеспечивающих более быструю адаптацию и ускоренный рост растений в предполагаемых условиях создания лесных культур. Следует отметить, что, когда из благоприятных условий питомника сеянцы высаживают на лесокультурную площадь с комом, обогащенным питательными веществами на худшие почвенные условия, то зачастую это приводит к хемотропизму корней. Поэтому в создании оптимального субстрата большую роль играет точное внесение доз микроэлементов, удобрений и стимуляторов, которые также нужно рассчитывать в зависимости от почвенных условий предполагаемого места посадки.

По утверждениям ряда авторов значимый характер для контейнерных растений носит фракционный состав субстрата. Например, зарубежные коллеги P. Noguera и M. Abad с соавт. (2003) предлагают субстрат, фракция которого равна 0,125...0,25 мм, тогда как в ГОСТ 33162-2014 (Торф низкой степени разложения. Технические условия. ГОСТ 33162-2014, 2019) говорится о том, что содержание частиц в субстрате менее 3 мм должно составлять не более 30 % в верховом торфе. В связи с этим С.В. Бобушкиной (2021) был проведен эксперимент по испытанию двух субстратов при выращивании сеянцев ели и сосны: российского «Велторф» с наличием частиц менее 3 мм – 54,3 % и финского «Kekkila FPM 420 F-6 R 8036» с наличием фракционных частиц менее 3 мм – 44,8 %, кислотностью 5,0-5,4 и 3,7-3,8, соответственно. В результате было выявлено, что на начальных этапах роста

обе породы благоприятно развиваются на субстрате российского производства, тогда как по окончании сезона сеянцы ели и сосны, выращиваемые на финском субстрате, преобладали по высоте надземной части. Учитывая такой показатель, как устойчивость кома: субстрат российского производителя лучше сохраняет форму при выращивании обеих пород, тогда как субстрат финского производителя имел более низкий показатель.

Поэтому при выборе субстрата для выращивания сеянцев с закрытой корневой системой – следует приобретать его только на специализированных предприятиях, а также самостоятельно контролировать субстрат перед посевом.

Однако, несмотря на все имеющиеся технологии в части выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой, до сих пор существуют ошибки и несовершенства в методиках производственного процесса. Создание тепличных комплексов – дело затратное, требующее установки дорогого оборудования и материалов для качественного производственного процесса. А существующие тепличные комплексы и лесные селекционно-семеноводческие центры в России не в силах обеспечить огромные площади для лесовосстановления посадочным материалом. После механизированной посадки сеянцев с закрытой корневой системой наблюдается значительный отпад растений, а для ручной посадки требуется достаточное количество рабочих сил.

В связи с этим следует пересмотреть технологии выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Возможно, альтернативой может послужить выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой в открытом грунте с использованием семян высокого качества. Такой посадочный материал во многом будет держать верх: экономия средств, сеянцы от начала своего развития будут адаптироваться к климатическим условиям окружающей среды, сокращение поливов (так как возникают осадки), не нужно проводить закаливание растений (оно происходит само по мере снижения температуры воздуха).

### *Применение удобрений и биопрепаратов при выращивании посадочного материала с ОКС и ЗКС*

Деградация лесных земель отражается в первую очередь на недостатке питательных веществ, что препятствует росту и развитию растений. Обеспечение почв микроэлементами предусматривает разработку оптимальных норм внесения и эффективность применения удобрений. В литературных источниках имеется большое количество знаний о минеральном питании плодовых, декоративных и сельскохозяйственных культур (Бобылев, 2000; Гурьянова, Рязанова, 2012; Гурин, Резвякова, 2014), а также об особенностях поступления микроэлементов в клетки растений (Гаджиев и др., 2002; Гурин, Резвякова, Сычева, 2014; Кузнецова, 2001). Многие ученые, в том числе – Н.Е. Кузнецова (2001), А.В. Седых (2008), Д.В. Сергеев с соавт. (2012), А.Г. Гурин (2016), в своих исследованиях выявляют особенности действия минеральных удобрений на физиологию роста и развития растений еще на стадии семян и саженцев.

В.П. Бобриневым и Л.Н. Пак был выращен посадочный материал (2 года в посевном отделении, 3 года в школьном отделении) с применением удобрений, в том числе – аммиачной селитры, суперфосфата двойного и сернокислого калия, которые начинали вносить со второго года выращивания семян. Культуры крупномерных саженцев кедра сибирского создали в двух поясах: нижнегорном и верхнегорном на склонах различных экспозиций. Проведенное исследование показало целесообразность применения удобрений в обоих поясах, как на северном, так и на южном склонах: приживаемость без применения удобрений составила 57,7 %, с применением – 86,5 %.

Известные исследователи А.И. Дьяченко (1937), Н.А. Коновалов (1954), А.В. Щербаков (1955), В.В. Грибков (1960), В.И. Мосин (1965) утверждали, что воздействие пониженных температур, замачивание семян в растворах микроэлементов и ростовых веществ не только повышает энергию прорастания семян сосны в лабораторных условиях, но и обеспечивает более высокую грунтовую всхожесть семян и ускоряет рост семян в первые годы выращивания в лесных питомниках.

Результаты исследований, проведенных в различных почвенно-климатических условиях, свидетельствуют и о целесообразности применения стимуляторов роста, которые не только значительно повышают посевные качества семян различных растений, но и обеспечивают устойчивость всходов к неблагоприятным климатическим факторам. В Европейской части России испытания по воздействию стимуляторов роста Эпин, Фумар, Циркон и многие другие, связаны с исследователями такими, как С.К. Пентелькиным, А.И. Чилимовым, Н.В. Пентелькиной, Ю.С. Пентелькиной и А.К. Буториной. Исходя из их опытов было выявлено положительное влияние указанных препаратов на грунтовую и лабораторную всхожесть семян, снижение заражения болезнями и ускорению ростовых процессов проростков, а также были составлены рекомендации по применению этих препаратов (Чилимов, Пентелькин, 1995; Пентелькин, 2001, 2003; Н.В. Пентелькина, 2002, 2003; Н.В. Пентелькина, Ю.С. Пентелькина, 2004; Пентелькина, Буторин, Родионова, 2005). Производственные опыты и проведенные исследования показывают, что, применяя стимуляторы, можно повысить качество и увеличить выход посадочного материала в более короткие сроки (Острошенко, Острошенко, 2011; Проказин и др., 2013; Устинова, 2019). Этот метод в технологии выращивания посадочного материала ускоряет прорастание семян, повышает сохранность сеянцев, увеличивает приживаемость посадочного материала при пересадках в лесные насаждения (Андреева и др., 2016).

Из всего разнообразия препаратов, только небольшое количество препаратов нашли свое применение в лесном хозяйстве. Большое внимание в исследованиях уделяется таким препаратам, как: Циркон, Эпин-экстра, Цитовит и Гетероауксин (Проказин и др., 2013; Родин и др., 2015).

В Воронежской области результаты, направленные на испытание стимуляторов роста Циркон, Цитовит, Лариксин, Карвитол, Альбит, Супер-Гумисол, Рибав-Экстра, Фитоспектр и Эпин-Экстра свидетельствуют о целесообразности их применения. Наблюдая за опытами, было определено

положительное влияние этих препаратов на рост и сохранность сеянцев сосны обыкновенной в течение 2-х лет (Галдина, 2012).

Путь повышения продуктивности растений через регуляторы роста нередко упрощают технологию выращивания посадочного материала как хвойных, так и лиственных пород. От качества выращиваемого посадочного материала в дальнейшем зависит устойчивость и продуктивность создаваемых лесных насаждений. Биопрепараты имеют широкий спектр влияния на растения путем предпосевной обработки семян (Пентелькина, 2003; Проказин и др., 2013), корневой и внекорневой обработки (Острошенко, Острошенко, Острошенко, 2015) обработки корневой системы при пересадке растений (Шлык, 1971) и просто их использование в качестве удобрений, которые содержат разнообразные микроэлементы в доступной для растений форме. Вместе с этим, возникают вопросы, как применять эти препараты наиболее рентабельно. Более продуктивное выращивание сеянцев и саженцев можно достигнуть, обобщив знания о росте и развитии конкретного растения с агротехническими мероприятиями. Тенденции по развитию агротехнических технологий позволили очень тщательно изучить «поведение культур при попадании в их клетки специальных веществ». При использовании того или иного стимулятора можно наблюдать совершенно разные результаты, так как они отображают свой эффект на разных этапах развития и жизнедеятельности растительного организма (Лучшие стимуляторы роста: применение и характеристики, 2017). Стимулирующие концентрации имеют очень узкий диапазон, поэтому передозировка крайне велика. Каждый препарат имеет определенную сферу влияния на организм растений, одни ускоряют ростовые процессы корневой системы, другие отвечают за цветение и развитие семян, за наращивание зеленой биомассы, за ускорение созревания плодов и семян и многое другое. Поэтому необходимо заниматься изучением стимуляторов, выводить новые препараты и подбирать оптимальные концентрации для стимулирующего эффекта (Репко, Рудяга, Подоляк, 2013).

В Архангельской области и Хабаровском крае проводились испытания стимуляторов роста Фумар, Циркон и Эпин-Экстра в комплексе с Цитовитом.

Оценивалось влияние препаратов на рост и развитие посадочного материала сосны обыкновенной, лиственницы даурской, ели аянской и пихты белокорой. Авторами отмечается большое влияние стимулятора Фумар концентрацией 0,01 мл/л, при обработке семян, всхожесть была повышена на 7-21 %, но при применении низкой концентрации 0,001 мл/л ростовые процессы сеянцев происходили более интенсивно (Пентелькина, Острошенко, 2005).

Поиски перспективных биостимуляторов, прежде всего для применения в лесном хозяйстве не стоят на месте. На современном рынке пестицидов и агрохимикатов все чаще появляются новые биопрепараты. К примеру, совсем недавно начали применять препараты НВ-101, Рибав-Экстра, Вэрва-ель и Вэрва, которые уже ни раз показывали свою эффективность не только на прорастании семян, но и дальнейшем росте посадочного материала и лесных культур (Кириенко, Гончарова, 2016; Острошеко, Полещук, 2018; Хуршкайнен и др., 2019).

Также исследования позволяют установить совместное или комплексное поэтапное использование препаратов, что дает возможность составить некий алгоритм в технологии выращивания посадочного материала, изучить динамики концентраций растворов и роста сеянцев и саженцев на разных этапах их роста и развития (Галдина, 2012; Галдина, Шевченко, 2012).

К примеру, применяя биопрепараты в течение двух лет при предпосевной обработке семян сосны крымской наиболее эффективен препарат Энерген, а при внекорневой обработке на следующий год – препарат Эпин-Экстра. При использовании Энергена, при предпосевной обработке семян, наблюдается активное прорастание и развитие проростков у сосны крымской, а при внекорневой обработке стимулятором Эпин-Экстра – увеличиваются биометрические показатели сеянцев, тем самым сокращаются сроки выращивания посадочного материала (Лазарян, 2015).

Согласно исследованиям Г.П. Пушкиной в соавт. (2010), препарат Феровит способен увеличивать высоту эфиромасличных культур до 20 % и их урожайность до 19 %, а также способствует увеличению выхода эфирного масла с растений. В связи с этим, появляется интерес к изучению влияния данного препарата на

древесные породы, в особенности на хвойные. Биостимулятор Феровит применяется также для регулирования процессов адаптации новых лекарственных растений. В засушливых погодных условиях повышает площади ассимилирующей поверхности до 30 % и урожайности сырья на 25 %. Однако, комплексное использование Феровита с Цирконом обеспечивает более быстрое прохождение фенофаз (Сидельников, Ковалев, Хазиева, 2018).

Использование биопрепаратов также возможно при пересадке сеянцев, саженцев и взрослых деревьев. Обработка корневой системы растений стимуляторами-корнеобразователями благоприятно сказывается на укоренение посадочного материала и в последующие годы на их ускоренный рост. В качестве таких препаратов наибольший эффект известен от применения препаратов Корневин, Корнерост, Бона Форте и Гетероауксин (Верзилов, 1953; Мочалов, Бунтина, Бобушкина, 2015).

На основании результатов научной литературы и многолетних исследований установлено, что биологически активные препараты в большинстве опытов усиливают энергетические процессы, протекающие в растениях, повышают сопротивляемость к болезням, обладают вспомогательным компонентом при адаптации растений к новым условиям окружающей среды и сокращают сроки выращивания посадочного материала (Ананьев, Парамонов, 2011; Яхин, Лубянов, Яхин, 2016).

#### Выводы

По результатам проведенного литературного обзора выявлено, что на участках лесных земель в насаждениях, пройденных лесными пожарами и рубками, а также нарушенных сибирским шелкопрядом и уссурийским полиграфом естественное лесовосстановление во многих лесных районах отсутствует или затруднено. Восстановление темнохвойных формаций происходит через длительно-производную смену пород и сопровождается частыми пожарами, препятствующими естественному лесовозобновлению

С целью восстановления нарушенных участков лесных земель возникает необходимость в проведении лесовосстановительных работ, а также в разработке

технологий лесовосстановления этих участков искусственным способом, которое осуществляется с открытой и закрытой корневой системой.

Для улучшения существующих методов выращивания посадочного материала, с целью получения высококачественных, сеянцев и саженцев в более короткие сроки применяют комплексы минерального питания. Внесение в почву удобрений, обработка семян и сеянцев стимуляторами, применение которых ускоряют прорастание семян, увеличивают рост надземной и подземной частей растения, повышают устойчивость и сохранность сеянцев при пересадке из теплиц и питомников на лесокультурную площадь.

Но при этом существующие агрохимикаты имеют специфичность и очень узкий положительный диапазон стимулирующей концентрации по отношению к отдельному виду растений. В связи с чем крайне важно обобщать знания о росте и развитии конкретного растения и применяемыми биопрепаратами.

## **2 РАЙОН, ОБЪЕКТЫ, ПРОГРАММА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследования проводились в Южно-Сибирской горной зоне Алтае-Саянского горно-таежного лесного района. По лесорастительному районированию гор Южной Сибири район исследования входит в Алтае-Саянскую горную лесорастительную область, охватывает Восточно-Саянскую лесорастительную провинцию кедровых лесов и находится в Манско-Канском округе горно-таежных и подгольцево-таежных лесов (Смагин и др., 1980). Закладка пробных площадей по оценке нарушенности территорий и успешности естественного лесовосстановления на них проводилась в предгорьях Восточного Саяна, включающие в себя 4 лесничества Красноярского края: Саянское, Уярское, Маганское и Манское. Участки опытных лесных культур созданы из выращенного посадочного материала с открытой и закрытой корневой системой на территории Саянского лесничества.

### 2.1 Природные условия региона исследования

#### *Рельеф, климат и почвы*

Восточный Саян характеризуется горным рельефом с колеблющейся высотой над уровнем моря. Различают симметричную западную и асимметричную восточную части. На северо-западе осевые хребты представлены сложной системой Манского, Идарского, Канского и др. белогорий и Агульских белков. Западнее и севернее Канского Белогорья преобладают среднегорные хребты ниже 2000 метров с крутыми и глубоко расчленёнными склонами; превышение вершин над долинами отмечается до 1500 м. В юго-восточном направлении возвышаются высокогорные хребты, испытывающие наиболее интенсивное неотектоническое поднятие, с альпийскими формами рельефа в виде острых пик, каров и цирков (Самойлова и др., 2004). Они соседствуют с параллельными среднегорными гребневидными хребтами, разделёнными глубокими долинами рек Мана, Кизир, Уда, Джуглым и др. Древние поверхности выравнивания хорошо сохранились при меньшей активности поднятий на ВНУМ 700–1600 м., а на склонах северной

экспозиции на ВНУМ 2000–2200 м. подверглись расчленению карами. Дно каров представлено множеством озёр. В центральной части Восточного Саяна, на стыке с Западным Саяном (хребет Ергак-Таргак-Тайга), выделяется крупный высокогорный узел, который представлен хребтами Крыжина (2891 м, пик Грандиозный) и Удинский (2875 м., пик Триангуляторов). Вершины хребтов гребневидной формы с небольшими ледниками и снежниками-перелетками. Крупнейшая межгорная котловина – Окинская. Обширные площади занимают курумы. Криогенные процессы наиболее представлены морозным выветриванием и криогенной сортировкой материала (каменные кольца, котлы, многоугольники, пятна-медальоны). На склонах развита солифлюкция, местами с образованием гирлянд солифлюкционных террас; в долинах рек, часто троговых, местами каньонообразных, – морозное пучение; на участках моренно-холмистого рельефа – термокарст. В бассейнах рек Мана, Малый Агул, Казыр, Кизир, Бирюса в известняках, доломитах развит карст (пещеры, воронки, исчезающие реки) (Самойлова и др., 2004).

На юго-востоке большую орографическую дугу образуют Окинский хребет (выс. до 2546 м), Большой Саян (3491 м, гора Мунку-Сардык – высшая точка Восточного Саяна) и Тункинские Гольцы (3157 м, гора Алтан-Мундарга). Во внутренней части орографической дуги находятся хребет Кропоткина (3141 м.), Бельские Гольцы (2902 м., гора Сахир-Шулутын-Ундэр) и Китойские Гольцы (3215 м., гора Осрин-Улан-Сарьдаг), которые имеют много общего с хребтами Байкальской рифтовой системы (Самойлова и др., 2004). В бассейнах верхнего течения рек Ока и Иркут на ВНУМ 1800–2600 метров широко распространены плосковершинные или пологокупольные гольцовые массивы (к примеру, Окинское плоскогорье и др.). На ВНУМ 1800–2200 м. распространены процессы курумообразования (особенно в гранитах) и солифлюкции. Днища долин несут следы ледниковой деятельности («бараньи лбы», моренные гряды). В долинах встречаются бугры пучения высотой более 10 м., подвергающиеся в настоящее время разрушению с образованием термокарстовых озёр (Окинское плоскогорье). Особенностью юго-восточной части Восточного Саяна является пологонаклонные

базальтовые и туфоловые плато (водоразделы рек Дибби и Тисса, Оспа и Китой, Ия и Уда). В пределах базальтовых плато распространены прямолинейные долины с прямоугольными изгибами, заложенные по разломам (Самойлова и др., 2004). В долинах рек Жом-Болок, Сайлаг – потоки плейстоценовой базальтовой лавы длиной до 70 км с врезанными каньонами, многочисленными водопадами, вулканами (Кропоткина, Перетолчина и др.). В межгорных котловинах (Тункинская и др.) – различные формы аккумулятивного рельефа, в том числе холмисто-моренный. На периферии характерны холмистые низкогорья ВНУМ 600–800 м. и кряжи (Самойлова и др., 2004).

Речная сеть относится к бассейну р. Енисей. Крупнейшие реки: Туба (с Казыром и Кизиром), Сыда, Сисим, Мана, Кан с Агулом, Бирюса с Тагулом и притоки Ангары (Уда, Ока, Ия, Белая, Китой, Иркут); на южных склонах берут начало Большой Енисей (Бий-Хем) и его правые притоки (Баш-Хем, Тоора-Хем с Азасом, Хам-Сыра). Большинство рек имеет горный характер (пороги, перекаты, водопады). Падение русла в верховьях нередко превышает десятки метров. В среднегорьях преобладает снеговое питание, в низкогорьях – дождевое. Продолжительность ледостава от 3,5 до 5 месяцев. Характерны растянутое во времени половодье при снеготаянии, резко выраженные паводки при дождевых осадках. Широко распространены наледи, особенно мощные (3–10 м.) на высоте 1200–1600 м. Все крупные реки обладают большими запасами гидроэнергии. Много озёр ледникового генезиса: каровых и моренно-подпрудных. Ряд озёр имеет тектоническое происхождение (например, оз. Агульское глубиной 104 м.) (Самойлова и др., 2004).

Климат Восточного Саяна один из основных факторов, определяющих характер почвенно-растительного покрова в регионе: умеренный континентальный на северо-западе и резко континентальный на юго-востоке с продолжительной суровой зимой и прохладным летом, в течение которого выпадает основная масса осадков (Самойлова и др., 2004).

В низкогорьях средние температуры января варьируют от  $-17$  до  $-25$  °С, в июле – от  $12$  до  $14$  °С. Преобладают ветры западного и юго-западного направления.

Наибольшая мощность снежного покрова фиксируется на стыке Западного и Восточного Саяна, а также в Тункинских и Китойских Гольцах; здесь же сходят самые мощные лавины. Высота снеговой линии от 2100 м. на северо-западе, на юго-востоке до 2700–3000 м. Многолетняя мерзлота широко распространена в высокогорьях восточной части. Выше 1500–2000 м в юго-восточной части Восточного Саяна мерзлота имеет сплошное распространение (мощность 300–600 м), а в среднегорьях и низкогорьях носит островной характер (Самойлова и др., 2004).

Район исследования характеризуется избыточным увлажнением: среднегодовое количество осадков составляет 600 мм. Годовое количество осадков зависит от экспозиции склонов: на западных и юго-западных склонах выпадает 800–1200 мм и более; на восточных и юго-восточных склонах – около 300 мм. Основное их количество наблюдается в летние месяцы и в сентябре. С июля по август осадки могут быть в виде ливневых дождей. Весенний период отмечается довольно сухим. (Самойлова и др., 2004).

Продолжительность снежного покрова более пяти месяцев. Продолжительность времени между полным сходом снега и наступления периода вегетации у растений составляет в среднем 10 дней. Под пологом леса высота снежного покрова в среднем составляет 56 см, на открытых площадях около 22 см. В I-й декаде марта достигается наибольшая высота снежного покрова. Склоны южных, юго-восточных, юго-западных экспозиций освобождаются от снега на 5-10 дней раньше, чем северные, что обуславливает их более раннее созревание для возникновения пожаров (Крутовская, Буторина, 1958).

Полог хвойных насаждений задерживает часть выпадающего снега, который испаряется интенсивнее, чем на открытых пространствах, что, в свою очередь, уменьшает снегозапасы. Также лес предохраняет проникший под полог снег от испарения, выдувания и таяния в период оттепелей, что повышает накопление влаги (Протопопов, 1975; Онучин, Борисов, 1982).

Во все времена года ветра юго-западного и западного направления являются преобладающими. Среднегодовая скорость их характеризуется от 1,6 до 2,6 м/сек.

Май и июнь считаются самыми ветренными месяцами, что также повышает пожарную опасность в лесу в этот период.

Вегетационный период в горной части имеет продолжительность в 135 дней, в лесостепной – 149. Безморозный период в среднем составляет 96 дней, в некоторые годы отмечается от 79-и до 105-и дней. В отдельные годы заморозки случаются в первой половине июня и в конце августа.

В целом район исследования характеризуется резко-континентальным климатом с умеренно теплым летом, относительно холодной зимой с устойчивым снежным покровом и небольшим количеством осадков в весенний период.

Именно в весенний период в лесах, на вырубках и гарях возрастает пожарная опасность, которой способствует низкая относительная влажность воздуха, сильные ветры и наличие сухой прошлогодней травяной растительности.

Характер высотной поясности ландшафтов чётко коррелирует с высотой, экспозицией склонов и степенью континентальности. Свыше 50 % территории Восточного Саяна покрыто горной тайгой, характер которой отличается на западных и восточных склонах (Самойлова и др., 2004).

Почвы Восточного Саяна вследствие большой протяженности горных областей достаточно разнообразны. Чётко проявляется вертикальная почвенно-географическая поясность. В подтаежных и лесорастительных высотно-поясных комплексах (далее ВПК) преобладают горные дерново-лесные и дерново-карбонатные почвы, реже встречаются горные серые лесные. Горно-таежные светлохвойные ВПК представлены дерново-лесными оподзоленными и неоподзоленными почвами, темнохвойные горно-таежные ВПК – горно-таежными перегнойно-оподзоленными, реже горными подзолистыми почвами (Смагин и др., 1980).

На высоте от 350 до 450 метров над уровнем моря на серых лесных почвах преобладают сосново-берёзовые леса; лиственнично-сосновые или лиственнично-берёзовые разнотравные леса. Выше 500 метров над уровнем моря на подбурях иллювиально-железистых и подбурях оподзоленных преобладают темнохвойные леса еловой, пихтовой, кедровой формации. Также на подбурях иллювиально-

железистых и кедровые на подбурях оподзоленных выделяются пихтово-кедровые, пихтовые леса. На торфяно-подзолисто-глеевых почвах и глеезёмах оподзоленных в заболоченных долинах произрастают еловые леса. Для горной тайги, сухих восточных и юго-восточных районов Восточного Саяна до высоты 1000 м для серых лесных почв характерны лесостепи и сосново-лиственничные травяные леса. На южных склонах тёмно-каштановых и чернозёмных почвах встречаются участки разнотравно-злаковых степей. В межгорных котловинах – степи, переходящие с высотой в лесостепи предгорий. На высоте от 1000 до 2100 метров над уровнем моря на подбурях доминируют кедрово-лиственничные и лиственничные леса (Самойлова и др., 2004).

### ***Растительность***

В большей части провинции структура вертикальной поясности проста: низкогорные светлохвойные леса сменяются горно-таежными пихтово-кедровыми лесами, далее – подгольцевыми кедровниками (Смагин и др., 1980).

Светлохвойные леса располагаются в пределах низкогорья и частично среднегорья на высоте от 300 до 700 метров над уровнем моря и представлены лиственнично-сосновыми и лиственничными лесами. По возрастной структуре древостой представлены, в основном, спелыми и перестойными деревьями. Сосновые формации по берегам крупных рек и их притоков занимают склоны, отличающиеся, редко, значительной крутизной. Лишь в бассейне реки Кан сосновые леса располагаются на более пологих холмисто-увалистых формах широких междуречных пространств. На сегодняшний день они в значительной степени подвергаются пожарам, вследствие чего большие площади сосновых лесов сменяются на березовые и осиновые формации. В низкогорном поясе для сосняков характерна однородность, выраженная в общности расположения по элементам рельефа, в составе древостоя и флористическом составе нижних ярусов (Смагин и др., 1980).

По выпуклым склонам северной экспозиции распространены сосняки зеленомошной группы с примесью лиственницы, пихты и кедра. В подросте преобладают темнохвойные породы. Такие леса характеризуются значительным

количеством видов трав и зелеными мхами. Сосняки разнотравной группы являются преобладающими по занятой площади на дерново-лесных почвах. Сосново-лиственничные насаждения этой группы нередко подвергаются воздействию огня и рубкам.

Возобновление на нарушенных участках сосновых древостоев незначительное. Подрост с преобладанием лиственных пород.

Отмечается густой подлесок с богатым травяно-кустарничковым ярусом (осока, злаковые, бобовые, лютиковые, редко мхи). Сосновые формации разнотравной группы типов леса образуют несколько типов: сосняки осочково-разнотравные, сосняки спирейно-разнотравные, сосняки кустарничково-разнотравные, сосняки осочково-орляковые (Смагин и др., 1980).

Структура вертикальной поясности усложняется на высоте 400-600 метров: светлохвойный пояс сменяется темнохвойными пихтовыми лесами. По мере увеличения высоты местности резко-континентальность климата падает, что позволяет образовывать самостоятельную пихтовую формацию. Пихтовые леса располагаются на высоте от 350 до 600 метров, где наиболее распространена зеленомошная группа типов леса. Небольшие территории занимают крупнотравные пихтовые леса с реликтами третичной флоры, в которых мощно развит подлесок и травостой из мезофитов (Смагин и др., 1980).

Ограничение по площади занимают еловые леса и приурочены они к долинам рек и ручьев. Встречаются еловые леса во всех поясах и образуют осоковые, сфагновые, травяные, зеленомошные группы типов леса.

В бассейнах рек Мана и Кан на серых лесных почвах на пологих склонах в низкогорной части сосредоточены лиственничные леса. Распространены лиственничники высокого класса бонитета с густым травостоем из злаков и мезофитного крупнотравья.

Темнохвойный пояс среднегорья преобладает на высотах от 700 до 1300 и отличается сплошным распространением пихтово-кедровых и кедровых лесов. Для кедровников характерна зеленомошная группа типов леса с большой сомкнутостью древостоя. Примесь пихты отмечается по склонам, а в долинах – ели. Древостои

перестойные. Естественное возобновление характеризуется как удовлетворительное, после рубок и пожаров лесовозобновление происходит через смену пород (Красильников, 1961; Смагин и др., 1980).

Обширные площади заняты кедровниками чернично-зеленомошными на горных подзолистых почвах. П.К. Красильников (Красильников, 1961) выделил их в отдельную группу типов леса, различающуюся по лесорастительным условиям, производительности древостоев и т.д. По склонам и вершинам средневысотных гор от 700 до 1000 метров над уровнем моря большими массивами встречаются черничные кедровники с примесью пихты до 2-3-х единиц в составе. Естественное возобновление оценивается как удовлетворительное. Некоторые склоны заняты кедровниками с примесью ели. Склоны северной экспозиции представлены кедровниками мшистой группы типов леса. Травяно-кустарничковый ярус представлен голубикой, багульником, мощным моховым покровом из зеленых мхов и сфагновыми мхами, что характерно для восточной части провинции. На крутых каменистых склонах преобладают баданово-багульниковые кедровники с низкорослым древостоем. На мощных слабоподзоленных почвах встречаются кедровники крупнотравной группы типов леса со значительной примесью пихты в древостое неравномерной сомкнутостью полога и редким подростом, густым развитием подлеска и травяного покрова из крупнотравья. Кедровниками осочковыми с примесью в составе лиственницы сибирской заняты крутые южные склоны с щебнистыми почвами. Травяной покров представлен мезоксерофитным разнотравьем и густым подлеском. Подгольцевые кедровники образуют верхнюю границу провинции. Характеризуется куртинным размещением низкорослых древостоев. П.К. Красильников отмечает, что для северного склона Восточного Саяна характерно широкое распространение кашкарниковых кедровников. Встречаются в наиболее благоприятных условиях крупнотравные субальпийские кедровники, чередующиеся с луговинами (Красильников, 1961). На высоте 1400-1600 метров над уровнем моря в верховьях Агула и Кизира встречаются лишайниковые подгольцевые кедровники.

В провинции представлены, в основном, спелые и перестойные насаждения зеленомошной группы типов леса, к которой относятся две трети доминирующих здесь кедровых и пихтовых формаций, почти половина сосновых и четверть лиственничных лесов. Четвертая часть площади, занятой кедровыми и пихтовыми насаждениями, представлена разнотравной группой типов леса. Половина площади, занятой разнотравной группой типов леса представлена сосновой формацией, четверть – лиственничной, две трети березовой и осиновой формацией.

На вырубках и гарях отмечается повышенная пожарная опасность за счет высокой захламленности нарушенных участков лесных земель и наличием густого травостоя. Естественное возобновление таких территорий протекает успешно, но, в большинстве случаев, со сменой пород.

#### ***Антропогенная нагрузка, состояние и охрана окружающей среды***

Наибольшему антропогенному воздействию (вырубки, пожары и др.) подвергаются лесные ландшафты низкогорий и среднегорий, в особенности в Манском, Койском, Идарском Белогорьях, в северных отрогах Гутарского хребта, в бассейне р. Бирюса, а также вблизи железной дороги Абакан – Тайшет и шоссейных дорог, что привело к смене коренных лесов мелколиственными и сосново-лиственничными лесами. На местах вырубок активизируются процессы плоскостной и линейной эрозии, отмечается тенденция к уменьшению водности рек, зарождению новых очагов селей и учащению схода лавин. Значительную трансформацию претерпели природные ландшафты в местах разработок полезных ископаемых, особенно россыпных месторождений золота (к примеру, Зун-Холбинское), где на месте пойменных комплексов формируются своеобразные геотехсистемы с особым режимом функционирования и динамики, существенным загрязнением подземных и поверхностных вод. С 1980-х гг. наблюдается процесс усыхания пихтово-кедровых лесов, связанный с ростом активности корневых патогенов в условиях потепления климата, рубок и техногенного загрязнения. При неоднократной повторяемости пожаров, сильном прогорании лесной подстилки и гумусового горизонта усиливается задерненность почвы, понижается уровень мерзлоты, активизируются процессы эрозии (Самойлова и др., 2004).

Для изучения и охраны уникальной природы Восточного Саяна создан ряд заповедников и национальных парков. К юго-западным склонам со стороны Тывы примыкает заповедник Азас. Национальный парк «Столбы» расположен вблизи г. Красноярск. На южном макросклоне Тункинских Гольцов образован Тункинский национальный парк, в рекреационной зоне которого находятся минеральные источники (Аршан, Нилова пустынь) и бальнеологические курорты. Создан ряд заказников (Красноярский, Тофаларский, Тайбинский, Сисимский и др.) для сохранения и восстановления ценных охотничье-промысловых видов (лось, рысь, норка, выдра, кабарга, марал, соболь и др.). Среди многочисленных памятников природы наиболее значимы пещеры (в отрогах Манского Белогорья): Большая Орешная пещера (одна из самых протяжённых в мире в конгломератах), Баджейская и Майская с уникальными натёчными образованиями, а также потухшие вулканы: Уляборский, Хуря-Болдок и др. Для охраны заболоченных участков в окрестностях минеральных источников, горных лесов и для рекреационных целей создан природный парк Шумак (Самойлова и др., 2004).

В последние десятилетия возрастает интерес к познавательному, экологическому, спортивному и бальнеологическому туризму. Большой популярностью среди туристов и местного населения пользуется национальный парк Столбы. Популярны сплав по горным рекам (Кан, Уда, Казыр, Китой, Жом-Болок, Сенца), альпинизм (Мунку-Сардык, Тункинские гольцы), конные маршруты (долина Оки, Долина вулканов, Тисса), пешие походы по долинам и в районах каровых озёр, посещение минеральных источников (Шумак, Аршан). Озёра Медвежье, Хара-Нур, Агульское, Тиберкуль, Гутарские и Можарские привлекают своей живописностью многочисленных туристов (Самойлова и др., 2004).

## 2.2 Объекты исследований

Объектами исследования являются участки лесных земель, нарушенные пожарами, рубками и насекомыми-вредителями, и контрольные ненарушенные лесные насаждения, расположенные в лесах предгорья Восточного Саяна. В естественных насаждениях пробные площади заложены во всех лесных

формациях, присущих предгорью Восточного Саяна: березовой, осиновой, кедровой, пихтовой, еловой, сосновой и лиственничной. В искусственных насаждениях пробные площади заложены в кедровых, кедрово-еловых, еловых и сосновых лесных культурах, в том числе, пройденных лесными пожарами.

Пробные площади были заложены на участках лесных земель, нарушенных пожарами, рубками, вредителями: уссурийским полиграфом (*P. proximus*) и сибирским шелкопрядом (*D. sibiricus*), а также в ненарушенных контрольных насаждениях. В различных лесных формациях заложили следующие пробные площади: кедровая формация – контроль, насаждение, нарушенное сибирским шелкопрядом (шелкопрядник), горельник; пихтовая – контроль, горельник, шелкопрядник, насаждения, нарушенные уссурийским полиграфом (полиграфник); еловая – контроль, вырубка; сосновая – контроль, горельник; лиственничная – контроль, горельник; березовая – контроль, горельник, гарь, вырубка, вырубка/ветровал; осиновая – контроль, горельник. Также исследования были проведены на нарушенных участках лесных земель, где вследствие отсутствия или затруднения естественного лесовосстановления были созданы кедровые, кедрово-еловые, еловые и сосновые лесные культуры. Пробные площади были заложены на участках лесных культур, созданных на заброшенном сенокосе (далее контроль), на гари и вырубке.

Всего за период с 2018 по 2022 гг. была заложена 41 пробная площадь, из которых по 6 шт. приходится на кедровую и пихтовую формации, 5-лиственничную, по 2 – еловую и сосновую, 7 – березовую, 3 – осиновую, а также 10 на лесные культуры.

Расположены пробные площади практически на всех экспозициях склона (Ю, Ю-В, Ю-З, С, С-В, С-З) с крутизной от 0 до 20°, высота над уровнем моря варьируется от 300 до 550 метров. Исследуемые участки лесных земель предгорьев Восточного Саяна характеризуются следующими типами условий местопроизрастания: суглинки легкие свежие в лесных культурах; суглинки средние влажные в кедровниках, в лесных культурах, части лиственничников,

березняков и осинников; свежие в березняках, части кедровников и лесных культур; суглинки тяжелые свежие и влажные в ельниках, сосняках и лесных культурах.

Основные лесоводственно-таксационные характеристики контрольных древостоев и древостоев (групп деревьев) на нарушенных участках лесных земель приведены в таблице 2.1.

Также, объектами исследования являются: технологии лесовосстановления нарушенных участков лесных земель; сеянцы ели сибирской с открытой корневой системой (далее – ОКС), сеянцы сосны обыкновенной, ели сибирской, лиственницы сибирской и березы повислой с закрытой корневой системой (далее – ЗКС), выращенные с применением комплексов биопрепаратов; участки опытных лесных культур на площади 3 га. Характеристика 2-х лесокультурных площадей: 1-й участок – из сеянцев с ОКС, 10Е; 2 участок – из сеянцев с ЗКС, 5С4Е1Лц.

Таблица 2.1 – Лесоводственно-таксационные характеристики пробных площадей

Формация	Категория участка	Давность нарушения, лет	Состав	Н <sub>ср.</sub> , м	Д <sub>ср.</sub> , см	А, лет	Запас, м <sup>3</sup> /га	Полнота древостоя	Отпад по запасу, %	Категория сан. состояния насаждения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Березовая	контроль	-	8Б2ЛЦ	22±2,0	28±4	80	267,5	0,7	3,7	1,27±0,03
	горельник	1	7Б2С1Лц	23±1,5	30±2	85	174,8	0,6	0,0	1,57±0,14
	горельник	ежегодно 12 лет	5Б3Ос1Лц1С	21±2,0	24±4	56	97,9	0,4	20,6	1,72±0,09
	гарь	12	4Б3Ос2Лц1С	17±1,5	20±2	48	116,1	0,2	16,4	2,87±0,36
	вырубка	22	6Б2Лц2Ос	20±1,0	18±2	44	86,2	0,3	5,2	1,68±0,13
	вырубка/ветровал	32 / 5	6Б4Лц	16±1,5	16±2	35	39,7	0,3	12,4	2,76±0,17
	горельник	40	8Б2Лц	23±1,5	30±4	70	110,1	0,4	20,0	2,62±0,19
Осиновая	контроль	-	6Ос3Б1К	22±2,0	24-28	80	297,0	0,9	3,1	1,29±0,04
	горельник	5	6Ос2К2Б	23±1,5	32±4	80	259,9	0,7	12,5	1,58±0,09
	горельник	30	8Ос2Лц+К	23±5,0	31±5	90	114,1	0,3	40,0	2,83±0,14
Кедровая	контроль	-	10К ед.Лц Б	23±1,0	24±3	95	350,0	0,7	2,9	1,31±0,06
	горельник	5	7К3Б+Лц	14±0,5	14±2	38	112,6	0,6	11,8	1,60±0,08
	шелкопрядник	7	5Лц4Б1П	25±1,5	26±4	110	161,7	0,3	56,9	4,68±0,14
	горельник	8	4К5Лц1Е+П	24±1,0	30±2	130	437,0	0,8	14,6	1,57±0,12
	горельник	8	7К3Е ед.П	25±0,5	30±4	120	591,0	1,0	7,8	1,59±0,16
	горельник	30	5К3П2Ос	25±1,0	32±4	160	99,2	0,3	40,0	2,46±0,23
Пихтовая	контроль	-	8П2Ос+Б	23±1,5	20-26	100	289,8	0,7	4,3	1,31±0,03
	горельник	5	6П4К	21±1,0	22±2	85	157,9	0,6	1,6	1,58±0,11
	шелкопрядник	6	7Б2Ос1П	24±1,0	26±2	124	83,6	0,3	57,5	3,56±0,27
	полиграфник	7	10П	25±1,5	24±2	110	75,6	0,4	59,2	3,87±0,17
	полиграфник	10	9П1Б	24±1,0	26±2	100	145,7	0,6	21,4	4,52±0,12
	полиграфник	12	ед. Б.Ос	26±1,0	28±4	90	18,7	ниже 0,1	99,6	4,73±0,48
Еловая	контроль	-	6Е2К2Б	19±1,0	18±2	55	80,6	0,5	4,9	1,28±0,06
	вырубка	6	7Е2Б1С	21±0,5	24±2	110	92,7	0,3	6,7	2,56±0,25

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сосновая	контроль	-	8С2Б+Ос	22±0,5	26±2	110	314,0	0,9	3,8	1,30±0,03
	горельник	1	10С+Б.Лц	11±0,5	12±2	14	41,6	0,7	1,2	1,28±0,06
Листо- вен- ничная	контроль	-	5Лц4Б1Ос	21±4,0	26-32	230	207,0	0,6	4,2	1,36±0,04
	горельник	3	10Лц	19±0,5	24±2	30	177,0	0,5	1,3	1,29±0,12
	горельник	8	5Лц3К2Е+Б	25±1,0	36±4	145	287,0	0,8	39,2	1,38±0,17
	горельник	20	9Лц1Б	23±1,0	28±4	75	221,8	0,7	14,0	1,41±0,15
	горельник	30	7Лц3Б	26±1,5	34±4	100	104,4	0,3	50,0	1,58±0,18
Лесные культуры	контроль	-	10К	0,7±1,8	-	14	8,1	-	0,0	1,26±0,04
	гарь	1	-	-	-	-	-	-	100,0	более 4,5
	гарь	1	-	-	-	-	-	-	100,0	более 4,5
	гарь	1	-	-	-	-	-	-	100,0	более 4,5
	гарь	1	-	-	-	-	-	-	100,0	более 4,5
	гарь	2	-	-	-	-	-	-	100,0	более 4,5
	гарь	3	-	-	-	-	-	-	100,0	более 4,5
	гарь	3	-	-	-	-	-	-	100,0	более 4,5
	вырубка	3	10С	0,4±2,5	-	5	-	-	0,0	1,27±0,07
гарь	15	-	-	-	-	-	-	100,0	более 4,5	

### 2.3 Программа исследований

В соответствии с целью и задачами исследований определена программа исследований:

1. Изучение состояния вопроса по видам и состоянию нарушенных участков лесных земель, по способам и методам их лесовосстановления.
2. Наземные исследования ненарушенных лесных насаждений и лесных участков, нарушенных пожарами, насекомыми-вредителями, рубками.
3. Оценка состояния лесных насаждений и нарушенных участков лесных земель, в том числе состояния древостоев и других компонентов насаждений.
4. Исследование закономерностей естественного лесовосстановления в зависимости от вида нарушения.
5. Исследование влияния применения комплекса биопрепаратов на ростовые процессы сеянцев с открытой корневой системой.
6. Исследование влияния применения биопрепаратов на ростовые процессы сеянцев с закрытой корневой системой.
7. Закладка опытных лесных культур на основе посадочного материала с открытой и закрытой корневой системой на нарушенных участках лесных земель.
8. Разработка технологий лесовосстановления нарушенных территорий.

### 2.4 Методы исследований

#### ***Наземные исследования нарушенных участков лесных земель***

При обследовании нарушенных участков лесных земель применялся типичный выборочный метод наблюдения. При выполнении работ по закладке и описанию пробных площадей использовались общепринятые методы В.Н. Сукачева, С.В. Зонна (1961), таксация древостоев и обработка данных проводили по методикам, описанным Н.П. Анучиным (1982). Давность нарушения участков лесных земель уточнялась в лесничествах.

На участках, представленных крупными гарями и прогоревшими вырубками, обследование проводилось в соответствии с методикой, приведенной в

Лесоустроительной инструкции (Приказ Минприроды от 05.08.2022 г. № 510). Размер пробной площади устанавливался на основании того, чтобы в ее границах присутствовало не менее 200 деревьев основного элемента леса. Для изучения состояния древостоев измеряли следующие показатели: порода дерева, диаметр, высота, максимальная высота нагара, минимальная высота нагара, % повреждения кроны огнем и насекомыми-вредителями (степень дефолиации кроны филлофагами), наличие огневых и (или) иных повреждений (вылетные отверстия, маточные-личиночные ходы насекомых-ксилофагов под корой) ствола и корней. Оценка санитарного состояния деревьев и насаждений проводилась в соответствии с шкалой категорий санитарного состояния деревьев, приведенной в Правилах санитарной безопасности в лесах (Постановление Правительства Российской Федерации от 09.12.2020 г. № 2047). Очагом уссурийского полиграфа считался участок леса, в котором запас древесины заселенных стволовыми вредителями деревьев превышал 10 % от общего запаса пихтовой части древостоя (Приказ Минприроды от 5.04.2017 года № 156).

Отдельно, путем перече́та вывалившихся деревьев, методом пересеченных линий на 15-и пятиметровых трансектах учитывалась захламленность пробных площадей (упавший древесный горючий материал (УДГМ)), показатели которой пересчитывали в т/га (Van Wagner, 1968; McRae и др., 2006).

Учет подроста и самосева на пробных площадях производился в соответствии с Правилами лесовосстановления (Правила лесовосстановления от 29.12.2021 N 1024) и рекомендациями А.И. Бузыкина и А.В. Побединского (1963). Количество учтенного подроста пересчитывалось на 1 га, при оценке успешности лесовосстановления подрост переводился в категорию крупный посредством введения поправочных коэффициентов 0,5 (для мелкого), 0,8 (для среднего) и 1,0 (для крупного подроста) (Правила лесовосстановления)

При описании травяно-кустарничкового яруса указывалась степень покрытия отдельными видами по шкале Друде (Блукет, Емцев, 1974).

Определение запасов напочвенных лесных горючих материалов (ЛГМ) проводилось по методике Н.П. Курбатского (1970). Для этих целей использовалась

рамка размером 0,2×0,25 м, для травяного покрова – 0,5×0,5 м. При взятии ЛГМ разделение было по следующим фракциям: травяной покров, опад, мох, лесная подстилка. В лабораторных условиях в термошкафу при температуре 105° были высушены все имеющиеся фракции с каждой пробной площади до постоянной массы.

### ***Выращивание сеянцев ели сибирской с открытой корневой системой***

Опытное выращивание посадочного материала ели сибирской с открытой корневой системой проводилось в период с 2016 по 2020 гг. на базе Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М.Ф. Решетнева (г. Красноярск). Для опыта использовались семена ели сибирской (*Picea obovata* Ledebour) 1 класса качества, заготовленные в предшествующем выращиванию году. Семенной материал подобран в соответствии с лесосеменным районированием (Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 19.12.2022 № 1032 «Об установлении лесосеменного районирования»).

Выращивание сеянцев *P. obovata* с открытой корневой системой с применением комплекса биопрепаратов осуществлялось в два этапа.

Первый этап. Отбор биопрепаратов и их концентраций для стимулирования прорастания семян в открытом грунте. Отбор проведен на основе оценки воздействия каждого биопрепарата на первичные ростовые процессы при выведении семян из покоя. В ходе проращивания семян определялись следующие показатели: всхожесть, энергия прорастания (в соответствии с ГОСТ 13056.6-75), динамика развития проростков. Проращивание семян осуществлялось в контролируемых лабораторных условиях при температурном режиме 24±2 °С, влажности воздуха в лаборатории 60 % и световом режиме не менее 8 часов в сутки с освещенностью 250-300 лк. Для проращивания использовались чашки Петри, на смоченных дистиллированной водой кружках фильтровальной бумаги было разложено по 100 семян, в 4-х повторностях каждого варианта (рисунок 2.1). В качестве контроля были взяты семена, замоченные в дистиллированной воде температурой 24±2°С с экспозицией на 24 часа. В соответствии с Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов («Государственный каталог пестицидов и

агрохимикатов», разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2016) в качестве тестируемых стимуляторов выбраны следующие биопрепараты и их концентрации: «Циркон» - 0,02 %, и «Вэрва-ель» - 0,25; 0,5; 1,0 % при экспозиции семян в растворах в течение 3 часов. На основании проведенных исследований (Будыкина, Алексеева, Хилков, 2010; Пушкина и др., 2010; Домнина, Черезова, 2016) выбраны биопрепараты «Феровит» концентрацией 0,1 % и «Цитовит» 0,01 % при экспозиции семян в растворах в течении 3 часов.



Рисунок 2.1 – Проращивание семян ели сибирской в лабораторных условиях

В процессе проращивания проводилось смачивание водой фильтровальных кружков. Учет проросших семян и фиксацию развития проростков осуществляли ежедневно в одно и то же время суток в течение 15 дней.

Второй этап – выращивание посадочного материала ели сибирской. С целью исследования влияния биопрепаратов на грунтовую всхожесть семян и дальнейшую динамику роста сеянцев в условиях открытого грунта заложены опытные участки с посевами. В качестве биопрепаратов для выведения семян из покоя применялись: «Феровит» концентрацией 0,1 %, «Цитовит» - 0,01 %, «Циркон» - 0,02 %, и «Вэрва-ель» - 0,25 %; в период надземного развития сеянцев после появления всходов (через 14 дней) (рисунок 2.2) был применен синтезированный брассиностероид «Эпин-экстра» и синтетический ауксин на основе индолилуксусной кислоты «Гетероауксин». Обработка сеянцев производилась посредством внекорневой методом водными растворами

стимуляторов из ручного опрыскивателя. На второй год выращивания в начале июня был также применен стимулятор «Гетероауксин». Концентрация водных растворов применяемых стимуляторов составила 0,002 %. Вариант, семена которого были обработаны раствором биопрепарата, Вэрва-ель не подвергались корневой обработке. Схема применения стимуляторов и кодирование названия биопрепаратов отражено на рисунке 2.3.



Рисунок 2.2 – Двухнедельные всходы ели сибирской

Посев семян производился 20 мая 2016 года в посевном отделении лесного питомника по строкам, поперек насыпных гряд (рисунок 2.4а), чередуя по 15 строчек каждого варианта обработки стимуляторами и водой в контроле. Почвы дерново-карбонатные среднесуглинистые свежие, принята глубина заделки семян 1,0 см при норме высева 1 гр./п.м. Дальнейшее выращивание сеянцев осуществлялось с использованием стандартной агротехники выращивания сеянцев ели сибирской, включающая в себя ежегодные мероприятия по весеннему мульчированию посевов (рисунок 2.4б), временной установке щитов в период активного солнца (рисунок 2.4в), регулярному поливу, прополке сорняков по мере их появления (рисунок 2.4г) и 2-х кратному рыхлению между строк (Новосельцева, Смирнов, 1983).

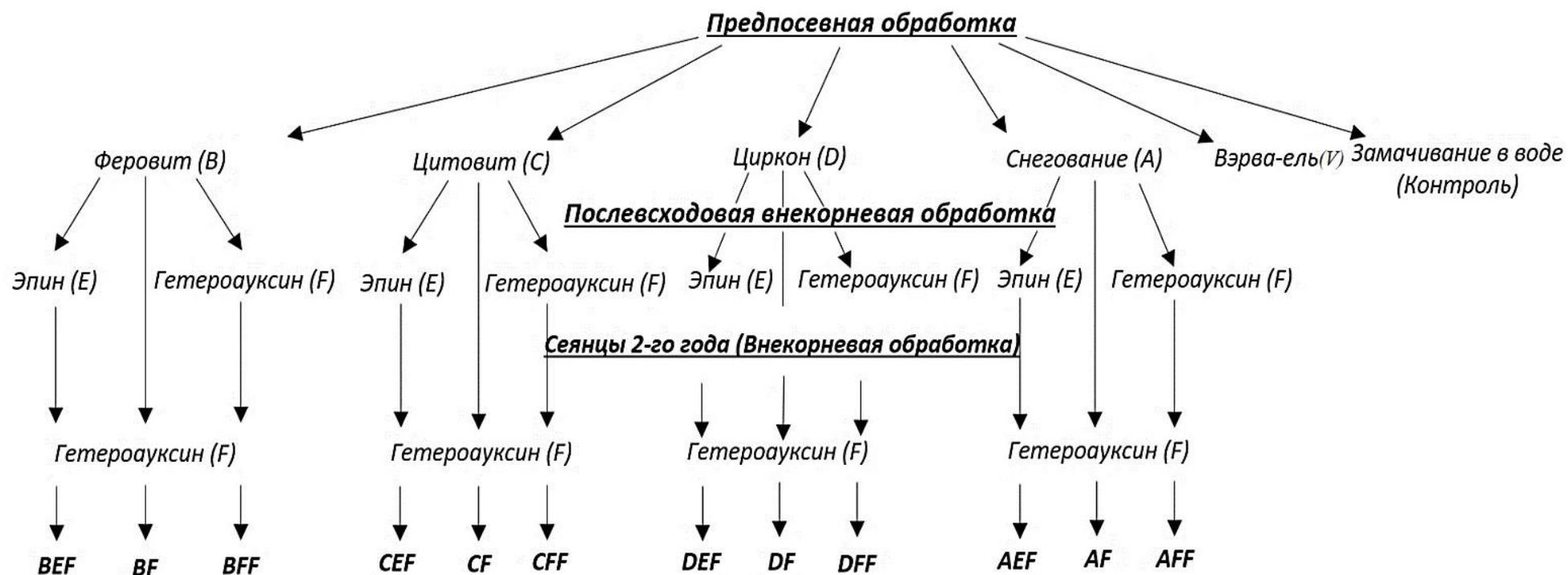


Рисунок 2.3 – Схема применения стимуляторов, кодирование названия препаратов

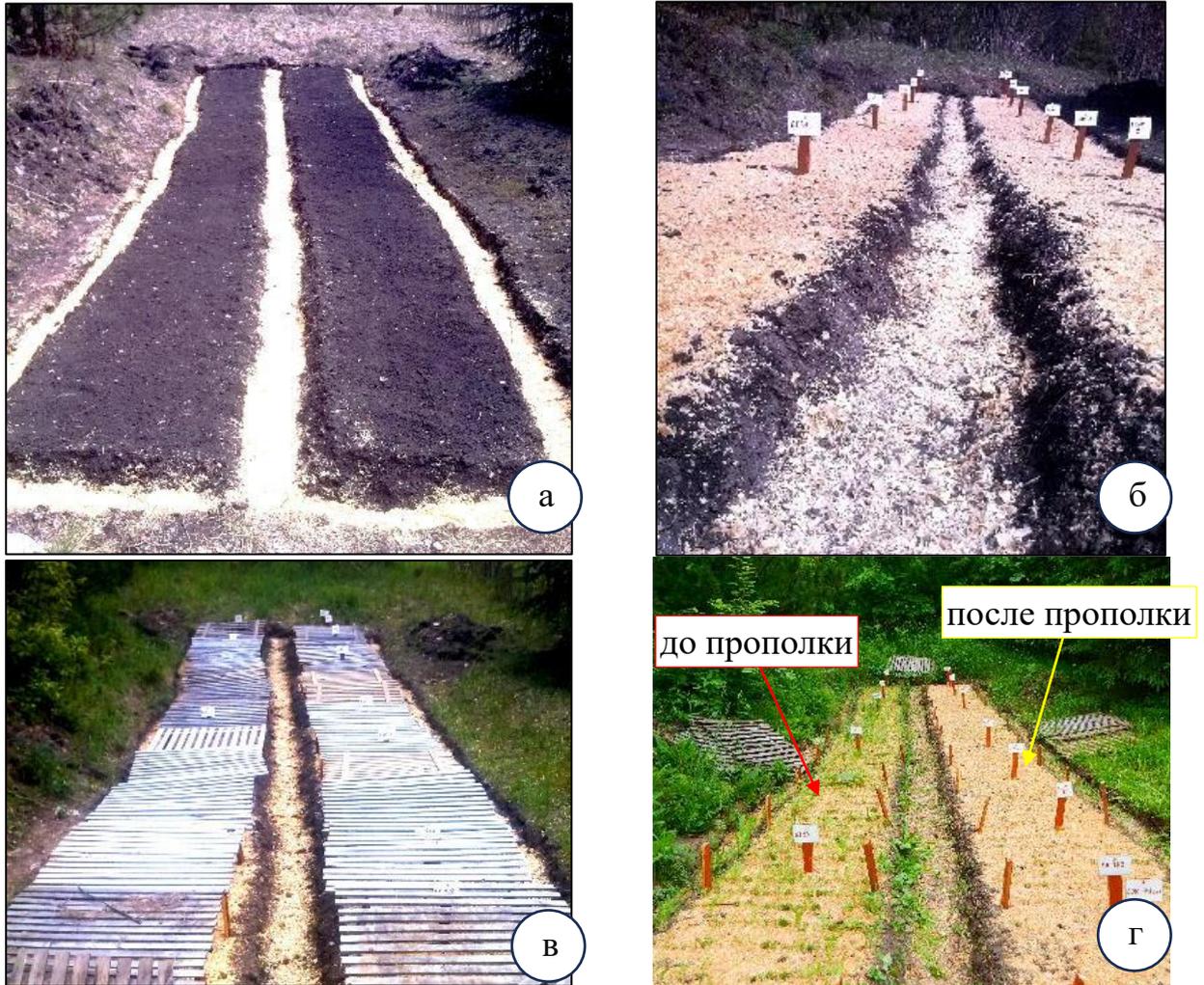


Рисунок 2.4 – Опытные посеы ели сибирской (а – подготовка гряд под посев семян; б – мульчирование посевов; в – установка щитов (притенение всходов); г – прополка сорняков)

На протяжении 4-х лет в период вегетации с интервалом 14 дней проводились учетные работы на 3-х рандомизированных отрезках посевных строк с длиной учетного отрезка 30 см (границы каждого учетного отрезка) в каждом варианте опыта. Учетные работы заключались в следующем: фиксация роста надземной части растений; измерение длины корневой системы и биомассы частей растений.

Фиксация роста надземной части растений выполнялась на отрезке от прикорневой шейки до верхушечной апикальной точки роста. По результатам измерений определялся показатель абсолютной скорости роста (АСР) надземной части сеянцев по формуле 1:

$$АСР = \frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

где  $L_1$ ,  $L_2$  – высота надземной части сеянца в момент времени замера  $t_1$ ,  $t_2$  соответственно.

Для измерения длины корневой системы сеянцев и биомассы их частей на протяжении трех лет по завершению вегетационного периода во II декаде сентября выкапывался отрезок строки каждого варианта комом. В лабораторных условиях ком промывался под проточной водой и распутывались сплетения корней, отделялась надземная часть от подземной по линии корневой шейки.

Морфометрические измерения вегетативных частей осуществлялись от места разреза, до верхней части апикальной меристемы центрального побега и до калиптры основного корня (рисунок 2.5). Для определения сухой массы побегов и корней вегетативные части растений высушивались при температуре 80 °С (Khan et al., 2020; Mitra, 2021). Измерение массы: надземной части – каждого сеянца; корневой – как среднеарифметическое значение каждого варианта через суммарную массу.

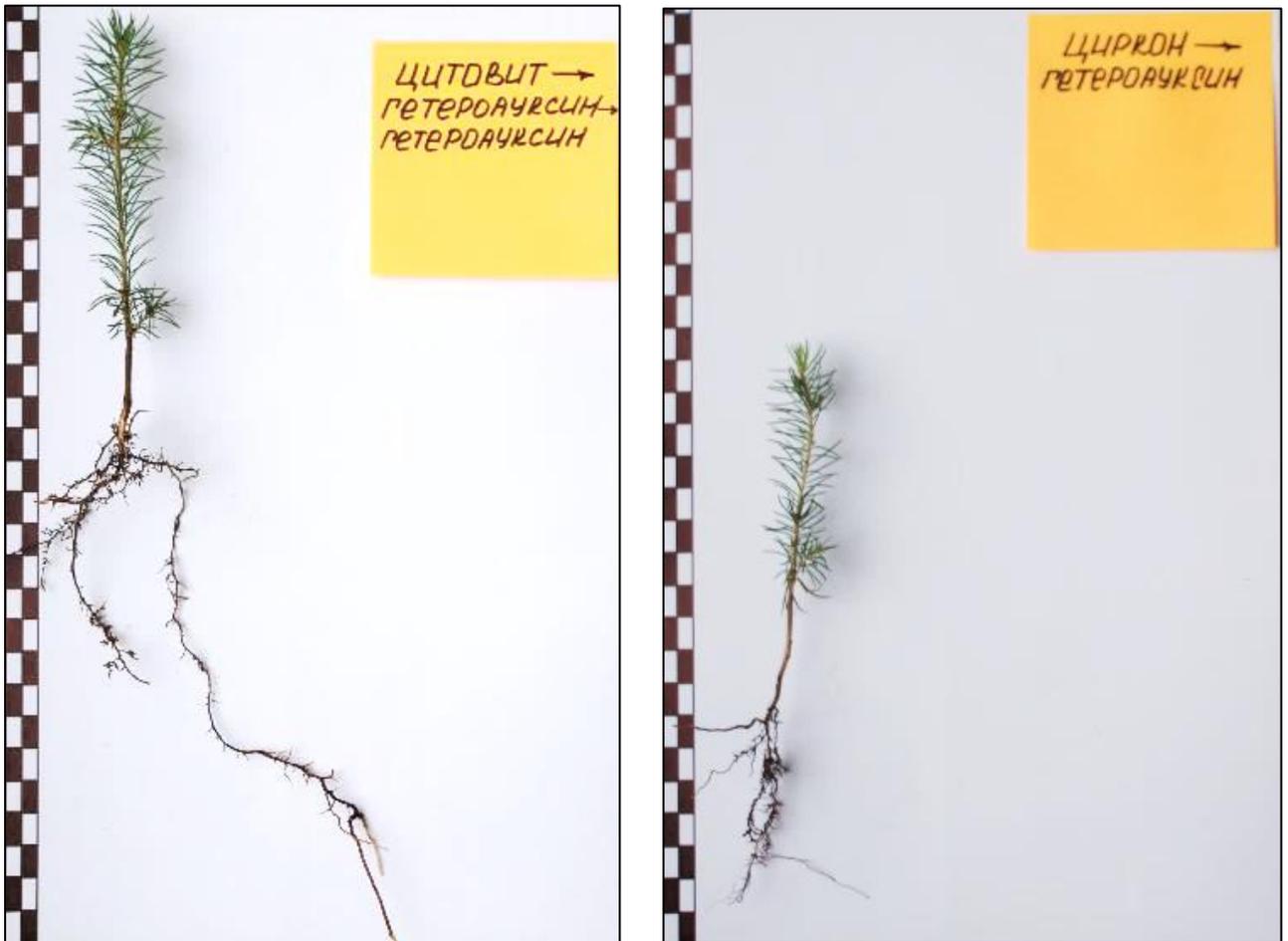


Рисунок 2.5 – Общий вид двухлетних сеянцев ели сибирской вариантов (слева - Цитовит/Гетерауксин/ Гетерауксин (CFF), справа Циркон/Гетерауксин (DF))

***Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой в открытом грунте***

В условиях открытого грунта проведено опытное выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС) с использованием стимуляторов роста. В качестве целевых пород выбраны: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* Linnaeus), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledebour) и береза повислая (*Betula pendula* Roth).

С учетом лесосеменного районирования использовались семена 1 класса качества, лабораторная всхожесть и энергия прорастания которых определены по ГОСТу 13056.6-97 (ГОСТ 13056.6-97 Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести, 1998).

*Выращивание посадочного материала хвойных пород с ЗКС:*

Подготовка семян к посеву осуществлялась с использованием биостимуляторов (таблица 2.2; рисунок 2.6). В качестве контроля использовались семена, прошедшие снегование в течение 40 дней - метод подготовки семян, используемый для сосны и лиственницы в качестве основного в лесных хозяйствах.

Таблица 2.2 – Способы подготовки семян к посеву

Сосна обыкновенная			Индекс варианта	Лиственница сибирская			Индекс варианта
препарат	концентрация, %	время экспонирования, ч.		препарат	концентрация, %	время экспонирования, ч.	
Контроль 1	-	-	Ps5	Контроль 1	-	-	Ls18
Контроль 2	-	-	Ps6	Контроль 2	-	-	Ls12
Вэрва	0,15	3	Ps11	Вэрва	0,25	3	Ls20
Вэрва	0,20	3	Ps1	Феровит	0,1	3	Ls16
Вэрва	0,25	3	Ps2	Феровит	0,15	3	Ls17
Феровит	0,1	3	Ps7	Рибав	0,001	3	Ls13
Феровит	0,15	3	Ps8	Циркон	0,02	3	Ls19
Рибав	0,001	3	Ps9	НВ-101	0,05	5	Ls14
Циркон	0,02	3	Ps4	Эпин	0,002	3	Ls15
НВ-101	0,05	5	Ps10				
Эпин	0,002	3	Ps3				

По причине холодной весны в 2021 году и сохранившейся на тот момент угрозы поздних весенних заморозков, посев семян хвойных пород был произведен в 1-ю декаду июня. Выращивание сеянцев осуществлялось в кассетах размером 520×40×90 мм, параметры ячейки – 3,8×3,8×90 мм, объем одной ячейки 80 мл. Используемая кассета включала 96 ячеек (8×12 шт.). Предварительная подготовка кассет к эксплуатации заключалась в их мойке и дезинфекции (ошпаривание кипятком).



Рисунок 2.6 – Подготовка семян к посеву с применением водных растворов биопрепаратов

В качестве субстрата был использован готовый грунт торговой марки «Агрикола» (рН 6.0). Основой готового грунта послужил верховой фрезерный торф, для нейтрализации которого добавлена доломитовая мука, а также базовый состав макроэлементов – азот 200 мг/л, фосфор 100 мг/л, калий 300 мг/л, и микроэлементов: магний, железо, бор, марганец, цинк, медь, молибден. Для 30 кассет было использовано 330 л готового грунта и 5 кг мочевины. Заполнение кассет субстратом и его уплотнение осуществлялось вручную.

Посев семян был произведен также вручную (рисунок 2.7а) с заглублением семян на 1,0 см. В каждую ячейку было высеяно по 2 семени (рисунок 2.7б).

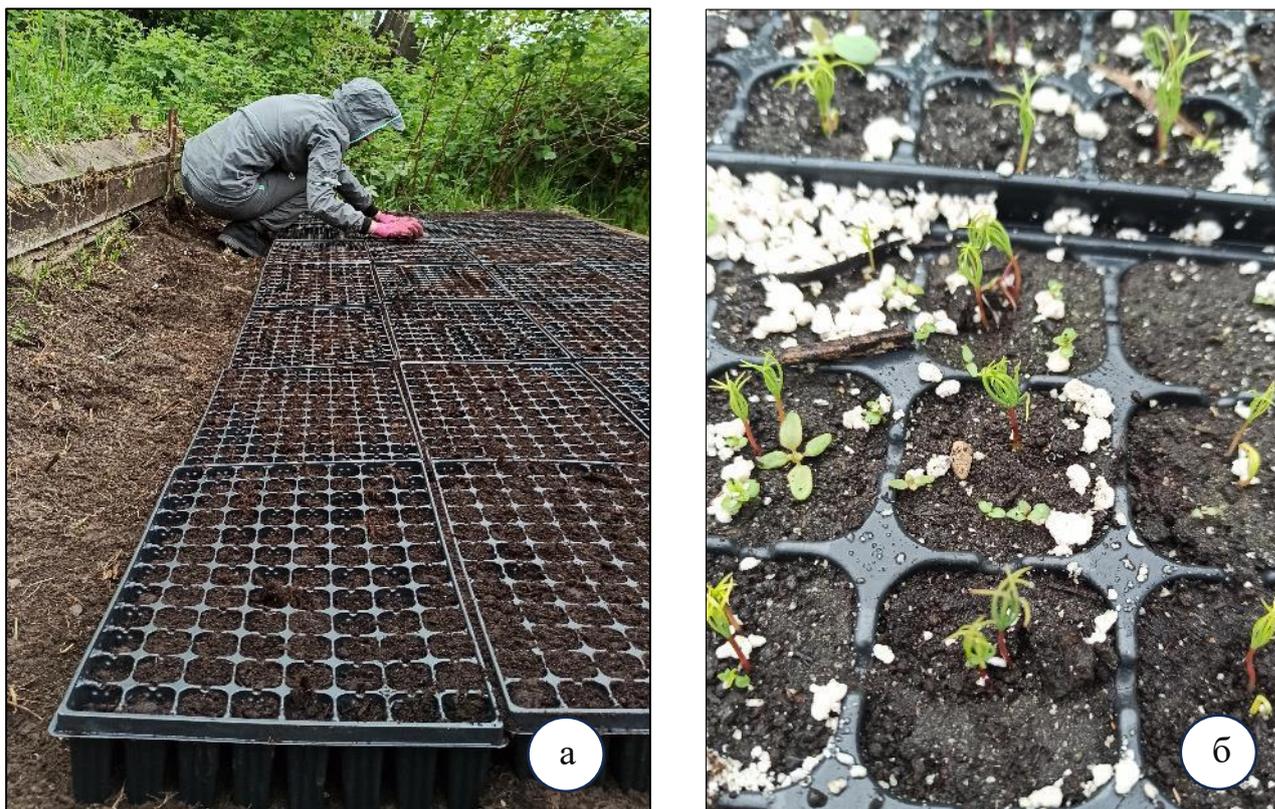


Рисунок 2.7 – Опытное отделение по выращиванию посадочного материала с ЗКС в открытом грунте (а – высев семян в кассеты, б - всходы сосны обыкновенной)

В течение вегетационного периода за всходами и, далее за сеянцами проводились агротехнические уходы, заключающиеся в мульчировании посевов, притенении всходов, регулярном поливе мелкодисперсным способом орошения; шестикратной прополке сорняков, с интервалом в 2 недели и 6-кратной подкормке.

Во избежание появления маршанции (*Marchantia*) (род печеночных мхов) и с целью снижения перегрева почвы поверхность кассет покрывались слоем перлита слоем 1 см (рисунок 2.8а).

С появлением первых всходов (через 10 дней) для защиты всходов от воздействия прямых солнечных лучей в утренние часы над кассетами устанавливался каркас, на который крепилась полиэтиленовая затеняющая сетка с 50 % светопропускаемостью (рисунок 2.8б). В пасмурные дни сетка снималась с крепления.

После появления массовых всходов, проведены подкормки всех опытных вариантов и одного варианта, семена которого подготовлены методом снегования

(Контроль 2). В качестве удобрения использовался водорастворимый комплекс минерального удобрения «Акварин хвойный» (К-35 %, Р-11 %, Mg-4 %, N-3 %, + Fe, Zn, Cu, Mn, Mo). Применен внекорневой способ обработки (опрыскивание из ручного садового помпового опрыскивателя) с нормой расхода 20-30 гр. на 10 литров воды.



Рисунок 2.8 – Агротехнические уходы за посадочным материалом с ЗКС (а – мульчирование посевов перлитом; б – притенение полиэтиленовой сеткой)

В целях защиты от снежного и обыкновенного шютте, а также мучнистой росы и ржавчины на сеянцах хвойных пород, в 1-й декаде сентября применялся системный фунгицид «Ракурс». Раствор приготовлен в расчете: 4 мл препарата на 5 литров воды. В сухую погоду, в утренние часы произведено опрыскивание сеянцев. На период зимнего покоя, для защиты от грызунов и от весенних солнечных ожогов сеянцы укрыты еловой лапкой.

*Выращивание посадочного материала березы повислой с ЗКС:*

Семена березы заготовлены в начале августа 2022 года в Саянском лесничестве Красноярского края (16 лесосеменной район) (Приказ Федерального

агентства лесного хозяйства от 19.12.2022 № 1032 «Об установлении лесосеменного районирования»). Сбор плодовых сережек производился со стоящих деревьев березы III класса возраста. После сбора, сережки были просушены в сушильном шкафу при температуре +25°C в течение 12 часов. Далее, при помощи металлического сита с диаметром круглых отверстий в 2 мм семена были отделены от крылатки (Кречетова, Крестова, Любич, 1978; Приказ Минприроды России от 30.07.2020 № 535 «Об утверждении порядка заготовки, обработки, хранения и использования семян лесных растений»).

После переработки семенного материала, семена были помещены на хранение на период 10 месяцев (Косников, 1986). Способ хранения: семена березы помещены в тканевый мешочек и погружены в пластиковую емкость с солью. Далее емкость была загерметизирована и хранилась в специальной холодильной камере с отсутствием света при температуре -1°C и влажности в сосуде 12-15 %.

В конце июня 2023 года, семена были извлечены из холодильной камеры, разложены на крафтовую бумагу, в течении 6 часов находились при комнатной температуре. Далее проведена подготовка семян к посеву: одна часть партии была замочена в дистиллированной воде (К) на 3 часа, другая – в водном растворе биопрепарата Рибав (R) концентрацией 0,001 % на 3 часа. После, семена были просушены до состояния сыпучести и высеяны в кассеты с субстратом размером 520×40×90 мм (параметры одной ячейки – 3,8×3,8×90 мм, 80 мл). Посев семян производился вручную по два семени на одну ячейку: семена раскладывались на поверхности субстрата и слоем в 2 мм засыпались субстратом. В течении вегетационного периода применялись агротехнические уходы (Якимов, Гвоздев, Праходский, 2007): мульчирование, притенение, полив и прополка. Агрехимикаты и пестициды в процессе выращивания сеянцев березы не применялись.

После появления первых всходов и до окончания вегетационного периода каждые две недели производилось измерение высоты надземной части у 96 сеянцев каждого варианта.

### *Оценка содержания пигментов в хвое ели сибирской*

С целью исследования влияния биопрепаратов на фотосинтетический аппарат, на примере сеянцев ели сибирской, спектрофотометрическим методом проведено определение в хвое хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов (Кахнович, 2003). Подготовка проб и измерение оптической плотности проводилось при использовании спектрофотометра ПЭ-5400УФ по методике, описанной А.А. Шлыком (1971).

Сбор образцов, 4-летних сеянцев ели сибирской, проводился на опытных участках посевного отделения в полуденное время во II декаде августа в контрольном и в опытных вариантах. С разных посевных строк были отобраны по 10 сеянцев, с которых в лабораторных условиях снималась вся живая хвоя, при этом чешуйки и одревесневшие частички в счет не брались. Из каждой усредненной пробы были отобраны навески в трех повторностях всех опытов от 0,1 до 0,5 грамм. Для подготовки навесок хвоя была нарезана ножницами и, затем, растерта в ступке с песком (1/3 чайной ложки песка) до однородной массы (рисунок 2.9а). К подготовленным навескам добавлялось по 10 мл спирта (95-96 %) после чего растиралось пестиком в ступке. Получившиеся экстракции хранились в течении 5-ти минут в темном сухом месте и, далее, фильтровались при помощи мятой фильтровальной бумаги (рисунок 2.9б). Осадок промывался несколькими порциями спирта, растирая оставшуюся массу в течение 30 секунд. Экстракция проводилась до обесцвечивания раствора и каждый раз сливалось в общую колбу с темным стеклом во избежание разрушения пигментов фотосинтеза на свету.

Опыт проводился в трех повторностях. Одна кюветка служила контролем, представляющим собой 3 мл чистого спирта, в другие добавлялось по 3 мл спирта и 0,4 мл раствора вытяжки.

Анализ оптической плотности растворов был проведен при разных длинах волн: для хлорофилла *a* – при 662 нм, для хлорофилла *b* – 645 нм, для каротиноидов – 440,5 нм.



Рисунок 2.9 – Подготовка образцов спиртовой вытяжки из хвои к спектрофотометрическому исследованию (а – измельчение навески хвои; б – фильтрация экстракции)

По формулам 2-4 производился расчет концентрации пигментов (мг/л) в хвое:

$$C_a = 9,784 \times D_{662} - 0,990 \times D_{645} \quad (2)$$

$$C_b = 21,426 \times D_{645} - 4,650 \times D_{662} \quad (3)$$

$$C_{кар} = 4,695 \times D_{440,5} - 0,268(C_a + C_b) \quad (4)$$

где,  $C_a$  – концентрация хлорофилла а, мг/л;  $C_b$  – концентрация хлорофилла b, мг/л;  $D_{663}$ ,  $D_{645}$ ,  $D_{440,5}$  – показатели оптической плотности спиртового раствора при соответствующих длинах волн (645, 662, 440,5 нм).

Содержание пигментов в хвое выражалось в мг/1 г сырого веса по формуле 5:

$$X = C \times V \div M \times 1000 \quad (5)$$

где,  $C$  – концентрация пигмента, мг/1000 мл;  $V$  – объем исходной вытяжки, мл;  $M$  – масса навески, гр.

### *Создание опытных лесных культур на нарушенных участках лесных земель*

#### *Создание лесных культур ели сибирской с ОКС:*

При закладке опытных культур использовались 4-летних сеянцы ели сибирской с ОКС, выращенные с использованием системы стимуляторов роста (подраздел 2.5.2). Создание опытных лесных культур ели осуществлялось в 2020 году в Вознесенском участковом лесничестве КГБУ «Саянское лесничество». Лесокультурный участок площадью 3 га представлял крупнотравно-вейниковую вырубку 2008 г., прогоревшую в 2018 г. (Салцевич, Буряк, Агеев, 2023).

Обработка почвы – нарезка плужных борозд глубиной 15 см. Подготовка почвы выполнена плугом ПКЛ-70 с расстоянием между центрами борозд 4 м. обработка почвы проведена в сентябре 2019 года, в год предшествующий году посадки.

Метод создания лесных культур – ручная посадка под меч «Колесова» в дно борозды (рисунок 2.10а) с шагом посадки 0,65 м и расстоянием между бороздами 4 м. Состав созданных культур – 10Е. Количество посаженных рядов – 26, количество сеянцев в ряду варьирует от 200 до 220 штук (Салцевич, Буряк, Агеев, 2023).

Агротехнические уход за культурами заключались в уничтожении сорной растительности механическим и химическим способами (рисунок 2.10б). Механический способ заключался в трехкратной срезке травянистой и древесно-кустарниковой растительности в междурядьях на второй-четвертый год после создания культур., химический – в применении гербицида «Анкор 85» в первый-третий год 2020-2022 гг. (Салцевич, Буряк, Агеев, 2023).

В июле, в год посадки определена приживаемость и оценено состояние саженцев. Ежегодно с 2020 по 2023 гг. в осенний период проводились

инвентаризационные работы и замеры линейного прироста центральных побегов у всех вариантов опыта (рисунок 2.10в).



Рисунок 2.10 – Лесокультурная площадь: а – посадка опытных культур в дно борозды в 2020 г.; б – зарастание лесокультурной площади травой в 2021 г.; в – сеянец варианта Феровит+Эпин+Гетероауксин (код: ВЕФ) на момент учета в 2020 г.

*Создание лесных культур посадочным материалом с ЗКС:*

В I-й декаде июня из выращенных двухлетних сеянцев сосны обыкновенной и лиственницы сибирской с закрытой корневой системой в Агинском участковом лесничестве Саянского лесничества (обход колхоза «Таежный») был создан опытный участок лесных культур площадью 0,3 га. Категория участка – прогоревшая вырубка 2022 года (рисунок 2.11в), тип почв – тяжелые суглинки.

Посадка сеянцев с закрытой корневой системой – ручная под модифицированный меч Колесова, разработанный специалистами Саянского лесничества, (рисунок 2.11а). Шаг посадки сеянцев – 0,8 м (рисунок 2.11б), расстояние между бороздами – 4 м.

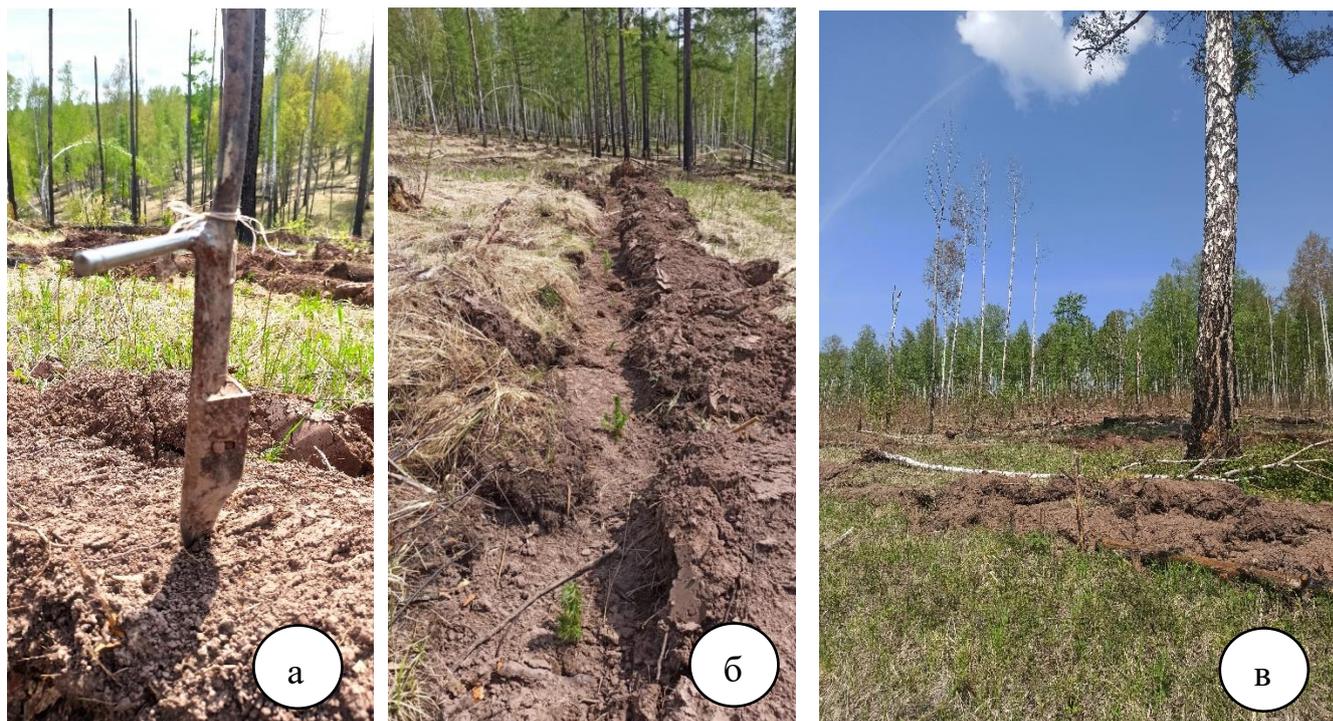


Рисунок 2.11 – Посадка лесных культур (а – меч Колесова; б – посадка семян лиственницы сибирской; в – общий вид нарушенного участка)

Состав созданных культур – 8С2Лц, количество посаженных рядов – 3, количество семян в ряду варьирует от 230 до 250 штук. Высота семян на момент посадки составляла: сосны обыкновенной – от 8 до 16,5 см, лиственницы сибирской – от 13,2 до 21 см. Общий вид семян перед посадкой представлен на рисунке 2.12.

Каждый вариант опыта в ряду отграничивался от предыдущего колышком, который был поставлен в дно борозды с правой стороны.

В конце июня 2023 года оценена приживаемость семян на площади, во II декаде сентября этого же года – сохранность семян и их состояние.

В связи с тем, что площадь с созданными лесными культурами подвергается ежегодному зарастанию мощным травяным покровом (проектное покрытие 100 %) – в 2024 году планируется проведение механизированных и химических уходов.

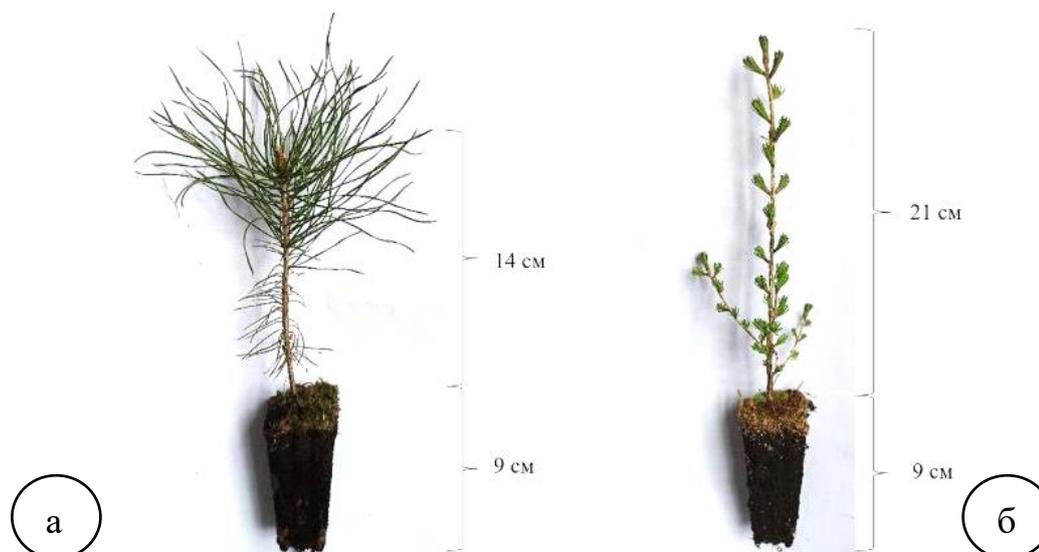


Рисунок 2.12 – Сеянцы с закрытой корневой системой перед посадкой (а – сеянец сосны обыкновенной; б – сеянец лиственницы сибирской)

## 2.5 Статистическая обработка данных

Для оценки достоверности различий между независимыми выборками и установления зависимости количественных переменных, в тех случаях, когда выборки подчиняются нормальному распределению, рассчитывались средневзвешенные значения и использовался дисперсионный анализ (ANOVA), если выборки не подчинялись нормальному распределению, применялся метод непараметрической статистики, для нескольких сравниваемых групп критерий Краскела-Уоллиса, для двух сравниваемых групп рассчитывался U-критерий Манна — Уитни. Проверка на нормальность распределения проводилась с применением графических методов и посредством теста на нормальность Колмогорова-Смирнова с поправкой Лиллиефорса.

Для оценки достоверности различий между независимыми выборками и установления зависимости качественных переменных осуществлялась с использованием критерия согласия Пирсона ( $\chi^2$ ), количественных переменных, имеющих нормальное распределение критерий Стьюдента (t - критерий). В случаях множественного сравнения, для установления существенных различий конкретных групп выполнялась процедура множественного сравнения методом Tukey HSD test.

С целью выявления связи между зависимыми и независимыми переменными применялся непараметрический метод - коэффициент ранговой корреляции  $r$ -Спирмена.

Для сравнительного анализа использовались усредненные значения ( $\mu$ ) с указанием значения стандартного отклонения ( $\pm$ Std. Dev).

Расчеты проводились в программе «STATISTICA 13 Advanced Linear/Nonlinear Models» (Stat Soft. Inc., USA).

#### Вывод

В целом методические подходы, изложенные в разделе, позволили обеспечить объективное решение программных задач, направленных для достижения цели исследования.

### 3 ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НАРУШЕННЫХ УЧАСТКОВ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Состояние древостоев, их состав, возраст, полнота predetermined естественное лесовосстановление под пологом насаждений (Дебков, 2012; Ухваткина и др., 2011). Исследователями отмечается, что особое внимание лесовозобновлению необходимо уделять на нарушенных участках лесных земель, где чаще всего наблюдается недостаточное количество подроста хозяйственно-ценных пород.

Взаимосвязь между лесовозобновлением и состоянием насаждений после воздействия пожаров отмечалась А.В. Побединским (1965), А.И. Бузыкиным и Л.С. Пшеничниковой (1980), М.А. Шешуковым (1988), С.Н. Санниковым и Н.С. Санниковой (2008), при этом указывалось на то, что взаимосвязанные факторы лесообразования и пожаров в каждом лесном районе различны.

Установлено, что успешность лесовозобновления на вырубках также в значительной степени определяется их состоянием (Побединский, 1955; Таланцев, 1962; Бабинцева, Дашко, 1975; Калиниченко, Писаренко, Смирнов, 1991; Залесов, Платонов, Лопатин, 1996; Дроздов, Шадрин, Шадрина, 2005; Валендик, Рыбников, Перевозникова, 2007; Белов, Вараксина, 2018; Смирнов, Смирнов, Монгуш, 2018). Ухудшение условий для поселения подроста отмечается при использовании тяжелой техники и несоблюдении всех требований по проведению лесозаготовительных мероприятий.

Ряд исследователей (Баранчиков, Кондаков, 2000; Пак, Бобринев, 2009; Глазкова, 2014; Мельниченко, 2020; Бакшеева, Головина, Морозов, 2021) отмечают различия в состоянии насаждений после воздействия сибирского шелкопряда и уссурийского полиграфа, определяющие различия и в ходе естественного лесовосстановления нарушенных участков лесных земель.

Отмечается, что нарушенным участкам лесных земель свойственна высокая пожарная опасность и (или) частая повторяемость прохождения огня, за счет изменений в породном составе насаждений, накопления сухой травяной растительности, наличия большого количества сухостойных деревьев, увеличения

захламленности, и разрастания густого травяного покрова (Фурьев, 1996; Коровин, Исаев, 1998), что является мощным фактором, препятствующим успешному лесовосстановлению нарушенных участков лесных земель.

При обследовании лесных насаждений в предгорьях Восточного Саяна было выявлено, что нарушение древостоев в данном регионе происходит за счет влияния природных (пожары, воздействие насекомых-вредителей) и антропогенных (пожары, рубки) факторов.

### 3.1 . Оценка состояния древостоев

При оценке состояния нарушенных участков лесных земель важна оценка санитарного состояния лесных насаждений. Такая оценка является важным звеном в получении высокопродуктивных насаждений (Залесов и др., 2018). В результате проведенных исследований выявлено, что в ненарушенных насаждениях (контроль) во всех лесных формациях исследуемого района преобладают деревья без признаков ослабления (здоровые). В соответствии с шкалой категорий состояния деревьев большая часть деревьев в контрольных лесных насаждениях относятся к 1 категории санитарного состояния (Правил санитарной безопасности в лесах). В древостоях отмечается только естественный отпад, как правило, перестойных деревьев, доля которых составляет от 3 до 5 % от общего запаса древостоев. Средневзвешенная категория санитарного состояния исследованных ненарушенных насаждений варьируется от 1,27 до 1,36, что характеризует такие насаждения – как лесные насаждения «без признаков ослабления» (таблица 3.1). Лучшее санитарное состояние насаждений отмечается в березовой формации. В лиственничной формации насаждения незначительно ослаблены–, что связано, в первую очередь, с наличием в древостоях перестойных деревьев лиственницы (>240 лет).

Таблица 3.1 – Лесоводственно-санитарная характеристика ненарушенных насаждений (контрольные участки).  $H_{cp.}$ ,  $D_{cp.}$ , А, К – средневзвешенный балл санитарного состояния.

Формация	Состав насаждения	$H_{cp.}$ , м	$D_{cp.}$ , см	А, лет	Запас, м <sup>3</sup> /га	Полнота	Отпад по запасу, %	К
Березовая	8Б2ЛЦ	22±2,0	28±4	80	267,5	0,7	3,7	1,27±0,03
Осиновая	6Ос3Б1К	22±2,0	24-28	80	297,0	0,9	3,1	1,29±0,04
Кедровая	10К ед.Лц Б	23±1,0	24±3	95	350,0	0,7	2,9	1,31±0,06
Пихтовая	8П2Ос+Б	23±1,5	20-26	100	289,8	0,7	4,3	1,31±0,03
Еловая	6Е2К2Б	19±1,0	18±2	55	80,6	0,5	4,9	1,28±0,06
Сосновая	8С2Б+Ос	22±0,5	26±2	110	314,0	0,9	3,8	1,30±0,03
Лиственничная	5Лц4Б1Ос	21±4,0	26-32	230	207,0	0,6	4,2	1,36±0,04

Основную часть исследованных нарушенных насаждений составляют гари и горельники (60 %), из них на пройденные низовыми беглыми пожарами приходится 62,5 % от общего количества пробных площадей, заложенных на нарушенных участках, низовыми устойчивыми – 33,3 % и верховыми – 4,2 %. Такое распределение закономерно, поскольку, в предгорьях Восточного Саяна доминируют травяные типы леса, соответственно, пожары чаще возникают в весенний период и характеризуются беглой формой.

По лесоустроительным материалам, насаждения до воздействия огня характеризовались простой структурой (одноярусностью), отсутствием подлеска и незначительным количеством подроста (менее 3 тыс.шт./га не крупного подроста), что препятствовало развитию верховых пожаров.

От силы пожара, типа леса, возраста и структуры лесных насаждений зависит степень поврежденности древостоев, на что в своих работах указывал И.С. Мелехов (Мелехов, 1948). В обследованных древостоях отпад деревьев в древостоях после воздействия низовых беглых и устойчивых пожаров средней силы и сильных составил от 8 до 50 % от их общего запаса (таблица 3.2). Наибольший процент отпада деревьев по запасу (40-50 %) отмечается на участках насаждений, расположенных на склонах с крутизной уклона в диапазоне 10-15°, где развивались беглые пожары от средней силы до сильных (в осиновой формации) и устойчивые пожары средней силы (в кедровой и лиственничной формации). В насаждениях, где пожары развивали устойчивую форму, у некоторых деревьев темнохвойных пород

(3 % от общего числа деревьев) отмечается полное прогорание корневых лап. В березовой, осиновой и кедровой формациях максимальная высота нагара на деревьях достигала 8-10 метров, что соответствует пожару «сильной» силы по классификации пожаров С.М. Вонского (1957) и Н.П. Курбатского (1962). Степень повреждения древостоев составила от 20 до 40 %. На свежих горельниках в березовых насаждениях на стволах отмечаются дегтевые подтеки, в кедровой, спустя 5 лет – засмоление части стволов на участках нагара. На горях и горельниках средневзвешенная категория состояния насаждений варьируется от 1,57 (ослабленные насаждения) до 2,87 (сильно ослабленные насаждения) в зависимости от вида и силы пожара. При этом худшее санитарное состояние отмечается на гари в березовой формации, насаждению присвоена категория «сильно ослабленное лесное насаждение», лучшее – в сосновой и лиственничной формациях на горельниках ( $1,28 \pm 0,06$  и  $1,29 \pm 0,12$ , соответственно), что характеризует их как лесные насаждения «без признаков ослабления», в связи с прохождением низовых беглых пожаров слабой силы и более высокой пожароустойчивостью светлохвойных пород.

В лесных культурах, пройденных пожарами, вне зависимости от характеристик пожара отмечается их полная гибель (рисунок 3.1). В первую очередь, это связано с высотой культурных растений на преобладающей части обследованных участков, которая варьируется от 20 до 210 см при значительной высоте травяно-кустарничкового покрова от 50 до 180 см. Кроме того, вследствие отсутствия мощной корки на стволиках молодое поколение очень чувствительно к воздействию огня, что ранее было отмечено Ю.Н. Ильичевым (2010). В лесных культурах кедра, где его средняя высота составляла 6,5 м, был зарегистрирован верховой пожар.

Таблица 3.2 – Характеристики древостоев, пройденных пожарами

Формация	Экспозиция / крутизна склона	Почвенные условия	Вид, форма, сила пожара	Давность нарушения, лет	Состав	Полнота	Отпад по запасу, %	К
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Березовая	ЮЗ / 3°	суглинки средние свежие	низовой беглый, от слабой до средней	1	7Б2С1Лц	0,6	0,0	1,57±0,14
	В / 10-15°	суглинки тяжелые свежие	низовой беглый, от средней до сильной	ежегодно 12 лет	5Б3Ос1Лц1С	0,4	20,6	1,72±0,09
	ЮВ / 4°	суглинки средние влажные	низовой беглый, от средней до сильной	12	4Б3Ос2Лц1С	0,2	16,4	2,87±0,36
	ЮЗ / 3-5°	суглинки средние свежие	низовой устойчивый, сильной	40	8Б2Лц	0,4	20,0	2,62±0,19
Осиновая	СВ / 15°	суглинки средние влажные	низовой устойчивый, средней	5	6Ос2К2Б	0,7	12,5	1,58±0,09
	С / 10-15°	суглинки средние влажные	низовой беглый, от средней до сильной	30	8Ос2Лц +К	0,3	40,0	2,83±0,14
Кедровая	С / 3°	суглинки средние влажные	низовой беглый, от слабой до средней	5	7К3Б+Лц	0,6	11,8	1,60±0,08
	ЮВ / 0°	суглинки средние влажные	низовой беглый, от средней до сильной	8	4К5Лц1Е+П	0,8	14,6	1,57±0,12
	СЗ / 6-9°	суглинки средние свежие	низовой беглый, от средней до сильной	8	7К3Е ед.П	1,0	7,8	1,59±0,16
	СВ / 15°	суглинки средние влажные	низовой устойчивый, средней	30	5К3П2Ос	0,3	40,0	2,46±0,23

Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пихтовая	СВ / 10°	суглинки средние влажные	низовой беглый, от слабой до средней	5	6П4К	0,6	1,6	1,58±0,11
Сосновая	ЮЗ / 5-7°	суглинки тяжелые влажные	низовой беглый, от слабой до средней	1	10С+Б.Лц	0,7	1,2	1,28±0,06
Лиственничная	ЮВ / 3-5°	суглинки средние свежие	низовой беглый, от слабой до средней	3	10Лц	0,5	1,3	1,29±0,12
	ЮЗ / 10°	суглинки средние влажные	низовой устойчивый, средней	8	5Лц3К2Е+Б	0,8	39,2	1,38±0,17
	СВ / 5-7°	суглинки тяжелые свежие	низовой беглый, от средней до сильной	20	9Лц1Б	0,7	14,0	1,41±0,15
	ЮЗ / 12°	суглинки средние свежие	низовой устойчивый, средней	30	7Лц3Б	0,3	50,0	1,58±0,18

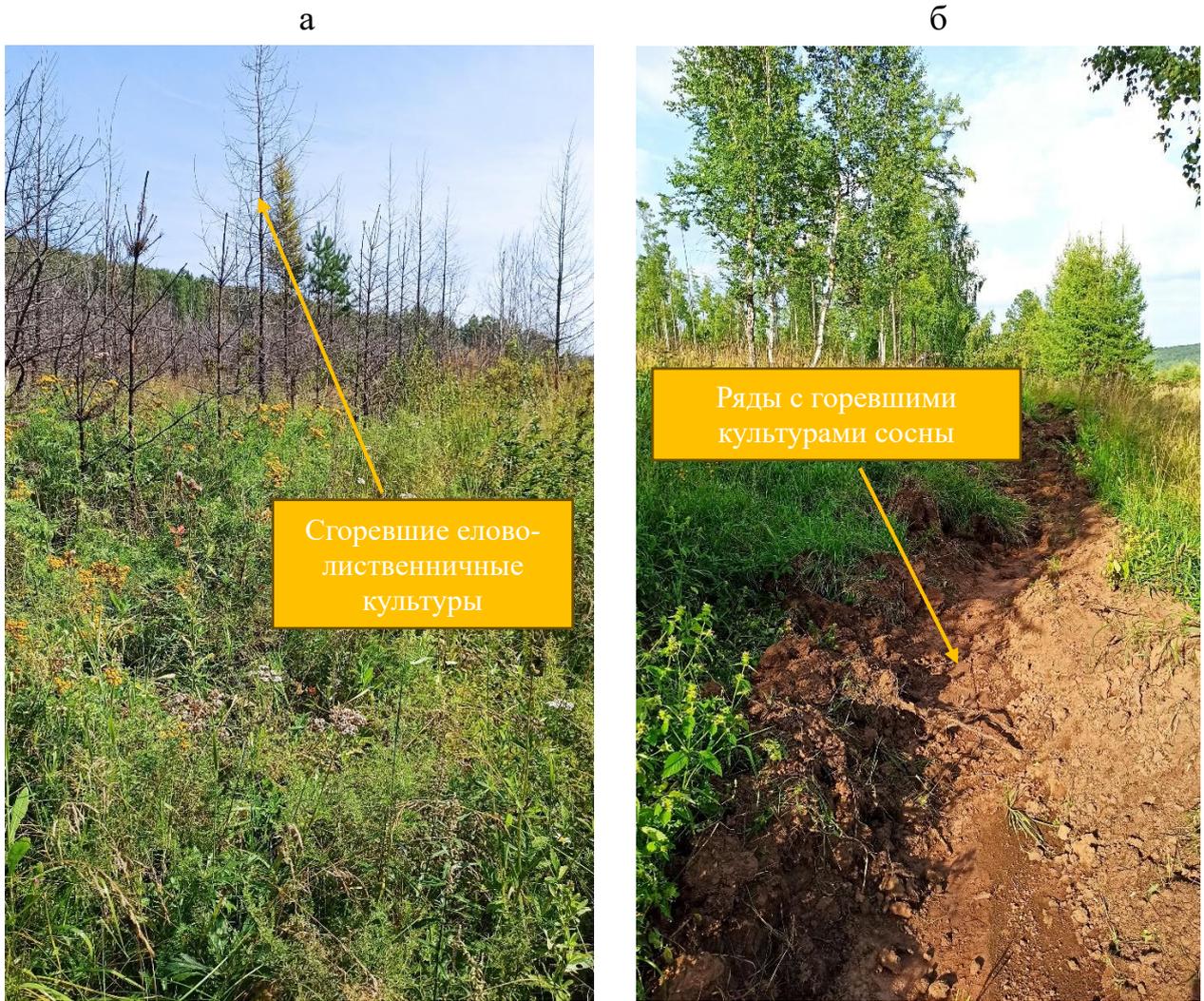


Рисунок 3.1 – Гибель лесных культур в результате воздействия огня (а – погибшие 15-летние елово-лиственничные культуры; б – погибшие 4-летние культуры сосны обыкновенной)

Незначительную степень повреждения пожарами большей части исследованных насаждений можно объяснить, прежде всего тем, что в предгорной части Восточного Саяна, где доминируют насаждения с травяным покровом, пожары чаще распространяются в весенний период и характеризуются беглой формой без заглублиения огня в подстилку. Высокая полнота хвойных древостоев и недостаток освещения в таких насаждениях препятствует развитию живого напочвенного покрова, поэтому запас рыхлого опада невелик и пожары чаще характеризуются слабой и средней силой. Вследствие комплекса перечисленных факторов послепожарный отпад в нарушенных пожарами древостоях незначителен и пройденные пожарами насаждения представлены горельниками, а не гарями. В

березовом насаждении, где из-за отсутствия листвы в весенний период рыхлый опад, представленный в основном травяной ветошью, быстро просыхает, пожары развивали высокую интенсивность, что привело к более значительной степени повреждения древостоев.

Насаждения, нарушенные выборочными рубками, на исследуемых пробных площадях по классификации категорий санитарного состояния относятся к «ослабленным» и «сильно ослабленным» лесным насаждениям (таблица 3.3). Это обусловлено тем, что вследствие снижения полноты древостоев до редин на гарях и вырубках, в особенности – в насаждениях, расположенных на склонах, возникают ветровалы. В исследуемых березовых и еловых насаждениях отмечается вывал спелых и перестойных деревьев всех лесообразующих древесных пород (рисунок 3.2). К примеру, при обследовании пробных площадей березовой формации на крупнотравной вырубке 1990 года через 25 лет отмечается вывал спелых и перестойных деревьев лиственницы сибирской (более 220 лет), отпад которой по запасу составил 12,4 %. Кроме того, при падении крупных деревьев были повреждены рядом растущие 25-летние лиственницы (облом верхушки), а также подрост березы и лиственницы (рисунок 3.2).

Таблица 3.3 – Характеристики древостоев, пройденных выборочными рубками

Давность нарушения, лет	Состав	Н <sub>ср.</sub> , м	D <sub>ср.</sub> , см	A, лет	Запас, м <sup>3</sup> /Га	Полнота	Отпад по запасу, %	Категория сан. состояния
Березовая формация								
22	6Б2Лц2О с	20±1,0	18±2	44	86,2	0,3	5,2	1,68±0,13
32	6Б4Лц	16±1,5	16±2	35	39,7	0,3	12,4	2,76±0,17
Еловая формация								
6	7Е2Б1С	21±0,5	24±2	110	92,7	0,3	6,7	2,56±0,25

В регионе исследования значительные площади вырубок пройдены огнем, зачастую - неоднократно. Вследствие увеличения освещенности за счет снижения полноты (до 0,3 и ниже), на исследуемых вырубках наблюдается разрастание густого и высокого травяного покрова (в березовой формации), который повышает риск развития пожаров средней силы и высокоинтенсивных. В насаждениях с достаточно мощным слоем опада и подстилки возможно развитие устойчивых

пожаров. В еловой формации риск возникновения пожаров низкий, из-за высокой влажности напочвенного покрова. На части обследованных вырубок в ельниках отмечается заболачивание лесных участков, и вследствие резкого изменения в увлажнении почвы произрастающие деревья ели усыхают.

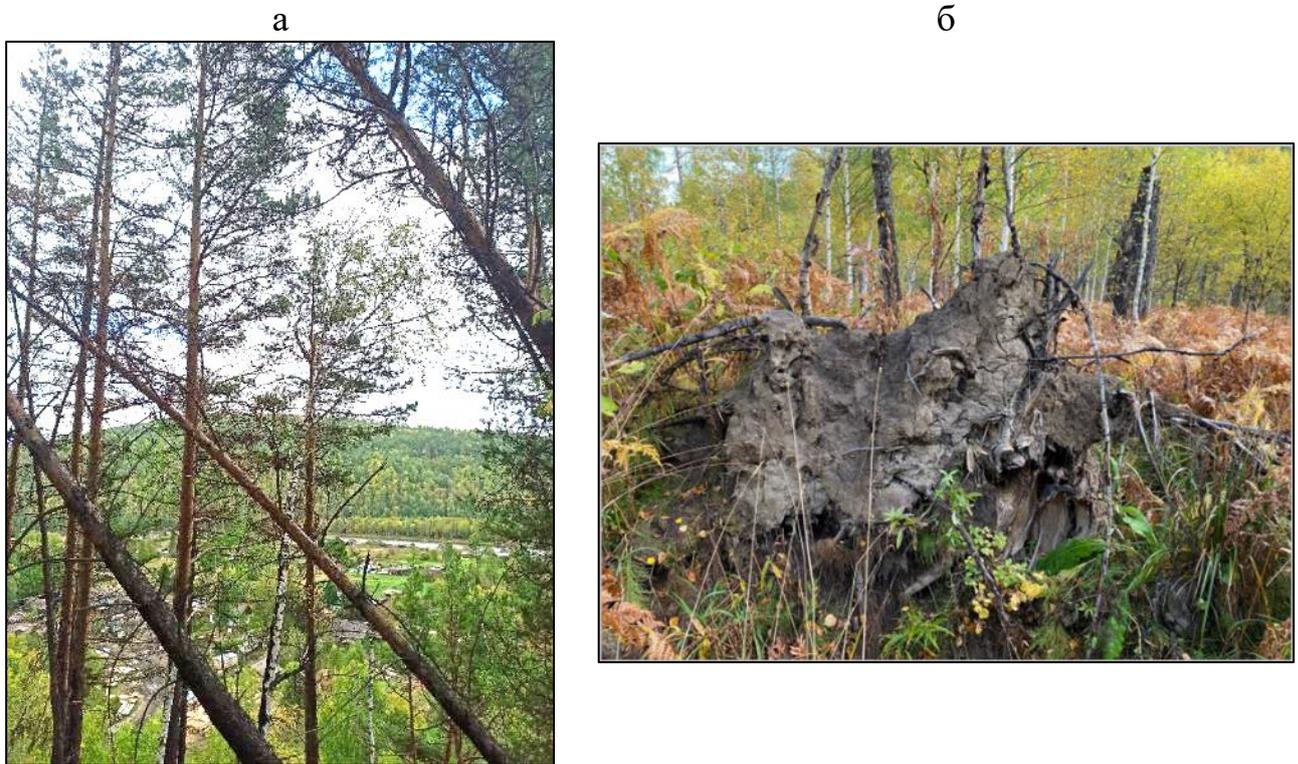


Рисунок 3.2 – Ветровал (а – ветровал деревьев сосны обыкновенной с высотой нагара 9 м; б – вывал перестойных деревьев лиственницы сибирской)

Оценивая последствия воздействия уссурийского полиграфа (*P. proximus*) и сибирского шелкопряда (*D. sibiricus*) на пихтовые и кедровые формации, можно отметить то, что вследствие повреждения насаждений произошло резкое изменение в составе древостоев, их полноте и запасе (таблица 3.4). В составе древостоев отмечается практически полное отсутствие живых деревьев пихты (90-100 %) и полное отсутствие кедра в составе древостоев после вспышки массового размножения *D. sibiricus* (100 %). Средневзвешенная категория состояния этих насаждений составляет от  $3,56 \pm 0,27$  до  $4,73 \pm 0,48$  и, в соответствии с этим древостой относятся к «усыхающим» и «погибшим» лесным насаждениям (Правительство Российской Федерации. Постановление от 09.12.2020 № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах»). Полнота в

обследованных шелкопрядниках сократилась более чем на 60 %, запас на 57 %. В полиграфниках отмечается снижение полноты на 38-100 %. Самое худшее санитарное состояние насаждений отмечается в полиграфнике, где вспышка уссурийского полиграфа длится 12 лет. В древостоях отмечается полная гибель взрослых деревьев пихты. В случае сохранения вспышек насекомых-вредителей и в других нарушенных вредными организмами насаждениях, доля погибших деревьев в скором времени может составить 100 % и насаждения могут считаться «погибшими».

Таблица 3.4 – Характеристика древостоев, нарушенных насекомыми-вредителями

Вид и давность нарушения	Состав	Н <sub>ср.</sub> , м	Д <sub>ср.</sub> , см	А, лет	Запас, м <sup>3</sup> /га	Полнота	Отпад по запасу, %	Категория сан. состояния
Кедровая формация								
Шелкопрядник 7 лет	5Лц4Б1П	25±1, 5	26±4	110	161,7	0,3	56,9	4,68±0,14
Пихтовая формация								
Шелкопрядник 6 лет	7Б2Ос1П	24±1, 0	26±2	124	83,6	0,3	57,5	3,56±0,27
Полиграфник 7 лет	10П	25±1, 5	24±2	110	75,6	0,4	59,2	3,87±0,17
Полиграфник 10 лет	9П1Б	24±1, 0	26±2	100	145,7	0,6	21,4	4,52±0,12
Полиграфник 12 лет	ед. Б,Ос	26±1, 0	28±4	90	18,7	ниже 0,1	99,6	4,73±0,48

По результатам обследования нарушенных вредными организмами насаждений выявлено, что при уничтожении сибирским шелкопрядом хвои пихты и кедра – деревья начинают погибать уже в год дефоляции. В последующие годы большая часть сухостойных деревьев повреждается насекомыми-ксилофагами.

В целом, при обследовании участков лесных земель, нарушенных пожарами, вырубками и насекомыми вредителями, в предгорьях Восточного Саяна выявлено, что наблюдается значительное ухудшение санитарного состояния насаждений. При этом в исследованном регионе насаждения, поврежденные сибирским шелкопрядом и уссурийским полиграфом, характеризуются худшим санитарным состоянием, в сравнении с древостоями, пройденными пожарами и выборочными рубками.

### 3.2 Характеристика напочвенного покрова

Помимо состояния древостоев на успешность естественного возобновления значимое влияние оказывает наличие на участке травяно-кустарничкового и мохового ярусов, опада и подстилки, и их характеристики, в том числе – степень проективного покрытия, мощность и запас (Мелехов, 1948; Курбатский, 1970; Лацинский, 1981; Евдокименко, 1983; Иванова, 1985; Курбатский, Иванова, 1987; Софронов, Волокитина, 1990; Иванова и др., 2014). Отмечается, что под влиянием пожаров, рубок и насекомых-вредителей значительно изменяется структура напочвенного покрова, его свойства и состав (Софронов, Баранов, 1979; Евдокименко, 1983; Kasischke, Christensen, Stocks, 1995; Фуряев, 1996; Краснощеков, Кузьмиченко, 2006; Фуряев и др., 2008; Лиханова, 2014; Шуркина, 2019). Необходимо отметить и то, что восстановление напочвенного покрова на нарушенных участках лесных земель является необходимым условием (стадией) лесовосстановления, поскольку, живой напочвенный покров и подстилка также являются компонентами лесных насаждений.

В регионе исследования был проведен анализ видового состава напочвенного покрова, определены его запасы и оценено влияние напочвенного покрова на успешность естественного лесовосстановления.

В предгорьях Восточного Саяна преобладают леса с травяным покровом (Смагин и др., 1980), в связи с чем большая часть пробных площадей (55 %) была заложена в насаждениях разнотравных и крупнотравных типов леса. Кроме того, в осиновой, кедровой, сосновой и лиственничной формациях исследования проводились в насаждениях зеленомошных (8 % от общего количества пробных площадей), чернично-зеленомошных (10 %), зеленомошно-разнотравных (10 %) и мшисто-разнотравных (17 %) типов леса.

Для крупнотравной и разнотравной групп типов леса в районе исследований характерно развитие густого трехъярусного и двухъярусного травяно-кустарничкового покрова (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Заращение гарей и горельников травяным покровом (а – заращение гари трехъярусным травяным покровом; б – заращение горельника злаковыми культурами, которые образуют мощную дернину)

В первом ярусе наиболее часто встречаются папоротник орляк (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn), борщевик сибирский (*Heracleum sibiricum* L.), клопогон вонючий (*Actaea cimicifuga* L.), во втором - медуница мягчайшая (*Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem.), осока большехвостая (*Carex rhynchophysa* С.А. Meyer.), костяника каменистая (*Rubus saxatilis* L.), герань лесная (*Geranium sylvaticum* L.) и семейство бобовых (*Fabaceae*), в третьем - майник двулистный (*Maianthemum bifolium* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), фиалка лесная (*Viola reichenbachiana* L.).

Насаждения зеленомошной группы типов леса представлены разнообразием мхов, в том числе мхом Гилокиум блестящий (*Hylocomium splendens* (Hedw.) V.S.) и мхом Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.), разнотравьем, брусникой (*Vaccinium vitis-idaea* L.), осокой злаками и другими травяно-кустарничковыми видами.

В качестве примера в таблице 3.5 представлен видовой состав и обилие видов по шкале Друде для сосновой и лиственничной формаций.

Таблица 3.5 – Видовой состав и обилие видов живого почвенного покрова в сосновой и лиственничной формациях

Вид растения	Тип леса, вид нарушенности						
	Контроль С ртр	С тр.-зм (горельник)	Контроль Лц зм-ртр	Лц мш-ртр (горельник)	Лц мш-ртр (горельник)	Лц черн. (горельник)	Лц ртр (горельник)
1	2	3	4	5	6	7	8
Борщевик сибирский ( <i>Heracleum sibiricum</i> L.)	Sp	Sol	Sol	-	-	-	Sol
Василистник простой ( <i>Thalictrum simplex</i> L.)	Sol	-	Sp	-	-	-	-
Вейник наземный ( <i>Calamagrostis epigejos</i> L.)	Sp	-	Sol	Sol	-	-	Sp
Горошек мышиный ( <i>Vicia cracca</i> L.)	Sp	Sol	Sol	Sol	Sp	-	Sp
Герань лесная ( <i>Geranium sylvaticum</i> L.)	Sp	Sp	Cop <sup>1</sup>	-	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>	-
Земляника лесная ( <i>Fragaria vesca</i> L.)	Sol	Sol	Sp	Sol	-	-	Sp
Зопник клубненосный ( <i>Phlomis tuberosa</i> L.)	-	-	Sp	-	-	-	Sp
Клопогон вонючий ( <i>Cimicifuga foetida</i> L.)	Sp	Sp	-	Sol	-	-	Sp
Козелец приземистый ( <i>Scorzonera humilis</i> L.)	Sp	Sp	-	Sp	-	-	Sp
Костяника каменистая ( <i>Rubus saxatilis</i> L.),	Sp	Cop <sup>1</sup>	-	-	Sp	-	Sp
Крапива двудомная ( <i>Urtica dioica</i> L.)	Sp	-	Sp	Sp	Sp	-	Sp
Кровохлебка лекарственная ( <i>Sanguisorba officinalis</i> L.)	Sp	Sp	Sp		Sp	-	Sp
Лисохвост луговой ( <i>Alopecurus pratensis</i> L.)	Sp	Sol	Sol	Sol	-	-	Sol
Люттик едкий ( <i>Ranunculus acris</i> L.)	Sol	Sol	-	-	-	-	Sol
Люцерна посевная ( <i>Medicago sativa</i> L.)	Sol	Sol	-	-	Sol	-	-
Майник двулистный ( <i>Maianthemum bifolium</i> L.)	Sp	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>	-	Cop <sup>1</sup>
Медуница мягчайшая ( <i>Pulmonaria mollis</i> Wulfen ex Hornem.)	Sp	-	Sp	-	Sp	-	Sp
Одуванчик лекарственный ( <i>Taraxacum officinale</i> G.H. Weber ex Wiggers)	Sol	-	Sol	Sp	Sol	Sol	Sol
Орляк обыкновенный ( <i>Pteridium aquilinum</i> L.)	Sp	Sp	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Осока большехвостая ( <i>Carex macroura</i> L.)	Sol	Cop <sup>1</sup>	-	Sol	Sol	-	Sol
Осот полевой ( <i>Sonchus arvensis</i> L.)	-	Cop <sup>1</sup>	-	Sp	Sp	-	Cop <sup>1</sup>
Сфагнум ( <i>Sphagnum</i> L.)	Sol	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>	Sol	Sp
Таволга обыкновенная ( <i>Filipendula vulgaris</i> M.)	Sp	-	Sol	-	-	-	-
Тимофеевка луговая ( <i>Phleum pratense</i> L.)	Sp	Sol	Sol	Sol	Sol	-	Sp
Тысячелистник обыкновенный ( <i>Achillea millefolium</i> L.)	Sol	Sp	Sp	Sp	Sp	-	Sp
Фиалка лесная ( <i>Viola reichenbachiana</i> L.)	Sp	Sp	Cop <sup>1</sup>	Sp	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>
Хвощ луговой ( <i>Equisetum pratense</i> Ehrh.)	-	Sp	Sp	Sp	-	-	-

Окончание таблицы 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Черника обыкновенная ( <i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	-	-	-	-	Sol	Cop <sup>2</sup>	-
Яснотка пурпурная ( <i>Lamium purpureum</i> L.)	Sp	Sol	-	-	-	-	Sol

Примечание: Обилие видов: Sol – единично; Sp – редко; Cop<sup>1</sup> – довольно обильно; Cop<sup>2</sup> – обильно (Блукет, Емцев, 1974). Типы леса: ртр – разнотравный; тр-зм – травяно-зеленомошный; зм-ртр – зеленомошно-разнотравный; мш-ртр – мшисто-разнотравный; черн. – черничный

Подлесок в изученных насаждениях встречался очень редко, не более 70-90 шт./га, и был представлен черемухой обыкновенной (*Prunus padus* Mill), рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), яблоней лесной (*Malus sylvestris* Mill), розой собачьей (*Rosa eanina* L.) и ивой козьей (*Salix caprea* L.). В насаждения, нарушенных уссурийским полиграфом более 80 % проективного покрытия представлено малиной обыкновенной (*Rubus idaeus* L.).

Рассматривая закономерности накопления запасов напочвенного покрова, можно отметить следующее. Наименьшими запасами напочвенного покрова характеризуются участки лесных земель, занятые лесными культурами (12,47±3,08 т/га), созданными на заброшенном сенокосе (рисунок 3.4), где еще не успела развиться лесная подстилка. Эта пробная площадь характеризуется ровным рельефом с достаточным освещением, основную часть запаса напочвенного покрова составляет живой напочвенный покров (67,6 %), который представлен лугово-опушечными видами растений с проективным покрытием 65-70 % (рисунок 3.4). Как отмечает И.В. Морозова (2011), распространение лугово-опушечных видов растений характерно для открытых участков, в том числе и на вырубках.

Невысокие запасы напочвенного покрова отмечаются в ненарушенных березовой и осиновой формациях (30,21±5,64 и 21,32±2,11 т/га) (таблица 3.6), что связано, в первую очередь, с быстрым разложением растительных остатков в достаточно влажных почвенных условиях. В осиновой формации большая доля от запаса напочвенного покрова приходится на подстилку (до 70 %), а в березовой формации - на опад (до 60 %). Даже в высокополнотных насаждениях травяно-кустарничковый ярус хорошо развит и его запас в обеих формациях достигают

5 т/га. Проективное покрытие в березовой и осиновой формации составляет 90 и 70 %, соответственно.



Рисунок 3.4 – Живой напочвенный покров на участке лесные культур, созданных на заброшенном сенокосе

В хвойных лесных формациях в ненарушенных насаждениях запасы напочвенного покрова составляют от 18,5 до 31,84 т/га (таблица 3.6). Следует отметить, что в хвойных насаждениях отмечается более плотное сложение опада и подстилки, чем в лиственных, а в составе опада кроме хвои и травяной ветоши часто встречаются мелкие обломившиеся веточки, фрагменты корки и репродуктивные органы деревьев. Основную часть от общего запаса (47–65 %) в лиственничной, сосновой, пихтовой и еловой формациях составляет подстилка, что связано с более медленным, из-за более плотного сложения и иного химического состава, разложением хвойного опада. В кедровой и еловой формациях отмечаются значительные запасы живого напочвенного покрова (7,5 и 8,5 т/га, соответственно) (таблица 3.6), в том числе со значительным запасом мхов в еловой формации (7,15±1,24 т/га) (Приложение А). Эти участки расположены на юго-западных склонах и почвенные условия по увлажнению немного ниже, чем в других формациях.

Таблица 3.6 – Запасы напочвенного покрова на ненарушенных участках лесных земель, т/га

Формация	Подстилка	Опад	Мхи	Травяно-кустарничковый ярус	Всего
Березовая	9,46±1,17	15,98±4,23	-	4,56±0,21	30,21±5,64
Осиновая	14,62±1,87	2,71±0,88	-	3,99±0,68	21,32±2,11
Кедровая	-	27,35±6,13	2,26±0,16	4,49±0,72	31,84±6,85
Пихтовая	11,08±1,25	3,34±0,29	-	2,68±0,21	17,10±1,25
Еловая	14,28±3,46	1,12±0,14	7,15±1,24	8,45±1,3	23,85±4,9
Сосновая	9,57±2,34	1,13±0,27	-	8,56±3,73	19,26±6,34
Лиственничная	8,67±2,48	2,46±0,52	-	7,45±2,39	18,58±5,39
Лесные культуры	3,56±0,67	0,48±0,07		9,65±1,84	12,47±3,08

Воздействие лесных пожаров, как правило, существенно изменяет характеристики напочвенного покрова. Изменения происходят не только в видовом разнообразии живого напочвенного покрова, но и в структуре опада и подстилки. Проведенные исследования на горях и горельниках в регионе исследования позволили выявить некоторые закономерности в воздействии пожаров на характеристики напочвенного покрова в различных лесных формациях и типах леса.

Наименьшими запасами напочвенного покрова характеризуются горельники кедровой и сосновой формаций (5,50±1,32 и 6,52±2,31 т/га, соответственно) (рисунок 3.6 А, В), что обусловлено частым прохождением низовых пожаров на данных участках (до ежегодных). Вследствие частых пожаров на участках горельников отмечается полное отсутствие подстилки. Значительная доля запаса приходится на опад, запасы которого в кедровой формации составляют 79 %, в сосновой – 48 %. Опад, в основном, представлен хвоей, опавшей с поврежденных огнем деревьев и травяной ветошью.

Лесные насаждения и часть лесных культур, пройденные беглыми низовыми пожарами от слабой до средней силы характеризуются высокими запасами напочвенного покрова от 15 до 28 т/га, где основная часть запаса распределяется между подстилкой и травяным покровом. Основная часть запаса на этих участках представлена подстилкой от 46 до 68 % (таблица 3.7). На участках, расположенных

на северных, восточных, северо-западных склонах, к моменту возникновения пожаров подстилка была достаточно влажной, что не позволило огню заглубиться.

Таблица 3.7 – Запасы напочвенного покрова на гарях и горельниках, т/га

Формация	Подстилка	Опад	Мхи	Травяно-кустарничковый ярус	Всего
Березовая					
Горельник	14,37±3,97	3,26±0,75	-	4,12±0,34	21,74±6,75
Гарь	34,26±18,93	12,48±5,12	-	10,08±1,54	56,82±19,59
Осиновая					
Горельник	17,13±1,92	3,91±0,73	-	4,20±0,55	25,24±1,78
Горельник	10,36±1,21	2,00±0,45	-	3,01±0,30	15,36±1,31
Кедровая					
Горельник	-	4,38±0,98	0,36±0,11	1,12±0,34	5,50±1,32
Пихтовая					
Горельник	15,06±2,06	1,88±0,16	-	3,01±0,31	19,95±2,53
Сосновая					
Горельник	-	3,10±0,85	3,04±1,33	3,42±1,46	6,52±2,31
Лиственничная					
Горельник	5,52±1,26	0,84±0,29	-	9,17±3,85	16,53±5,40
Горельник	7,26±2,45	3,56±1,03	0,26±0,07	8,54±2,83	27,9±6,31
Лесные культуры					
Гарь	1,37±0,46	2,17±0,57	-	16,24±4,16	19,78±5,19
Гарь	2,72±0,88	7,20±1,86	-	9,65±1,26	19,56±4,00

В сосновой формации на свежем горельнике (2022 г.) основной запас напочвенного покрова приходится на мхи и опад (3,04±0,17 т/га и 3,1±0,22 т/га соответственно) (рисунок 3.5; рисунок 3.6 В; Приложение А (таблица А1)). Присутствие мхов в напочвенном покрове в сосновом насаждении, пройденном пожаром, можно объяснить мозаичностью прогорания напочвенного покрова, поскольку пожар распространялся в весенний период и недостаточно просохшие участки мохового покрова не горели. На свежем горельнике в березовой формации в запасе напочвенного покрова преобладает подстилка (14,37±3,16 т/га), так как в березовых насаждениях опад характеризуется более рыхлой структурой, которая благоприятствует развитию пожаров.

На свежем горельнике в березовой формации в запасе напочвенного покрова преобладает подстилка (14,37±3,16 т/га), не сгоревшая при распространении беглых весенних пожаров. Наибольшими запасами напочвенного покрова характеризуется гарь по вырубке в березовой формации (56,82±19,59 т/га), где основной запас

(60,3 %) приходится на подстилку (таблица 3.7). Это можно объяснить тем, что до проведения рубок значительная доля от состава древостоя в данном насаждении составляла лиственница, опад которой образует плотную практически негоримую подстилку. В чистых березовых насаждениях опад разлагается быстро, так как при опадении березовые листья скручиваются и тем самым создают аэробные условия, которые ускоряют процесс разложения опада. В литературных источниках отмечается, что при включении березы в хвойные леса на участках усиливается нитрификация, которая также ускоряет процесс разложения опада (Пристова, 2011).

а



б

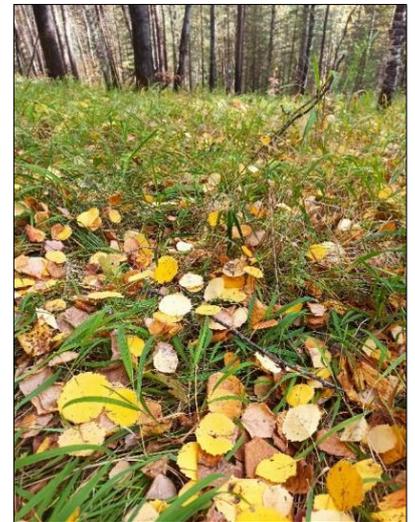


Рисунок 3.5 – Сосновая формация свежий горельник (а – общее фото участка, б – опад и живой напочвенный покров)

В насаждениях и на участках лесных земель, пройденных низовыми беглыми пожарами средней и сильной силы и низовыми пожарами устойчивой формы, а также, пройденных рубками, отмечается увеличение освещенности напочвенного покрова. Вследствие этого происходит разрастание густого многоярусного травяного покрова, представленного, в первую очередь, вейником наземным (*Calamagrostis epigejos* L.) и сорными видами трав: осотом (*Sonchus arvensis* L.), одуванчиком обыкновенным (*Taraxacum officinale* G.H. Weber ex Wiggers), лютиком едким (*Ranunculus acris* L.). Поселение сорных видов трав на нарушенных лесных

участках обусловлено тем, что значительная часть исследованных нарушенных насаждений располагается вблизи сельскохозяйственных земель.

Следует отметить, что в регионе после воздействия пожаров на большей части участков при общем снижении запасов напочвенного покрова, по сравнению с ненарушенными насаждениями, отмечается увеличение запасов живого напочвенного покрова, представленного, в основном, травами. Так, вследствие разрастания густого травяного покрова, наличия опада и достаточно мощной подстилки на гари в березовой формации запасы напочвенного покрова составляют 56,8 т/га, что почти в 2 раза превышает запас напочвенного покрова в ненарушенных насаждениях (30,2 т/га) (таблица 3.7). На гарях на участках лесных культур также отмечается увеличение запасов напочвенного покрова ( $19,78 \pm 5,19$  и  $19,56 \pm 4,00$  т/га) в сравнении с лесными культурами, созданными на заброшенном сенокосе ( $12,47 \pm 3,08$  т/га). Увеличение запасов напочвенного покрова на гарях в березовой формации и на участках лесных культур связано, прежде всего, с изменением светового режима, более ранним прогревом почвы и обогащением почвы зольными элементами, что создает благоприятные условия для разрастания густого травяного покрова.

Выявлено, что высокий травяной покров и наличие мощной подстилки угнетает мелкий и средний подрост как на ненарушенных, так и на нарушенных участках лесных земель, что совпадает с результатами исследований М.А. Софронова (1967), Л.В. Попова (1982), А.С. Возмищевой и П.А. Перепелкиной (2015). Кроме того, значительные запасы напочвенного покрова определяют вероятность возникновения и распространения пожаров на нарушенных участках лесных земель и их возможную интенсивность.

На участках вырубок благоприятность условий для естественного лесовосстановления также определяется динамикой развития напочвенного покрова и степенью зарастание вырубок травяным покровом (Сергиенко, Соколова, 2012). Видовое богатство травяного и мохового покрова на участках лесных земель, пройденных рубками в значительной степени влияет на ход естественного лесовосстановления (Лиханова, 2012).

На исследуемых участках вырубок наибольшими запасами напочвенного покрова ( $113,0 \pm 26,77$  т/га и  $72,22 \pm 28,95$ ) характеризуются насаждения березовой формации на несплошных вырубках, после которых произошел ветровал (таблица 3.8; рисунок 3.6Е). Травяной покров, как правило, двух- и трехъярусный с проективным покрытием 90-100 %, а его запасы достигают 28-34 т/га, что является важным фактором, препятствующим поселению и развитию подроста

На вырубке в еловой формации значительным фактором, препятствующим естественному возобновлению, является наличие мощного мохового покрова (мха сфагнума), запас который составляет  $4,0 \pm 0,12$  т/га и разрастание трав.

На участке вырубок с лесными культурами мхи отсутствуют, но отмечается разрастание травяного покрова, на который приходится более 40 % от общего запаса напочвенного покрова (рисунок 3.6Г; Приложение А (таблица А1)).

Таблица 3.8 – Запасы напочвенного покрова на вырубках, т/га

Формация	Подстилка	Опад	Мхи	Травяно-кустарничковый ярус	Всего
Березовая	$26,75 \pm 4,40$	$16,94 \pm 1,90$	$3,12 \pm 0,12$	$28,53 \pm 7,55$	$72,22 \pm 28,95$
	$70,17 \pm 18,27$	$8,67 \pm 1,34$	$13,28 \pm 3,45$	$34,81 \pm 7,16$	$113 \pm 26,77$
Еловая	$9,14 \pm 1,67$	$0,36 \pm 0,08$	$4,55 \pm 0,19$	$10,87 \pm 2,36$	$20,37 \pm 4,11$
Лесные культуры	$3,56 \pm 1,23$	$5,68 \pm 2,45$	-	$12,37 \pm 3,49$	$21,61 \pm 7,17$

На участках лесных земель, нарушенных сибирским шелкопрядом в кедровой и пихтовой формациях, за счет быстрого разложения подстилки запасы напочвенного покрова на большей части участков – не превышают 20 т/га, при этом запасы травяного покрова достигают 4,6-5,5 т/га, что составляет более 35 % от общего запаса напочвенного покрова. В результате увеличения инсоляционного режима наблюдается массовое распространение крупных трав и злаковых видов растений, что, в свою очередь является препятствием для подселения и прорастания семян древесных пород вследствие сильной степени задернения почвы злаковыми растениями. Подобные результаты были получены при обследовании шелкопрядников в Сибири (Мельниченко, 2020).

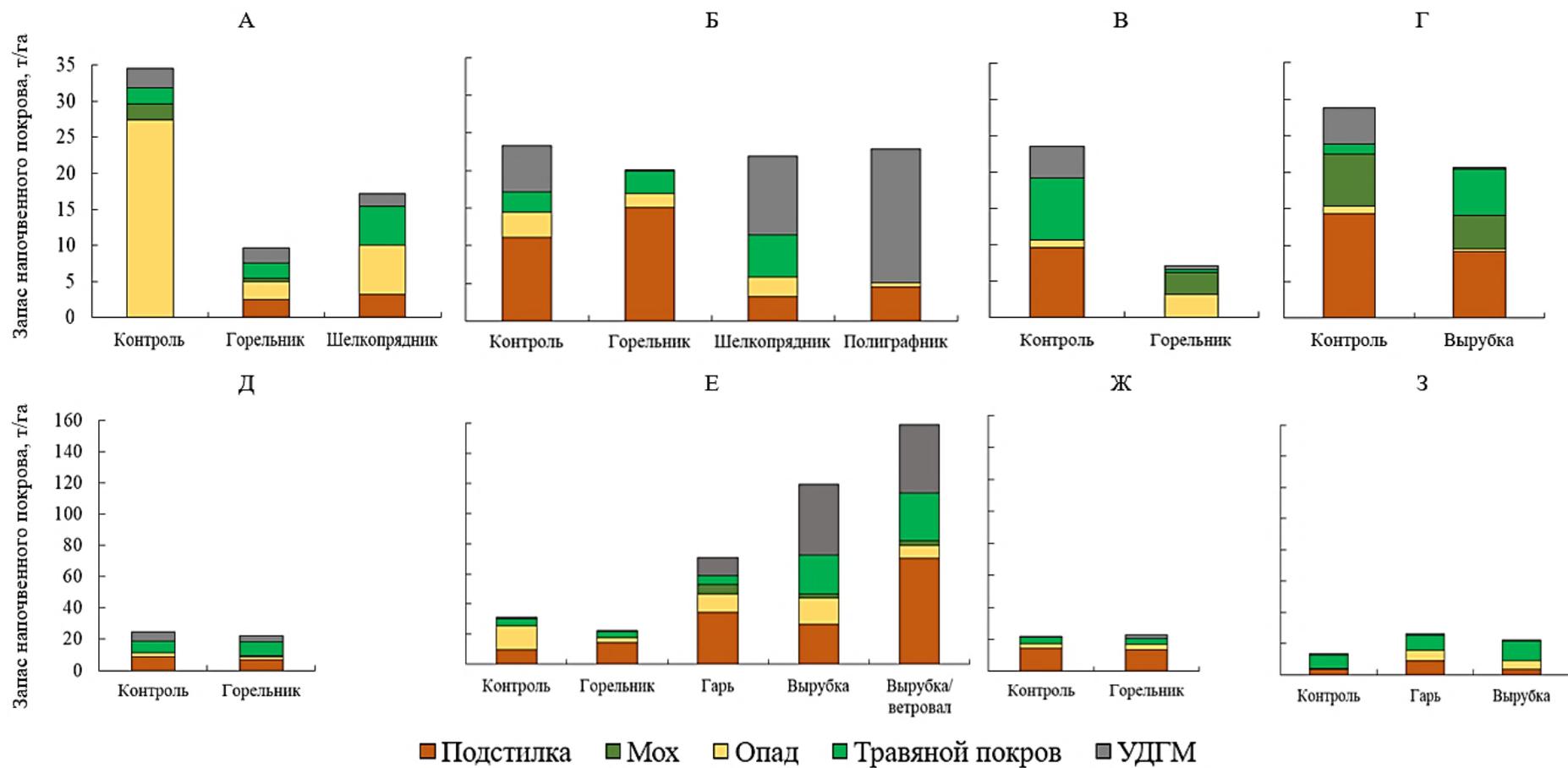


Рисунок 3.6 – Запас напочвенного покрова в зависимости от лесной формации и категории участка, где: А – кедровая формация, Б – пихтовая, В – сосновая, Г – еловая, Д – лиственничная, Е – березовая, Ж – осиновая, З – лесные культуры

В пихтовой формации в полиграфниках максимальный запас напочвенного покрова 19,6 - 34,1 т/га, отмечается в насаждениях, где вспышка уссурийского полиграфа в насаждении длится 7-10 лет. Наибольшими доля от запаса в поврежденных полиграфом насаждениях приходится на подстилку, накопленную за счет опавшей с поврежденных деревьев хвои (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Запасы напочвенного покрова на участках лесных земель, нарушенных насекомыми-вредителями

Формация	Подстилка	Опад	Мхи	Травяно-кустарничковый ярус	Всего
Кедровая, шелкопрядник	3,21±0,67	6,76±2,37	-	5,48±1,14	15,45±4,18
Пихтовая, шелкопрядник	3,18±0,69	2,67±0,35	-	5,53±2,17	11,38±3,21
Пихтовая, полиграфник	13,47±2,90	1,49±0,21	-	4,63±0,46	19,59±3,57
	18,35±0,05	11,27±0,06	-	4,81±0,51	34,43±5,11
	3,19±0,37	6,22±0,16	-	5,72±1,14	15,13±3,46

Запасы упавших древесных горючих материалов (УДГМ) на большей части изученных участков незначительны (рисунок 3.6). Значительный запас УДГМ (35-47 т/га) в виде валежа и крупных порубочных остатков отмечен на выборочных вырубках в березняках, гарях и ветровальниках (рисунок 3.6). В пихтарниках после воздействия уссурийского полиграфа и сибирского шелкопряда в первые несколько лет после усыхания запасы УДГМ не превышают 10-17 т/га. На вырубке еловой формации была проведена расчистка участка от порубочных остатков, так как площадь подготавливается к созданию лесных культур, поэтому запасы УДГМ составляют всего 0,5±0,07 т/га. В кедровой формации в шелкопрядниках были проведены санитарно-оздоровительные мероприятия по очистке площади от захламленности, и запасы УДГМ на сегодняшний день составляют около 2±0,14 т/га.

В целом, можно отметить, что в регионе исследований практически на всех нарушенных участках лесных земель независимо от вида повреждения наблюдается разрастание густого трехъярусного травяного покрова, характеризующегося значительными запасами (до 30 т/га травяного покрова в березовой формации в категории вырубка/ветровал), а на участках кедровой,

лиственничной, сосновой и еловой формациях – сохранение значительных запасов мохового покрова (сфагнома).

### Выводы

Установлено, что в предгорьях Восточного Саяна на санитарное состояние насаждений значительное влияние оказывают пожары, рубки и насекомые-вредители.

В регионе исследования наблюдается ухудшение санитарного состояния всех нарушенных насаждений. При этом худшим санитарным состоянием характеризуются древостои, поврежденные шелкопрядом сибирским и полиграфом уссурийский, лесные насаждения, поврежденные насекомыми-вредителями, по категориям состояния относятся к «усыхающим» и «погибшим».

После воздействия пожаров вне зависимости от их характеристик отмечается полная гибель лесных культур.

Ухудшение санитарного состояния нарушенных насаждений сопровождается рядом негативных факторов. Вследствие увеличения освещенности за счет снижения полноты насаждений, на исследуемых участках гарей, горельников и вырубков наблюдается разрастание густого многоярусного травяного покрова, запас которого на большей части участков превышает 5 т/га.

На части нарушенных участков в напочвенном покрове отмечается сохранение достаточно мощного мохового покрова и нарастание запасов опада и подстилки за счет опавшей с поврежденных деревьев хвои и травяной ветоши.

#### **4 ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ НА НАРУШЕННЫХ УЧАСТКАХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Лесовосстановление является неотъемлемой частью в формировании новых лесных насаждений в «уже существующих лесах, где происходит замена молодым поколением прежних отмирающих особей» (Екимова, 2020). Н.П. Чупров (1963), В.Г. Чертовской (1968) и Н.Н. Теринов (2013) отмечают, что при естественном способе лесовосстановления крайне важно учитывать характеристики подроста, произрастающего на нарушенном участке лесных земель: его количество, категорию высот, возраст, жизнеспособность и перспективность.

Изучению процесса естественного лесовосстановления после воздействия лесных пожаров посвящено достаточное количество работ (Софронов, 1967; Попов, 1982; Софронов, Волокитина, 1990; Фуряев, 1996). По мнению авторов (Ильичев, Бушков, Тараканов, 2003; Ишутин, 2004; Назаренко, Гамсахурдия, 2010; Иванова и др., 2014) лесные пожары двояко влияют на процесс естественного восстановления лесов. При одних условиях лесные пожары наносят разрушающее воздействие, в результате полностью погибает подрост и в течение нескольких лет его не ожидается вовсе или происходит смена хвойных пород на менее хозяйственно-ценные мягколиственные породы (Смагин, Софронов, Ильинская, 1957; Фуряев, Голдаммер, 1996), и как отмечает П.А. Тимофеев (1980), в некоторых регионах лесовосстановление со сменой пород порой увеличивается до двух поколений мелколиственных древостоев. При других условиях лесные пожары оказывают стимулирующее воздействие на подселение подроста и прорастание семян (Молчанов, 1953; Колесников, Санникова, Санников, 1973; Санников, Санникова, 1985, 2008). К таким выводам пришла Л.П. Лыткина (2001a, 2001b), которая утверждает, что сильное огневое воздействие способствует уничтожению накопленного напочвенного покрова, что, в свою очередь, создает условия для прорастания семян. Отмечается, что после прохождения участков пожаром естественное лесовосстановление лиственницы и сосны происходит успешнее, чем под длительно негоревшим пологом леса (Санников, 1992; Лыткина, 2001b; Буряк,

2003). По мнению исследователей (Сукачев, 1975; Санников, 1981) именно от эколого-лесоводственных факторов, сложившихся до пожара и после пожара, зависит успешность естественного лесовосстановления.

Рассматривая последствия рубок на интенсивность естественного возобновления и дальнейший рост подроста на участках, отмечено, что большое значение имеет изменение микроклимата на вырубках: отсутствие древесного яруса, стремительное развитие травяного покрова, изменение видовой разнообразия напочвенного покрова, изменение режимов и свойств почв.

Наибольшее негативное воздействие на возобновление леса отмечается при проведении сплошных рубок: возобновление под открытым пологом; пересыхание или заболачивание поверхности почвы; колебания температуры (Мосеев, Беляев, 2003); разрастание светолюбивых видов растений, особенно злаковых, образующих мощную дернину (Мелехов, 2007); использование техники, уничтожающей все ярусы растительности (Cambi et al., 2015). При выборочных рубках часть древесного полого сохраняется, остается более стабильной влажность поверхности почв и напочвенного покрова. Оставшийся древесный полог на участке может служить как источником обсеменения, так и защитой от резких колебаний температуры и от прямого ультрафиолетового излучения. Однако материнские деревья могут выступать в роле конкурентов за площадь минерального питания, а также вследствие затенения нижних ярусов у молодого поколения деревьев снижается процесс фотосинтеза. После выборочных рубок отмечается размещение подроста неравномерного или куртинного характера, иногда отмечается равномерное, к примеру в сосновых лесах (Мелехов, 2007).

Существуют технологии проведения сплошных, выборочных и постепенных рубок с сохранением подроста (Рунова, Савченкова, 2007), но при этом С.М. Гугелев и П.Б. Закревский отмечают снижение производительности лесосечных работ (Закревский, 1988; Гугелев, 1993). Некоторые исследователи отмечают, что сохраненный подрост имеет менее интенсивный рост, чем подрост, возобновившийся после проведения рубок. Древостои сформированные из сохраненного подроста характеризуются низким качеством древесины (Таланцев,

1962). Однако следует проводить наблюдения за ходом роста сохранившегося подроста на участках лесных земель, пройденных рубками, для того, чтобы понять какую роль подрост играет в восстановлении фитоценоза в целом, какую он имеет устойчивость и как участвует в повышении продуктивности леса (Беляева, Грязькин, Кази, 2012).

В отличие от пожаров и вырубок, воздействие насекомых-вредителей не вызывает резких изменений в структуре древостоя, так как вспышки массового размножения вредителей затягиваются на несколько лет (Пак, Бобринев, 2009). По мнению Ю.И. Гниненко и Ю.Н. Баранчикова (2021) сибирский шелкопряд является одним из самых значимых вредителей хвойных лесов в России. В результате воздействия вредителя, как утверждает Н.П. Мельниченко (2020), происходят кардинальные трансформации почвенного покрова, сопровождающиеся изменением видового разнообразия всех ярусов в лесном насаждении, наблюдается разрастание крупнотравья и злаковых, а в условиях Сибири развивается вейник. Все эти условия становятся основным препятствием в восстановлении древостоев. Однако в случае прохождения шелкопрядников пожаром создаются благоприятные условия для появления и роста подроста, за счет появления растений с стержневой корневой системой, незадерняющей почву, к примеру кипрея (Валендик и др., 2000). Исходя из вышеизложенного Н.П. Мельниченко (2020) предлагает в шелкопрядниках проводить огневую очистку, после проведения вырубки сухостойных деревьев.

В последнее десятилетие одна из самых серьезных причин усыхания пихтовых лесов проявляется в возникновении вспышек массового размножения эндемичного вида для Сибири уссурийского полиграфа (Бакшеева, Головина, Морозов, 2021). По утверждениям С.А. Кривец с соавт. (2015) и Н.М. Дебкова (2017), пихтовые насаждения как ослабленные, так и полностью деградированные имеют высокий потенциал в естественном лесовозобновлении. После воздействия жука-ксилофага достаточно часто на участках полиграфников отмечается достаточное количество жизнеспособного подроста для регенерации нарушенных насаждений.

Для оценки естественного лесовосстановления на нарушенных участках лесных земель по всем лесным формациям, представленным в предгорьях Восточного Саяна, были изучены характеристики подроста на участках лесных земель, относящихся к гарям, горельникам, вырубкам, шелкопрядникам и части полиграфников, а также на ненарушенных участках лесных земель.

При оценке успешности естественного лесовосстановления выявлено, что в ненарушенных насаждениях во всех лесных формациях отмечается недостаточное количество подроста или практически полное его отсутствие, что вероятнее всего связано с достаточно высокой полнотой древостоев (0,6-0,9), длительным отсутствием пожаров (более 80 лет) и накопившимися запасами напочвенного покрова (от 12 до 30 т/га).

Наибольшее количество поселившегося подроста отмечается в березовых, кедровых и еловых насаждениях (1,5-1,6 тыс. шт./га). Количество подроста в светлохвойных и пихтовых насаждениях минимально (0,2-0,3 тыс. шт./га). Следует отметить, что в кедровых насаждениях в составе древостоев доминирует пихта, а в сосновых лесах естественное возобновление представлено в основном темнохвойными породами - кедром и, пихтой. Такая закономерность обусловлена, прежде всего, большей теневыносливостью данных пород.

Наиболее успешное естественное лесовосстановление отмечено на участках лесных культур, при этом подрост селился на минерализованную почву в посаженные ряды культур и на отвалы, и в настоящее время быстрорастущий березовый подрост угнетает посаженные культуры.

По характеру размещения подроста на большей части ненарушенных насаждений наблюдается неравномерное размещение его на площади. Встречаемость подроста на этих участках составляет менее 40 %. В связи с высокой полнотой насаждений подрост появляется лишь в небольших просветах между кронами деревьев. В березовой и кедровой формациях встречаемость подроста оценивается в 70 и 80 % при густоте более 1,5 тыс. шт./га и его варьировании 52,9 % и 79,8 %, что по характеру размещения относит его к равномерно размещенному по площади (таблица 4.1).

В хвойных лесных формациях и на участке лесных культур более 50 % подроста представлено крупными экземплярами (более 1,5 м), а в лиственничных насаждениях доля крупного подроста достигает 92 %. В березовой формации отмечается преобладание подроста средней крупности (72 %), в осиновой формации более 75 % (375 шт./га) подроста по категории крупности относится к мелкому (Приложение А (таблица А1)).

Наибольшей долей благонадежного подроста в обследованных ненарушенных насаждениях отличается подрост темнохвойных пород в пихтовой и еловой формациях (99 и 98 %, соответственно), а также высокими показателями благонадежности характеризуется подрост лиственницы в лиственничной формации (98 %) и на участке лесных культур (99 %). При сопоставлении степени благонадежности подроста и полноты древостоев, можно отметить, что с увеличением полноты древесного полога снижается благонадежность подроста, что подтверждается исследованием А.А. Калачева с соавт. (Калачев, Архангельская, Парамонов, 2013). В исследуемой осиновой и сосновой формациях отмечается самый низкий процент благонадежного подроста (80 и 63 %, соответственно) в связи с высокой полнотой насаждений (до 0,9), при этом в сосновой формации отмечается большее угнетение даже темнохвойного подроста (кедра и пихты) (таблица 4.2).

На участке кедровых культур, созданных на заброшенном сенокосе, отмечается поселение подроста лиственницы и березы, характеризующегося хорошими качественными характеристиками (благонадежность - 98 и 97 %, соответственно). Как правило, при поселении подроста в лесных культурах проводят рубки прочистки (Приказ Минприроды России от 30.07.2020 № 534 «Об утверждении Правил ухода за лесами»), которые предотвращают появление нежелательных пород, и улучшают условия роста для лесных культур.

Таблица 4.1 – Характер размещения подроста на пробных площадях в лесных формациях на ненарушенных участках лесных земель

Тип леса	Состав подроста	Характер размещения	Количество подроста, шт./га Доля благонадежного, %	Встречаемость, %	V, %
Б ртр	7Ос3Б	равномерное	$\frac{1600 \pm 130}{95}$	70,0	52,9
Ос ртр	10Ос	неравномерное (единичное)	$\frac{500 \pm 130}{80}$	30,0	87,6
К мш	8П2К	равномерное	$\frac{1500 \pm 270}{81}$	80,0	79,8
П ртр	5К3Е2П	групповое	$\frac{200 \pm 70}{99}$	30,0	173,2
Е осок	6П4К	неравномерное	$\frac{1500 \pm 370}{98}$	40,0	67,3
С ртр	5К3П2Б	групповое	$\frac{300 \pm 80}{63}$	20,0	148,0
Л зм-ртр	6Лц4Б	неравномерное (единичное)	$\frac{200 \pm 30}{98}$	30,0	95,3
ЛК вейн.	5Лц5Б	неравномерное	$\frac{2300 \pm 250}{99}$	30,0	34,8

При неизменном световом режиме в высокополнотных насаждениях можно предположить, что состояние подроста в дальнейшем будет ухудшаться. Однако большая часть древостоев лесных формаций, около 88 %, достаточно продуктивна и в подрастающем поколении на сегодняшний день не нуждается.

Как известно, успешность естественного лесовосстановления на участках, пройденных пожаром, зависит от вида пожара, его формы и силы (Ярославцева, 2014).

В результате проведенных исследований выявлено, что в предгорьях Восточного Саяна после воздействия пожаров количество подроста практически во всех изученных лесных формациях несколько возрастает, по сравнению с ненарушенными насаждениями, однако на большей части участков горельников и гарей его количества недостаточно для успешного лесовосстановления.

Таблица 4.2 – Характеристика естественного лесовосстановления на ненарушенных участках лесных земель

Формация	Состав; полнота; Возраст; бонитет	Почва	Тип леса, проективное покрытие, %	Характеристика подроста				
				Состав	Количество по породам, шт./га	Доля благонадежн ого, %	Средний возраст, лет	Средняя высота, м
Березовая	8Б2ЛЦ; 0,7; 80 лет; II	суглинки средние свежие	разнотравный 80	7Ос	960	96	-	0,49
				3Б	640	98		0,38
Осиновая	6Ос3Б1К; 0,9; 80 лет; II	суглинки средние влажные	разнотравный 70	10Ос	500	92	-	0,31
Кедровая	10К ед.Лц Б; 0,7; 95 лет; II	суглинки средние, влажные	мшистый 80-85	8П	900	84	10	0,73
				2К	600	76	14	0,64
Пихтовая	8П2Ос+Б; 0,7; 100 лет; III	суглинки средние, свежие	разнотравный 85	5К	100	97	17	2,13
				3Е	60	99	11	0,84
				2П	40	98	12	0,76
Еловая	6Е2К2Б; 0,5; 55 лет; I	суглинки средние влажные	осоковый 95	6П	900	98	10	0,96
				4К	600	93	12	0,67
Сосновая	8С2Б+Ос; 0,9; 110 лет; III	суглинки тяжелые влажные	разнотравный 85	5К	150	87	7	0,17
				3П	90	91	6	0,21
				2Б	60	98	-	0,38
Лиственнич ная	5Лц4Б1Ос; 0,6; 230 лет; IV	суглинки средние свежие	зеленомошно- разнотравный 100	6Лц	120	100	9	2,28
				4Б	80	100	-	1,96
Лесные культуры	10К; 14 лет; I	суглинки средние свежие	вейниковый 75	5Лц	1150	98	10	2,57
				5Б	1150	97	-	3,18

Самое большое количество послепожарного подроста (более 9 тыс. экз./га) отмечено на участке лесных культур, пройденных пожаром. Также значительное количество подроста (более 7 тыс. шт./га) отмечено и в лиственничнике, пройденном беглым низовым пожаром до средней силы, что обусловлено меньшим разрастанием травяного покрова вследствие меньшего богатства и увлажненности почв. Однако в составе поселившегося подроста доминируют мелколиственные породы.

На большей части участков гарей и горельников количество подроста составляет 1-2 тыс. шт./га. Минимальное количество подроста отмечено в березовом насаждении, пройденном беглым низовым пожаром, что обусловлено разрастанием густого многоярусного травяного покрова. Незначительное количество подроста отмечается и в кедровых насаждениях, с сохранившимся после пожаров достаточно мощным моховым покровом.

На большей доле участков гарей и горельников отмечается неравномерное размещение подроста по площади, на что указывает низкий процент встречаемости (ниже 50 %) и высокий показатель варьирования (выше 100%) (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Характер размещения подроста на пробных площадях в лесных формациях на гарях и горельниках

Формация/тип леса, гари	Состав подроста	Характер размещения	Количество подроста, шт./га доля благонадежного, %	Встречаемость, %	V, %
1	2	3	4	5	6
Березовая / гарь ртр	4Б2С2Ос1 Лц1К	неравномерное	$\frac{590 \pm 80}{66}$	20	116,9
Березовая / горельник крт	5Б3Ос2С+ Лц,К	неравномерное	$\frac{1080 \pm 470}{70}$	40	107,3
Осиновая / горельникзм-ртр	3К2Е2П2О с1Б	равномерное	$\frac{1703 \pm 320}{71}$	60	94,8
Осиновая / горельникчерн.-зм	7Ос2С1Б	неравномерное	$\frac{1462 \pm 270}{79}$	60	127,3
Кедровая / горельник зм	3К3Е2Б+Л ц,П ед.Ос	неравномерное	$\frac{630 \pm 220}{60}$	30	156,1
Кедровая / горельник мш-ртр	4К3Б1С1Е 1Ос	неравномерное	$\frac{714 \pm 2300}{72}$	40	138,4

Окончание таблицы 4.3

1	2	3	4	5	6
Пихтовая / горельник ртр	7Е2Б1К	равномерное	$\frac{1906 \pm 210}{70}$	60	46,2
Сосновая / горельник тр-зм	5К3Б2С	неравномерное	$\frac{917 \pm 260}{66}$	40	131,2
Лиственничная / горельник зм-ртр	8Б2Лц+К ед.С	равномерное	$\frac{7128 \pm 480}{77}$	100	36,5
Лиственничная / горельник ртр	7Б2Лц1С	неравномерное	$\frac{1265 \pm 270}{78}$	40	129,5
Гарь по лесным культурам / папор. крт-вейн	8Б2Ос+К ед.С	в рядах культур	$\frac{9396 \pm 970}{76}$	-	-
Гарь по лесным культурам / ртр	6Лц4Б	неравномерное (единичное)	$\frac{70 \pm 15}{89}$	10	153,7

Можно отметить, что в составе подроста в насаждениях, пройденных пожарами, и на гарях встречаются практически все лесообразующие породы региона. Например, в кедровой, березовой и осиновой формациях в составе подроста встречается до 5-6 видов лесообразующих пород (таблица 4.3), что объясняется расположением пробной вблизи смешанного насаждения.

Оценивая распределение подроста по категориям крупности на всех пробных площадях, отмечается полное отсутствие всходов, обусловлено сильным задернением участков горельников и гарей. В березовой, осиновой, кедровой, пихтовой и сосновой формациях отмечается малая доля подроста средней крупности (от 9 до 20 %) (Приложение А (таблица А2)). Это можно объяснить тем, что допожарный подрост мелкой и средней крупности на пробных площадях всех лесных формаций после прохождения низовых пожаров от слабой до средней силы, средней силы, от средней до сильной силы и устойчивой формы был уничтожен огнем, а поселившийся после пожаров подрост в настоящее время представлен, в основном, мелкими экземплярами. Часть крупного подрост при пожарах не погибла, а была повреждена, о чем говорят низкие показатели его благонадежности

(66-89 %) в сравнении с ненарушенными участками (80-99 %), участками вырубок (89-93 %).

В исследуемом регионе на горях и горельниках создаются лесные культуры. Площадь созданных лесных культур, к примеру, в Саянском лесничестве Красноярского края ежегодно варьируется от 70 до 90 га. Участки лесных культур часто подвергаются воздействию огня, в результате чего погибает все молодое поколение. Площадь сгоревших лесных культур в отдельные годы в три раза превышает площадь ежегодных посадок. Например, в 2020 году площадь сгоревших лесных культур только в Саянском лесничестве превысила 250 га (сведения из книги учета лесных пожаров). Вблизи со стеной леса на участках погибших культур, как правило, наблюдается поселение подроста березы и осины семенного происхождения в рядах культур. Следует отметить и то, что на большей части исследуемых лесных культур наблюдается развитие березового подроста, который поселяется в рядах с культурами (рисунок 4.1). Зачастую насчитывается до 9 тыс. шт. на га благонадежных экземпляров березы.



Рисунок 4.1 – Поселение подроста мягколиственных пород в рядах лесных культур сосны кедровой сибирской

Обобщая результаты исследований, можно сделать вывод о том, что на значительной части нарушенных пожарами участках лесных земель в границах предгорий Восточного Саяна естественное возобновление затруднено и количества

поселившегося подростка недостаточно для успешного естественного лесовосстановления, что прежде всего обусловлено разрастанием густого травяного покрова на большей части пройденных пожарами участков лесных земель, а также сохранением достаточно мощного мохового покрова на участках, характеризующихся мозаичным распространением беглых весенних пожаров. О том, что на горях естественное лесовозобновление не всегда успешно отмечают В.Н. Смагин с соавт. (1957), Л.А. Марцинковский (1961), В.В. Фурьев с соавт. (1996). Кроме того, на нарушенных участках лесных земель в регионе отмечается частое распространение повторных пожаров, препятствующих успешному лесовосстановлению и приводящих к полной гибели поселившийся подрост и созданные лесные культуры.

После проведения выборочных рубок в насаждениях отмечается разрастание травяного покрова, при этом в березовой формации травяной покров многоярусный, и в первом ярусе преобладает крупнотравье, проективное покрытие трав варьируется от 85 до 95 %, а в еловой - разнотравье. По мнению А.П. Смирнова с соавт. (2018) разрастание травяного покрова на участках, пройденных рубками, значительно влияет на густоту подростка.

При оценке успешности естественного возобновления выявлено, что в березовой и еловой формациях лесовосстановление можно оценить как неудовлетворительное, так как в обоих случаях количества подростка недостаточно (0,5 и 1,8 тыс. шт./га, соответственно (рисунок 4.3)) (таблица 4.5). Проективное покрытие травяным покровом на первом участке составляет 85-95 %, в еловой формации – 70-80 %. Это подтверждает мнение А.П. Смирнова с соавт. (2018): чем выше проективное покрытие участка травяным покровом, тем меньше количества подростка. Размещение подростка характеризуется, в основном, неравномерным распределением по площади, варьирование его во всех вариантах превышает 110 %. Основная часть подростка представлена крупным предварительным поколением (более 1,5 м): в березовой формации доля крупного подростка составляет 64 %; в еловой – 40 % (Приложение А (таблица А3)). Подрост на вырубке 22-летней давности в березовой формации появился спустя 9 лет (таблица

4.6). В еловой формации наличие подроста отмечалось еще до проведения вырубки, что может свидетельствовать о предварительном поколении. Сохранение подроста во время проведения рубок в будущем снижает финансовые и трудовые затраты на проведение лесовосстановительных мероприятий на вырубках.

Восстановление лесных формаций на вырубках, хоть и в недостаточном количестве, но происходит без смены пород (таблица 4.6).

Таблица 4.5 – Характер размещения подроста на пробных площадях в лесных формациях на вырубках

Тип леса	Состав подроста	Характер размещения	Количество подроста, шт./га доля благонадежного, %	Встречаемость, %	V, %
Б крт	9Б1Лц	неравномерное (единичное)	$\frac{500 \pm 250}{89}$	40,0	126,4
Е ртр	5ЕЗБ2Лц	неравномерное	$\frac{1800 \pm 450}{93}$	90,0	113,2
ЛК ртр	5КЗБ2С	неравномерное	$\frac{900 \pm 200}{89}$	30,0	117,9

В исследуемом регионе на вырубках создаются лесные культуры хвойных пород. Присутствие подроста в лесных культурах приводит к угнетению культурных растений вследствие затенения и конкурентной борьбы за почвенные элементы питания. Поэтому в целях обеспечения лесных культур достаточным пространством для роста, эффективного прироста по диаметру и увеличения площади минерального питания основной уход за молодняками должен заключаться в прочистке культурных растений от нежелательных древесных пород (Правила ухода за лесами, 2020). Рекомендуется оставлять не более 10 % деревьев лиственных пород для снижения пожарной опасности на участке и для увеличения биологического разнообразия в чистых хвойных культурах. Например, на территории Саянского лесничества, в ходе закладки пробной площади на вырубке, рядом был обнаружен участок еловых культур на заброшенном сенокосе, в котором были проведены рубки прочистки с оставлением деревьев березы не более 10 % от общего числа нежелательного подроста (рисунок 4.2) (детали были уточнены в лесничестве).

Таблица 4.4 – Характеристика естественного лесовосстановления на участках гарей и горельников

Формация, категория участка, вид и сила пожара	Местоположение. Состав; полнота; Возраст; бонитет	Почва	Тип леса, проективное покрытие, %	Характеристика подроста				
				Состав	Количество по породам, шт./га	Доля благонадежного, %	Средний возраст, лет	Средняя высота, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Березовая, горельник (низовой беглый, от слабой до средней)	ЮЗ / 3°; 7Б2С1Лц; 0,6; 80 лет; II	суглинки средние свежие	разнотравный 80	4Б	250	71	-	2,14
				2С	150	69	6	0,36
				2Ос	150	78	-	2,08
				1Лц	25	75	10	2,47
				1К	15	72	11	0,41
Березовая, гарь (низовой беглый, от средней до сильной)	В / 10-15°; 4Б4Ос2Лц; 0,2; 38 лет; I	суглинки средние влажные	крупнотравный 90	5Б	500	85	-	2,37
				3Ос	300	79	-	1,96
				2С	200	88	13	0,75
				+Лц	50	92	9	2,11
				+К	30	73	14	0,68
Осиновая, горельник (низовой устойчивый, средней)	СВ / 15°; 6Ос2К2Б; 0,7; 80 лет; II	суглинки средние влажные	зеленомошно-разнотравный 100	3К	511	74	12	0,58
				2Е	340	94	11	0,73
				2П	340	86	9	0,69
				2Ос	340	78	-	0,82
				1Б	172	83	-	0,94
Осиновая, горельник (низовой беглый, от средней до сильной)	С / 10-15°; 8Ос2Лц ед К; 0,3; 70 лет; II	суглинки средние влажные	чернично-зеленомошный 75	7Ос	1023	89	-	0,96
				2С	293	84	10	0,64
				1Б	146	79	-	0,71
Кедровая, горельник (низовой беглый, средней)	ровное 7К3Б+Лц; 0,6; 38 лет; I	суглинки средние свежие	зеленомошный 85	3К	180	75	7	0,23
				3Е	180	87	8	0,42
				2Б	120	82	-	0,67
				+Лц	60	91	6	0,61
				+П	60	84	9	0,51
				ед.Ос	30	77	-	0,54

Окончание таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кедровая, горельник (низовой беглый, средней)	СЗ / 6-9°; 4К5Л1Е+П; 0,8; 130 лет; III	суглинки средние влажные	мшисто- разнотравный 95	4К	286	86	16	0,82
				3Б	214	89	-	1,96
				1С	71	91	12	1,58
				1Е	72	98	13	0,95
				1Ос	71	84	-	1,74
Пихтовая, горельник (низовой беглый, от слабой до средней)	СВ / 10°; 6П4К; 0,6; 85 лет; III	суглинки средние, влажные	разнотравный, 85	7Е	1334	96	8	0,34
				2Б	381	89	-	0,75
				1К	191	83	7	0,30
Сосновая, горельник (низовой беглый, от слабой до средней)	ЮЗ / 5-7°; 10С+Б, Лц; 0,7; 14 лет; I	суглинки тяжелые влажные	травяно- зеленомошный, 100	5К	459	78	9	0,40
				3Б	275	83	-	0,67
				2С	183	81	13	0,73
Лиственничная, горельник (низовой беглый, от слабой до средней)	ЮВ / 3-5°; 10Лц; 0,5; 30 лет; I	суглинки средние свежие	зеленомошно- разнотравный, 100	8Б	5940	75	-	1,20
				2Лц	660	82	9	0,92
				+К	330	76	13	0,68
				ед.С	198	74	5	0,49
Лиственничная, горельник (низовой устойчивый, средней)	ЮЗ / 12°; 7Лц3Б; 0,3; 100 лет; III	суглинки средние, влажные	разнотравный, 90	7Б	886	84	-	0,68
				2Лц	253	87	6	0,74
				1С	126	78	6	0,47
Гарь по лесным культурам (низовой устойчивый, слабый)	Ю / 15°	суглинки средние свежие	папоротниково крупнотравно- вейниковый 100	8Б	7830	73	-	0,70
				2Ос	870	78	-	0,52
				+К	435	86	15	1,97
				ед.С	261	85	16	2,28
Гарь по лесным культурам (низовой беглый, от средней до сильной)	ЮВ / 3°	суглинки (красные) свежие	разнотравный, 90	6Лц	42	89	8	1,57
				4Б	28	84	-	2,26



Рисунок 4.2 – Лесные культуры ели сибирской с включением не более 10 % деревьев березы

Н.П. Мельниченко (2020) отмечает, что в насаждениях, нарушенных вспышками массового размножения сибирского шелкопряда, процесс естественного лесовосстановления протекает достаточно медленно. И.Н. Павлов и Е.В. Петрова (2002) утверждают, что размножение сибирского шелкопряда сопровождается полным уничтожением темнохвойного подроста и длительное его отсутствие может приводить к формированию пустырей (Крылов и др., 1975).

При обследовании насаждений, нарушенных сибирским шелкопрядом в кедровой и пихтовой формациях, отмечается полная деградация древостоев. На участках наблюдается разрастание травянистой растительности, проективное покрытие которой составляет 85-90 %. Количество благонадежного подроста на участках шелкопрядников составляет 0,7-1,2 тыс.шт./га, что недостаточно для успешного естественного лесовосстановления. В составе подроста отмечается до 7 единиц пихты, и до 2 единиц кедра (таблица 4.7 – 4.8).

Таблица 4.6 – Характеристика естественного лесовосстановления на вырубках

Формация	Состав; полнота; Возраст	Почва	Тип леса, проективное покрытие, %	Характеристика подроста				
				Состав	Количество по породам, шт./га	Доля благонадеж- ного, %	Средний возраст, лет	Средняя высота, м
Березовая	6Б4Лц; 0,3; 35 лет	суглинки средние свежие	крупнотравный 95	9Б	450	92	-	2,15
				1Лц	50	96	12	1,69
Еловая	7Е2Б1С; 0,3; 110 лет	суглинки средние влажные	разнотравный 90	5Е	900	99	17	2,13
				3Б	540	95	-	2,57
				2Лц	360	96	12	2,32
Лесные культуры	10С; 5 лет	суглинки средние влажные	разнотравный 85	5К	450	82	10	0,48
				3Б	270	79	-	0,81
				2С	180	86	14	0,74

Большее количество исследуемого подроста в кедровой и пихтовой формациях относятся к среднему по категории крупности (53 и 49 %, соответственно) и характеризуется высокой благонадежностью (98-99 %). Отмечается, что сибирский шелкопряд способен уничтожать не только взрослые деревья, но и подрост темной хвойных пород (Мельниченко, 2020), однако в шелкопряднике кедровой формации на исследованных участках подрост пихты не поврежден (Приложение А (таблица А4)).

Подрост на участках шелкопрядников характеризуется неравномерным или групповым размещением, образовавшимся еще до начала вспышки насекомого-вредителя. Вследствие зарастания участков травяным покровом с проективным покрытием 85-90% всходов хвойных и лиственных пород не отмечалось.

На исследуемых пробных площадях в насаждении усыхающем вследствие повреждения полиграфом уссурийским количество подроста достигает 10 тыс. шт./га при 100 %-й встречаемости (таблица 4.7, рисунок 4.3), что свидетельствует об успешности лесовозобновления в соответствии с Правилами лесовосстановления (2021). Часть подроста этих пород поселилась в насаждении еще до нарушения пихтовой формации *P. proximus*. Состав подроста на всех участках полиграфников, в целом повторяет состав материнского насаждения.

Таблица 4.7 – Характер размещения подроста на пробных площадях в лесных формациях в шелкопрядниках и полиграфниках

Тип леса	Состав подроста	Характер размещения	Количество подроста, шт./га доля благонадежного, %	Встречаемость, %	V, %
К ртр (шелкопряд)	7П2Б1Лц	неравномерное	$\frac{704 \pm 190}{99}$	40,0	152,8
П ртр (шелкопряд)	6Лц2К2Б	групповое	$\frac{1200 \pm 370}{98}$	60,0	142,6
Полиграфник малиновый	9П1К+Е	равномерное	$\frac{9975 \pm 1980}{99}$	100,0	76,8
Полиграфник малиновый	7П2Б1К	равномерное	$\frac{2374 \pm 1120}{99}$	80,0	68,9

Благонадежный подрост встречается на всех участках полиграфников и при этом практически всех категорий высот. Благонадежность всех представленных в подросте лесобразующих пород варьируется от 97 до 100 %, при этом лучшими

качественными характеристиками отличается подрост пихты (таблица 4.8). Наибольшая доля благонадежного подроста в усыхающем и погибшем насаждении представлена средним подростом (57 и 60 %, соответственно). Подрост на этих участках появился до возникновения вспышки вредителя (рисунок 4.3).

а



б



Рисунок 4.3 – Подрост в полиграфнике (а – погибшее насаждение пихты; б – усыхающее насаждение пихты)

По мнению О.П. Глазковой (2014) от наличия, в достаточной степени, благонадежного подроста под древостоем характеризуется развитие и будущий потенциал лесных сообществ, а также дальнейшая продуктивность лесопользования. Отмечается, что за счет особенности в биологии жука-короеда усыхание деревьев происходит поэтапно, при этом усыхает только пихта, а остальная часть древостоя остается неповрежденной, что создает благоприятные условия для дальнейшего поселения подроста. Вследствие поэтапного поселения подроста темнохвойных пород на нарушенном участке сформировался двухъярусный благонадежный подрост, в настоящее время не поврежденный уссурийским полиграфом. На то, что подрост пихты диаметром менее 6 см уссурийский полиграф не заселяет ранее было отмечено С.А. Кривец с соавт. (2015), тогда как ряд исследователей утверждают, что короед способен поражать подрост пихты высотой от 1,5 м (Шабалина, Безкоровайная, Баранчиков, 2017).

Таблица 4.8 – Характеристика естественного лесовосстановления на ненарушенных участках лесных земель

Формация, вид нарушения, давность, лет	Состав; полнота; Возраст; бонитет	Почва	Тип леса, проективное покрытие, %	Характеристика подроста				
				Состав	Количество по породам, шт./га	Доля благонадежного, %	Средний возраст, лет	Средняя высота, м
Кедровая (шелкопряд, 7 лет)	5Лц4Б1П; 0,3; 110 лет; IV	суглинки средние свежие	разнотравный 90	7П	491	99	8	0,47
				2Б	141	98	-	0,64
				1Лц	72	96	10	0,80
Пихтовая (шелкопряд, 6 лет)	7Б2Ос1П; 0,3; 124 года; IV	суглинки средние свежие	разнотравный 85	6Лц	720	98	13	1,24
				2К	240	96	11	0,65
				2Б	240	97	-	0,95
Пихтовая (полиграф, 7 лет)	10П; 0,4; 110 лет; III	суглинки средние влажные	малиновый 80	9П	8550	99	14	1,32
				1К	950	97	16	0,84
				+Е	475	100	12	0,97
Пихтовая (полиграф, 12 лет)	ед.Б; ниже 0,1; 90 лет	суглинки средние свежие	малиновый 85	7П	1662	100	16	1,19
				2Б	475	99	-	0,78
				1К	237	99	15	0,83

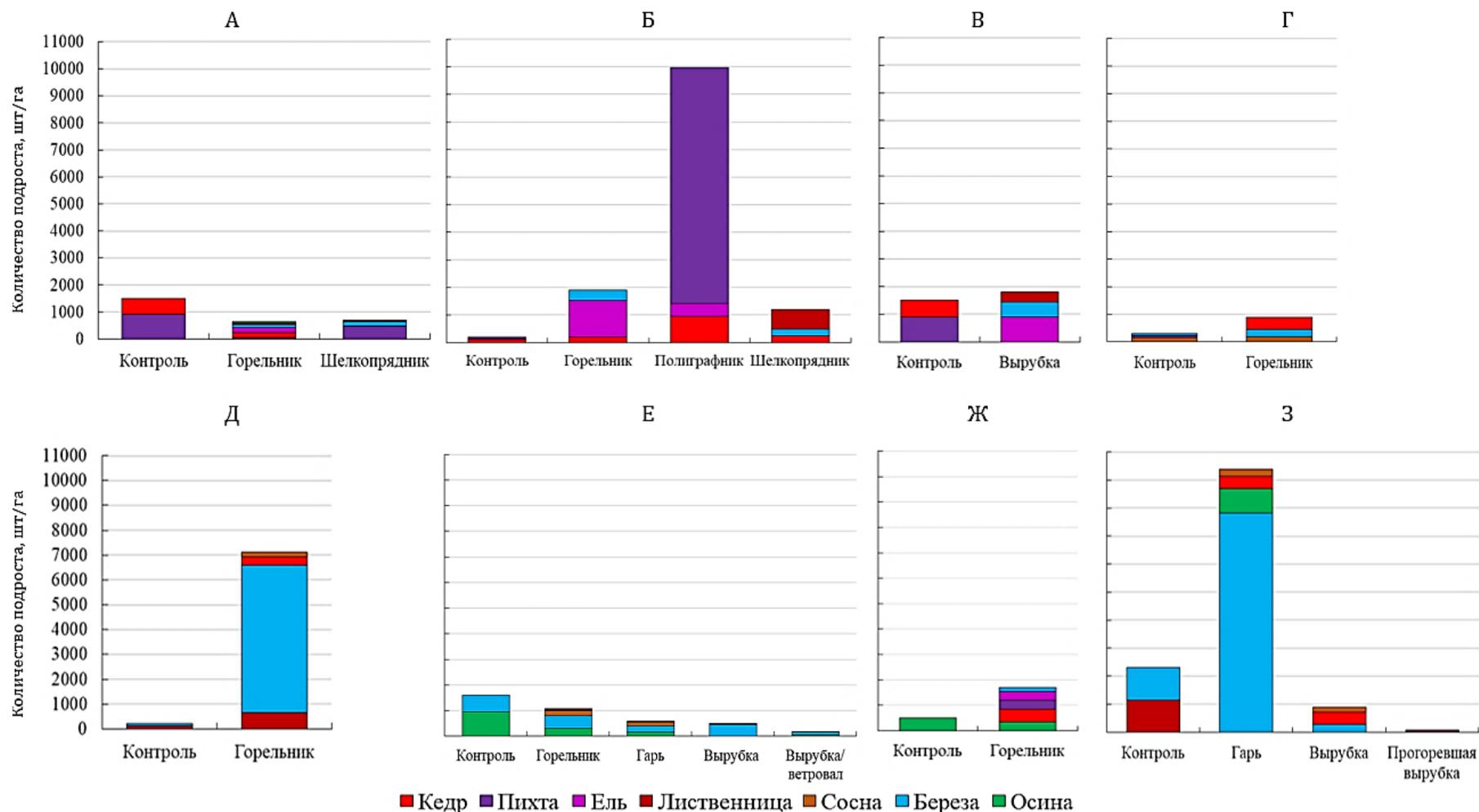


Рисунок 4.3 – Количество подроста по породам в зависимости от лесной формации и категории участка, где: А – кедровая формация, Б – пихтовая, В – сосновая, Г – еловая, Д – лиственничная, Е – березовая, Ж – осиновая, З – лесные культуры

## Выводы

В ненарушенных насаждениях всех лесных формаций региона исследований отмечается незначительное количество подроста или практически полное его отсутствие. Это обусловлено тем, что большая часть исследованных насаждений характеризуются высокой полнотой и продуктивностью и необходимость в подрастающем поколении отсутствует.

После воздействия пожаров во всех лесных формациях региона отмечается некоторое увеличение количества поселившегося подроста, по сравнению с ненарушенными насаждениями, однако его количества недостаточно для успешного лесовосстановления или естественное возобновление протекает со сменой хвойных пород на мелколиственные. Большая часть подроста на гарях и горельниках представлена послепожарным поколением.

В березовых и еловых насаждениях после проведения выборочных рубок естественное возобновление происходит без смены пород, но количества подроста недостаточно для успешного лесовосстановления.

На участках лесных земель, нарушенных шелкопрядом, количества подроста также недостаточно для успешного естественного лесовосстановления, при этом следует отметить, что на нарушенных участках встречается и крупный темнохвойный подрост, поселившиеся до гибели древостоев и не поврежденный шелкопрядом. его.

Успешному естественному лесовосстановлению на нарушенных участках лесных земель региона препятствует разрастание густого многоярусного травяного покрова, характеризующегося большими запасами, а также неполное прогорание мощного мохового покрова на переувлажненных почвах.

Успешное естественное лесовосстановление в регионе отмечается только в пихтовых насаждениях, поврежденных уссурийским полиграфом, как в насаждениях с малой степенью нарушенности материнского полога, так и при 100 %-й гибели взрослых древостоев. Вследствие поэтапного поселения подроста темнохвойных пород на нарушенных участках формируются темнохвойные

молодняки, включающие подрост различных возрастных поколений и категорий крупности.

Успешному росту и развитию лесных культур в регионе препятствует поселение в рядах хвойных культур густого березового подроста.

Поселившийся на нарушенных участках лесных земель подрост и созданные лесные культуры зачастую уничтожаются лесными пожарами.

В складывающихся в предгорьях Восточного Саяна условиях существует необходимость в проведении мероприятий по искусственному лесовосстановлению, а также в обеспечении мер, направленных на охрану естественных молодняков и лесных культур от пожаров, и уход за лесными культурами.

## **5 ВЫРАЩИВАНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ**

Самой затратной частью в длительном процессе искусственного лесовосстановления является выращивание посадочного материала надлежащего качества, соответствующий требованиям, приведенным в Правилах лесовосстановления (Правила лесовосстановления от 29.12.2021 № 1024) (далее Правила). В процессе выращивания необходимо обеспечивать высокий уровень агротехники, что не только потребует значительных технических и трудовых ресурсов, но и финансовых.

К посадочному материалу, выращенному в условиях Алтае-Саянском горно-таежном районе, предъявляются следующие требования: для ели сибирской – возраст не менее 3-4 лет, при достижении высоты стволика не менее 10 см; для сосны обыкновенной – возраст не менее 2-3 лет, при высоте не менее 10 см; лиственницы сибирской – возраст не менее 2 лет, при высоте стволика не менее 15 см. Еще один параметр, который предусматривается Правилами, это минимальный диаметр стволика. Для приведенных пород его минимальное значение составляет 2 мм. Согласно нормативных документов наиболее важным качественным параметром является высота центрального побега, который характеризует общее состояние и интенсивность развития растения (Мовчун, 1984; Мерзленко, Захарова, 2015). При этом следует отметить, что Правилами не предусмотрены требования к другим не менее важным качественным характеристикам, таким как состояние хвои, степени охвоенности, одревеснение стволика, соотношение надземной и подземной частей растения и иным показателям, свидетельствующим о качестве посадочного материала.

Высокий уровень агротехники выращивания посадочного материала может обеспечить сокращение сроков выращивания посадочного материала, что в свою очередь снизит экономические затраты и как следствие себестоимость выращиваемого материала.

Например, одним из таких способов является применение технологии выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в закрытом грунте, когда за один год в теплицах осуществляют две ротации на выходе получая две партии посадочного материала (Бобушкина, 2021; Авдеева и др., 2022). Но данный способ имеет свои недостатки, из них наиболее существенным является - значительные капитальные вложения в создании и оснащении тепличных комплексов, что пока не позволяет подобную технологию массово внедрять в практику. К тому же, стоимость посадочного материала с закрытой корневой системой во много превышает стоимость посадочного материала с открытой корневой системой.

Альтернативный подход, который способен обеспечить получение качественный посадочный материал в короткие сроки - комплексное применение агрохимикатов на всех этапах выращивания посадочного материала (Проказин и др., 2013; Егорова, 2019). Применение стимуляторов роста, различных фазовых подкормок, средств защиты может обеспечить получение качественного посадочного материала в более короткие сроки.

Применение биологически активных веществ для повышения качества семян и саженцев при выращивании посадочного материала в лесных питомниках как технологический приём является не новым. Однако до сих пор массовое использование биопрепаратов в практике не получило значимого распространения. Во многом это объясняется тем, что для производителей оказывается не убедителен ожидаемый эффект от их действия. Эффективность же применения во многом зависит от правильности выбора препарата, его концентрации к конкретной породе и фазе развития растения.

Значительная часть современных биопрепаратов обладает многофункциональным действием для растений, заключающимся в улучшении минерального питания, в ускорении прорастания семян и увеличении скорости роста растений, накоплении биомассы, подавлении развития патогенов болезней (Яхин, Лубянов, 2014; Проказин, Лобанова, Пентелькина, 2015). Характерной

особенностью применения современных биопрепаратов является их низкая норма расхода (Дорожкина и др., 2011; Андреева и др., 2018).

Известно, что применение биопрепаратов, создает возможность для выращивания качественного посадочного материала с высокой адаптивной устойчивостью к неблагоприятным факторам среды в виде резких колебаний температуры, воздействия болезней (Устинова, 2014; Ефимова, Юрков, 2015). Отмечается, что от совместного применения некоторых препаратов получается наибольший эффект в интенсивном развитии растений (Дорожкина и др., 2011).

Из всех имеющихся способов повышения уровня агротехники, - применение биопрепаратов убедительно показало особое значение при выращивании посадочного материала как хвойных, так и лиственных пород (Галдина, 2012; Проказин и др., 2013; Егорова, 2016; Яхин, Лубянов, Яхин, 2016). Отмечается, что при использовании биопрепаратов (Устинова, 2014; Андреева и др., 2018) возможно получить высококачественный посадочный материал в более короткие сроки с соответствующими стандартными требованиями к высоте растений.

Кроме того утвердительно отмечается, что биопрепараты, их доза, сроки и способ применения должны подбираться в зависимости от выращиваемой культуры (Устинова, 2014).

Ель сибирская является одной из основных лесообразующих пород Алтае-Саянского горно-таежного района (Лесохозяйственный регламент Саянского лесничества от 18.07.2023 № 86-1614-од; Маганского лесничества от 28.09.2018 г. № 1461-од; Манского лесничества» от 10.04.2023 №86-893-од; Уярского лесничества» от 26.09.2018 г. № 1426-од). На территории лесничеств на нарушенных участках преобладают свежие и влажные суглинки, условия, наиболее подходящие для произрастания еловых насаждений. Доля создаваемых лесных культур с участием ели на 01.01.2023 г. составляет в Саянском лесничестве 0,4 %, Маганском – 10,0 %, Манском – 9,7 %, Уярском – 16,6 % (форма 13 Государственного лесного реестра). Срок выращивания сеянцев с открытой корневой системой ели сибирской в данном лесорастительном районе составляет 3-4 года. Такой срок выращивания определяется необходимостью формирования

высоты надземной части - 10-12 см. В сравнении, сеянцы сосны и лиственницы в данных условиях стандартных размеров достигают за 2 года. Соответственно длительность выращивания сеянцев ели является одним из главных ограничений для наращивания объемов производства посадочного материала данной породы.

Учитывая накопленный опыт, использование биопрепаратов при выращивании посадочного материала имеет большое практическое значение. Применение биопрепаратов целесообразно при выращивании сеянцев ели для нужд искусственного лесовосстановления нарушенных участков в условиях Алтае-Саянского горно-таежного района, к которому относится регион исследований. При грамотном использовании биопрепаратов возможно обеспечить сокращение срока выращивания и получить посадочный материал с улучшенными показателями качества.

### 5.1 Выращивание посадочного материала ели сибирской с открытой корневой системой

Для достижения цели, в первую очередь, необходимо определить наиболее эффективные препараты и их концентрацию. Также рассмотреть возможность комплексного подхода применения препаратов на разных этапах формирования молодых растений.

При планировании исследований в направлении комплексного применения препаратов, расчет был на то, что последовательное применение нескольких препаратов позволит не только стимулировать рост растений, но и сократить влияние стрессовых факторов (к примеру, резкие колебания температуры: поздние весенние и ранние осенние заморозки) за счет достижения возможного синергизма нескольких препаратов. Тем самым это позволит ускорить процесс выхода семян из покоя и обеспечить интенсивный рост всходов (Агеев, Хохлик, Салцевич, 2017; Агеев, Салцевич, Буряк, 2023).

Исследования проведены в два этапа. Первый этап – оценка влияния биостимуляторов на прорастание семян в лабораторных условиях. Вторым этапом – опытное выращивание посадочного с применением комплекса биопрепаратов. Кроме того, в исследование включен биопрепарат Вэрва-ель, созданный на основе вытяжки из хвои ели (№ гос. регистрации 145-07-676-1). Этот препарат прошел успешное испытание при выращивании сеянцев сосны обыкновенной (Хуршкайнен и др., 2019; Андреева и др., 2022), ели европейской (Андреева, Стеценко, Терехов, 2020) и недавно стал использоваться при выращивании ели сибирской (Saltsevich et al., 2021; Андреева, Стеценко, Терехов, 2022).

Для исследования использовались семена 1-го класса качества с лабораторной всхожестью 96 % и энергией прорастания 87 %.

При проведении первого этапа исследования биопрепаратов исследовано влияние стимуляторов на первичные ростовые процессы при выведении семян из покоя в лабораторных условиях. Полученный результат не показал существенных различий ( $p\text{-value} > 0,05$ ) по всхожести и энергии прорастания семян между вариантами Феровит, Циркон, Цитовит, контроль (рисунок 5.1). Отмечается, что всхожесть семян всех рассматриваемых вариантов применения биопрепаратов (Феровит, Цитовит, Циркон) и контрольного варианта (вода) в течение девяти дней достигла 100 %-й всхожести. Наибольшая доля проросших семян отмечается на 5-е сутки проращивания во всех вариантах опыта (46-59 %), а в варианте опыта с биопрепаратом Феровит значительная часть проросших семян отмечается на 4-е сутки (21 %).

У семян, подготовленных с использованием концентрации водного раствора биопрепарата Вэрва-ель 0,25 мл/л отмечается проклевывание уже на второй день после замачивания, а на третьи сутки доля проросших семян достигает 100 %, что превышает значения контрольных образцов на 17 % ( $\chi^2=5,0$  при  $p\text{-value} < 0,05$ ). При рассмотрении водных растворов биопрепарата Вэрва-ель других концентраций установлено, что при их использовании семена достигают всхожести в 100 % только на 7-й день (рисунок 5.2). Достоверность различия по показателю

«всхожесть» в вариантах с концентрацией 0,5 мл/л и 1 мл/л в сравнении с контрольным вариантом оказалась не значима ( $\chi^2=0,6$  при  $p\text{-value}>0,05$  и  $\chi^2=0,1$  при  $p\text{-value}>0,05$  соответственно).

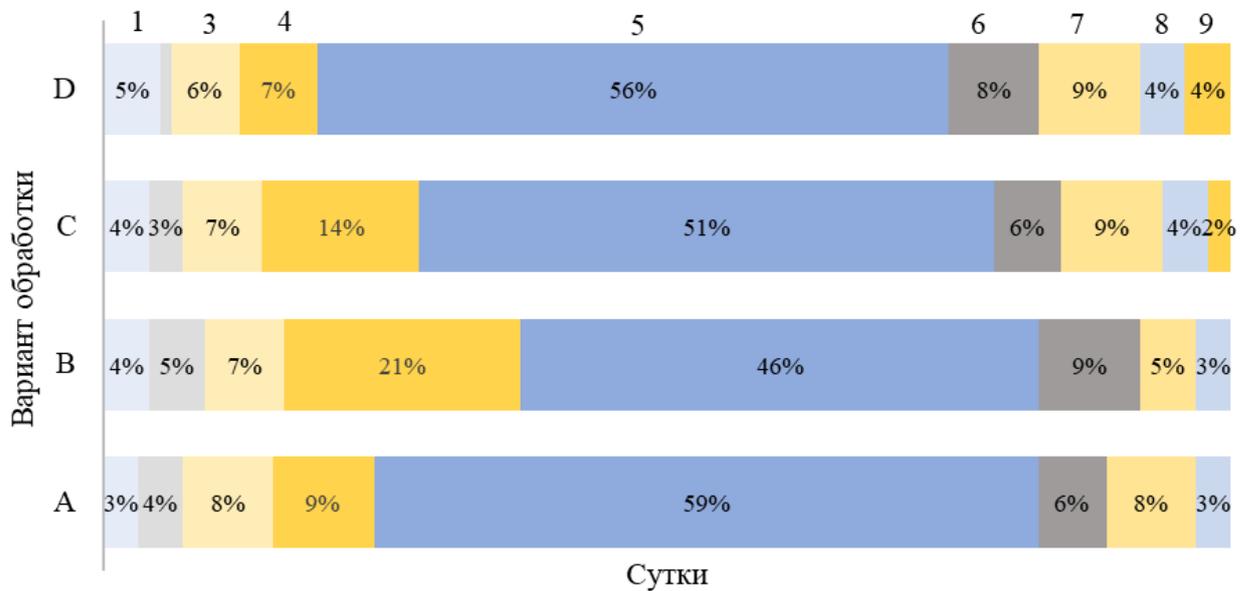


Рисунок 5.1 – Динамика прорастания семян обработанных биопрепаратами в контролируемых условиях (А – вода; В – Феровит; С – Цитовит; D – Циркон)

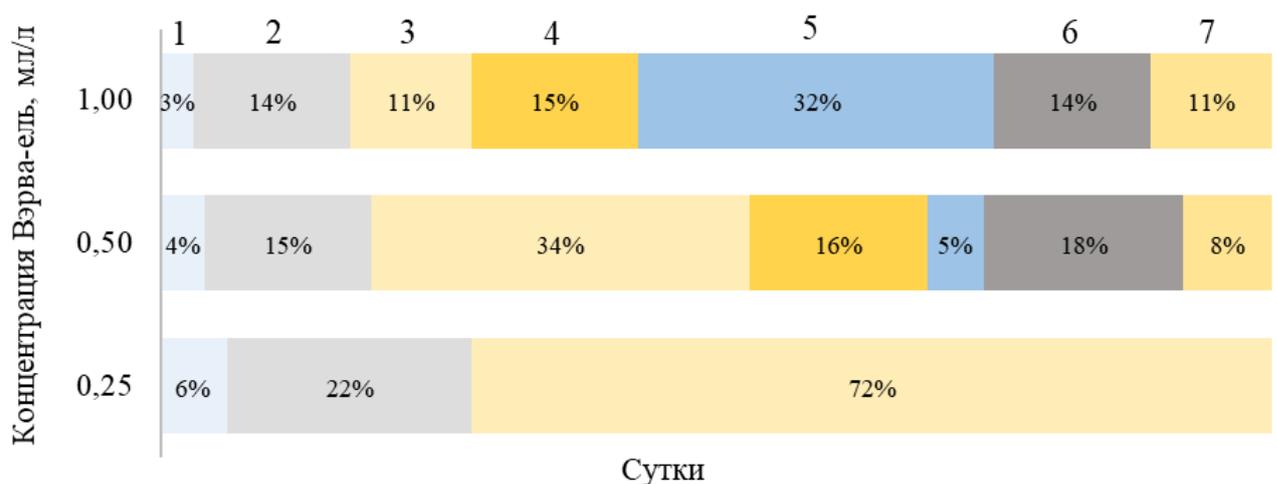


Рисунок 5.2 – Динамика прорастания семян обработанных разными концентрациями биопрепарата Вэрва-ель в контролируемых условиях

Если учитывать тот факт, что семена в опытных и контрольном вариантах проросли все, и, за короткий период, можно принять, что «энергия прорастания» во всех случаях оказалась высокой, то это свидетельствует, в первую очередь, о высоком качестве семенного материала (Самофалова, Сафронова, 2017).

В течение последующих двух недель проводились наблюдения за развитием зародыша и формированием проростка (рисунок 5.3). Этот период, условно, был разделен на две фазы: I фаза – растяжение покоящихся клеток зародышевой оси за счет поглощения воды (период 6-7 суток); II фаза – начало деления клеток с общим возрастанием метаболизма семян. Отмечено, что именно II фаза является ключевой в развитии, поскольку именно в этот период проявляются более явные различия между вариантами подготовки семян. Семена, обработанные препаратами Феровит и Цитовит, на 14 день сформировали хорошо развитые проростки  $5,6 \pm 0,4$  и  $5,1 \pm 0,3$  см, соответственно, значительно отличающиеся от контроля  $4,4 \pm 0,2$  ( $p\text{-value} < 0,05$ ). Вариант, обработанный препаратом Циркон, имел обратный эффект, поскольку длина проростков была на 34 % ниже контроля. В результате использования препарата Циркон произошло ингибирование ростовых процессов в зародыше, которое может быть связано с неподходящей для ели концентрацией раствора, рекомендованной производителем, что привело к снижению синтеза ауксинов. Но при этом известно, что биопрепарат Циркон при проращивании семян и выращивании посадочного материала сосны обыкновенной, сосны кедровой сибирской, лиственницы сибирской, а также плодовых, ягодных и злаковых культур обладает высоким стимулирующим действием и оказывает защитное действие от болезней в различных концентрациях его использования (Байрамбеков, Мохамед, Абакумова, 2009; Упадышев, 2010; Острошенко, Чекушкина, 2017).

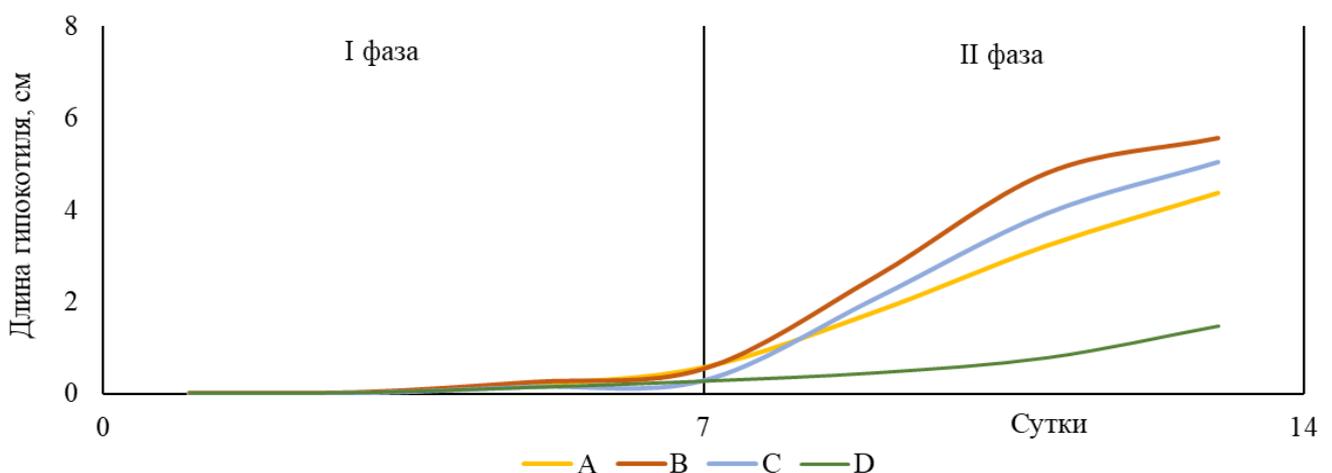


Рисунок 5.3 – Кинетика ростовых процессов зародыша и проростка (А – вода; В – Феровит; С – Цитовит; D – Циркон)

При наблюдении за растяжением гипокотыля в длину в стабильных лабораторных условиях у варианта Вэрва-ель концентрацией водного раствора 0,25 % отмечаются наиболее отличительные от других вариантов показатели: на 9-й день после появления проростков из семян среднее значение длины составило  $6,47 \pm 0,28$  см, что на 48 % превышало значение в контроле  $4,37 \pm 0,38$  см ( $p\text{-value} < 0,05$ ) (рисунок 5.4).

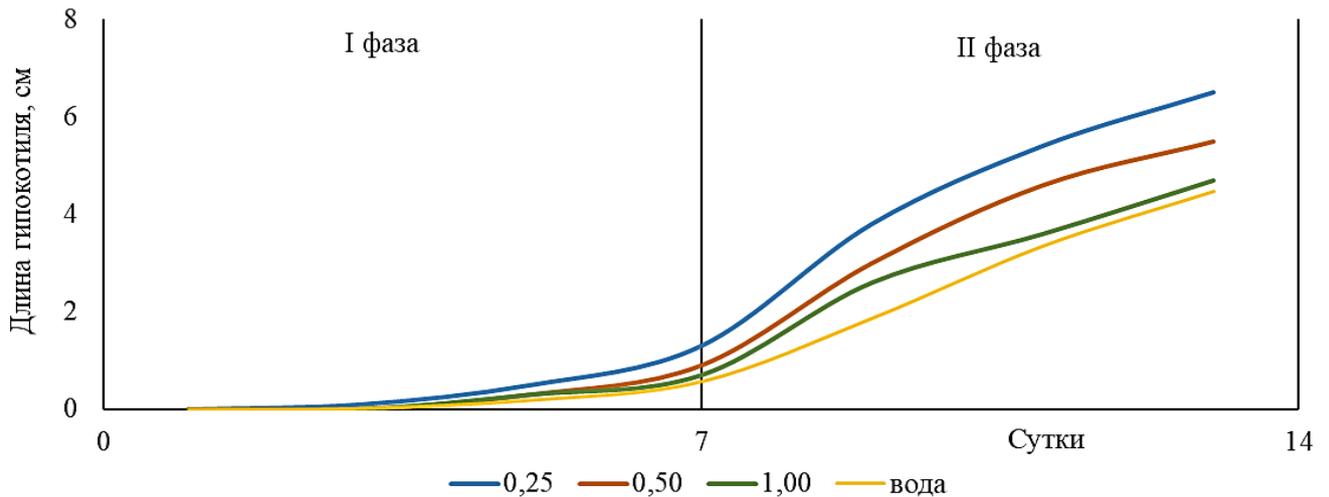


Рисунок 5.4 – Кинетика роста гипокотыля в зависимости от концентраций биопрепарата Вэрва-ель (0,25; 0,50; 0,1) – мл/л

В процессе выполнения *Второго этапа* (выращивание посадочного материала ели сибирской), в первую очередь была оценена грунтовая всхожесть семян опытных вариантов. После посева семян на 14-й день были отмечены первые всходы вариантов опыта с обработкой семян биопрепаратами Вэрва-ель, Феровит и Цитовит, на 19-й день – массовое появление всходов во всех вариантах обработки. В вариантах с водой и Цирконом всходы появились спустя 2-4 дня после массовых всходов всех вариантов, включая контроль. Через две недели после появления всходов произошло окончательное формирование гипокотыля и вытягивание семядолей, прохождение этой фазы развития послужило основанием для проведения внекорневой обработкой части вариантов сеянцев биопрепаратами Эпин и Гетероауксин.

Срок выращивания сеянцев принят в соответствии с максимальным сроком выращивания в питомниках ели сибирской в данном лесорастительном районе –

4-х летний. По итогу выращивания, оценивая комплексное применение биопрепаратов, отмечен практически во всех случаях положительный эффект от их применения. Успешными результатами характеризуются варианты с биопрепаратом Вэрва-ель (0,25), Феровит (В) во всех группах (BF, BFF, BEF), а также варианты в группах AFF и AEF, и Цитовитом (С) в группе CEF. (рисунок 5.4, таблица 5.1)

Кроме того, у группы с применением комбинации биопрепаратов Цитовит/Эпин/Гетероауксин (CEF) (высота стволика –  $17,7 \pm 0,8$  см, длина корневой системы –  $11,3 \pm 2,3$  см), Феровит/Гетероауксин (BF) (высота стволика –  $20,6 \pm 1,4$  см, длина корневой системы –  $11,4 \pm 1,9$  см), Вода/Гетероауксин/Гетероауксин (высота стволика –  $15,6 \pm 0,5$  см, длина корневой системы -  $11,0 \pm 1,9$  см) наиболее выражена пропорциональность развития длины надземной и подземной частей растений (1:1) (рисунок 5.4).

В вариантах Циркон/Гетероауксин (DF) (высота стволика  $13,2 \pm 0,9$  см), Циркон/Эпин/Гетероауксин (DEF) (высота стволика  $15,1 \pm 1,5$  см), Цитовит/Гетероауксин/Гетероауксин (CFF) (высота стволика  $14,1 \pm 1,2$  см), Цитовит/Гетероауксин (CF) (высота стволика  $16,4 \pm 0,9$  см) наблюдается отрицательный эффект. Только на 4-й год сеянцы достигли стандартных размеров (10 см). Что указывает как на негативное влияние самого препарата Циркон, так и на негативное влияние некоторых сочетаний в комплексе препаратов, что может быть объяснено излишним накоплением ауксинов или блокированием их синтеза в растениях посредством перенасыщения гормональными препаратами.

Сеянцы, выращенные с использованием биопрепарата Вэрва-ель (0,25 %), дали более успешный результат по высоте надземной части у сеянцев в сравнении с контрольным вариантом и другими опытными вариантами. На 4-й год в контроле сеянцы по высоте достигли показателей, соответствующих стандартному посадочному материалу ( $14,3 \pm 0,4$  см) тогда, как в опытном варианте с Вэрва-ель (0,25 %) общий линейный прирост превысил контроль на 60,1 % ( $22,9 \pm 1,3$  см) (рисунок 5.5). Сеянцы ели сибирской опытного варианта уже на второй год превышали требования по высоте ( $10,9 \pm 0,7$  см), предъявляемые к посадочному

материалу согласно требованиям, установленными Правилами лесовосстановления для Алтае-Саянского горно-таежного лесного района. Существенность различия по признаку «высота стволика», между контрольным и опытным вариантом Вэрва-ель (0,25 %) статистически значима ( $t$ -тест=8,9,  $df=198$ ,  $p$ -value<0,001) (рисунок 5.6).

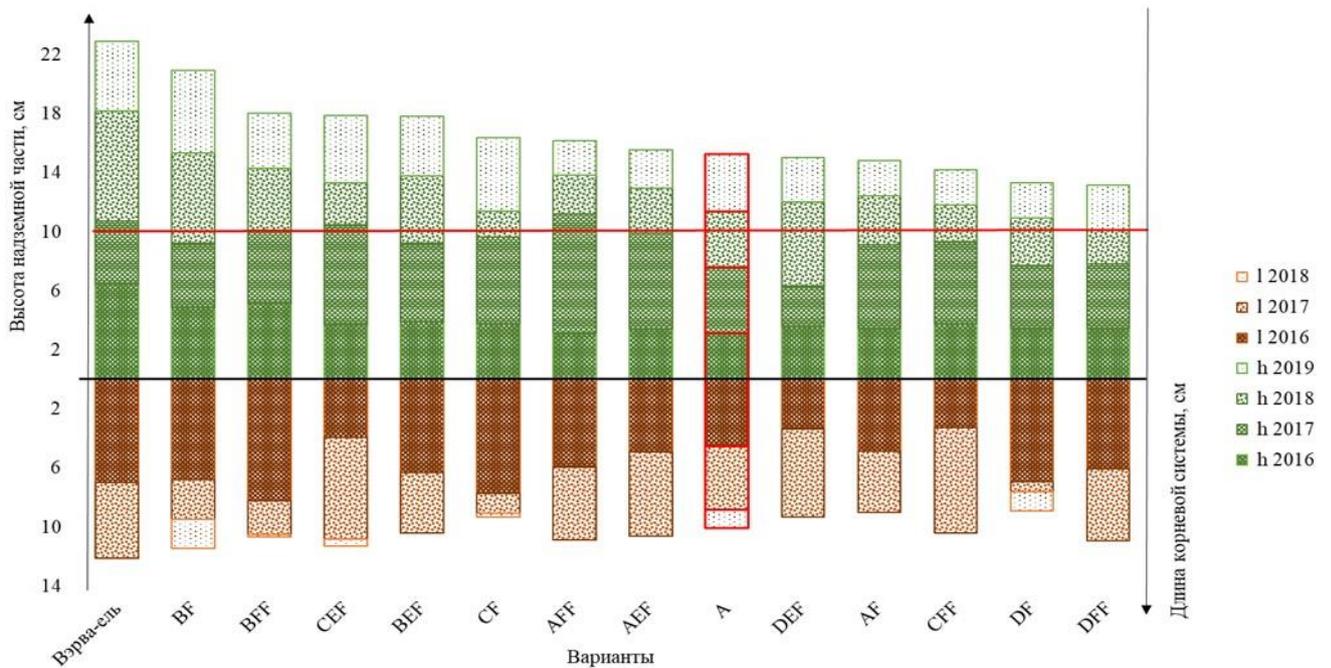


Рисунок 5.5 – Динамика ежегодного линейного прироста сеянцев. Красной линией указана высота стандартного сеянца ели для исследуемого лесного района

Примечание: BF – Феровит / Гетероауксин, BFF – Феровит / Гетероауксин / Гетероауксин, CEF – Цитовит / Эпин / Гетероауксин, BEF – Феровит / Эпин / Гетероауксин, CF – Цитовит / Гетероауксин, AFF – Вода / Гетероауксин / Гетероауксин, AEF – Вода / Эпин / Гетероауксин, A – Контроль, DEF – Циркон / Эпин / Гетероауксин, AF – Вода / Гетероауксин, CFF – Цитовит / Гетероауксин / Гетероауксин, DF – Циркон / Гетероауксин, DFF – Циркон / Гетероауксин / Гетероауксин

Диаметр стволика, как менее вариативный параметр, в начальной юнивиальной фазе развития сеянцев обычно не проявляет значимую дисперсию. Однако, проведенный анализ показал, что в опытных группах присутствует значимое различие между сравниваемыми вариантами ( $df=13$ ,  $N=420$ ,  $F=36,0$ ,  $p$ -value<0,001), но примененный Tukey HSD test позволил выявить, что достоверно

значимое различие ( $p\text{-value} < 0,001$ ) существует только между вариантом Вэрва-ель и остальными группами (таблица 5.1).

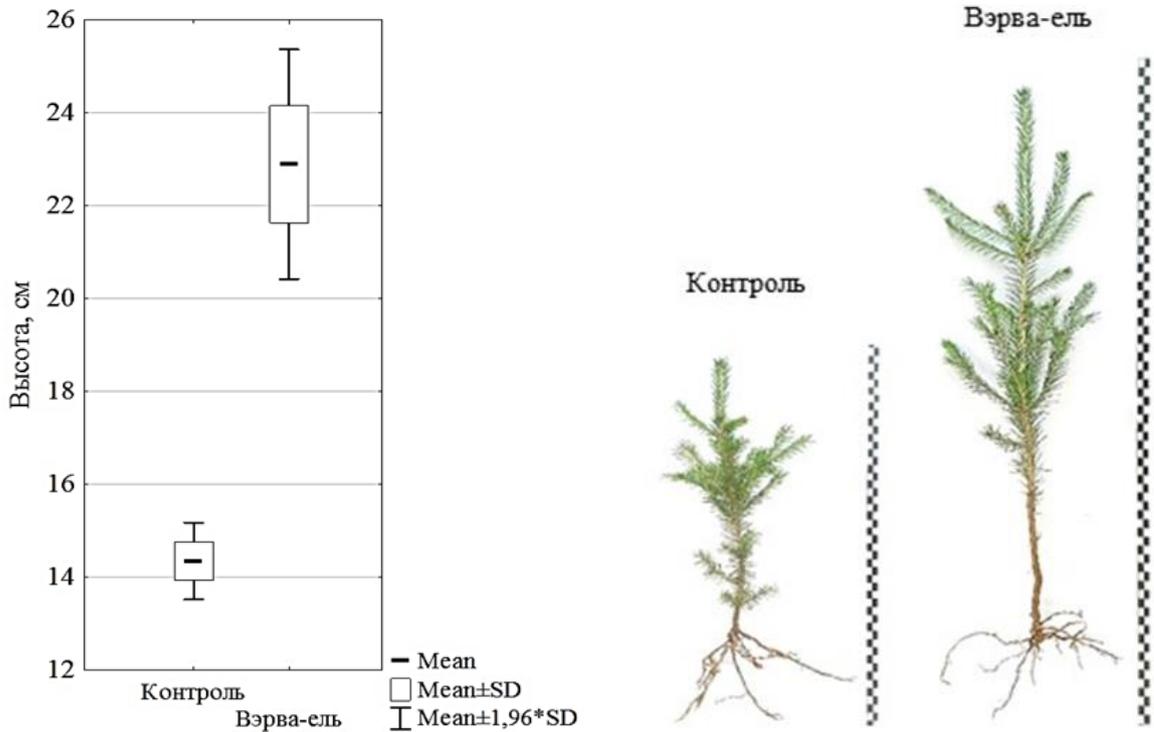


Рисунок 5.6 – Диаграмма размаха по высоте надземной части и общий вид четырехлетних сеянцев ели сибирской контрольного и опытного варианта Вэрва-ель (0,25 %)

Таблица 5.1 – Значения среднего диаметра стволика исследуемых вариантов ( $\mu$  – среднее значение диаметра стволика,  $\pm\text{Std. Dev}$  – стандартное отклонение)

	V	BF	BFF	CEF	BEF	CF	AFF	AEF	A	DEF	AF	CFF	DF	DFE
$\mu$	4,57	2,83	2,77	2,90	2,80	2,80	2,73	2,77	2,67	2,53	2,67	2,67	2,53	2,40
Std. Dev	0,07	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Более показательным является оценка накопления зеленой биомассы сеянцев. Поскольку данный показатель более полно характеризует интенсивность ростовых процессов. Анализ биомассы сеянцев ели показал, что в варианте Вэрва-ель (0,25 %) и комбинационных вариантах Феровит/Гетероауксин (BF), Цитовит/Эпин/Гетероауксин (CEF), Вода/Гетероауксин (AF) применяемые препараты оказали положительное воздействие не только по отношению к высоте надземной части сеянцев, но и способствовали накоплению общей биомассы сеянцев. При сопоставлении средних значений биомассы сравниваемых вариантов

сеянцев в 3-х летнем возрасте (Вэрва-ель 0,25 % и контроль), выявлено значимое различие между контрольной и опытной группами. Опытная группа превышает контрольные значения на 128 % ( $23,41 \pm 3,11$  гр. (Вэрва-ель) против  $10,29 \pm 2,47$  гр. (контроль) ( $p\text{-value} < 0,05$ )) (рисунок 5.7). Другие вышеуказанные группы по общей биомассе сенцев превышают контрольные значения более, чем на 15 %, но ниже варианта Вэрва-ель на 70 % и более. Установлено, что наблюдаются различия в накоплении фитомассы надземной части растений и биомассы корневой системы более чем в 2 раза в вариантах опыта Вэрва-ель (0,25), Вода/Гетероауксин (АФ) и Вода/Эпин/Гетероауксин (АЕФ) (таблица 5.2).

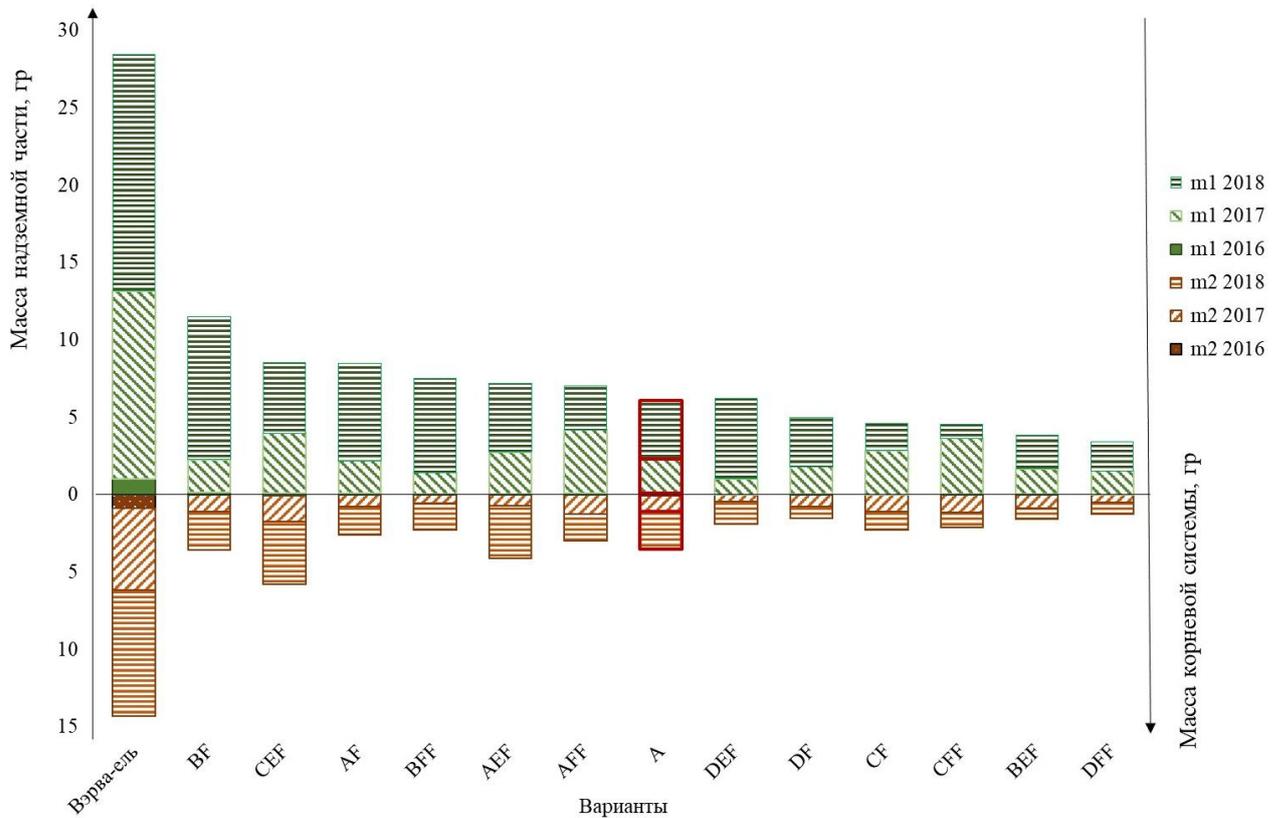


Рисунок 5.7 – Динамика ежегодного прироста фитомассы сеянцев

Примечание: BF – Феровит / Гетероауксин, BFF – Феровит / Гетероауксин / Гетероауксин, CEF – Цитовит / Эпин / Гетероауксин, BEF – Феровит / Эпин / Гетероауксин, CF – Цитовит / Гетероауксин, AFF – Вода / Гетероауксин / Гетероауксин, AEF – Вода / Эпин / Гетероауксин, A – Контроль, DEF – Циркон / Эпин / Гетероауксин, AF – Вода / Гетероауксин, CFF – Цитовит / Гетероауксин / Гетероауксин, DF – Циркон / Гетероауксин, DFF – Циркон / Гетероауксин / Гетероауксин

Таблица 5.2 – Морфометрические показатели сеянцев по вариантам групп

Вариант	Высота стволика (2019) ±Std.Dev, см	Результат рангового дисперсионного анализа – высота стволика, сумма рангов	Длина корня (2018) ±Std.Dev, см	Результат рангового дисперсионно- го анализа – длина корня, сумма рангов	Масса надземной части, гр.	Масса корня, гр.
A	14,7±0,5	1785	9,9±0,5	3434	6,06	2,53
AEF	15,9±0,8	2572	10,8±0,7	3982	7,18	4,12
AF	15,6±0,9	1337	8,8±1,8	1547	8,47	2,61
AFF	15,6±0,5	2641	11,0±1,9	2520	7,02	2,97
BEF	17,5±0,6	4130	11,1±1,2	1241	3,84	1,55
BF	20,6±1,4	4997	11,4±1,9	4025	11,5	3,55
BFF	17,8±0,6	4224	10,7±1,9	3470	7,54	2,27
CEF	17,7±0,8	4125	11,3±2,3	4269	8,52	5,77
CF	16,4±0,9	3167	9,3±1,3	2569	4,63	2,29
CFF	14,1±1,2	1406	10,1±1,6	2300	4,55	2,13
DEF	15,1±1,5	2079	9,2±0,8	1519	6,22	1,89
DF	13,2±0,9	769	8,9±1,1	2215	5,00	1,54
DFE	13,0±0,9	694	11,5±1,1	836	3,41	1,27

При наблюдении за интенсивностью роста опытных сеянцев в течение всего периода вегетационного сезона, отмечены два всплеска активного прироста в высоту. Первый, в середине июня, когда происходит активный рост сеянцев в высоту, с темпом прироста 0,32 мм в сутки. Более выраженный по интенсивности рост в высоту наблюдается в конце июля по начало августа до 0,85 мм в сутки. На протяжении 4 лет наблюдений, отмеченная динамика сезонного роста сеянцев сохранилась (рисунок 5.8).

Эта особенность сезонного развития справедлива для опытных и контрольной групп в течение всего периода выращивания сеянцев ели сибирской. Данный результат является важным для планирования агротехнических мероприятий по уходу как в питомнике, так и на лесокультурных площадях.

Общие результаты показывают эффективность применения биопрепаратов Вэрва-ель (0,25 %), Феровит (0,1 %) и Цитовит (0,01 %) в качестве предпосевной обработки семян ели сибирской, которая отмечается уже на стадии формирования

проростка, не оказывая значимого влияния на всхожесть и энергию прорастания семян.

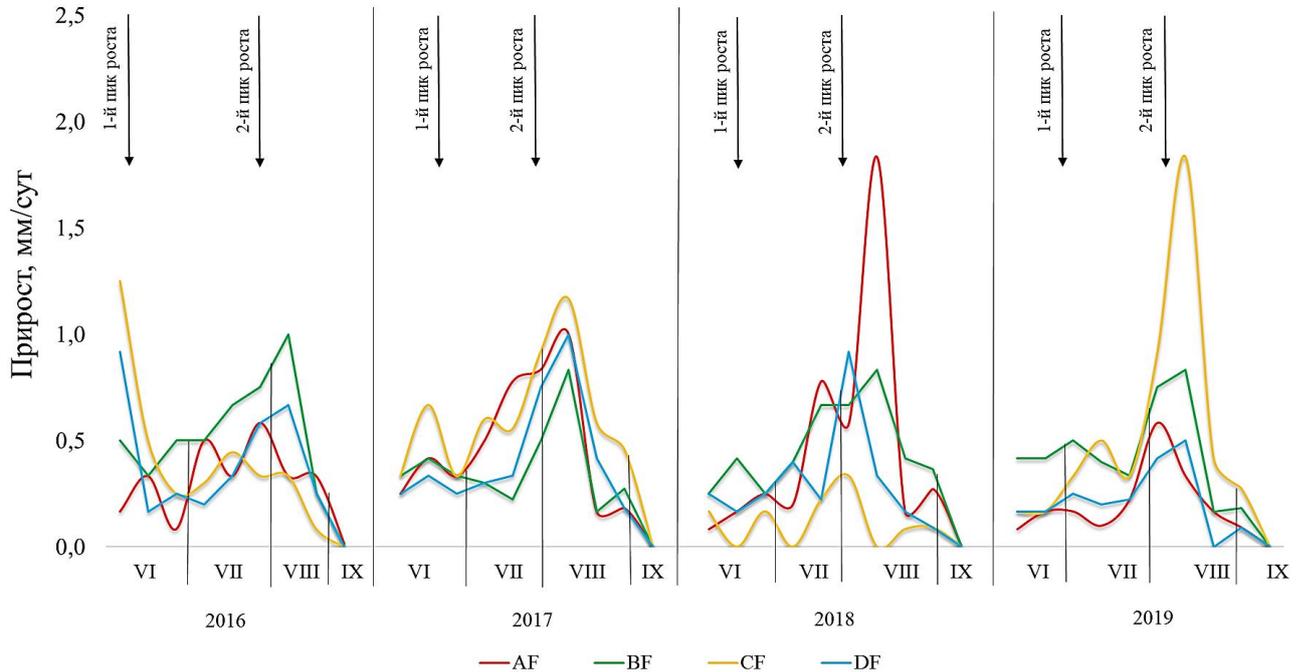


Рисунок 5.8 – Сезонный ритм роста осевого побега (F-Гетероауксин)

Применяя комплекс биопрепаратов в сочетании Феровит / Гетероауксин/ Гетероауксин, Цитовит / Эпин / Гетероауксин, Вода / Гетероауксин / Гетероауксин, Вода / Эпин / Гетероауксин и биопрепарат Вэрва-ель (0,25 мл/л), удалось получить в 2-летний срок посадочный материал, который отвечает и минимальным требованиям к высоте и диаметру стволика, и положительно отличается другими качественными показателями, такими как соотношение надземной/подземной частей растения, накопление фитомассы. Общее количество сеянцев, выращенных с применением биопрепаратов, составило 6300 штук.

Выводы:

При выращивании посадочного материала ели сибирской с открытой корневой системой использование технологической схемы, включающей комплексное применение биопрепаратов Феровит / Гетероауксин / Гетероауксин, Цитовит / Эпин / Гетероауксин, Вода / Гетероауксин / Гетероауксин, Вода / Эпин / Гетероауксин и биопрепарата Вэрва-ель, позволяет получить посадочный материал

с улучшенными качественными характеристиками и сократить их срок выращивания в лесном питомнике до 2-х лет.

В комплекс агротехнических мероприятий при выращивании ели сибирской в питомнике или в лесных культурах необходимо включать мероприятие по уничтожению сорной растительности в третьей декаде июля, к моменту начала активного линейного роста сеянцев (саженцев).

## 5.2 Выращивание сеянцев с закрытой корневой системой в открытом грунте с применением биопрепаратов

В последнее десятилетие возросла тенденция к созданию лесных культур с применением сеянцев, выращенных с закрытой корневой системой. Основной причиной тому является внесенные поправки в Правила лесовосстановления, где говорится о том, что не менее 20 % площадей искусственного и комбинированного лесовосстановления должно осуществляться посадкой сеянцев и (или) саженцев с закрытой корневой системой, тогда как компенсационное лесовосстановление должно в 100 %-м объеме выполняться посадочным материалом с закрытой корневой системой (Правила лесовосстановления от 29.12.2021 № 1024). Одним из основных преимуществ посадочного материала с закрытой корневой системой считается то, что посадочный материал с закрытой корневой системой более жизнеспособен в сравнении с посадочным материалом с открытой корневой системой и, кроме того, его возможно высаживать на лесокультурные площади в течение всего весенне-летне-осеннего периода (Гоф, Жигулин, Залесов, 2019; Авдеева и др., 2022). Вышеуказанное объясняет рост интереса к разработке и развитию новых методов производства лесных культур, направленных на выращивание сеянцев с закрытой корневой системой.

Как уже было сказано ранее, полномасштабное внедрение данной технологии возможно только при значительных финансовых вложениях. На сегодняшний день существует дефицит в посадочном материале с закрытой корневой системой. Лесничества, чья территория относится к Алтае-Саянскому горно-таежному району не обладают собственными производственными мощностями для

выращивания сеянцев с закрытой корневой системой. Исходя из Реестра лесных питомников по лесничествам, в 2023 году в Саянском, Маганском, Манском и Уярском выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой не проводилось и в планах на краткосрочный период не предусмотрено.

Посадочный материал с закрытой корневой системой возможно выращивать не только в тепличных комплексах. Альтернативным вариантом выращивания такого посадочного материала может стать технология выращивания сеянцев с закрытой корневой системой в условиях открытого грунта. Используя биопрепараты, можно предложить альтернативную технологию, которая будет способна обеспечить минимальные затраты на выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой, а также обеспечит выход стандартных, адаптированных к климатическим особенностям района сеянцев.

#### 5.2.1 Выращивание сеянцев хвойных пород

Для исследования, с учетом лесосеменного районирования (Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 19.12.2022 № 1032 «Об установлении лесосеменного районирования»), использовались семена 1 класса качества с всхожестью, определенной в лабораторных условиях: сосны обыкновенной – 98 % (энергия прорастания – 95 %), лиственницы сибирской – 68 % (энергия прорастания – 52 %).

По результатам 2-х летнего выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой выявлено существенное различие между вариантами по показателю высота стволика сосны (Kruskal-Wallis test:  $df=10$ ,  $N=605$ ,  $H=436,8$  при  $p\text{-value}<0,001$ ) и лиственницы (Kruskal-Wallis test:  $df=7$ ,  $N=251$ ,  $H=114,6$  при  $p\text{-value}<0,001$ ). В таблице 5.3 и 5.4 приведены результаты процедуры множественного сравнения методом Tukey HSD test, красным цветом выделены варианты, сравнение которых имеет достоверно значимое различие.

Наиболее значительное влияние на рост сеянцев (по высоте надземной части) сосны обыкновенной оказало применение биопрепаратов Циркон 0,02 % (Ps4) с средней высотой стволика  $14,8\pm 0,07$  см, Феровит 0,15 % (Ps8) (высота стволика

14,8±0,08 см) (рисунок 5.9). Для сеянцев лиственницы сибирской наиболее сильное стимулирующее действие выявлено при использовании в качестве предпосевной подготовки семян биопрепаратов Рибав 0,001 % (Ls13) (высота стволика 17,6±0,05 см); НВ-101 0,05 % (Ls14) (высота стволика 17,6±0,05 см); Эпин 0,002 % (Ls15) (высота стволика 17,6±0,04 см) (рисунок 5.10).

Таблица 5.3 - Результаты Tukey HSD test. Красным отмечены существенные различия между сравниваемыми вариантами по показателю высота стволика сеянцев сосны ( $\mu$  – среднее значение высоты стволика). Зеленым цветом выделен контроль

Вариант	Показатель значимости различия сравниваемых вариантов, при p-value < 0,05										
	PS1 $\mu=11,6$	PS2 $\mu=10,6$	PS3 $\mu=12,9$	PS4 $\mu=14,8$	PS5 $\mu=10,6$	PS6 $\mu=12,3$	PS7 $\mu=14,0$	PS8 $\mu=14,8$	PS9 $\mu=14,3$	PS10 $\mu=14,5$	PS11 $\mu=12,9$
PS1	-	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
PS2	0,001	-	0,001	0,001	1,00	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
PS3	0,001	0,001	-	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,99
PS4	0,001	0,001	0,001	-	0,001	0,001	0,001	1,00	0,11	0,71	0,001
PS5	0,001	1,00	0,001	0,001	-	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
PS6	0,02	0,001	0,001	0,001	0,001	-	0,001	0,001	0,001	0,001	0,28
PS7	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	-	0,002	0,92	0,26	0,001
PS8	0,001	0,001	0,001	1,00	0,001	0,001	0,001	-	0,18	0,73	0,001
PS9	0,001	0,001	0,001	0,12	0,001	0,001	0,92	0,18	-	0,99	0,001
PS10	0,001	0,001	0,001	0,71	0,001	0,001	0,26	0,73	0,99	-	0,001
PS11	0,001	0,001	0,99	0,001	0,001	0,29	0,001	0,001	0,001	0,001	-

Таблица 5.4 - Результаты Tukey HSD test. Красным отмечены существенные различия между сравниваемыми вариантами по показателю высота стволика сеянцев лиственницы ( $\mu$  – среднее значение высоты стволика). Зеленым цветом выделен контроль

Вариант	Показатель значимости различия сравниваемых вариантов, при p-value < 0,05							
	LS12 $\mu=17,0$	LS13 $\mu=17,6$	LS14 $\mu=17,6$	LS15 $\mu=17,6$	LS16 $\mu=14,5$	LS18 $\mu=14,9$	LS19 $\mu=17,3$	LS20 $\mu=17,1$
LS12	-	0,001	0,002	0,001	0,03	0,001	0,40	0,99
LS13	0,001	-	0,99	1,00	0,97	0,001	0,49	0,04
LS14	0,002	0,99	-	0,99	0,99	0,001	0,69	0,09
LS15	0,001	1,00	0,99	-	0,98	0,001	0,53	0,04
LS16	0,03	0,98	0,99	0,98	-	0,001	0,98	0,40
LS18	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	-	0,001	0,001
LS19	0,40	0,49	0,69	0,53	0,98	0,001	-	0,95
LS20	0,99	0,04	0,09	0,04	0,40	0,001	0,95	-

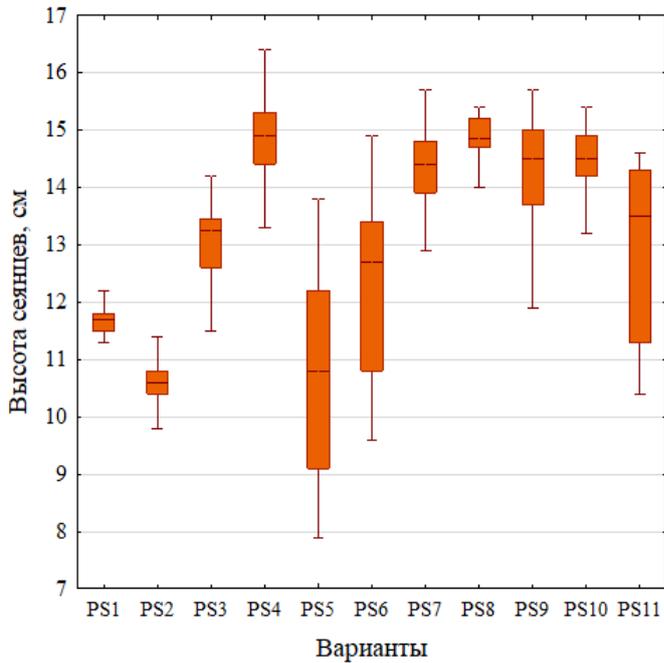


Рисунок 5.9 - Медианные значения общих и межквартильный размах высот 2-х летних сеянцев сосны обыкновенной по опытным вариантам (Ps1 – Вэрва-ель (0,2 %), Ps2 – Вэрва-ель (0,25 %), Ps3 – Эпин (0,002 %), Ps4 – Циркон (0,02 %), Ps5 – Контроль 1, Ps6 – Контроль 2, Ps7 – Феровит (0,1 %), Ps8 – Феровит (0,15 %), Ps9 – Рибав (0,001 %), Ps10 – НВ-101 (0,05 %), Ps11 – Вэрва (0,15 %))

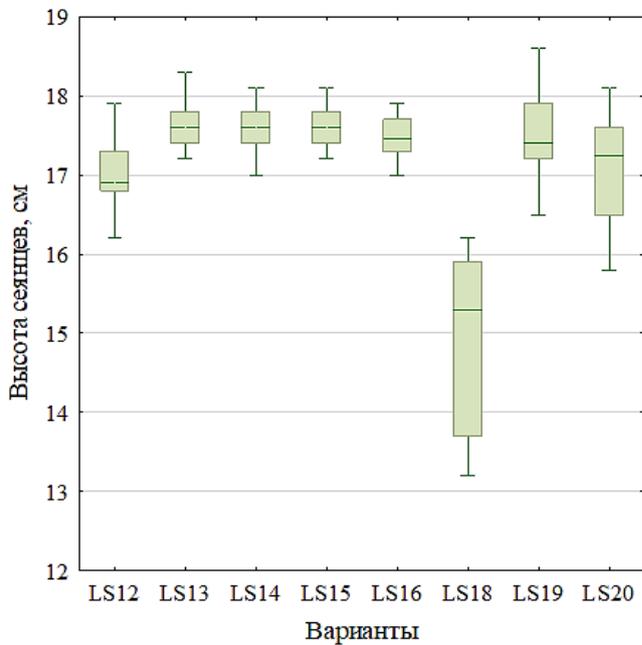


Рисунок 5.10 – Медианные значения общих и межквартильный размах высот 2-х летних сеянцев лиственницы сибирской по опытным вариантам (Ls12 – Контроль 2, Ls13 – Рибав (0,001 %), Ls14 – НВ-101 (0,05 %), Ls15 – Эпин (0,002 %), Ls16 – Феровит (0,1 %), Ls17 – Феровит (0,15 %), Ls18 – Контроль 1, Ls19 – Циркон (0,02 %), Ls20 – Вэрва (0,25 %))

Отмечено, что биопрепарат, оказывающий благоприятное влияние на рост сеянцев ели сибирской (Вэрва 0,25 % (Ps2), – имеет обратный эффект для сеянцев сосны обыкновенной. Средняя высота стволика у опытной группы составила  $10,6 \pm 0,9$  см.

Применение хвойного удобрения «Акварин» способствовало дополнительному накоплению в растениях основных элементов питания, которое отражается в насыщенном, глянцевом и ярком зеленом цвете хвои как у сосны обыкновенной, так и у лиственницы сибирской. Отмечается, что часть сеянцев контрольной группы, обработанной удобрением (Контроль 2 (PS6 и Ls12)), по высоте надземной части превышает значения контрольной группы (Контроль 1 (Ps5 и Ls18)). Сеянцы сосны обыкновенной превышают контрольные значения на 16 %, лиственницы сибирской – 14 %. Вследствие применения биопрепаратов и удобрения при выращивании сеянцев хвойных пород сохранность сеянцев повышается и превосходит контрольные значения на 25-35 %. Корневые системы посадочного материала с закрытой корневой системой сформировали достаточно развитую корневую систему.

В целом, правильно подобранный комплекс агрохимикатов позволяет улучшить качественные показатели посадочного материала с закрытой корневой системой, выращенного в открытом грунте. Так для сосны обыкновенной на этапе подготовки семян к посеву наиболее подходящим является применение биостимуляторов Циркон (0,02 %) и Феровит (0,15 %), для лиственницы – Рибав (0,001 %), НВ-101 (0,05 %) и Эпин (0,002 %). Кроме того, подкормка комплексным удобрением Акварин «Хвойный» оказывает положительное влияние на сохранность сеянцев.

В результате опытного выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в условиях открытого грунта удалось получить 2-х летние сеянцы с закрытой корневой системой превышающие стандартные размеры по показателю «высота стволика» сосны обыкновенной (от 14,8 (Циркон (0,02 %) до 14,9 см (НВ-101 (0,05 %)) в количестве 85 и 89 шт., соответственно, а также

лиственницы сибирской (17,6 см в вариантах Рибав (0,001 %), НВ-101 (0,05 %), Эпин (0,002 %)) в количестве 59, 64 и 71 шт., соответственно.

### 5.2.2 Выращивание сеянцев березы повислой

Основная доля погибших лесных культур приходится на лесные культуры, погибшие по причине пожаров. Одним из эффективных способов для снижения пожарной опасности в лесных культурах является создание молодняков смешанного породного состава, где в качестве сопутствующих пород включают лиственные породы. Применяя пожароустойчивые породы, и чередуя их кулисным способом с главной породой, добиваются разделение участка на блоки. При таком разделении, в случае возникновения пожара в одном блоке, кулиса из пожароустойчивой породы будет препятствовать переходу огня в смежный блок. Оптимальными породами для создания пожароустойчивых культур считают березу повислую и тополь дрожащий (осина) (Ефименко, 2004, 2005; Ищук, Беляева, 2023).

На сегодняшний момент, на практике в Алтае-Саянском горно-таежном районе создают только монокультуры хвойных пород. Также, полностью отсутствует опыт выращивания посадочного материала лиственных пород.

В силу того, что береза является наиболее распространенной породой в исследуемом районе, целесообразно было проведение опытного выращивания сеянцев данной породы. Известно, что сеянцы березы очень чувствительны к пересадкам, поэтому выращивание сеянцев с закрытой корневой системой приобретает в данном случае особую актуальность.

Известен опыт по выращиванию березы в закрытом грунте в Северном Казахстане, о котором изложено в работах С.А. Кабановой с соавт. (Кабанова, Борцов, Данченко, 2019) и опыт, проведенный Е.С. Багаевым с соавт. (Багаев и др., 2022) в Костромской области, в которых приводится описание технологии выращивания сеянцев березы в закрытом грунте. Исследования по применению стимуляторов опубликованы только по опытному выращиванию сеянцев березы в открытом грунте (Пентелькина, Иванюшева, 2012).

В своих исследованиях, в качестве альтернативного подхода, мы продолжили рассматривать вариант выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в условиях открытого грунта.

Для выращивания, с учетом лесосеменного районирования (Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 19.12.2022 № 1032 «Об установлении лесосеменного районирования»), использовались семена 1 класса качества с всхожестью, определенной в лабораторных условиях: березы повислой – 87,9 % (энергия прорастания – 73,2 %).

В качестве стимулятора прорастания семян применялся биопрепарат Рибав (0,001 %). Первые всходы березы у опытного варианта (Рибав 0,001 %) появились через 16 дней после посева, семена контрольной группы – через 28 дней. Общая грунтовая всхожесть семян в опытном варианте составила (74,6 %), в контрольном – 57,8 %.

За 2,5 месяца удалось вырастить стандартный посадочный материал березы повислой как в контрольном, так и в опытном вариантах опыта (рисунок 5.11).



Рисунок 5.11 – Общий вид сеянцев березы повислой в кассетах: в верхней части фото - опытная группа; в нижней части фото – контрольная группа (фото от 16 сентября)

Сеянцы березы повислой, выращенные из семян, обработанных перед посевом биопрепаратом Рибав (0,001 %), характеризуются более высоким показателем средней высоты  $16,7 \pm 0,09$  см, превышающим значение контрольного варианта на 39 % ( $12,03 \pm 0,16$  см) (Test Mann-Whitney  $U=29,00$ , при  $p\text{-value} < 0,01$ ). Между минимальными и максимальными значениями по высоте сеянцев опытного и контрольного варианта отмечается разница в 71,8 и 20,2 %, соответственно (рисунок 5.12).

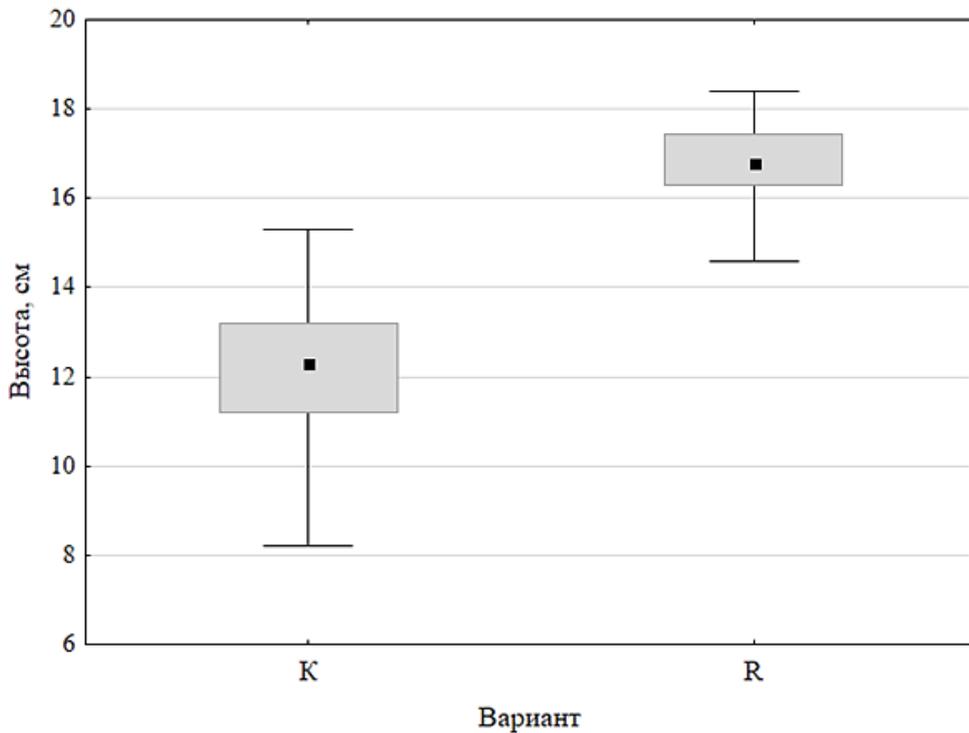


Рисунок 5.12 – Результат выращивания сеянцев березы повислой (К – контроль, Р – Рибав)

В результате применения биопрепарата Рибав (0,001 %) в качестве предпосевной обработки семян в течение одного сезона была выращена опытная партия сеянцев березы повислой с закрытой корневой системой в открытом грунте в количестве 192 шт.

### 5.2.3 Оценка влияния биопрепаратов на фотосинтетический аппарат сеянцев

При выращивании посадочного материала с применением биопрепаратов большое значение имеет их влияние не только на морфометрические изменения в интенсивности роста растений, но и их влияние на внутренние процессы, протекающие в клетках растений.

Содержание в растениях пигментов хлорофилла и каротиноидов предопределяет интенсивность протекания в растениях процесса фотосинтеза. Отмечается, что чем интенсивнее происходит этот процесс, тем активнее развитие самих растений (Мокроносов, 2006).

На примере сеянцев ели сибирской проведена оценка пигментного состава хвои. В процессе выращивания сеянцев, визуальное было установлено, что хвоя вариантов Феровит и Вэрва-ель отличаются по цвету от других исследуемых групп, характеризуясь более насыщенным цветом. Спектрофотометрическим методом была подтверждена визуальная оценка. Содержание хлорофилла *a* и *b* и каротиноидов значимо в этих группах оказалось выше, чем в опытных вариантах с другими биопрепаратами (таблица 5.5).

Анализ данных таблицы 5.5 показывает, что в хвое сеянцев, выращенных с применением комплекса биопрепаратов Феровит/Эпин/Гетероауксин, Феровит/Гетероауксин и, в частности, биопрепарата Вэрва-ель значение фотосинтетического потенциала повышается на 70-130 %. Содержание хлорофилла и каротиноидов в хвое сеянцев этих вариантов групп значительно выше, чем в опытных вариантах с другими препаратами ( $p\text{-value} < 0,05$ ) (рисунок 5.13). Каротиноиды для растений выполняют важную антиоксидантную роль, предохраняя хлорофилл от преждевременного разрушения. В процессе комплексного изучения влияния биопрепаратов на выращивание сеянцев ели сибирской наблюдается значимая положительная зависимость между содержанием пигментов в хвое и морфометрическими показателями сеянцев, к примеру, в вариантах, где применялся биопрепарат Вэрва-ель и Феровит ( $r=0,59$ , при  $p\text{-value} < 0,05$ ).

Отмечаются варианты с значительно низкими показателями содержания фотосинтетических пигментов, к ним относятся Циркон/Гетероауксин, Циркон/Гетероауксин/Гетероауксин, Циркон/Эпин/Гетероауксин, в которых содержание хлорофилла *a* ниже на 60-65 %, хлорофилла *b* – на 70-75 % и каротиноидов на 55-62 % в сравнении с контрольным вариантом, что коррелирует с высотой сеянцев.

Таблица 5.5 – Показатели фотосинтетических пигментов в хвое сеянцев ели

Вариант	Хлорофилл <i>a</i> ±Std.Dev, мг/г	Результат рангового дисперсионного анализа – хлорофилл <i>a</i> , сумма рангов		Хлорофилл <i>b</i> ±Std.Dev, мг/г	Результат рангового дисперсионного анализа – хлорофилл <i>b</i> , сумма рангов		Каротиноиды ±Std.Dev, мг/г	Результат рангового дисперсионного анализа – каротиноиды, сумма рангов	
А (Контроль)	2,26±0,07	73	p-value < 0,05	1,23±0,06	92	p-value > 0,05	0,92±0,03	69	p-value < 0,05
АЕF (Вода/Эпин/Гетероауксин)	1,20±0,03	33		0,54±0,02	33		0,53±0,01	42	
АF (Вода/Гетероауксин)	2,25±0,04	74		0,97±0,01	60		0,98±0,02	78	
АFF (Вода/Гетероауксин/Гетероауксин)	2,56±0,03	96		1,05±0,01	69		1,12±0,01	87	
<b>ВЕF (Феровит/Эпин/Гетероауксин)</b>	<b>3,99±0,01</b>	<b>105</b>		<b>1,82±0,01</b>	<b>114</b>		<b>1,99±0,00</b>	<b>105</b>	
<b>ВF (Феровит/Гетероауксин)</b>	<b>4,60±0,02</b>	<b>114</b>		<b>1,68±0,01</b>	<b>105</b>		<b>2,20±0,01</b>	<b>114</b>	
ВFF (Феровит/Гетероауксин/Гетероауксин)	1,40±0,02	42		0,60±0,01	42		0,71±0,01	51	
СЕF (Цитовит/Эпин/Гетероауксин)	1,70±0,01	60		0,75±0,00	51		0,80±0,00	60	
СF (Цитовит/Гетероауксин)	1,53±0,02	51		1,22±0,00	91		0,47±0,01	24	
СFF (Цитовит/Гетероауксин/Гетероауксин)	2,49±0,01	87		1,09±0,00	78		1,19±0,00	96	
ДЕF (Циркон/Эпин/Гетероауксин)	1,12±0,02	24		0,50±0,01	24		0,51±0,01	33	
DF (Циркон/Гетероауксин)	0,41±0,01	6		0,17±0,00	6		0,21±0,00	6	
DFF (Циркон/Гетероауксин/Гетероауксин)	0,78±0,02	15		0,34±0,01	15		0,35±0,01	15	
<b>Вэрва-ель (0,25 %)</b>	<b>5,51±0,02</b>	<b>123</b>		<b>2,31±0,01</b>	<b>127</b>		<b>2,41±0,01</b>	<b>123</b>	

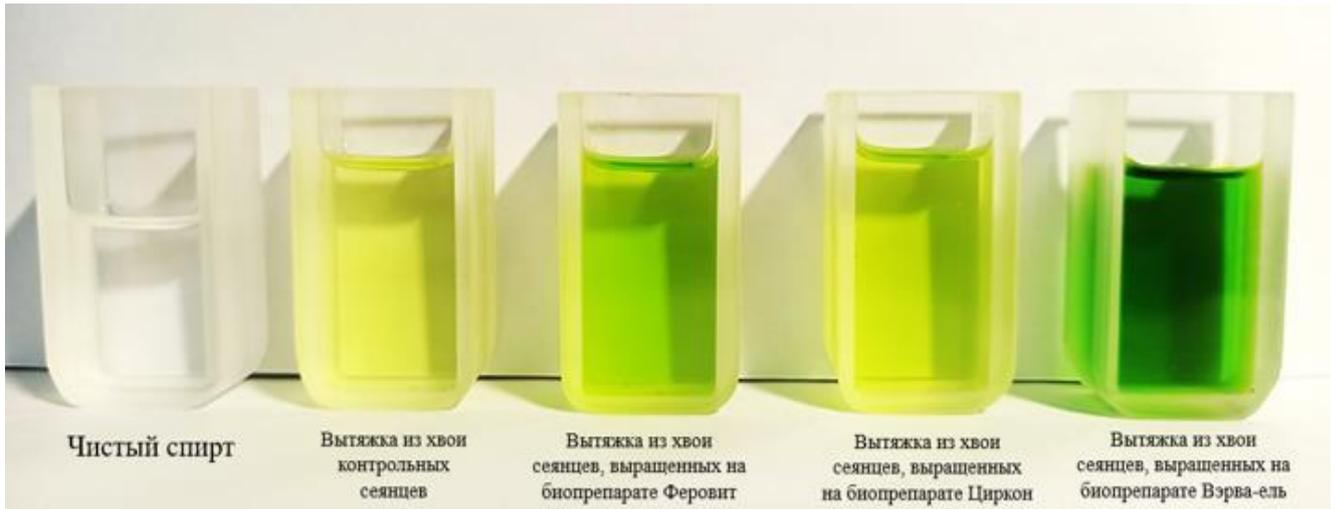


Рисунок 5.13 – Наглядный пример различия цветовой гаммы между опытными вариантами и контролем

В хвое сеянцев ели сибирской, выращенных из семян, обработанных биопрепаратами Вэрва-ель 0,25 мл/кг, Феровит/Эпин/Гетероауксин, Феровит/Гетероауксин, наблюдается высокое содержание хлорофиллов и каротиноидов, которые участвуют в процессе фотосинтеза, что положительно коррелирует с высотой и фитомассой надземной части. В результате чего на примере содержания фотосинтетических пигментов было определено и доказано существенное влияние вышеуказанных биопрепаратов на организм сеянцев ели сибирской с открытой корневой системой, что позволит при дальнейших разрабатываемых технологиях обоснованно применять биопрепараты с учетом фазы роста растений.

#### Выводы

Применение комплексов биопрепаратов в сочетании Феровит/Гетероауксин и Цитовит/Эпин/Гетероауксин и биопрепарата Вэрва-ель 0,25 % позволяет сократить срок выращивания сеянцев ели сибирской с открытой корневой системой с 3-4 до 2-х лет, который отвечает требованиям по высоте и диаметру стволика.

Сеянцы ели сибирской, выращенные с применением биопрепарата Вэрва-ель с концентрацией 0,25 % по параметрам высота стволика, диаметр корневой шейки, общая биомасса значительно превосходит стандартный посадочный материал.

На примере сеянцев ели сибирской установлено, что в вариантах Феровит/Эпин/Гетероауксин, Феровит/Гетероауксин, Вэрва-ель (0,25 %) биопрепараты способствуют увеличению содержания фотосинтетических пигментов (хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов) в хвое.

Альтернативный способ выращивания сеянцев с закрытой корневой системой в открытом грунте с применением биостимуляторов позволяет получить в 2-летний срок посадочный материал сосны обыкновенной и лиственницы сибирской, превышающий стандарты по параметру, высота надземной части.

Используя способ выращивания сеянцев с закрытой корневой системой в открытом грунте с применением биопрепарата Рибав (0,001 %), позволяет получить качественный посадочный материал березы повислой в течении одного вегетационного сезона.

Разработанные предложения по интенсификации выращивания посадочного материала в лесных питомниках будут способствовать наращиванию производства качественного посадочного материала не только целевых хвойных пород, включая посадочный материал с закрытой корневой системой, но и предусматривают расширение ассортимента за счет предложенного способа выращивания березы повислой, в качестве сопутствующей породы для создания пожароустойчивых насаждений.

## **6 ОПЫТНЫЕ ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ НА НАРУШЕННЫХ УЧАСТКАХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ**

При недостаточном естественном возобновлении или полном его отсутствии на лесных землях, предназначенных для лесовосстановления, создаются лесные культуры (Правила лесовосстановления, 2021). Успешность мероприятий по искусственному лесовосстановлению, во многом, зависит от качества используемого посадочного материала (Жигунов, 1998; Авдеева и др., 2022; Сахнов и др., 2023).

Известно, что условия среды, качество подготовки почвы и соблюдение требований при посадке сеянцев на лесокультурную площадь и дальнейшие агроуходы за ними, определяют приживаемость и сохранность саженцев, особенно в первые годы после их посадки (Мочалов, Бобушкина, 2016).

Используя выращенный опытный посадочный материал с открытой корневой системой (ели сибирской) и закрытой корневой системой (сосна обыкновенная, лиственница сибирская) созданы 2 опытных участка лесных культур.

### **6.1 Опытные лесные культуры ели сибирской с открытой корневой системой**

Опытные лесные культуры ели сибирской созданы в 2020 году в Вознесенском участковом лесничестве КГБУ «Саянское лесничество» из 4-летних сеянцев, выращенных с применением комплексов биопрепаратов, на площади 3 га. Лесокультурный участок представлен крупнотравно-вейниковой вырубкой 2008 г., прогоревшей в 2018 г. Посадка сеянцев производилась в весенний период под меч «Колесова» в дно борозды с шагом посадки 0,65 м и расстоянием между бороздами 4 м. Состав созданных культур – 10Е. Количество посаженных рядов – 26, количество сеянцев в ряду варьирует от 200 до 220 штук.

Для саженцев, первые годы после посадки на лесокультурную площадь являются наиболее важными, т.к. в этот период происходит адаптация растений к новым условиям. Практика показывает, что наибольший отпад растений происходит именно в первые 3 года. В год посадки, по итогу инвентаризации, во

всех опытных вариантах отмечена высокая приживаемость сеянцев, близкая к 100 %. (рисунок 5.13). В таких вариантах как Вэрва-ель (V), Феровит / Гетероауксин (BF), Цитовит / Эпин / Гетероауксин (CEF), Цитовит / Гетероауксин / Гетероауксин (CFF) и Цитовит / Гетероауксин (CF) приживаемость составила 100 % (рисунок 6.1). Ежегодные инвентаризационные работы в конце вегетационного периода позволили наблюдать сохранность посадок. На четвертый год в вариантах V, CFF, CF сохранность культур составила 100 %. В целом, во всех вариантах отмечается низкая доля отпада. Основной причиной отпада растений является повреждение копытными животными (потрава), отмечено объедание верхушечной почки и вытаптывание посадок. Высокий уровень приживаемости и сохранности культур позволяет исключить необходимость в проведении работ по дополнению.

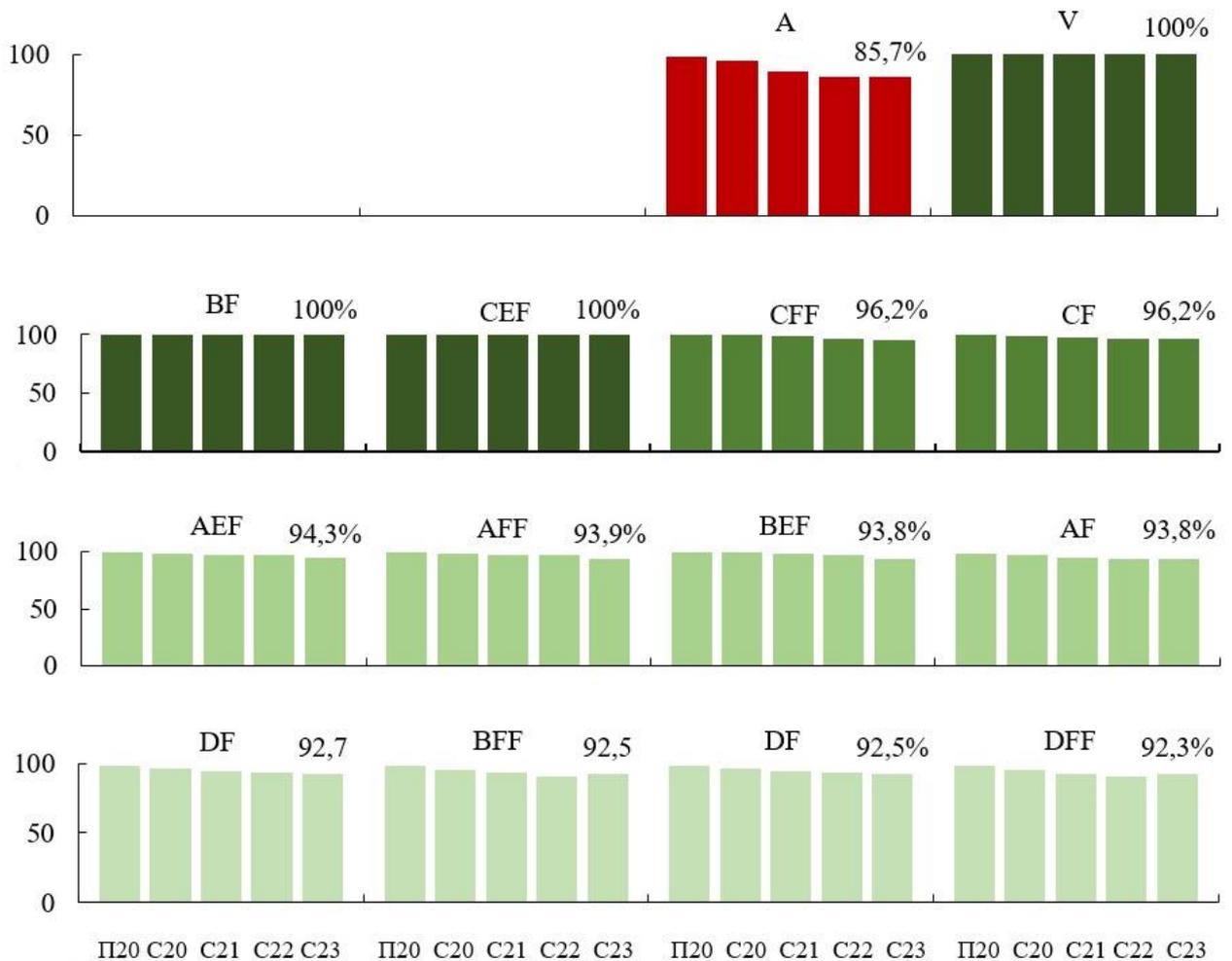


Рисунок 6.1 – Приживаемость и сохранность лесных культур ели сибирской опытных вариантов

(П20 – приживаемость в 2020 г.; C20 – сохранность 2020 г.; C21 – сохранность 2021 г.; C22 – сохранность 2022 г.; C23 – сохранность 2023 г.)

Прирост центрального побега наиболее значимый качественный показатель для лесных культур. Высокий темп роста на первом этапе обеспечивает скорейший выход лесных культур из-под влияния конкурирующей растительности, в дальнейшем обеспечивает смыкание крон и формирование лесного полога.

Результаты проведения дисперсионного анализа высот 4-х летних сеянцев ели сибирской в культурах по опытным вариантам позволили установить наличие различий по показателю высота стволика между сравниваемыми группами ( $F=210,9$ , при  $p\text{-value} < 0,001$ ). Проведенный Tukey HSD test выявил группы в паре с контролем, где эти различия значимы при  $p\text{-value} < 0,05$ : V - Вэрва-ель ( $67,59 \pm 4,41$  см), BEF – Феровит / Эпин / Гетероауксин ( $39,38 \pm 4,04$  см), BF – Феровит / Гетероауксин ( $41,21 \pm 3,12$  см) (рисунок 6.2, таблица 6.1).

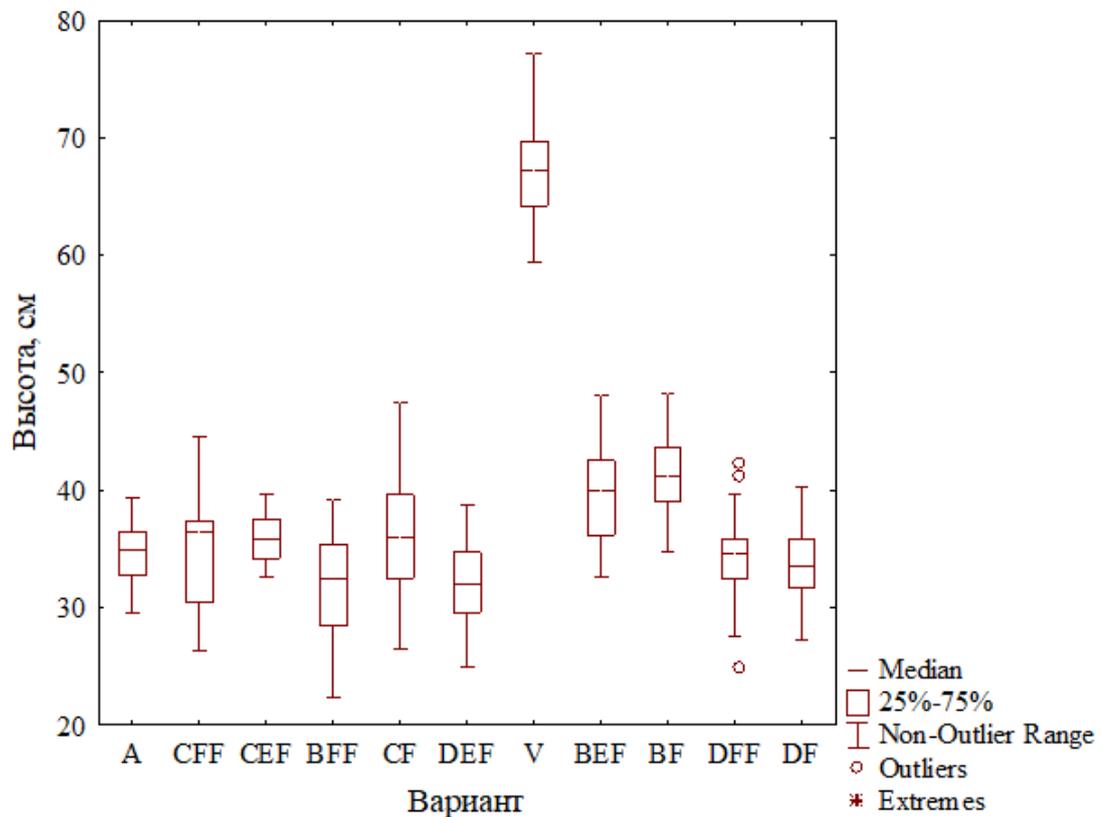


Рисунок 6.2 – Медианные значения общий и межквартильный размах высот 4-летних сеянцев ели сибирской в культурах по опытным вариантам

(V – Вэрва-ель, BF – Феровит / Гетероауксин, BFF – Феровит / Гетероауксин / Гетероауксин, CEF – Цитовит / Эпин / Гетероауксин, BEF – Феровит / Эпин / Гетероауксин, CF – Цитовит / Гетероауксин, AFF – Вода / Гетероауксин / Гетероауксин, AEF – Вода / Эпин / Гетероауксин, A – Контроль, DEF – Циркон / Эпин / Гетероауксин, AF – Вода / Гетероауксин, CFF – Цитовит / Гетероауксин / Гетероауксин, DF – Циркон / Гетероауксин, DFF – Циркон / Гетероауксин / Гетероауксин)

Таблица 6.1 – Результаты апостериорного сравнения средних значений высот 4-х летних сеянцев ели сибирской в культурах опытных вариантов с контрольным ( $\mu$  – среднее значение диаметра стволика, Std.Dev – стандартное отклонение, F – критерий Фишера, T - Tukey HSD test)

Вариант	N	$\mu \pm \text{Std.Dev}$	F	T
A	30	34,58±2,45	df=10, F=210,9 при p-value <0,001	-
CFF	30	34,73±5,20		1,00
CEF	30	35,86±2,02		0,97
BFF	30	31,70±4,14		0,12
CF	30	35,85±4,81		0,97
DEF	30	32,03±3,70		0,26
V	30	67,59±4,41		0,00001
BEF	30	39,38±4,04		0,00007
BF	30	41,21±3,12		0,00001
DF	30	34,08±3,73		0,99
DF	30	33,68±2,82		0,99

Использование укрупненного посадочного материала, как в случае варианта V - Вэрва-ель способствовало успешному росту культур в первые годы. Высокий темп роста в данном варианте сохранялся на протяжении 4-х лет и на порядок превышает остальные варианты (рисунок 6.3).

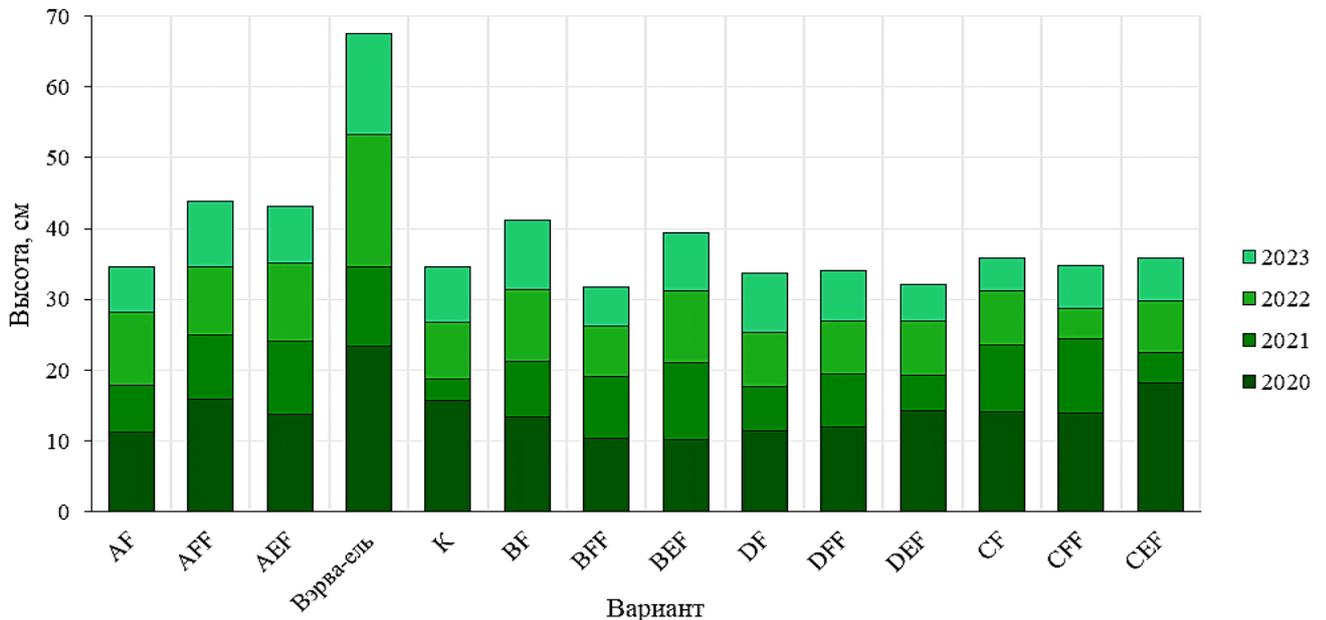


Рисунок 6.3 – Высота лесных культур ели сибирской по годам

Используя имеющиеся данные по высоте, мы попробовали спрогнозировать, в каком возрасте культуры варианта V - Вэрва-ель достигнут высоты (130 см) допустимой для перевода в занятые лесом. Наиболее подходящей моделью, характеризующей рост растений, с уровнем детерминации  $R^2=0,99$  оказалась

квадратичная полиномиальная регрессионная модель  $y=0,7623x^2+11,332x+10,658$  (рисунок 6.4). В соответствии с получившимися прогнозными данными, ожидаемый возраст лесных культур в котором можно культуры перевести составляет 7 лет, что на 3-4 года меньше, чем возраст, принимаемый на практике (рисунок 6.5).

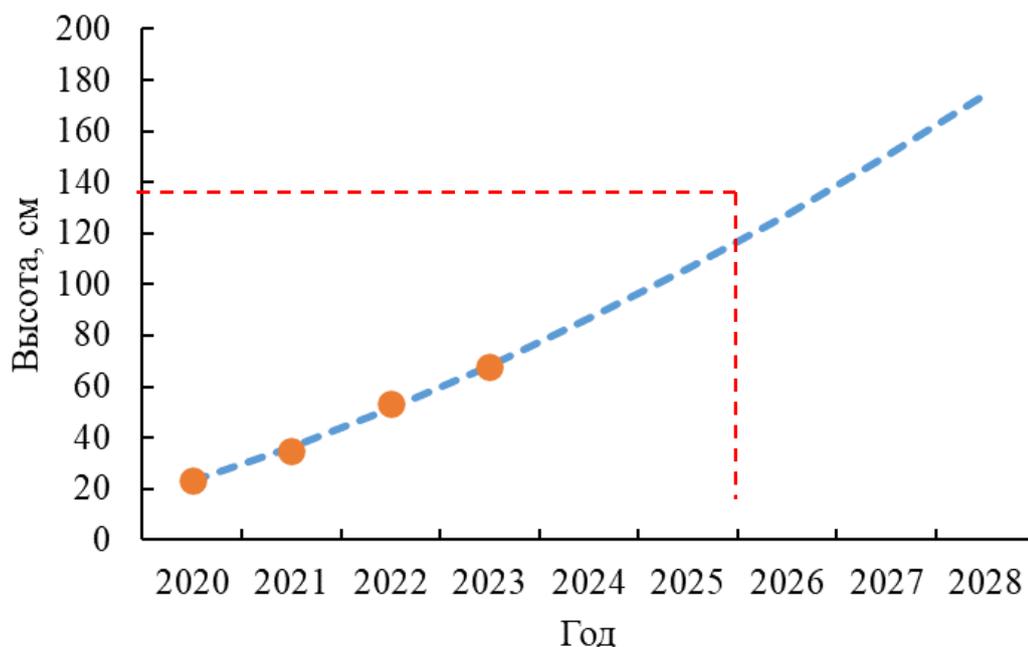


Рисунок 6.4 – Моделирование динамики роста культур ели сибирской в варианте V – Вэрва-ель



Рисунок 6.5 – Высота отдельных экземпляров в 4-х летних опытных культурах ели сибирской (слева – вариант Вэрва-ель; справа - Контроль)

Вывод:

Использование укрупненного посадочного материала обеспечивает более высокую сохранность лесных культур и способствует высокому темпу ежегодного линейного прироста.

Согласно прогнозной модели, лесные культуры ели сибирской варианта V - Вэрва-ель достигнут высоты, подходящей для перевода в занятые лесом площади в 7 лет.

## 6.2 Опытные лесные культуры сосны и лиственницы с закрытой корневой системой

В настоящее время накоплен значительный опыт в создании лесных культур сеянцами с открытой корневой системой. Однако только в последнее 10-летие происходит масштабное внедрение создания лесных культур сеянцами, выращенными с закрытой корневой системой. Преимущество такого вида посадочного материала перед классическим с открытой корневой системой в условиях лесокультурной площади, заключается в большей адаптационной способности (Бартенев, 2013).

Опытные лесные культуры созданы в I-й декаде июня 2023 года на территории Агинского участкового лесничества Саянского лесничества из выращенных с применением биопрепаратов двухлетних сеянцев сосны обыкновенной и лиственницы сибирской с закрытой корневой системой площадью 0,3 га на прогоревшей вырубке 2022 года. Посадка сеянцев осуществлялась вручную под модифицированный по ЗКС меч «Колесова» в дно борозды с шагом посадки 0,8 м, расстояние между бороздами 4 м.

По итогу проведенных обследований спустя 3 недели после посадки, отмечена высокая приживаемость во всех вариантах сеянцев сосны обыкновенной 96-100 и 100 % приживаемость во всех вариантах лиственницы сибирской. У сеянцев сосны обыкновенной приживаемость в 100 % отмечается у вариантов Циркон (0,02 % (Ps4)) и НВ-101 (0,05 % (Ps10)). По итогу осенней инвентаризации, сохранность саженцев сосны осталась также на высоком уровне в пределах 96 - 100 % (рисунок 6.6), где отмечались варианты с 100 % сохранностью (Циркон (0,02 % (Ps4)) и НВ-101 (0,05 % (Ps10))). Однако лесные культуры лиственницы оказались практически полностью уничтожены копытными животными (рисунок 6.7). Дальнейшие результаты по лесным культурам лиственницы приведены по данным оставшихся не поврежденных экземпляров.

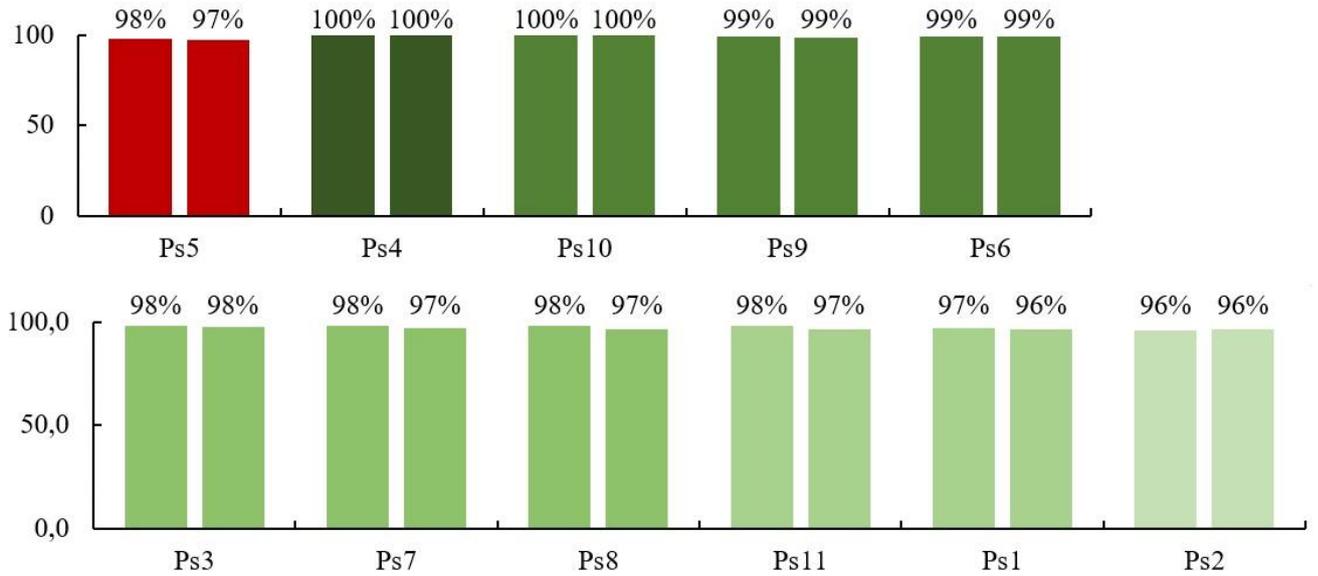


Рисунок 6.6 – Приживаемость и сохранность лесных культур сосны обыкновенной (первый столбец – приживаемость; второй – сохранность) (Ps5 – Контроль 1, Ps4 – Циркон (0,02 %), Ps10 – НВ-101 (0,05 %), Ps9 – Рибав (0,001 %), Ps6 – Контроль 2, Ps3 – Эпин (0,002 %), Ps7 – Феровит (0,1 %), Ps8 – Феровит (0,15 %), Ps11 – Вэрва (0,15 %), Ps1 – Вэрва-ель (0,2 %), Ps2 – Вэрва-ель (0,25 %))

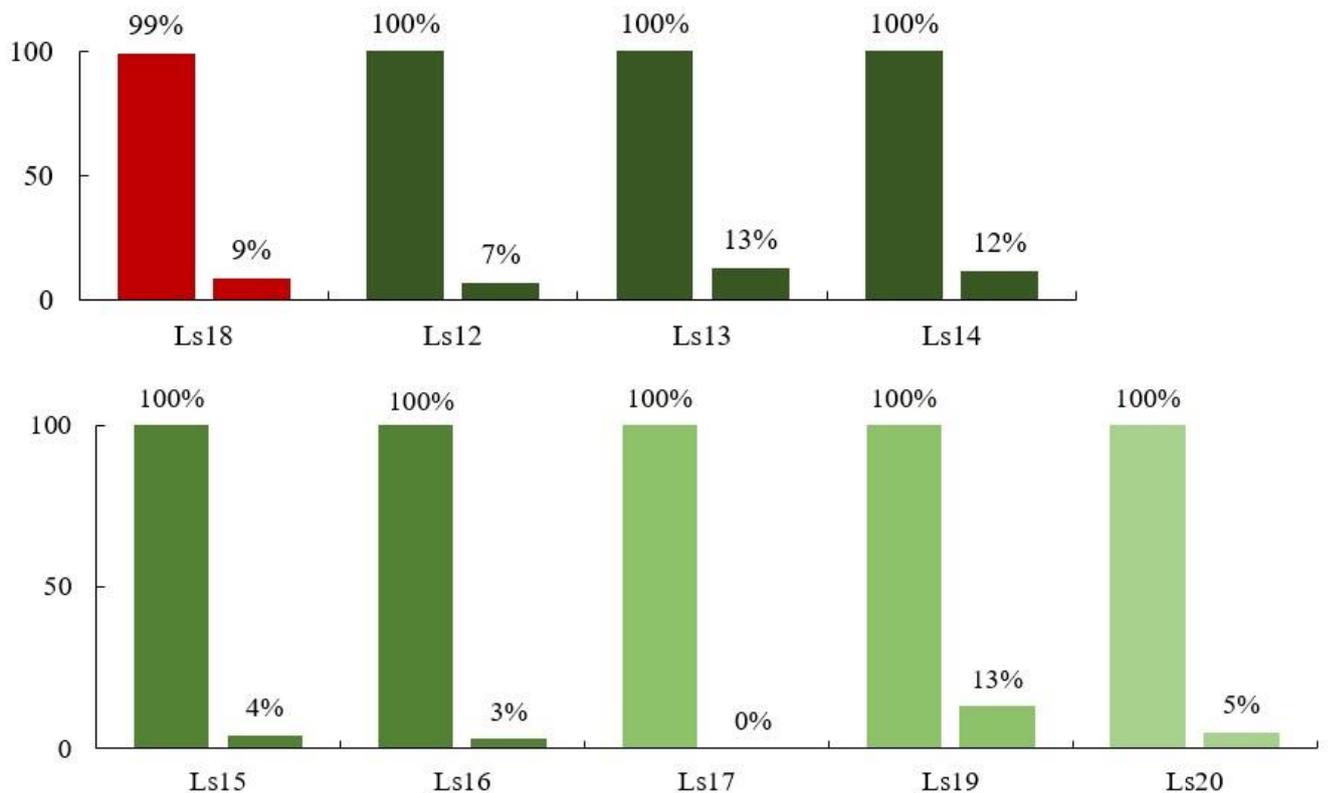


Рисунок 6.7 – Приживаемость и сохранность лесных культур лиственницы сибирской (первый столбец – приживаемость; второй - сохранность) (Ls18 – Контроль 1, Ls12 – Контроль 2, Ls13 – Рибав (0,001 %), Ls14 – НВ-101 (0,05 %), Ls15 – Эпин (0,002 %), Ls16 – Феровит (0,1 %), Ls17 – Феровит (0,15 %), Ls19 – Циркон (0,02 %), Ls20 – Вэрва (0,25 %))

В год создания культур, все сеянцы сформировали линейные приросты. Для сосны обыкновенной видимый результат был отмечен во всех вариантах. Проведенные парные t-тесты (критерий Стьюдента, при  $p\text{-value} < 0,05$ ) во всех случаях выявил существенное различие между средними значениями высот в опытных вариантах посадочного материала в завершающий год выращивания в питомнике (2022 год) и результатами, полученными в первый год инвентаризации на лесокультурной площади (рисунок 6.8).

При этом наблюдалась значительная дисперсия прироста во всех вариантах опытных культур (рисунок 6.9). Выраженная вариативность сформировавшихся высот на данном этапе роста не позволяет выявить существенное различие между опытными вариантами (таблица 6.2).

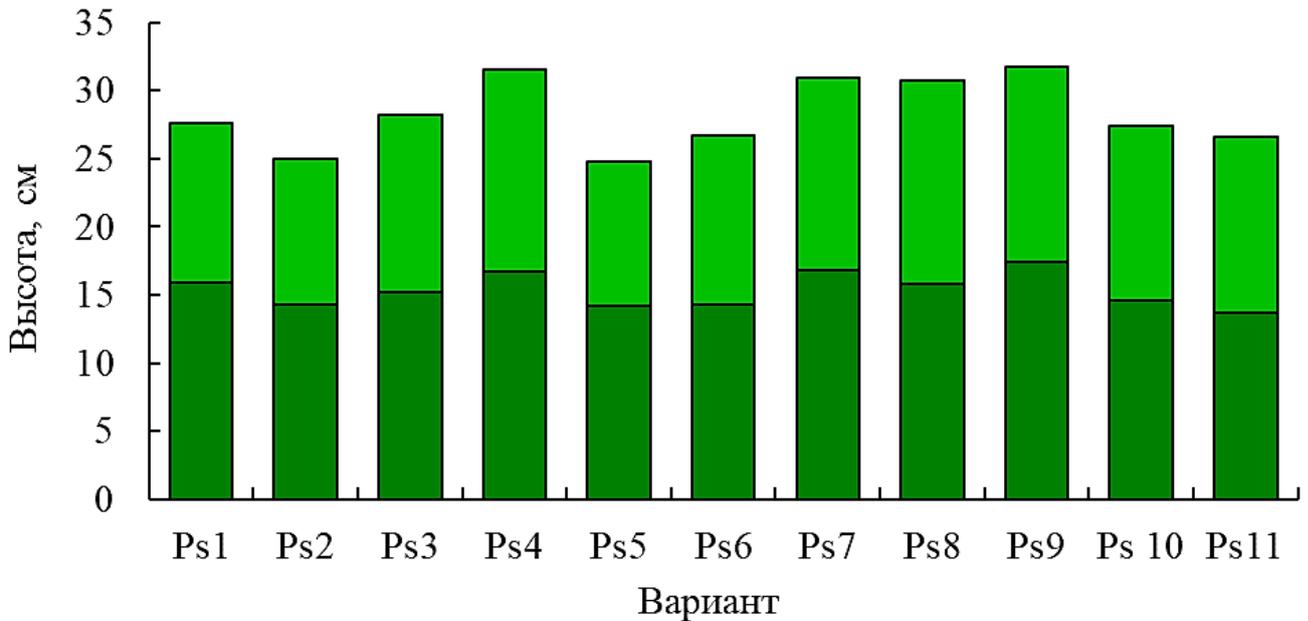


Рисунок 6.8 – Средние значения высоты посадочного материала сеянцев сосны (темно-зеленые столбцы) и 1-х летних по результатам осенней инвентаризации (светло-зеленые столбцы)

(Ps5 – Контроль 1, Ps4 – Циркон (0,02 %), Ps10 – НВ-101 (0,05 %), Ps9 – Рибав (0,001 %), Ps6 – Контроль 2, Ps3 – Эпин (0,002 %), Ps7 – Феровит (0,1 %), Ps8 – Феровит (0,15 %), Ps11 – Вэрва (0,15 %), Ps1 – Вэрва-ель (0,2 %), Ps2 – Вэрва-ель (0,25 %)).

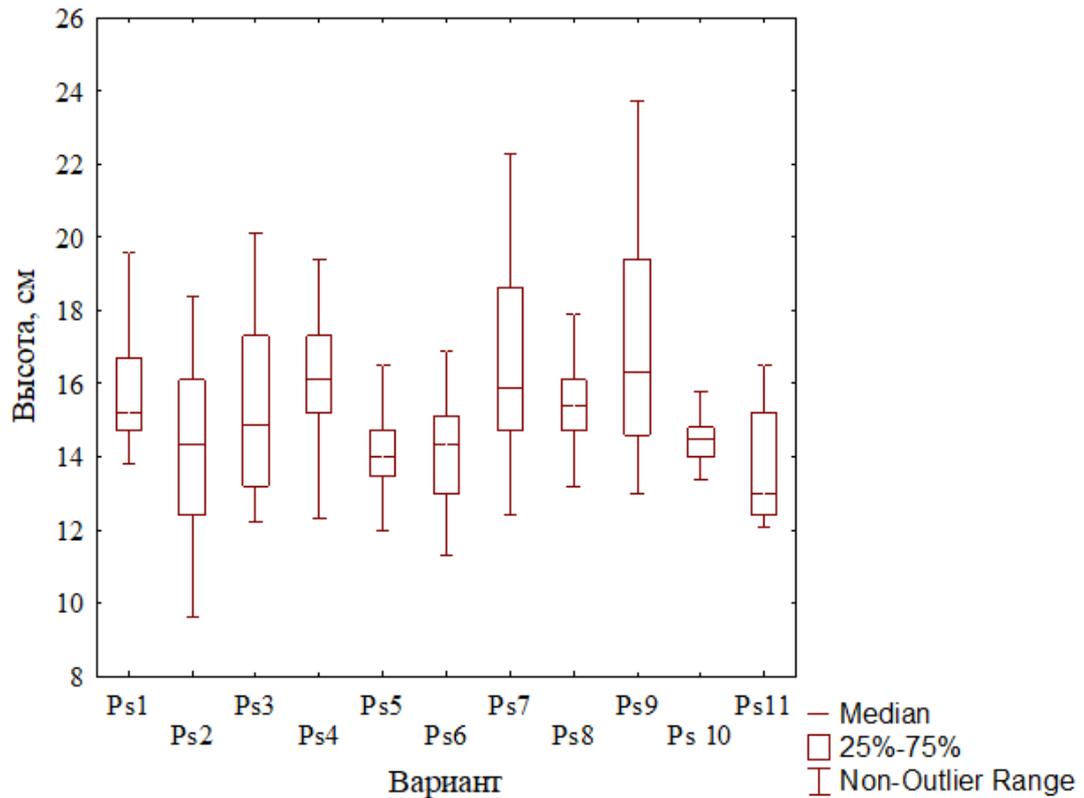


Рисунок 6.9 – Медианные значения общих и межквартильный размах высот 1-х летних сеянцев сосны обыкновенной в культурах по опытным вариантам ((Ps5 – Контроль 1, Ps4 – Циркон (0,02 %), Ps10 – НВ-101 (0,05 %), Ps9 – Рибав (0,001 %), Ps6 – Контроль 2, Ps3 – Эпин (0,002 %), Ps7 – Феровит (0,1 %), Ps8 – Феровит (0,15 %), Ps11 – Вэрва (0,15 %), Ps1 – Вэрва-ель (0,2 %), Ps2 – Вэрва-ель (0,25 %))

Таблица 6.2 – Результаты апостериорного сравнения средних значений высот 1-х летних сеянцев сосны обыкновенной в культурах опытных вариантов с контрольным (N – объем выборки,  $\mu$  – среднее значение диаметра стволика, Std.Dev – стандартное отклонение, F – критерий Фишера, T - Tukey HSD test)

Вариант	N	$\mu \pm \text{Std.Dev}$	F	T
Ps2	30	14,34±2,34	df=10, F=5,96 при p-value <0,05	0,381
Ps6	30	14,35±1,92		0,881
Ps1	30	15,95±1,84		-
Ps7	30	16,85±3,02		0,981
Ps9	30	17,39±3,66		0,537
Ps4	30	16,68±2,79		0,997
Ps5	30	14,16±1,27		0,595
Ps8	30	15,86±1,86		1,000
Ps11	30	13,71±1,49		0,210
Ps3	30	15,26±2,65		1,000
Ps10	30	14,57±0,81		0,840

Из-за практически сплошного уничтожения культур лиственницы, объективно судить о результатах не приходится. По остаточным экземплярам собраны данные о приросте в первый год (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Средневзвешенное значение прироста культур лиственницы сибирской опытных вариантов ( $\mu$  – среднее значение, N – объем выборки)

Вариант	Ls12	Ls13	Ls14	Ls15	Ls16	Ls18	Ls19	Ls20
N	8	4	13	5	4	6	13	4
$\mu$	0,81	2,02	2,39	2,41	0,50	1,03	0,76	1,05

Недостаточность объема выборки также не позволяет объективно оценивать различие между опытными вариантами (рисунок 6.10, таблица 6.4).

Таблица 6.4 – Результаты апостериорного сравнения средних значений высот 1-х летних сеянцев сосны обыкновенной в культурах опытных вариантов с контрольным ( $\mu$  – среднее значение диаметра стволика, Std.Dev – стандартное отклонение, H – критерий Kruskal-Wallis, T - Tukey HSD test)

Вариант	N	$\mu \pm \text{Std.Dev}$	H	T
Ls12	8	16,19 $\pm$ 3,08	df=10, H=21,48 при p-value <0,05	0,99
Ls13	4	15,63 $\pm$ 1,09		0,99
Ls14	13	19,98 $\pm$ 3,22		0,12
Ls15	5	20,04 $\pm$ 3,58		0,18
Ls16	4	16,98 $\pm$ 0,35		0,99
Ls18	6	15,98 $\pm$ 2,81		-
Ls19	13	18,08 $\pm$ 0,88		0,82
Ls20	4	18,18 $\pm$ 0,98		0,909

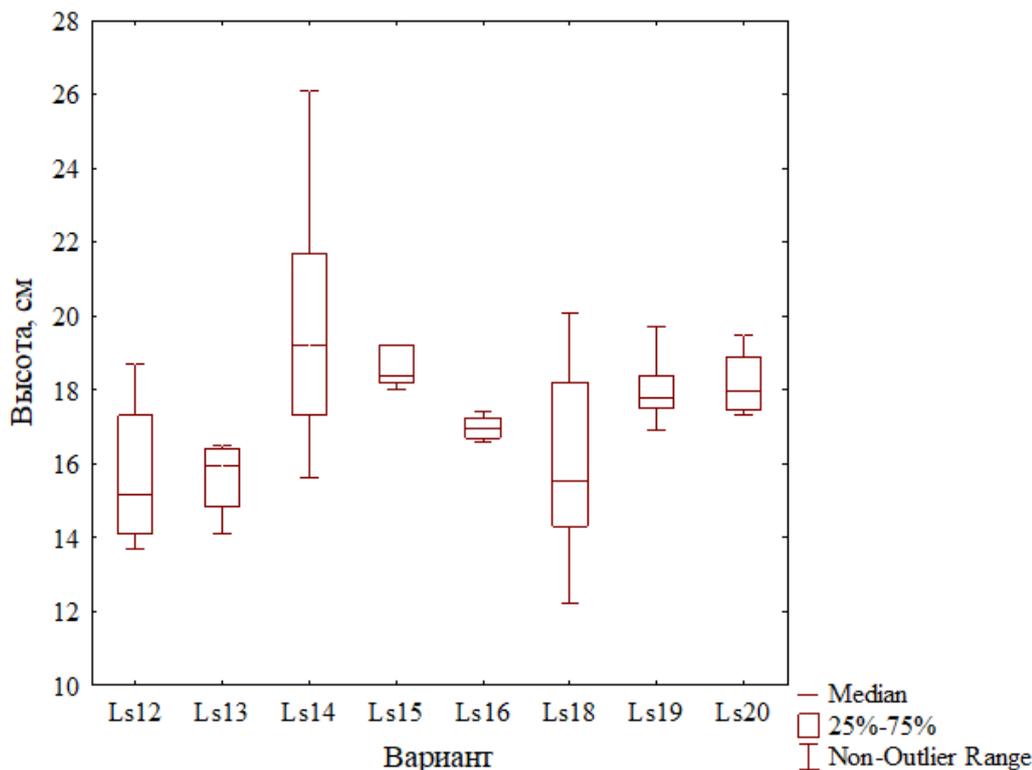


Рисунок 6.10 – Медианные значения общих и межквартильный размах высот 1-х летних сеянцев лиственницы сибирской в культурах по опытным вариантам

(Ls18 – Контроль 1, Ls12 – Контроль 2, Ls13 – Рибав (0,001 %), Ls14 – НВ-101 (0,05 %), Ls15 – Эпин (0,002 %), Ls16 – Феровит (0,1 %), Ls17 – Феровит (0,15 %), Ls19 – Циркон (0,02 %), Ls20 – Вэрва (0,25 %))

#### Вывод:

Сеянцы с закрытой корневой системой сосны обыкновенной и лиственницы сибирской, выращенные в открытом грунте отличаются высокой приживаемостью на лесокультурной площади и уже в год посадки формируют существенно значимый прирост, что свидетельствует о успешной их адаптации к новым условиям.

#### Выводы

В регионе исследования на нарушенных участках лесных земель созданы два опытных участка лесных культур с применением, выращенного с использованием биопрепаратов посадочного материала ели сибирской с открытой корневой системой, сосны обыкновенной и лиственницы сибирской с закрытой корневой системой.

Выращенные сеянцы с применением комплексов биопрепаратов Феровит/Гетероауксин, Цитовит/Эпин/Гетероауксин (CEF), Цитовит / Гетероауксин / Гетероауксин (CFF) и Цитовит/Гетероауксин (CF) и биопрепарата Вэрва-ель (V) при пересадке на лесокультурную площадь, отличаются высокой приживаемостью в 100 %.

Лесные культуры вариантов Вэрва-ель (V), Феровит / Гетероауксин (BF), Цитовит / Эпин / Гетероауксин (CEF) на протяжении 4-х лет характеризовались отсутствием отпада, а в других вариантах доля отпада не превышала 8 %, в контроле – 14,5 %, что позволило исключить необходимость проведения работ по дополнению культур.

При наблюдении за ростом культур в течение 4-х лет наиболее успешный рост культур отмечается у варианта Вэрва-ель (V) ( $67,59 \pm 4,41$  см), который по высоте стволика значительно отличается от других вариантов, в том числе от контрольной группы ( $34,58 \pm 2,45$ ).

При сохранении тенденции в росте культур варианта Вэрва-ель ожидаемый возраст для перевода лесных культур в занятый лесом участок составляет 7 лет (2026 год), что на 3-4 года меньше в сравнении с принятым на практике сроком перевода.

В созданных лесных культурах из сеянцев с закрытой корневой системой сосны обыкновенной и лиственницы сибирской отмечается высокая приживаемость культур (99-100 %). Сохранность лесных культур сосны обыкновенной по результатам проведенных инвентаризационных работ превышает 96 %, при этом лучшая сохранность отмечена у варианта Циркон (0,02 %).

Саженьцы сосны обыкновенной и лиственницы сибирской с ЗКС уже в первый год формируют прирост, тем самым показывая успешность адаптации к новым условиям.

## **7 ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НАРУШЕННЫХ УЧАСТКОВ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ**

По результатам проведенных исследований выявлено, что на значительной площади нарушенных участков лесных земель в предгорьях Восточного Саяна наблюдается отсутствие или затруднение естественного лесовосстановления, что в свою очередь может привести к сокращению площади земель, покрытых лесом. Применяемые технологии лесовосстановления, зачастую, в полной мере не учитывают характерные особенности, сложившиеся на лесных участках.

### **7.1 Классификации горельников по необходимости проведения и видам лесовосстановительных работ**

Одной из задач исследований является предложение оптимальных способов и технологий лесовосстановления нарушенных участков лесных земель. Выбор оптимальных способов и технологий в значительной степени зависит от категории нарушенных участков лесных земель, их состояния и характеристик типов условий местопроизрастания участков.

На основе проведенных исследований разработана классификация нарушенных участков по необходимости проведения и видам лесовосстановительных работ, основанная на классификации участков лесных земель, нарушенных пожарами, рубками, насекомыми-вредителями.

Согласно предложенной классификации, участки нарушенных лесных земель подразделяются на следующие категории:

- сухостойные гари, шелкопрядники, полиграфники;
- валежные гари, шелкопрядники, полиграфники;
- пройденные рубками гари, шелкопрядники, полиграфники;
- вырубки;
- захламленные вырубки;

- пройденные пожарами нарушенные участки лесных земель (гари, вырубки; шелкопрядники, полиграфники)
- вырубленные и пройденные пожарами нарушенные участки лесных земель;
- пустыри и редины (старые не возобновившиеся гари);
- производные вегетативного происхождения малоценные молодняки на старых горельниках, которые нуждаются в реконструкции.

В зависимости от категории нарушенных участков лесных земель, их состояния и характеристик типов условий местопроизрастания (ТУМ), а также трудоемкости выполнения работ (наличие сухостойных деревьев, пней и валежа) и способа подготовки почвы выделены следующие группы категорий земель лесокультурного фонда:

1. Нарушенные участки лесных земель сухостойные, валежные и повторно прогоревшие не возобновившиеся главными или второстепенным породами, нарушенные насаждения сильно изреженные; требуется предварительная частичная вырубка усохших деревьев или расчистку (уборку) валежа:

а) с наличием усохших деревьев и (или) валежа до 500 шт./га на избыточно увлажненных и до 600 шт./га на свежих почвах; допускающие частичную подготовку почвы без предварительной раскорчевки способом отвечающим условиям местопроизрастания;

б) с наличием усохших деревьев и (или) более 500 шт./га на избыточно увлажненных и более 600 шт./га на свежих почвах; допускающие подготовку почвы способом отвечающим условиям местопроизрастания, только после предварительной частичной раскорчевки;

2. Нарушенные участки лесных земель сухостойные, валежные и повторно прогоревшие, нарушенные насаждения сильно изреженные, неудовлетворительно возобновившиеся главными или возобновившимися второстепенными породами; требуется предварительная вырубка деревьев или расчистка.

3. Нарушенные участки лесных земель, вырубленные не возобновившиеся главными или второстепенным породами:

а) с наличием пней и (или) валежа до 500 шт./га на избыточно увлажненных и до 600 шт./га на свежих почвах; допускающие частичную подготовку почвы способом отвечающим условиям местопроизрастания без предварительной расчистки и раскорчевки;

б) с наличием пней и (или) валежа более 500 шт./га на избыточно увлажненных и более 600 шт./га на свежих почвах; допускающие подготовку почвы способом отвечающим условиям местопроизрастания; требуется предварительная полосная расчистка и раскорчевка;

4. Нарушенные участки лесных земель, вырубленные, неудовлетворительно возобновившиеся главными или возобновившимися второстепенными породами; требуется предварительная вырубка деревьев или расчистка валежа, раскорчевка, и затем частичная подготовка почвы способом отвечающим условиям местопроизрастания;

а) с наличием пней и (или) валежа до 500 шт./га на избыточно увлажненных и до 600 шт./га на свежих почвах; допускающие частичную подготовку почвы способом отвечающим условиям местопроизрастания без предварительной расчистки и раскорчевки;

б) с наличием пней и (или) валежа более 500 шт./га на избыточно увлажненных и более 600 шт./га на свежих почвах; допускающие подготовку почвы способом отвечающим условиям местопроизрастания; требуется предварительная полосная расчистка и раскорчевка;

5. Нарушенные участки лесных земель, вырубленные и повторно прогоревшие, вырубки прогоревшие, пустыри и редины со сгнившими и (или) прогоревшими пнями и не возобновившиеся главными или второстепенным породами, допускающими сплошную или частичную обработку почвы способом отвечающим условиям местопроизрастания без предварительной расчистки и раскорчевки;

6. Нарушенные участки лесных земель, вырубленные и повторно прогоревшие, вырубки прогоревшие, пустыри и редины со сгнившими и (или) прогоревшими пнями неудовлетворительно возобновившиеся главными или

возобновившиеся второстепенными породами, допускающими сплошную или частичную обработку почвы способом отвечающим условиям местопроизрастания без предварительной расчистки и раскорчевки.

## 7.2 Способы лесовосстановления на нарушенных участках лесных земель

Предлагаемые способы лесовосстановления нарушенных участков лесных земель разработаны в соответствии с Лесным кодексом Российской Федерации (Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ), действующими Правилами лесовосстановления (2021) и иными существующими нормативными документами, а также научно обоснованной информацией представленной в литературе и собственных исследованиях.

При планировании лесовосстановительных мероприятий учитывается целесообразность их проведения, определяемая, в том числе – целевым назначением лесов и доступностью нарушенных участков, особенностями лесорастительных условий, прежде всего, – степенью богатства и увлажненности почв (ТУМ). В связи с длительностью периода, необходимого для выращивания леса, при планировании лесовосстановительных работ следует учитывать не только современные потребности лесохозяйственной и природоохранной отраслей, но и перспективы экономического развития различных регионов, а также возможные изменения лесорастительных условий вследствие динамики климатических условий. Успешное искусственное лесовосстановление возможно только при соответствии типа лесных культур экологическим условиям их местопроизрастания. Особое внимание на экологическую обусловленность выбора типа лесных культур, прежде всего – их породного состава, необходимо обращать на границы ареала естественного произрастания культивируемых древесных пород, в горных условиях - с учетом высотно-поясных комплексов (ВПК).

При проектировании способа лесовосстановления необходимо оценить успешность естественного лесовосстановления на нарушенных участках лесных земель. Согласно нормативным документам, общие объемы лесовосстановительных мероприятий с учетом естественного лесовосстановления

хозяйственно ценными породам не должны допускать разрыва между рубкой и восстановлением леса. Этому же принципу необходимо следовать и при проектировании лесовосстановительных мероприятий на участках лесных земель, нарушенных лесными пожарами и насекомыми-вредителями. В связи с этим лесные культуры необходимо создавать в случаях, когда в течение предельно допустимого срока невозможно обеспечить естественное лесовосстановление или нецелесообразно комбинированное лесовосстановление хозяйственно ценными породами. Предельно допустимые сроки естественного лесовосстановления на горельниках хозяйственно-ценных пород устанавливаются по лесным районам и целевому назначению лесов. Предельно допустимый срок может полностью не выдерживаться, если при контрольном обследовании участка будет установлена явная безуспешность естественного лесовосстановления хозяйственно ценными породами.

Количество жизнеспособного подроста играет важную роль при выборе способа лесовосстановления. При достаточном его количестве приоритет остается за планированием мероприятий по естественному лесовосстановлению, в противном случае на нарушенных участках лесных земель осуществляются лесокультурные работы (Савченкова, 2014; Судьев, Новиков, Рожин, 1976).

По результатам оценки естественного лесовозобновления определяется способ лесовосстановления в соответствии с разработанными предложениями к выбору способа лесовосстановления для Алтае-саянского горно-таежного лесного района, где в зависимости от типа условий местопроизрастания и типа нарушения и предложен оптимальный видовой состав пород, рекомендуемых к посадке с учетом целевого назначения лесов (таблица 7.1).

Обоснованность предложений, приведенных в таблице 7.1, подтверждаются собственным опытом полученным при создании опытных участков лесных культур с открытой и закрытой корневой системой на суглинистых почвах в эксплуатационных лесах (Салцевич, Буряк, Агеев, 2023).

Таблица 7.1 – Способы лесовосстановления на нарушенных участках лесных земель для предгорья Восточного Саяна

ТУМ, почвы	Основные типы леса нарушенных участков лесных земель	Способы лесовосстановления				Рекомендуемые к посадке породы	
		не требуются	содействие естественному возобновлению	комбинированное	лесные культуры	эксплуатационные леса	защитные леса
В3 С2-3 легкосуглинистые влажные, суглинистые свежие и влажные почвы	вейниковые, кипрейные, разнотравные, чернично-разнотравные, разнотравно-бадановые, моховые	>2,5	1,0-2,5	1,0-2,5	<1,0	С, Лц, К, Е	Кедр, Сосна, Лиственница, Ель, Пихта, Береза, Яблоня, Ольха, Рябина, Тополь, Липа
В4-5 С4-5 ДЗ-4 суглинистые сырые и мокрые почвы и тяжелосуглинистые влажные и сырые	вейниковые, кипрейные, хвоцевые, крупнотравные, багульниково-разнотравные, моховые	>2,0	1-2,0	1-2,0	<1,0	Лц, К, Е	Кедр, Лиственница, Ель, Пихта, Береза, Ольха, Рябина, Тополь

### 7.3 Содействие естественному лесовосстановлению

В регионе исследований в средне- и высокополнотных нарушенных насаждениях с достаточным количеством подроста (не менее 3 тыс. шт./га) проведение мероприятий по содействию естественному и искусственному лесовосстановлению не требуется.

В нарушенных средне- и высокополнотных насаждениях с недостаточным количеством подроста (менее 3 тыс.шт./га) возможно проведение мероприятий по содействию естественному лесовосстановлению.

Содействие естественному лесовосстановлению возможно осуществлять путем минерализации или рыхления поверхности почвы, за счет чего создаются условия для успешного прорастания семян и сохранности всходов. При возможности на нарушенных участках в качестве обсеменителей оставляются все живые и сомнительные средневозрастные, спелые или перестойные деревья главных лесобразующих пород. В зависимости от породного состава и характера размещения оставляются отдельные семенные деревья, их группы и куртины. На лесных участках с успешным естественным лесовосстановлением, где отмечается высокая плотность копытных животных и существует риск повреждения естественного возобновления, осуществляется огораживание участков по периметру. Прочность и высота изгороди должна предупредить возможное проникновение животных на участки.

Уход за самосевом и подростом хозяйственно ценных пород проводят, удаляя нежелательную часть сопутствующих второстепенных и кустарниковых пород, в основном березы, осины, ивы и др., и уничтожая травянистую растительность. В случаях, когда второстепенные породы могут играть положительную роль для подроста ценных пород с целью его сохранения и адаптации к новым условиям, выполняющую эту роль растения оставляются на необходимый период.

На гарях, возобновившихся второстепенными породами, при наличии молодого поколения леса хозяйственно ценных древесных пород в количестве более 2.0 тыс. шт./га кедра – более 0,5 тыс. шт./га проводят уход за

жизнеспособными экземплярами, удаляя второстепенные, заглушающие породы, а также травяной покров. При наличии трехкратного количества хозяйственно ценных древесных пород, при котором проведение лесовосстановительных мероприятий не требуется, уходы за хозяйственно ценными породами проводят коридорами шириной 3-4 м (Агеев, 2016а, 2016б)

#### 7.4 Искусственное лесовосстановление

На участках гарей, вырубок, шелкопрядников и полиграфников (полнота ниже 0,3) с отсутствием подроста проводятся мероприятия по созданию лесных культур.

При планировании очередности освоения лесокультурного фонда нарушенных участков предгорья Восточного Саяна предпочтение следует отдавать нарушенным лесным участкам, подверженным быстрому зарастанию высокостебельной растительностью, прежде всего – вейниками, или заболачиванию, а также участкам земель с высокопроизводительными почвами, на которых могут быть выращены насаждения высших классов бонитета (Павлов и др., 2012).

##### *Подготовка участка и выбор пород для создания лесных культур*

На нарушенных участках лесных земель (группы категорий лесокультурного фонда горельников 1 и 2) проводится вырубка сухостойных деревьев, расчистка от валежника, порубочных остатков и частичная раскорчевка пней на категориях 1а и 2б. В случае рубки погибших и ослабленных древостоев в поврежденных насаждениях, и очистки мест рубок на участках вырубленных гарей, шелкопрядниках и полиграфниках (группы категорий лесокультурного фонда горельников 3 и 4) лесовосстановление осуществляется аналогично лесовосстановлению на вырубках с учетом типа условий местопроизрастания.

На вырубленных и повторно прогоревших гарях, вырубках, прогоревших с наличием сгнивших и (или) прогоревших пней (группы категорий лесокультурного фонда горельников 5 и 6) на участках, предназначенных под создание лесных

культур не требуется предварительная расчистка и корчевка пней, и уборка захламленности.

На нарушенных участках лесных земель возможно создание чистых и смешанных лесных культур. Рекомендуемые к посадке древесные и кустарниковые породы для лесов предгорья Восточного Саяна представлены в таблице 7.1.

#### *Обработка почвы под лесные культуры*

Способ обработки почвы в предгорьях Восточного Саяна определяется в зависимости от типа почв, типа условий местопроизрастания, рельефа, видового состава живого напочвенного покрова и степени задернения нарушенных участков.

Сплошная обработка почвы возможна на нарушенных участках, характеризующихся 5 и 6 группой категорий лесокультурного фонда горельников, при крутизне склонов не более 6° и отсутствии ветровой и водной эрозии почв.

На остальных выделенных группах категорий наиболее целесообразна частичная обработка почвы механическим способом. Частичную обработку почвы применяют на захламленных участках; на участках вырубленных погибших насаждений; на участках, заросших лиственным молодняком и кустарником; на старых гарях, вырубках, шелкопрядниках, полиграфниках; на нарушенных лесных участках, где сплошная обработка может вызвать эрозионные процессы; а также на участках с избыточно увлажненными почвами, где при механической обработке почвы создаются микроповышения.

Без предварительной обработки почвы допускается создание лесных культур посадкой саженцев на хорошо очищенных вырубках с количеством пней до 500 шт./га (группы и подгруппы категорий лесокультурного фонда горельников 3а и 4а) при отсутствии опасности возобновления быстрорастущих лесных насаждений малоценных лесных древесных пород.

На свежих суглинистых почвах (вейниковые, кипрейные, злаковые, разнотравные типы леса) рекомендуется обработку почвы проводить полосами шириной от 0,3 до 1,0 м в зависимости от категории нарушенности, степени зарастания и высоты травяно-кустарничкового покрова. При слабом зарастании травяным покровом на разнотравных участках обработка почвы возможна путем

поверхностной минерализации фрезерными орудиями или удаления подстилки. При зарастании участков вейниками ширина минерализованной полосы должна быть не менее 1 м.

При обработке почвы на площадях с развитым травяным покровом ширина обработки должна быть не ниже высоты верхнего яруса травяного покрова. На дренированных участках и вырубленных (число пней до 600 шт./га) обильно зарастающих высокостебельной травянистой растительностью целесообразно использование плугов с большей шириной захвата (например ПЛП-135).

Наиболее эффективный способ обработки почвы, обеспечивающий быстрый рост видов требовательных к почвенному плодородию (сосна кедровая сибирская, ель сибирская, пихта сибирская) – создание микроповышений и пластов по расчищенным полосам с сохранением дернового горизонта почвы в типичных для них условиях местопроизрастания таежной зоны (даже на дренированных почвах).

На нарушенных участках с влажными (временно переувлажняемыми) суглинистыми и тяжелосуглинистыми почвами при обработке почвы обязательно создание микроповышений в виде пластов или гряд. В зависимости от условий высота микроповышений должна быть 15–30 см и ширина по верху не менее 50 см, глубина дренирующих борозд до 30 см.

Для нарезки пластов применяют плуг ПКЛ–70–5 с одноотвальным корпусом, плуг лесной полосный ПЛП–135 и плуг лесной ПЛ–2–50, а для формирования микроповышений в виде гряд плуг лесной ПЛМ–1,5, плуг дисковый ПДМ–1,7, и фрезу лесную шнековую ФЛШ–1,2.

#### *Методы создания лесных культур*

Вследствие быстро развивающейся травянистой растительности в районе исследования на свежих и влажных средних и тяжелых суглинистых почвах целесообразна только посадка. Агротехника работ по посадке леса выполняется в соответствии с разработанными проектами лесных культур и расчетно-технологическими картами (Приложение В).

Для посадки используется высококачественный посадочный материал. Сеянцы должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1 Приложений 1-40 к Правилам лесовосстановления.

В большинстве случаев лучшим сроком посадки леса является ранняя весна. Ранневесенняя посадка нецелесообразна для видов чувствительных к поздним весенним заморозкам (ель). Посадку необходимо производить до начала распускания почек. Оптимальным временем является период от даты перехода средней суточной температуры через  $+5^{\circ}\text{C}$  до даты перехода  $+10^{\circ}\text{C}$ .

Посадка лесных культур производится как ручным способом, так и механизированным.

На нарушенных участках лесных земель с развитым травяным покровом следует высаживать крупномерный посадочный материал.

При относительно равномерном размещении сохраненного подроста проводится рядовая механизированная дополнительная посадка саженцев с одновременной минерализацией почвы сошником лесопосадочной машины. Общее количество дополнения и сохраненного подроста должно быть на 15 % выше нормативов, приведенных в таблице 7.1. Для дополнительной посадки используют крупномерные растения высотой 40-60 см. Требования к срокам и технологии создания дополнения лесных культур такие же, как и при создании культур.

При посадке лесных культур саженцами, сеянцами с закрытой корневой системой допускается снижение количества высаживаемых растений до 2,0 тысяч штук на 1 гектаре.

#### *Противопожарное обустройство участков лесных культур*

При создании лесных культур обязательно предусмотреть их охрану от пожаров. Поскольку, зачастую созданные на нарушенных участках лесных земель лесные культуры, в том числе – и сомкнутые, погибают при последующих пожарах.

Для уменьшения пожарной опасности вновь создаваемых лесных культур перед посадкой следует очистить участок от напочвенных горючих материалов. Снижение пожарной опасности созданных лесных культур может достигаться

путем полосной подготовки почвы с агротехническими уходами, сохранения буферных лесных полос из лиственных пород. Для исключения перехода огня при верховых пожарах по границам участков при возможности желательно создавать противопожарные заслоны из лиственных пород шириной не менее 30 м. С целью предотвращения распространения низовых пожаров необходимо использовать агротехнические приемы. При создании лесных культур на нарушенных участках лесных земель проводится расчистка площадей и обработка почвы полосами. При проведении лесовосстановительных работ культивируют не все полосы, а через 100-150 м оставляют минерализованные полосы, которые обрабатывают одновременно с проведением уходов за лесными культурами. По границам выделяемых блоков в межполосных участках следует сохранять лиственные породы для повышения пожароустойчивости молодняков.

Предлагается для снижения вероятности гибели лесных культур от пожаров при возможности, создавать смешанные лесные культуры с участием в составе сосновых культур и культур темнохвойных лесообразующих пород (кедра и ели) лиственницы и (или) лиственных древесных и (или) кустарниковых пород с долей участия до 3-х единиц. Лиственницу в состав сосновых и темнохвойных культур предлагается вводить в эксплуатационных лесах.

Необходимо разбивать площади лесных культур, созданных на крупных нарушенных участках, на блоки площадью не более 20 га минерализованными полосами или полосами из лиственных пород или лиственницы. По периметру участка лесных культур желательна прокладка не менее двух минерализованных полос на расстоянии не менее 20 м с проведением профилактических выжиганий между ними. Минерализованные полосы желательно создавать с использованием дисковых орудий, например – дисковой бороны. Возможно минерализованные полосы заменить на полосы из огнеупорных травяных или кустарниковых растений. Например: картофеля, люпина, сахалинской гречихи, ольхи.

#### *Уходы за лесными культурами*

В районе исследования уходы в виде прополок начинаются с первого года, а количество их убывает от 3 - в первый год до 1 - на 4–5 год. Наиболее важными

считаются уходы в первую половину вегетационного периода, когда наиболее интенсивно растут не только культуры, но и травянистая растительность. В этот период уходы следует проводить чаще, с таким расчетом, чтобы не допустить разрастания травяно-кустарничковой и кустарниковой растительности и уплотнения поверхностного слоя почвы.

Во второй половине летнего периода, когда рост надземной части сосны прекращается, культуры значительно меньше угнетаются травяно-кустарничковой растительностью.

В предгорьях Восточного Саяна отмечаются достаточно благоприятные почвенно-климатические условия, в связи с чем количество уходов можно уменьшить до 1–2 в первый год, до 2 во второй год, 1–2 в третий год и 1 – в 4 год. Для культур сосны предлагается проводить уходы (скашивание травы в междурядьях и прополка в ряду культур) в первой половине июня, а для еловых культур в середине июня и в конце июля, перед интенсивным ростом культур.

Высокая приживаемость лесных культур в первые годы и даже их перевод в земли, на которых расположены леса, еще не является показателем того, что из культур будет получено запроектированное насаждение. При заглушении хвойных культур естественным возобновлением лиственных пород (осина, береза) необходимо проводить осветление, которое должно быть направлено либо на формирование чистых, либо смешанных хвойно-лиственных насаждений, как более пожароустойчивых.

В условиях ярко выраженной смены пород при частичной обработке почвы первое осветление культур следует начинать с возраста 3–4 лет, а на раскорчеванных полосах – с 5–6 лет.

На более богатых почвах с динамично развивающимся живым напочвенным покровом, целесообразно применять химический уход. Применение химических средств для борьбы с сорной травянистой и нежелательной лесной древесной растительностью допускается в исключительных случаях с учетом охраны окружающей среды в соответствии с законодательством Российской Федерации.

*Расчетно-технологические карты лесовосстановления нарушенных участков лесных земель*

Технология лесовосстановления на нарушенных участках включает комплекс операций по расчистке площади от погибших насаждений, подготовке почвы под посадку, посадка лесных культур, агротехнические и лесоводственные уходы (Приложение В).

Подготовка почвы на горельниках частичная, полосами, выбор ширины которых зависит от условий местопроизрастания.

На суглинистых свежих и влажных почвах в предгорьях Восточного Саяна предусматриваются технологические операции, приведенные в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Технологические карты лесовосстановления нарушенных участков лесных земель

Последовательность операций	Наименование работ	Состав агрегатов
1	2	3
1	Вырубка горельников:	
	Вариант 1	
1.1	Валка деревьев механизированная с формированием пачки (при среднем запасе на 1 га 200 м <sup>3</sup> )	ЛП-19 (Амкодор 2551)
2.1	Трелевка деревьев в пачках (расстояние вывозки до 100 м)	ТЛТ-100А (Амкодор 2661.01)
	Вариант 2	
1.2	Валка деревьев ручными бензомоторными пилами (при среднем запасе на 1 га 200 м <sup>3</sup> ), 1 звено	Валочная бензопила
2.2	Трелевка деревьев в пачках (расстояние вывозки до 100 м)	ТБ-1М
3	Очистка полос от порубочных остатков (ширина полос 3 м)	ТЛТ-100А + ПС-2,4
4	Частичная раскорчевка площади от пней в виде полос шириной 3 м с расстоянием между центрами полос 5-6 м	ТЛТ-100А (ТТ-4) + КМ-1
5	Трелевка пней на расстояние до 100 м	ТЛТ-100А
6	Механическая обработка почвы:	
	Вариант 1	
6.1	Подготовка гряд фрезерованием на песчаных и супесчаных почвах с расстоянием между центрами полос до 5 м	ТЛТ-100А + ФЛШ-1,2
	Вариант 2	
6.2	Создание посадочного гребня по центру обрабатываемой полосы с расстоянием между центрами полос до 5 м	ТЛТ-100А + ПЛД-1,2
	Вариант 3	
6.3	Создание посадочной гряды с бороздами по бокам с расстоянием между центрами полос до 5 м	ТЛТ-100А + ПЛМ-1,5

## Окончание таблицы 7.2

1	2	3
7	Опашка площади двойной мин. Полосой, км	МТЗ-82+КЛБ-1,7
8	Посадка лесных культур	
	Вариант 1	
8.1	Ручная посадка с использованием стандартного посадочного материала с открытой корневой системой при норме посадки 3000 шт./га, 1 звено	Посадочный меч (посадочная лопата)
8.2	Ручная посадка с использованием стандартного посадочного материала с закрытой корневой системой при норме посадки 2000 шт./га, 1 звено	Посадочная труба
	Вариант 3	
8.3	Механизированная посадка лесопосадочной машиной	ТЛТ-100А + ЛМД-2
9	Агротехнические уходы за лесными культурами в рядах	
9.1	Механизированные	МТЗ-82 + КДС-1,8
9.2	Ручные	Триммер
10	Агротехнические уходы за лесными культурами междурядьях	ТЛТ-100А – КУЛ 2А

Выбор технологии лесовосстановления, как системы, включающей необходимые последовательные операции, должен подбираться с учетом лесорастительных условий для каждого конкретного участка.

Основная часть нарушенных участков лесных земель в предгорьях Восточного Саяна представлена гарями и горельниками. В этом случае возможно применение алгоритма выбора действий по лесовосстановлению гарей, который представлен на рисунке 7.1. Типовые технологические карты с комплексом применимых машин и агрегатов представлен в таблице 7.2.

На нарушенных участках лесных земель в резервных лесах создание лесные культур не предполагается. В эксплуатационных лесах предпочтение стоит отдавать чистым монопородным насаждениям целевых хозяйственных пород. В защитных лесах наоборот, с целью выполнения функциональных задач, создавать необходимо смешанные по составу насаждения с участием главной и сопутствующих пород (поликультуры). При создании смешанных культур стоит применять следующие способы смешения: порядное – чередование ряда главной породы с рядом сопутствующей; кулисное – чередование нескольких рядов главной породы с несколькими рядами сопутствующей.

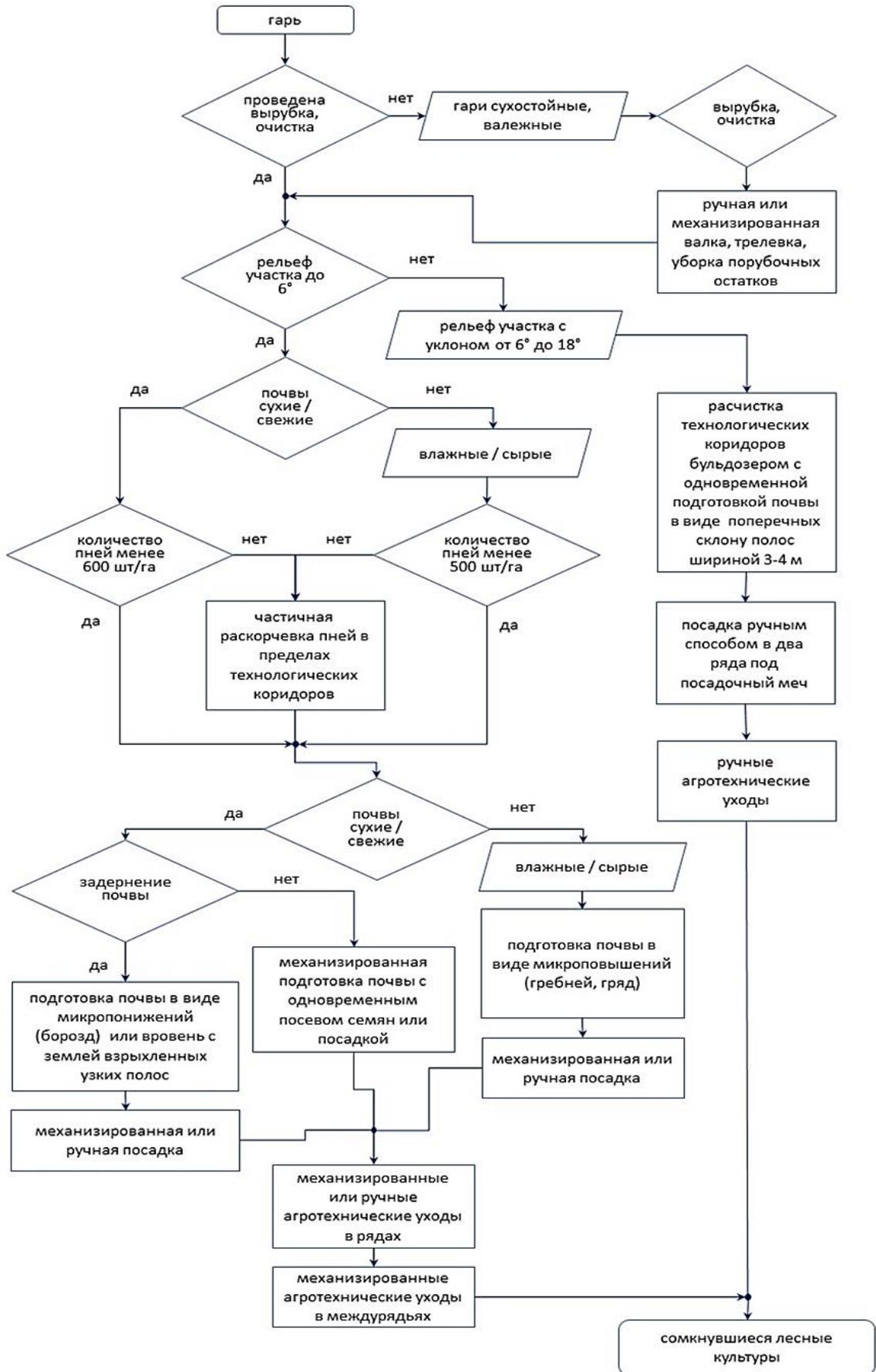


Рисунок 7.1 – Алгоритм выбора действий по лесовосстановлению на гарях

## Выводы

На основе выявленных закономерностей предложены оптимальные способы и технологии лесовосстановления нарушенных участков лесных земель для наиболее представленных в предгорьях Восточного Саяна лесорастительных условий.

В том числе:

Предложена классификация нарушенных участков лесных земель по необходимости проведения и видам лесовосстановительных мероприятий.

На основании Правил лесовосстановления для нарушенных участков лесных земель подобраны оптимальные способы лесовосстановления в зависимости от типа условий местопроизрастания, категории нарушенности участков лесных земель и предложен оптимальный видовой состав пород, рекомендуемых к посадке с учетом целевого назначения лесов (эксплуатационные или защитные).

Предложен алгоритм выбора мероприятий по лесовосстановлению на горях, как основного вида нарушенности в предгорьях Восточного Саяна в зависимости от категории состояния нарушенного участка (согласно предложенной классификации), рельефа, типа условий местопроизрастания.

Предложены технологии лесовосстановления и разработаны расчетно-технологические карты лесовосстановления нарушенных участков лесных земель (согласно предложенной классификации), учитывающие состояние и особенности и естественного лесовосстановления нарушенных участков лесных земель региона.

Применение предложенных способов и технологий позволит оптимизировать лесовосстановительные мероприятия на нарушенных участках лесных земель в предгорьях Восточного Саяна и предотвратить увеличение площади, незанятыми лесными насаждениями земель.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В предгорьях Восточного Саяна на санитарное состояние представленных в регионе лесных формаций значительное влияние оказывают пожары, рубки и насекомые-вредители (шелкопряд сибирский и уссурийский полиграф). Вследствие воздействия нарушающих факторов отмечается ухудшение санитарного состояния всех исследованных лесных насаждений. При этом худшим санитарным состоянием отличаются насаждения, поврежденные шелкопрядом сибирским и полиграфом уссурийский, характеризующиеся как - «усыхающие» и «погибшие».

На нарушенных участках лесных земель отмечается разрастание густого двух- трех- ярусного травяного покрова, характеризующегося большим запасом, а на переувлажненных почвах - сохранение мощного мохового покрова и накопление опада хвои с поврежденных деревьев, что препятствует успешному естественному лесовосстановлению.

Успешное естественное лесовосстановление на нарушенных участках лесных земель в регионе отмечается только в пихтовых насаждениях, поврежденных уссурийским полиграфом.

Успешному росту и развитию лесных культур в регионе исследований препятствует поселение в рядах хвойных культур густого березового подроста.

Значительные площади, созданных лесных культур и поселившихся на нарушенных участках лесных земель молодняков, уничтожаются лесными пожарами.

На основе проведенных исследований разработаны способы и технологии лесовосстановления, включая предложения по выращиванию посадочного материала основных лесобразующих пород, основанные на выявленных особенностях состояния и закономерностях естественного лесовосстановления на нарушенных участках лесных земель.

Предложены подходы, обеспечивающие интенсификацию выращивания посадочного материала основных лесобразующих пород характерных для

предгорья Восточного Саяна:

- опытным путем доказано, что при выращивании посадочного материала ели сибирской с открытой корневой системой последовательное применение биопрепаратов в следующих вариантах: Феровит / Гетероауксин / Гетероауксин; Цитовит / Эпин / Гетероауксин; Вода / Гетероауксин / Гетероауксин; Вода / Эпин / Гетероауксин, а также обособленное применение биопрепарата Вэрва-ель позволяет получить сеянцы с улучшенными качественными характеристиками. Кроме того, применение рекомендуемых биопрепаратов способствует сокращению срока выращивания сеянцев ели сибирской с 3-4-х лет до 2-х лет.;

- предложена технология выращивания сеянцев с закрытой корневой системой в условиях открытого грунта, что позволит наладить производство данного типа посадочного материала непосредственно в лесничествах;

- подтверждено, что при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой применение биопрепаратов (для сосны обыкновенной - Циркон (0,02 %) и Феровит (0,15 %), для лиственницы сибирской - Рибав (0,001 %), НВ-101 (0,05 %), и Эпин (0,002 %)) позволит выращивать сеянцы с улучшенными качественными характеристиками, имеющие высокие показатели приживаемости и сохранности на лесокультурной площади;

- подтверждено, что выращивание сеянцев березы повислой с закрытой корневой системой в условиях открытого грунта с использованием биопрепарата Рибав (0,001 %) дает возможность получать качественный посадочный материал, необходимый для создания смешанных пожароустойчивых культур, в течение одного вегетационного сезона.

Предложена классификация нарушенных участков лесных земель по необходимости проведения и видам лесовосстановительных работ и для каждой выделенной категории участков предложены оптимальные способы и технологии лесовосстановления и алгоритм выбора мероприятий в зависимости от категории состояния, типа условий местопроизрастания и количества сухостойных деревьев, валежа и пней.

Внедрение предложенных разработок позволит минимизировать затраты на

лесовосстановление и будет способствовать предотвращению сокращения площади земель, занятых лесной растительностью, и обеспечению устойчивого и неистощительного лесопользования в низкогорных районах юга Сибири.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Авдеева Е.В., Ровных Н.Л., Иванов Д.В., Сухенко Н.В., Кухар И.В., Калинин М.Д. Российский и мировой опыт выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой // Хвойные бореальные зоны, 2022, № 4, С. 250-258.

Агеев А.А. Воспроизводство лесов. — Дивногорск: Федеральное автономное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт повышения квалификации работников лесного хозяйства», 2016б. — 90 с.

Агеев А.А. Планирование и организация мероприятий по воспроизводству лесов. — Дивногорск: Федеральное автономное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт повышения квалификации работников лесного хозяйства», 2016а. — 71 с.

Агеев А.А., Салцевич Ю.В., Буряк Л.В. Комплексное применение биостимуляторов при выращивании семян ели (*Picea obovata* L.) // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2023, № 2 (392), С. 73-87.

Агеев А.А., Хохлик К.А., Салцевич Ю.В. Влияние биостимуляторов на показатели всхожести семян *Picea obovata* // Actuaiscience, 2017, Т. 3, № 2, С. 9-10.

Акулин Е.В. Сибирский шелкопряд в Красноярском крае // Теория и практика современной науки, 2020, № 5 (59), С. 96-98.

Ананьев Е.М., Гоф А.А., Шубин Д.А., Усов М.В. Выращивание посадочного материала в лесном селекционно-семеноводческом центре Алтайского края // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2017, № 47, С. 91-95.

Ананьев М.Е., Парамонов Е.Г. Влияние биологически активных веществ на рост семян сосны обыкновенной // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2011, № 2 (76), С. 40-43.

Ангаро-Илимский край. Предварительный отчет о ботаническом исследовании в Сибири и Туркестане в 1909 г.: / рук. Ганешин С.С. — Санкт-Петербург, 1912. — 120 с.

Андреева Е.М., Стеценко С.К., Кучин А.В., Терехов Г.Г., Хуршкайнен Т.В. Влияние стимуляторов роста природного происхождения на проростки хвойных пород // Лесотехнический журнал, 2016, № 3, С. 10-19.

Андреева Е.М., Стеценко С.К., Кучин А.В., Терехов Г.Г., Хуршкайнен Т.В. Использование биопрепаратов при выращивании сеянцев сосны обыкновенной в питомниках на Среднем Урале // Современные подходы и методы в защите растений, 2018, С. 69-71.

Андреева Е.М., Стеценко С.К., Терехов Г.Г. Включение биопрепаратов Вэрва и Вэрва-ель в агротехнику выращивания посадочного материала хвойных пород // Вэрва - комплексные биопрепараты для растениеводства. — Сыктывкар: Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2020. — С. 187-225.

Андреева Е.М., Стеценко С.К., Терехов Г.Г. Влияние выжимания на рост сеянцев ели сибирской в питомнике // Лесохозяйственная информация, 2022, № 4, С. 15-21.

Андреева Е.М., Стеценко С.К., Терехов Г.Г., Хуршкайнен Т.В., Кучин А.В. Применение природных биопрепаратов из хвойного сырья в искусственном лесовосстановлении // VI Материалы и доклады международной научно-практической конференции Современные синтетические методологии для создания лекарственных препаратов и функциональных материалов. — Екатеринбург, 2022. — Т. X-11. — С. 287.

Анучин Н.П. Лесная таксация. — 5. — Москва: Лесная промышленность, 1982. — 552 с.

Арцыбашев Е.С. Влияние пожаров на лесные биогеоценозы // Биосфера, 2014, Т. 6, № 1, С. 53-59.

Бабинцева Р.М., Дашко Н.В. Формирование темнохвойных молодняков на вырубках равнинных лесов Западной Сибири // Процессы формирования лесов Сибири, 1975, С. 64-83.

Бабой С.Д., Голубев Д.В. Дистанционные наблюдения за массовым распространением сибирского шелкопряда и полиграфа уссурийского в лесах Красноярского края // Сборник статей по материалам VII Всероссийской научно-практической конференции Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций. — Железногорск, 2017. — С. 96-99.

Багаев Е.С., Макаров С.С., Багаев С.С., Чудецкий А.И. Береза карельская в Центральной России: биологические особенности и перспективы воспроизводства. — Пушкино: ВНИИЛМ, 2022. — 125 с.

Байрамбеков Ш.Б., Мохамед С.М., Абакумова А.С. Влияние обработки регулятором роста «Циркон» на урожайность различных культур // Естественные науки, 2009, № 4 (29), С. 43-48.

Бакшеева Е.О., Головина А.Н., Морозов С.А. Лесовозобновление и пожароопасность пихтовых насаждений, поврежденных полиграфом уссурийским // Хвойные Бореальной Зоны, 2021, Т. 39, № 6.

Баранчиков Ю.Н., Кондаков Ю.П. Последствия вспышек массового размножения сибирского шелкопряда // Сохранение биологического разнообразия приенисейской Сибири, 2000, Т. Ч.1, № Красноярск, С. 21-23.

Баранчиков Ю.Н., Петько В.М., Астапенко С.А., Кривец С.А., Акулов, Е.Н. Уссурийский полиграф - новый агрессивный вредитель пихты в Сибири // Вестник Московского Государственного университета леса - Лесной вестник, 2011, № 4, С. 78-81.

Барталев С.А., Стыщенко Ф.В. Спутниковая оценка гибели древостоев от пожаров по данным о сезонном распределении пройденной огнем площади // Лесоведение, 2021, № 2, С. 115-122.

Барталев С.А., Стыщенко Ф.В., Егоров В.А., Лупян Е.А. Спутниковая оценка гибели лесов России от пожаров // Лесоведение, 2015, № 2, С. 83-94.

Бартенев И.М. К вопросу создания лесных культур посадкой ПМЗК // Лесотехнический журнал, 2013, № 2, С. 123-130.

Белов Л.А., Вараксина Р.А. Лесообразовательный процесс на сплошных вырубках Сысертского лесничества // Леса России и хозяйство в них, 2018, № 3 (66), С. 27-44.

Белосеркович А.В. Роль лесных пожаров в изменении экосистем в региональном аспекте Хабаровского края // Молодой ученый, 2016, № 3 (107), С. 381-385.

Беляева Н.В., Грязькин А.В., Кази И.А. Влияние выборочных рубок на развитие нижних ярусов растительности // Лесной вестник, 2012, № 3, С. 34-41.

Бердникова В.Н., Бобрецова В.М., Горлышева К.А. Экологические проблемы лесных зон // Международный студенческий научный вестник, 2018, № 5, С. 289-291.

Блукет Н.А., Емцев В.Т. Ботаника с основами физиологии растений и микробиологии [Текст]. — 2-е. — Москва: Колос, 1974. — 560 с.

Бобринев В.П., Пак Л.Н. Сроки посадки лесных культур в лесной зоне Забайкальского края // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2014, № 5 (1), С. 75-78.

Бобушкина С.В. Приемы повышения эффективности производства посадочного материала хвойных пород с закрытой корневой системой в архангельской области // Лесной вестник, 2021, Т. 25, № 6, С. 45-54.

Бобылев Д.В. Оптимизация минерального питания в питомнике на черноземе Тамбовской области : Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / Д.В. Бобылев. — Мичуринск: Всероссийский научно-исследовательский институт им. И.В. Мичурина, 2000. — 22 с.

Бугаев В.А. Лесное хозяйство ленточных боров Алтайского края. — Барнаул: Алтайское книжное издательство, 1988. — 312 с.

Будыкина Н.П., Алексеева Т.Ф., Хилков Н.И. Эффективность фиторегулятора Эпин экстра и микроэлементного препарата цитовит в защищенном грунте // Агрехимический вестник, 2010, № 2.

Бузыкин А.И., Побединский А.В. К вопросу учета подроста и самосева // Тр. ИЛиД СО АН СССР, 1963, С. 185-191.

Бузыкин А.И., Пшеничникова Л.С. Формирование сосново – лиственных молодняков. — Новосибирск, 1980. — 175 с.

Бурдин Н.А. О проблеме нелегальных рубок леса // Лесной вестник, 2007, № 3, С. 27-32.

Буряк Л.В. Влияние низовых пожаров на формирование светлохвойных насаждений юга Средней Сибири. — Красноярск: СибГТУ, 2003. — 195 с.

Буряк Л.В., Каленская О.П., Кукавская Е.А., Лузганов А.Г. Зонально-географические особенности воздействия пожаров на лесообразование светлохвойных насаждений юга Сибири. — Новосибирск: Наука, 2022. — 284 с.

Буряк Л.В., Каленская О.П., Сухинин А.И., Пономарев Е.И. Последствия пожаров в ленточных борах юга Сибири // Сибирский экологический журнал, 2011, № 3, С. 135-140.

Буряк Л.В., Кукавская Е.А., Иванов В.А., Малых О.Ф., Котельников Р.В. Оценка пожарной опасности и ее динамики в лесных районах Сибири // Лесоведение, 2021, № 4, С. 339-353.

Валендик Э.Н., Векшин В.Н., Верховец С.В., Забелин А.И., Иванова Г.А., Кисляхов Е.К. Управляемый огонь на вырубках в темнохвойных лесах. — Новосибирск: СО РАН, 2000. — 209 с.

Валендик Э.Н., Векшин В.Н., Иванова Г.А., Кисляхов Е.К., Перевозникова В.Д., Брюханов А.В., Бычков В.А., Верховец С.В. Контролируемые выжигания на вырубках в горных лесах. — Новосибирск: СО РАН, 2001. — 172 с.

Валендик Э.Н., Верховец С.В., Кисляхов Е.К. Роль шелкопрядников в горимости лесов Нижнего Приангарья // Лесное хозяйство, 2004, № 6, С. 27-29.

Валендик Э.Н., Верховец С.В., Кисляхов Е.К., Иванова Г.А., Брюханов А.В., Косов И.В., Голдаммер И.Г. Технологии контролируемых выжиганий в лесах Сибири. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2011. — 160 с.

Валендик Э.Н., Иванова Г.А. Пожарные режимы в лесах Сибири и Дальнего Востока // Лесоведение, 2001, № 4, С. 69-79.

Валендик Э.Н., Иванова Г.А. Экстремальные пожароопасные сезоны в бореальных лесах Средней Сибири // Лесоведение, 1996, № 4, С. 12-19.

Валендик Э.Н., Рыбников В.Ю., Перевозникова В.Д. Лесовозобновление на вырубках в темнохвойных лесах после контролируемых выжиганий // Лесное хозяйство, 2007, № 4, С. 23-25.

Валендик, Э.Н. Районирование территории Сибири и Дальнего Востока по условиям возникновения крупных лесных пожаров // Методы и средства борьбы с лесными пожарами. М.: ВНИИЛМ, 1986, С. 102-118.

Вараксин Г.С. Искусственное лесовосстановление в равнинных условиях Южной тайги Сибири : Автореферат на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Г.С. Вараксин. — Красноярск: Институт леса им. В.П. Сукачева СО РАН, 2004. — 44 с.

Вараксин Г.С. Создание лесных культур в подзоне южной тайги Красноярского края. — Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2000. — 20 с.

Вараксин Г.С., Ибе А.А. Оптимальные сроки посадки культур темнохвойных пород на севере Иркутской области // Вестник КрасГАУ, 2007, № 5, С. 80-83.

Васильев Я.Я. Леса и лесовозобновление в районах Братска, Илимска и Усть-Кута : Тр. СОПС АН СССР. Серия сибирская. — 2. — 1993. — 111 с.

Верзилов В.Ф. Инструкция по применению стимуляторов роста при пересадке древесных растений. — Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1953. — 20 с.

Верхунов П.М. Генезис и возрастное строение современных сосновых лесов Сибири // Лесоводственные исследования в лесах Сибири. - Красноярск, 1970, № 2, С. 7-58.

Владимирова Н., Крылов А., Милаковский Б., Пуреховский А. Влияние дорог и рубок на гибель от пожаров лесов юга Дальнего Востока // Устойчивое лесопользование, 2017, № 2 (50), С. 5-9.

Возмищева А.С., Перепелкина П.А. Влияние синузий травяно-кустарникового яруса на параметры подроста в северных и южных широколиственно-кедровых лесах Дальнего Востока // Современные проблемы науки и образования, 2015, № 6.

Вонский С.М. Интенсивность огня низовых лесных пожаров и ее практическое значение. — Ленинград: ЛенНИИЛХ, 1957. — 52 с.

Гаджиев С.Г., Самусь В.А., Лукуть Т.Ф., Павлючик А.С. Влияние качества посадочного материала на скороплодность и продуктивность деревьев яблони в садах разной плотности посадки // материалы Международной научной конференции: Актуальные проблемы освоения достижений науки в промышленном плодоводстве. — Минск, 2002. — С. 82-87.

Галдина Т.Е. Оценка влияния биостимуляторов на состояние и качество семян сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) // IV Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум». — Москва, 2012. — С. 11-14.

Галдина Т.Е., Шевченко К.В. Оценка влияния биостимуляторов на состояние и качество семян ели европейской // Студенческий научный форум IV Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум». — Воронеж, 2012. — С. 150.

Гераськина А.П., Тебенькова Д.Н., Ершов Д.В., Ручинская Е.В., Сибирцева Н.В., Лукина Н.В. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем // Вопросы лесной науки, 2021, Т. 4, № 2, С. 1-76.

Глазкова О.П. Естественное возобновление пихты сибирской (*Abies sibirica*) и состояние подлеска и подроста в пихтарниках, поврежденных уссурийским полиграфом (*Polygraphus proximus* Blandf.) // X Всероссийская конференция «Молодёжь и наука». — Красноярск: СФУ, 2014.

Гниненко Ю.И., Баранчиков Ю.Н. Факторы биологической регуляции популяций сибирского шелкопряда и их использование в защите леса // Сибирский лесной журнал, 2021, № 5, С. 9-25.

Горяева Е.В., Кочеткова О.И., Леонов А.П. Влияние технологий лесозаготовок на естественное возобновление при сплошных рубках // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2006, № 15, С. 72-75.

ГОСТ 13056.6-97 Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. — Центральная лесосеменная станция Федеральной службы лесного хозяйства России, 1998.

«Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов», разрешенных к применению на территории Российской Федерации. — Минсельхоз России, Москва, 2016.

Гоф А.А., Жигулин Е.В., Залесов С.В. Причины низкой приживаемости семян сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в ленточных борах Алтая // Успехи современного естествознания, 2019, № 12 (часть 1), С. 9-13.

Гречкин В.П. Сибирский шелкопряд (*Dendrolimus sibiricus* Tschetw.) - вредитель лесов Монголии // Зоологический журнал, 1960, Т. 39, № 1, С. 84-96.

Грибанов Л.Н. Степные боры Алтайского края и Казахстана. — Москва - Ленинград: Гослесбумиздат, 1960. — 1960 с.

Грибков В.В. Предпосевная обработка семян хвойных пород растворами микроэлементов // Научно-техническая конференция МЛТИ. — Москва, 1960.

Гугелев С.М. Заготовка и транспортировка сортиментов // Лесн. пром-ть, 1993, № 5-6, С. 15-16.

Гурин А.Г. Физиологические аспекты применения минеральных удобрений в плодово-декоративном питомнике // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 2016, Т. 3, № 51, С. 92-98.

Гурин А.Г., Резвякова С.В. Оводненность и транспирация листьев саженцев плодовых и декоративных пород в зависимости от условий выращивания // Современное садоводство, 2014, № 1 (9), С. 45-51.

Гурин А.Г., Резвякова С.В., Сычева И.И. Выход посадочного материала садовых культур в зависимости от предпосадочной обработки почв // Плодоводство и яговодство России, 2014, Т. 40, № 2, С. 98-104.

Гурьянова Ю.В., Рязанова В.В. Формирование площади листьев и содержание хлорофила в листьях при минеральном питании // Вестник Мичуринского ГАУ, 2012, № 4, С. 30-31.

Дебков Н.М. Особенности возобновительных процессов пихтовых лесов в связи с трансформацией их микромозаичной организации под воздействием уссурийского полиграфа // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2017, Т. 33, № 1, С. 5-16.

Дебков Н.М. Структура возобновления древостоев из подроста в южной тайге Томской области // Молодой ученый, 2012, № 6, С. 91-94.

Демаков Ю.П., Калинин К.К., Иванов А.В. Послепожарный отпад в сосняках и его прогнозирование, 1982, № 6, С. 51-53.

Демаков Ю.П., Романов Е.М., Краснов В.Г., Нуреева Т.В. Опыт искусственного восстановления лесов в Среднем Поволжье и дальнейшая стратегия действий по его совершенствованию: Лес. Экология. Природопользование // Вестник ПГТУ, 2021, № 1 (49), С. 23-46.

Домасевич А.А., Ефремов А.Л. Анализ радиационной обстановки и перспективы лесовосстановления в ГЛХУ «Столинский лесхоз» // Труды БГТУ. Лесное хозяйство, 2010, № 18, С. 172-174.

Домнина Е.А., Черезова С.Н. Влияние универсального стимулятора «Феровит» на формирование надземной массы комнатных растений // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием Экология родного края: проблемы и пути решения. — 2016. — Т. 1. — С. 275-276.

Дорожкина Л.А., Пузырьков П.Е., Добрева Н.И., Рыбина В.Н. Циркон, Эпин-экстра и Силиплант в инновационных технологиях возделывания зерновых культур // Зерновое хозяйство России, 2011, № 4, С. 40-45.

Дроздов И.И., Шадрин А.А., Шадрина С.А. Искусственное лесовосстановление на сплошных вырубках в Европейской части России // Лесной вестник, 2005, № 6, С. 5-7.

Дудин В.А. Проблема использования и восстановления шелкопрядников в Томской области // Труды по лесному хозяйству Сибири. — Новосибирск: Сибирское отделение АН СССР, 1958. — С. 262-268.

Душа-Гудым С.И. О противопожарном устройстве лесов СССР // Современные исследования типологии и пирологии леса. — Архангельск, 1976. — С. 108-115.

Дьяченко А.Е. О значении стратификации семян некоторых хвойных и лиственных пород // Труды ВНИАЛМИ. — 1937.

Евдокименко М.Д. Динамика лесной подстилки в сосняках Забайкалья после низовых пожаров // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. — Москва: Наука, 1983. — С. 62.

Евдокименко М.Д. Пирогенные трансформации гидротермического режима почвы в сосновых лесах Забайкалья // Материалы всероссийской конференции с международным участием Пожары в лесных экосистемах Сибири. — Красноярск, 2008. — С. 122-125.

Егорова А.В. Использование биостимуляторов при выращивании посадочного материала хвойных пород // StudArctic Forum, 2016, № 1 (1), С. 38-41.

Егорова А.В. Использование регуляторов роста в лесопитомниках // StudArctic forum, 2019, № 4 (16).

Екимова Д.В. Ход естественного возобновления в сосновых и еловых типах леса в Емцовском учебно-опытном лесхозе // Молодой ученый, 2020, № 24 (314), С. 137-139.

Ермоленко П.М. Сосновые леса Восточного Саяна. — Красноярск: ИЛиД, 1987. — 148 с.

Ефименко В.М. Выращивание смешанных сосновых насаждений // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2004, № 9, С. 17-20.

Ефименко В.М. Особенности роста сосны при различных способах смешения с березой и елью // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2005, № 12, С. 15-17.

Ефимова И.Л., Юрков А.П. Новые приемы агроэкологии для повышения качества посадочного материала яблони // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2015, № 4 (55), С. 73-77.

Ефремов Д.Ф., Швиденко А.З. Долговременные экологические последствия катастрофических лесных пожаров в лесах Дальнего Востока и их вклад в глобальный процессы // Управление лесными пожарами на экорегиональном уровне, 2004, С. 66-73.

Жигунов А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой для лесовосстановления : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / А.В. Жигунов. —

Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 1998. — 46 с.

Жигунов А.В., Гомельский Ю.Н., Маслаков Е.Л. Производство посадочного материала «Брикет» : Методические рекомендации. — Ленинград: ЛенНИИЛХ, 1990. — 30 с.

Заблоцкий В.И., Черных В.А., Фуряев В.В. Стратегия повышения пожароустойчивости и снижения горимости ленточных боров Алтая // Лесное хозяйство, 2003, № 3, С. 38-40.

Закревский П.Б. Аргументы в пользу используемого норматива // Лесн. промышленность, 1988, № 7, С. 10-16.

Залесов С.В. Демутационные процессы на пройденных лесными пожарами площадях // Охрана лесов от пожаров в современных условиях. — Хабаровск, 2002. — С. 206-209.

Залесов С.В., Ведерников Е.А., Залесова Е.С., Иванчина Л.А., Эфа Д.Э. Определение санитарного состояния древостоев // Успехи современного естествознания, 2018, № 4, С. 54-61.

Залесов С.В., Платонов Е.П., Лопатин К.И. Естественное лесовосстановление на вырубках Тюменского севера // ИВУЗ. Лесн. жур., 1996, № 4-5, С. 51-58.

Иванова Г.А. Зонально – экологические особенности лесных пожаров в сосняках Средней Сибири : Автореферат диссертации доктора биологических наук / Г.А. Иванова. — Красноярск, 2005. — 40 с.

Иванова Г.А. Лесопожарная роль доминантов напочвенного покрова в сосняках разнотравно-брусничных : Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / Г.А. Иванова. — Красноярск, 1985. — 21 с.

Иванова Г.А., Конард С.Г., Макрае Д.Д., Безкоровайная И.Н., Богородская А.В., Жила С.В., Иванов В.А., Иванов А.В., Ковалева Н.М., Краснощекова Е.Н., Кукавская Е.А., Орешков Д.Н., Перевозникова В.Д., Самсонов Ю.Н., Сорокин Н.Д., Тарасов П.А., Цветков П.А., Шишкин А.С. Воздействие пожаров на компоненты экосистемы среднетаежных сосняков Сибири. — Новосибирск: Наука, 2014. — 232 с.

Иличев Ю.Н. Вопросы пожароустойчивости и выживаемости культур сосны после низовых пожаров // Гео-Сибирь, 2010, Т. 3, № 2, С. 215-218.

Ильичев Ю.Н., Бушков Н.Т., Тараканов В.В. Естественное лесовосстановление на горях Среднеобских боров. — Новосибирск, 2003. — 196 с.

Ишутин Я.Н. Влияние лесных пожаров на дерново-подзолистые почвы ленточных боров // Почвенно-агрономические проблемы Западной Сибири. — Барнаул, 2000. — С. 137-143.

Ишутин Я.Н. Лесовосстановление на горях в ленточных борах Алтая. — Барнаул: Алтайский университет, 2004. — 112 с.

Ищук Т.Н., Беляева Н.В. Особенности формирования высокопродуктивных ельников из смешанных березово-еловых древостоев рубками ухода за лесом. — Санкт-Петербург: Галаника, 2023. — 248 с.

Кабанова С.А., Борцов В.А., Данченко М.А. Результаты опыта по предпосевной обработке семян и выращиванию сеянцев березы повислой в закрытом грунте // Лесотехнический журнал, 2019, Т. 9, № 3 (35), С. 16-24.

Калачев А.А., Архангельская Т.А., Парамонов Е.Г. Влияние полноты древостоя на жизнеспособность пихтового подростка в условиях Рудного Алтая // Мир науки, культуры, образования, 2013, № 1 (38), С. 328-331.

Каленская О.П., Буряк Л.В., Толмачев А.В. Влияние низовых пожаров на состояние сосновых насаждений в равнинной части национального парка «Шушенский бор». — Красноярск: СибГТУ, 2010. — 132 с.

Калинин К.К. Особенности искусственного лесовосстановления в сосновых насаждениях на крупных горях Среднего Заволжья // Лес. Экология. Природопользование, 2009, № 3, С. 25-39.

Калиниченко П.П., Писаренко А.И., Смирнов Н.А. Лесовосстановление на вырубках. — 2-е изд. — Москва: Экология, 1991. — 384 с.

Катаев О.А., Мозолевская Е.Г. Экология стволовых вредителей (очаги, их развитие, обоснование мер борьбы) : Учебное пособие. — Киев: ЛТА, 1981. — 88 с.

Кахнович Л.В. Фотосинтез: Методические рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний студентов. — Минск: Изд-во Белорусского государственного университета, 2003. — 88 с.

Кириенко М.А., Гончарова И.А. Влияние концентрации стимуляторов роста на грунтовую всхожесть семян и сохранность сеянцев главных лесобразующих видов Средней Сибири // Сибирский лесной журнал, 2016, № 1, С. 39-45.

Колесников Б.П. Растительность восточных склонов среднего Сихотэ-Алиня // Труды Сихотэ-Алиньского государственного заповедника, 1938, № 1, С. 25-207.

Колесников Б.П., Санникова Н.С., Санников С.Н. Влияние низовых пожаров на структуру древостоя и возобновление древесных пород в сосняке-черничнике и бруснично-черничном // Горение и пожары в лесу. — Красноярск, 1973. — С. 301-321.

Коломиец Н.Г. Изучение цикла массового размножения сибирского шелкопряда в лиственничных лесах Тувы // Труды Сибирского технологического института. - Красноярск, 1968, Т. 3, С. 247-255.

Коломиец Н.Г. Сибирский шелкопряд - вредитель равнинной тайги // Труды по лесному хозяйству западной Сибири. - Новосибирск, 1957, № 3, С. 61-76.

Кондаков Ю.П., Баранчиков Ю.Н., Черкашин В.П., Корец М.А. Районы массового размножения сибирского шелкопряда в Приенисейской Сибири : Проект USAID ФОРЕСТ. — Красноярск: ИЛ СО РАН им. В.Н.Сукачев, 2001.

Коновалов Н.А. Предпосевная обработка семян древесных растений // Сборник трудов по лесному хозяйству. — Уральский ЛТИ, 1954.

Коновалова М.Е., Кофман Г.Б., Назимова Д.И. Восстановление сукцессий в низкогорной подтайге Саян // Структурно-функциональная организация и динамика лесов: сб.ст, 2004, С. 316-318.

Коровин Г.Н., Исаев А.С. Охрана лесов от пожаров как важнейший элемент национальной безопасности России // Лесной бюллетень, 1998, Т. 8.

Коропачинский И.Ю. Материалы к изучению типов кедрово-лиственничных лесов Восточного Тунгус-Ола. — Красноярск: Тр. Сиб. Стехнол. ин-та, 1959. — 22 с.

Красильников П.К. Типы лесов Центральных Саян и их хозяйственное значение // Труды Ботанического института АН СССР, 1961, № 9, С. 49-150.

Краснощеков Ю.Н., Кузьмиченко В.В. Изменение зольного состава лесной подстилки при выжигании шелкопрядников в южной тайге Средней Сибири // Вестник КГУ, 2006, № 5, С. 110-117.

Кречетова Н.В., Крестова О.Ф., Любич Е.С. Справочник по лесосеменному делу. — Лесная промышленность, 1978. — 334 с.

Кривец С.А., Керчев И.А., Бисерова Э.М., Пашенова Н.В., Демидко Д.А., Петько В.М., Баранчиков Ю.Н. Уссурийский полиграф в лесах Сибири (распространение, биология, экология, выявление и обследование поврежденных насаждений). Методическое пособие. — Томск, 2015. — 48 с.

Крутовская Е.Н., Буторина Т.Н. Сезонное развитие горной тайги (выпуск II). — Красноярск, 1958.

Крылов Г.В., Таланцев Н.К., Куликов М.И., Демиденко В.П., Храмова Н.Ф. Лесовозобновительные процессы в лесах таежной зоны Западной Сибири // Возобновление леса. Научные труды ВАСХНИЛ, 1975, С. 252-272.

Кряжевских Н.А., Сорокин И.В. Состояние лесовосстановления после пожаров и сплошных рубок в условиях сосняков и березняков разнотравного типа леса // Леса России и хозяйство в них, 2020, № 2 (73), С. 72-79.

Кузнецова Н.Е. Технология и агротехника выращивания различных популяций жимолости съедобной // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 2001, № 273, С. 144-145.

Куприянов А.Н. Влияние повторных пожаров на восстановление сосновых насаждений в равнинной части Алтайского края // Эколого-географические аспекты лесообразовательного процесса. — Красноярск: СО РАН, 2009, С. 102-104.

Куприянов А.Н., Трофимов И.Т., Заблоцкий В.И., Макарычев С.В., Кудряшова И.В., Малиновских А.А., Бурмистров М.В., Стрелковский А.Н., Болотов А.Г., Беховых Ю.В., Рыжков Д.В., Балашова В.А., Малиновских А.Ю., Коренкевич Ю.С., Горетовская О.В. Восстановление лесных экосистем после пожаров. — Кемерово: КРЭОО «ИРБИС», 2003. — 262 с.

Курбатский Н.П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов : Вопросы лесной пирологии. — Красноярск, 1970. — 58 с.

Курбатский Н.П. Лесные пожары и их последствия. — Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1985. — 138 с.

Курбатский Н.П. Проблема лесных пожаров // Возникновение лесных пожаров. — М: Наука, 1964. — С. 5-60.

Курбатский Н.П. Техника и тактика борьбы с лесными пожарами. — М.: Гослесбумиздат, 1962b. — 164 с.

Курбатский Н.П. Техника и тактика тушения лесных пожаров. — Москва: Гослесбумиздат, 1962a. — 164 с.

Курбатский Н.П., Иванова Г.А. Пожароопасность сосняков лесостепи и пути ее снижения. — Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1987. — 111 с.

Курбатский Н.П., Цветков П.А. Охрана лесов от пожаров в районах интенсивного освоения на примере (на примере КАТЭЖа). — Красноярск: ИЛиД, 1986. — 150 с.

Лазарян М.Н. Исследование влияния комплексов стимуляторов роста и БАВ на рост и развитие сеянцев сосны крымской *Pinus nigra pallasiana* // VI Международный конкурс научно-исследовательских и творческих работ учащихся. — Пятигорск, 2015. — С. 27.

Лашинский Н.Н. Структура и динамика сосновых лесов Нижнего Приангарья. — Новосибирск: Наука Сиб. отд-ние, 1981. — 272 с.

Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ. — URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64299/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/) (дата обращения: 18.05.2021).

Лиханова Н.В. Изменение биоразнообразия и массы растений напочвенного покрова ельников средней тайги после сплошнолесосечной рубки // Известия Самарского научного центра РАН, 2012, Т. 14, № 1 (5), С. 1309-1312.

Лиханова Н.В. Роль растительного опада в формировании лесной подстилки на вырубках ельников средней тайги // Лесной журнал, 2014, № 3 (339), С. 52-66.

Луганский Н.А., Залесов С.В., Абрамова Л.П., Степанов А.С. Естественное лесовосстановление в Джабык-Карагайском бору // ИВУЗ. Лесной журнал, 2005, № 3, С. 49-53.

Лучшие стимуляторы роста: применение и характеристики. — URL: <https://moyadacha.temaretik.com/1073120194971569145/luchshie-stimulyatory-rosta-primeneniye-i-harakteristiki/> (дата обращения: 20.03.2022).

Лыткина Л.П. Восстановление лиственничных гарей в Центральной Якутии // Матер. Межд. конф. Освоение Севера и проблемы природовосстановления. — Сыктывкар, 2001b. — С. 171-172.

Лыткина Л.П. Восстановление растительности на лиственничных гарях Лено-Амгинского междуречья // Материалы III Российской конф. Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока. — Красноярск: КГПУ, 2001a. — С. 176-177.

Львов П.Н., Орлов А.И. Профилактика лесных пожаров. — Москва: Лесная промышленность, 1984. — 116 с.

Макарычев А.Н. Почвенно-физические условия лесовосстановления в горельниках юго-западной части ленточных боров Алтайского края // Восстановление нарушенных ландшафтов: сб. ст. — Барнаул, 2004, С. 59-65.

Марцинковский Л.А. Разработка рациональных методов очистки мест рубок с учетом лесорастительных условий в Красноярском крае (лиственничные и темнохвойные леса). — Красноярск: СибТИ, 1961. — 532 с.

Маслаков Е.Л., Мелешин П.И., Белостоцкий Н.Н. Производство посадочного материала «Брикет» : Методические рекомендации. — Ленинград: ЛенНИИЛХ, 1979. — 144 с.

Маслаков Е.Л., Мелешин П.И., Извекова И.М. Посадочный материал с закрытой корневой системой. — Москва: Лесн. пром-сть, 1981.

Медведева А.В. Лесные пожары как экологическая проблема // Молодой ученый, 2020, № 18 (308), С. 223-224.

Мелехов И.С. Влияние пожаров на лес. — М.-Л.: Гослестехиздат, 1948. — 122 с.

- Мелехов И.С. Лесоведение. — Москва: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. — 372 с.
- Мельниченко Н.П. Проблема лесовосстановления в шелкопрядниках Сибири // Academy, 2020, № 6 (57), С. 109-110.
- Мерзленко М.Д. Актуальные аспекты искусственного лесовосстановления // Лесной журнал, 2017, № 3, С. 22-30.
- Мерзленко М.Д., Захарова М.И. Влияние высоты семян на рост сосны в лесных культурах // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2015, № 1.
- Миддендорф А.Ф. Путешествие на северо-восток Сибири, 1867, С. 491-758.
- Минеральное питание семян древесных и кустарниковых пород // Труды Ин-та леса АН СССР. — 1955. — Т. 24.
- Мовчун А.В. Исследование роста, развития и питания семян и саженцев главных декоративных древесных и кустарниковых растений в зависимости от условий их выращивания : Дисс. канд. биол. наук. / А.В. Мовчун. — Минск: Академия наук БССР Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича, 1984. — 182 с.
- Мокроносов А.Т. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты : учеб. для студентов вузов, обучающихся по биолог. специальностям направления 020200 «Биология». — 2-е. — Москва: Academia, 2006. — 445 с.
- Молчанов А.А. Сосновый лес и влага. — Москва: АН СССР, 1953. — 138 с.
- Морозов А. Незаконные рубки леса в России. — Москва, 2002.
- Морозов Г.Ф. Учение о лесе. — 7-е. — Москва: Гослесбумиздат, 1949. — 455 с.
- Морозова И.В. Закономерности роста культур сосны в условиях сукцессии растительности на вырубках Южной Карелии : автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / И.В. Морозова. — Архангельск, 2011. — 16 с.
- Мосеев Д.С., Беляев В.В. О влиянии сплошных рубок леса на заморозки в Архангельской области // Матер. Межд. конф. Экология 2003. — Архангельск: Ин-т экологических проблем Севера УРО РАН, 2003. — С. 52.

Мосин В.И. Стимуляция всхожести семян сосны химическими реагентами // Труды Ин-та биологии УФАН СССР Физиология и экология древесных растений. — 1965.

Мочалов Б.А., Бобушкина С.В. Состояние и рост лесных культур сосны и ели, созданных из посадочного материала с открытыми и закрытыми корнями в средней и северной подзонах тайги Архангельской области // Труды СПбНИИЛХ, 2016, № 1, С. 64-71.

Мочалов Б.А., Бунтина М.Л., Бобушкина С.В. Использование стимуляторов из водной вытяжки коропометного компоста и гетероауксина при пикировке сеянцев сосны в контейнерах // Лесной журнал, 2015, № 5.

Мухортов Д.И., Нуреева Т.В., Ушнурцев А.В. О разработке новых технологий искусственного лесовосстановления: Лес. Экология. Природопользование // Вестник ПГТУ, 2014, № 4 (24), С. 85-88.

Назаренко Е.Б., Гамсахурдия О.В. Восстановление лесов: состояние, способы и перспективы // Лесной вестник, 2010, № 2, С. 137-141.

Новосельцева А.И., Смирнов Н.А. Справочник по лесным питомникам. — Москва: Лесная промышленность, 1983. — 280 с.

Огиевский В.В. Особенности искусственного лесовосстановления в лесной зоне Сибири // Лесное хозяйство, 1977, № 10, С. 36-38.

Однополова И.С. Агротехника выращивания сеянцев хвойных пород в питомнике Волжского лесничества // Сельскохозяйственные науки: Эпоха науки, 2017, № 9, С. 169-182.

Онучин А.А., Борисов А.Н. Влияние темнохвойных лесов Хамар-Дабана на формирование снежного покрова. Средообразующая роль лесных экосистем Сибири // Изд-во ИЛиД СО АН СССР, 1982, С. 95-105.

Осипенко А.Е., Ананьев Е.М., Гоф А.А., Савин В.В., Шубин Д.А. История искусственного лесовосстановления в ленточных борах Алтайского края // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2017, № 4 (66), С. 98-101.

Острошко В.В., Полещук В.А. Влияние стимулятора роста «Рибав-Экстра» на посевные качества семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Приморском крае // Вестник КрасГАУ, 2018, № 3, С. 247-256.

Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю. Влияние предпосевной обработки семян стимуляторами роста на их посевные качества // Вестник КрасГАУ, 2011, № 5, С. 12-15.

Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю., Острошенко В.Ю. Влияние коневой подкормки стимуляторами роста одно-двухлетних сеянцев пихты почкочешуйной на их дальнейший рост // Вестник КрасГАУ, 2015, № 10, С. 160-167.

Острошенко В.Ю., Чекушкина Т.Н. Эффективность применения стимулятора роста Циркона при проращивании семян сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) // Общая биология, 2017, Т. 19, № 2 (3), С. 491-495.

Отчет по лесопатологическому обследованию части лесов Балгазынского, Барун-Хемчикского, ТесХемского, Тандинского, Тоджинского, Туранского, Чаданского и Шагонарского лесхозов Министерства лесного хозяйства Тувинской АССР : / рук. Севастьянюк В.А., 1988.1987. — 278 с.

Отчет по лесопатологическому обследованию части лесов Балгазынского, Каа-Хемского, Кызылского, Тоджинского, Туранского, Чаданского и Шагонарского лесхозов Комитета по лесу Республики Тува : / рук. Севастьянюк В.А. — Москва, 1995.1994. — 132 с.

Отчет по лесопатологическому обследованию части лесов Каа-Хемского, Балгазынского, Тандинского, Туранского, Кызылского, Чаданского, Барун-Хемчикского лесхозов Тувинского управления лесного хозяйства Министерства лесного хозяйства РСФСР : / рук. Голутвин Г.И. — Москва, 1974. — 136 с.

Отчет по лесопатологическому обследованию части лесов Кызылского, Тандинского, Туранского и Чаданского лесхозов Территориального управления лесного хозяйства Республики Тыва : / рук. Попов В.В. — Брянск, 2000. — 255 с.

Отчет по лесопатологическому обследованию части лесов Барун-Хемчикского, Кызылского, Тандинского, Тоджинского, Чаданского, Шагонарского

лесхозов Агентства лесного хозяйства по Республике Тыва : / рук. Либерман А.А. — Брянск, 2004. — 369 с.

Павлов И.Н. Деструктивные и восстановительные процессы в лесных экосистемах юга Сибири : Дисс. доктора биол. наук. / И.Н. Павлов. — Москва: ГОУ ВПО «СибГТУ», 2007. — 529 с.

Павлов И.Н., Барабанова О.А., Онучин А.А., Агеев А.А. Лесные культуры. — Красноярск: СибГТУ, 2012. — 95 с.

Павлов И.Н., Петрова Е.В. Лесовозобновительные сукцессии на «шелкопрядниках» Западной Сибири // Лесная таксация и лесоустройство: Междунар. науч. – практ. журн, 2002, Т. 1, С. 108-112.

Пак Л.Н., Бобринев В.П. Естественное возобновление кедра сибирского в шелкопрядниках Восточного Забайкалья // Известия Алтайского государственного университета, 2009, № 3, С. 24-26.

Парамонов Е.Г. Влияние экологических условий на жизнеспособность ползающих насекомых // Известия Алтайского государственного университета, 2012, Т. 2, № 3, С. 110-114.

Парамонов Е.Г. Лесополосы и увлажнение межполосных полей // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2013, № 11 (109), С. 52-54.

Парамонов Е.Г. Районирование искусственного лесовосстановления кедра в Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2006, № 3 (23), С. 30-33.

Парамонов Е.Г. Состояние защитного лесоразведения в Алтайском крае // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2011, № 8 (82), С. 48-52.

Парамонов Е.Г., Ишутин Я.Н., Саета В.А., Ключников М.В., Маленко А.А. Лесовосстановление на Алтае. — Барнаул: Дельта, 2000. — 312 с.

Патент № SU 1 227 131 A1. Способ хранения семян березы: № 3755845 : заявл. 08.05.1984 : опубл. 30.04.1986 / Б.И. Косников ; заявитель и правообладатель Ужгород. - 2 с.

Пахомова О.И., Астапов В.Н. Методы орошения в тепличных хозяйствах и разработка автоматизированной системы капельного полива // Материала XII Международной студенческой научной конференции "Студенческий научный форум. — СамГТУ, 2020.

Пентелькин С.К. Итоги изучения стимуляторов роста и полимеров в лесном хозяйстве за последние 20 лет // Лесохозяйственная информация, 2003, № 11, С. 34-43.

Пентелькин С.К. Применение Агата-25К в лесном хозяйстве // Лесное хозяйство, 2001, № 2, С. 41-43.

Пентелькина Н.В. Экологически чистые технологии на основе использования стимуляторов роста // Сборник научных трудов БГИТА, 2002, № 3, С. 29-33.

Пентелькина Н.В., Буторин А.Н., Родионова М.В. Повышение всхожести семян путем обработки стимуляторами роста // Сборник научных трудов БГИТА, 2005, № 12, С. 102-104.

Пентелькина Н.В., Иванюшева Г.И. Выращивание сеянцев березы повислой с использованием регуляторов роста // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2012, № 31, С. 193-197.

Пентелькина Н.В., Острошенко Л.Ю. Выращивание сеянцев хвойных пород в условиях Севера и Дальнего Востока с использованием стимуляторов роста // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2005, № 10, С. 217-222.

Пентелькина Н.В., Пентелькина Ю.С. Проблема прорастания семян хвойных пород при длительном их хранении // Сборник научных трудов БГИТА, 2004, № 9, С. 29-33.

Пентелькина Ю.С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев хвойных видов : Автореферат диссертации на соискание кандидата сельскохозяйственных наук / Ю.С. Пентелькина. — Москва: Московский государственный университет леса, 2003. — 28 с.

Писаренко А.И., Мерзленко М.Д. Создание искусственных лесов. — Москва: Агропромиздат, 1990. — 270 с.

Побединский А.В. Возобновление леса на концентрированных вырубках. — Ленинград: Гослесбумиздат, 1955. — 92 с.

Побединский А.В. Сосновые леса Средней Сибири и Забайкалья. — Москва: Наука, 1965. — 268 с.

Поликарпов Н.П., Чебакова Н.М. Климат и горные леса Южной Сибири. — Новосибирск: Наука, 1986. — 226 с.

Попов И.Н. Динамика лесного фонда после вспышки массового размножения сибирского шелкопряда (*Dendrolimus superans Sibiricus Tschety*) в Западной Сибири // Вестник КрасГАУ, 2004, № 4, С. 104-110.

Попов Л.В. Южно-таежные леса Средней Сибири. — Иркутск, 1982. — 330 с.

Попов М.Г. Флора средней Сибири. Т. 1. — Москва. - Ленинград: Академия наук СССР, 1957. — 556 с.

Постановление Правительства Российской Федерации от 09.12.2020 г. № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах». — URL: <https://docs.cntd.ru/document/573053313?ysclid=19c65jfud0545900492>.

Постановление Правительства РФ от 07.05.2019 N 566 «Об утверждении Правил выполнения работ по лесовосстановлению или лесоразведению лицами, использующими леса в соответствии со статьями 43 - 46 Лесного кодекса Российской Федерации, и лицами, обратившимися с ходатайством или заявлением об изменении целевого назначения лесного участка».

Правительство Российской Федерации. Постановление от 09.12.2020 № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах».

Приказ министерства лесного хозяйства Красноярского края "О внесении изменений в приказ министерства лесного хозяйства Красноярского края от 18.07.2023 № 86-1614-од «Об утверждении лесохозяйственного регламента Саянского лесничества».

Приказ министерства лесного хозяйства Красноярского края «Об утверждении лесохозяйственного регламента Маганского лесничества» от 28.09.2018 г. № 1461-од.

Приказ министерства лесного хозяйства Красноярского края «Об утверждении лесохозяйственного регламента Манского лесничества» от 10.04.2023 №86-893-од.

Приказ министерства лесного хозяйства Красноярского края «Об утверждении лесохозяйственного регламента Уярского лесничества» от 26.09.2018 г. № 1426-од.

Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 5.04.2017 года № 156 «Об утверждении Порядка осуществления государственного лесопатологического мониторинга». — URL: [publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201707030033](http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201707030033).

Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29.12.2021 N 1024 «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» (документ не вступил в силу) | ГАРАНТ. — URL: <http://base.garant.ru/403517664/> (дата обращения: 17.03.2022).

Приказ Минприроды от 05.08.2022 г. № 510 «Об утверждении Лесоустроительной инструкции».

Приказ Минприроды России от 30.07.2020 № 534 «Об утверждении Правил ухода за лесами». — URL: <https://docs.cntd.ru/document/565780469?ysclid=lhej2rtsti794028497> (дата обращения: 08.05.2023).

Приказ Минприроды России от 30.07.2020 № 535 «Об утверждении порядка заготовки, обработки, хранения и использования семян лесных растений». — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012080093>.

Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 19.12.2022 № 1032 «Об установлении лесосеменного районирования». — Рослесхоз, .

Прозоров Ю.С. Лиственничные леса правобережной части Каа-хемского лесхоза Тувинской автономной области. — Красноярск, 1957.

Проказин Н.Е., Лобанова Е.Н., Пентелькина Н.В. Выращивание посадочного материала хвойных пород с использованием ростовых стимуляторов // Лесохозяйственная информация, 2015, № 1, С. 50-56.

Проказин Н.Е., Лобанова Е.Н., Пентелькина Н.В., Казаков В.И., Иванюшева Г.И., Сахнов В.В., Чукарина А.В., Багаев С.С. Влияние биостимуляторов и микроудобрений на рост сеянцев хвойных пород // Лесохозяйственная информация, 2013, № 2, С. 9-15.

Протопопов В.В. Средообразующая роль темнохвойного леса. — Наука. — Новосибирск, 1975. — 327 с.

Пушкина Г.П., Маланкина Е.Л., Тхаганов Р.Р., Морозов А.И. Эффективность применения регуляторов роста и микроудобрений на эфирномасличных культурах // Достижения науки и техники АПК, 2010, № 7.

Пшеничникова Л.С., Лесников С.М. Лесовосстановление на гарях в пихтовых лесах Восточного Саяна // Пожары в лесных экосистемах Сибири: сб.ст., 2008, С. 172-175.

Реймерс Н.Ф., Малышев Н.И. Нарушенность лесов Средней Сибири // Сезонная вековая динамика природы Сибири. — Иркутск, 1963. — С. 74-105.

Репко Н.В., Рудяга Е.С., Подоляк К.В. Мониторинг результатов применения стимуляторов роста на сортах озимого ячменя // Вестник аграрной науки Дона, 2013, № 1(21), С. 89-96.

Родин С.А., Проказин Н.Е., Казаков В.И., Ерусалимский В.И., Миронов О.В., Багаев С.С., Краснобаева С.Ю., Чеплянский И.Я., Харлов И.Ю. Рекомендации по восстановлению искусственным и комбинированным способами хвойных и твердолиственных молодняков на землях лесного фонда (с базовыми технологическими картами на выполнение работ). — ВНИИЛМ, Пушкино, 2015.

Романчук А.В., Юренин А.В. Создание лесных культур сеянцами, выращенными с применением комплексных минеральных удобрений пролонгированного действия // Труды БГТУ. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов, 2018, № 2, С. 103-108.

Рунова Е.М., Савченкова В.А. Особенности естественного возобновления при различных технологиях рубок // Вестник КрасГАУ, 2007, № 4, С. 163-169.

Савченкова В.А. Комплексная оценка лесовозобновления на вырубках и проектирование лесовосстановительных работ. — учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 06.03.02- "Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация". — Академия Естествознания, 2014. — 171 с.

Салцевич Ю.В., Буряк Л.В., Агеев А.А. Динамика роста опытных лесных культур ели сибирской // Материалы Всероссийской научно-практической конференции Реализация стратегии развития лесного комплекса РФ до 2030 года в новых реалиях. — Иркутск: БГУ, 2023. — С. 127-134.

Самойлова Г.С., Хорошев А.В., Хаин Е.В., Федотова А.А. Восточный Саян. — URL: <https://old.bigenc.ru/geography/text/5864093?ysclid=lg22nzmbv6498626795> (дата обращения: 13.06.2023).

Самофалова Л.А., Сафронова О.В. Методологические подходы к проращиванию семян сельскохозяйственных культур, тестирование успеха прорастания // Зернобобовые и крупяные культуры, 2017, № 3 (23).

Санников С.Н. К характеристике экоклимата и режима увлажнения субстрата в основных типах микросреды в Притавдинских борах // Экология, 1970, № 3, С. 60-68.

Санников С.Н. Лесные пожары как фактор преобразования структуры, возобновления и эволюции биогеоценозов // Экология, 1981, № 6, С. 24-33.

Санников С.Н. Лесные пожары как эволюционно-экологический фактор возобновления популяций сосны в Зауралье // Горение и пожары в лесу. — Красноярск: ИЛИД, 1973.

Санников С.Н. Пожары как фактор трансформации, возобновления, стабильности и эволюции сосновых лесов Северной Евразии // Охрана лесов от пожаров в современных условиях : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 2002, С. 310-315.

Санников С.Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. — М, 1992. — 264 с.

Санников С.Н., Санникова Н.С. Эволюционная пироэкология видов светлохвойных // Пожары в лесных экосистемах Сибири: сб.ст. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2008, С. 26-28.

Санников С.Н., Санникова Н.С. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса. — М, 1985. — 152 с.

Сахнов В.В., Прокопьев А.П., Галиуллин И.Р., Глушко С.Г. Рост и развитие лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом с закрытой и открытой корневой системой, в различных лесорастительных условиях Республики Татарстан // Лесной вестник, 2023, Т. 27, № 2, С. 38-48.

Седых А.В. Оптимизация минерального питания саженцев яблони с использованием некорневых подкормок комплексными удобрениями : Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / А.В. Седых. — Мичуринск: Всероссийский научно-исследовательский институт им. И.В. Мичурина, 2008. — 21 с.

Седых В.Н. Лесообразовательный процесс. — Новосибирск: Наука, 2009. — 164 с.

Селиховкин А.В., Смирнов А.П. Лесные пожары, вредители и болезни леса: проблемы и решения // Биосфера, 2015, Т. 7, № 3, С. 315-320.

Сергеев Д.В., Исаев Р.Д. Влияние минеральных удобрений на биометрические показатели подвоев и однолетних саженцев груши в питомнике // Вестник Мичуринского ГАУ, 2012, № 3, С. 102-105.

Сергиенко В.Г., Соколова О.И. Динамика живого напочвенного покрова и естественное лесовозобновление на вырубках // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2012, № 2, С. 35-41.

Сидельников Н.И., Ковалев Н.И., Хазиева Ф.З. Роль регуляторов роста и микроудобрений при введении лекарственных растений в культуру // Вестник Российской сельскохозяйственной науки, 2018, № 3, С. 62-66.

Симонов В.В., Василенко В.В., Мирмович Э.Г. Лесной пожар - глобальная проблема XXI века // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты, 2010, № 2, С. 87-93.

Скалон В.Н. Первые исследователи Сибири. — Иркутск, 1949. — 34 с.

Скалон В.Н., Тарасов П.П. О роли кедра в жизни таежных зверей и птиц, 1946, Т. 2, № 3, С. 67-74.

Скозарева И.А., Чернодубов А.И. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании сеянцев сосны обыкновенной // Лесотехнический журнал, 2019, Т. 9, № 3 935), С. 56-65.

Смагин В.Н. Основные закономерности развития и смены лесных биогеоценозов Сибири. — Новосибирск: Наука, 1980. — 6-28 с.

Смагин В.Н., Ильинская С.А., Назимова Д.И., Новосельцева И.Ф., Чередникова Ю.С. Типы лесов гор Южной Сибири. — Новосибирск: Наука, 1980. — 336 с.

Смагин В.Н., Софронов Н.А., Ильинская С.А. К характеристике лесов и лесного хозяйства // Природные условия Тувинской автономной области, 1957, С. 191-238.

Смирнов А.П., Смирнов А.А., Монгуш Б.А.-Д. Естественное лесовозобновление на вырубках Ленинградской области // Известия СПбЛТА, 2018, № 222, С. 66-83.

Состояние лесов мира-2022 : / рук. ФАО. — Rome, Italy, 2022. — 167 с.

Софронов М.А. Лесные пожары в горах Южной Сибири. — Москва: Наука, 1967. — 150 с.

Софронов М.А., Баранов Н.М. Распределение по площади запасов мха, опада и подстилки // Моделирование и охрана лесов от пожаров. — Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1979. — С. 99-108.

Софронов М.А., Волокитина А.В. Пирологическое районирование в таежной зоне. — Новосибирск: Наука, 1990. — 204 с.

Строгий А.А. К вопросу о борьбе с сибирскими лесными пожарами // Сибирский наблюдатель, 1902, Т. 3, С. 27-39.

Строгий А.А. Настоящее и будущее сибирских лесов // Сибирская жизнь, 1908, № 7, С. 4-6.

Строгий А.А. О лесах Сибири // СПб, 1911, С. 108.

Судьев Н.Г., Новиков Б.Н., Рожин Л.Н. Лесохозяйственный справочник для лесозаготовителя. — Москва: Лесная пром-ть, 1976. — 224 с.

Сукачев В.Н. Избр. труды. Проблемы фитоценологии. Т. 3. — Ленинград, 1975. — 544 с.

Сукачев В.Н., Зон С.В. Методические указания к изучению типов леса. — 2. — Москва: АН СССР, 1961. — 144 с.

Сухих В.И. Проблема незаконных рубок в России и пути ее решения // Лесное хозяйство, 2005, № 4, С. 2-7.

Сухоруков А.С. Успешность роста и состояние сосны в смешанных культурах // Лесной вестник, 2010, № 1, С. 17-20.

Таланцев Н.К. Естественное возобновление кедра на сплошных вырубках в таежной зоне // Естественное возобновление хвойных в Западной Сибири, 1962, С. 84-94.

Теринов Н.Н. Метод формирования темнохвойных насаждений // Тр. СПб науч.-исслед. ин-та лесн. хоз-ва, 2013, № 1, С. 65-71.

Тимофеев П.А. Леса Якутии. — Якутск: Кн. изд-во, 1980. — 149 с.

Торф низкой степени разложения. Технические условия. ГОСТ 33162-2014. — М:Стандартинформ, 2019.

Упадышев Н.Т. Ускоренное размножение плодовых и ягодных культур стеблевыми черенками с использованием циркона // Современное садоводство, 2010, № 1(1), С. 49-52.

Усеня В.В. Современные методы и средства охраны лесов от пожаров и ликвидации их последствий в Республике Беларусь, 2015, № 75, С. 596-610.

Усов М.В., Ананьев Е.М., Толстиков А.Ю., Шубин Д.А. Эффективность искусственного лесовосстановления в ленточных борах Алтайского края. — Екатеринбург, 2017. — 37 с.

Устинова Т.С. Биологические стимуляторы роста, применяемые в лесных питомниках // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2019, № 23, С. 136-138.

Устинова Т.С. Изучение влияния биопрепаратов на рост семян хвойных пород // Актуальные проблемы лесного хозяйства, 2014, № 39, С. 11-14.

Ухваткина О.Н., Омелько А.М., Крестов П.В., Жмеренецкий А.А. Влияние частичных распадов древостоев кедрово-широколиственных лесов на процесс естественного возобновления // Journal of Siberian Federal University. Biology, 2011, № 4, С. 416-431.

Фарбер С.К. Формирование древостоев Восточной Сибири. — Новосибирск: Издательство Сибирского отделения Российской Академии наук, 2000. — 432 с.

Федеральный закон от 17.12.1997 N 149-ФЗ «О семеноводстве» (с изменениями и дополнениями). — URL: <http://base.garant.ru/12106441/> (дата обращения: 18.01.2022).

Фуряев В.В. Влияние пожаров и массовых размножений сибирского шелкопряда на формирование лесов Кеть-Чулымского междуречья // Вопросы лесоведения, 1970, С. 408-421.

Фуряев В.В. Принципы и методы повышения пожароустойчивости молодняков // Лесное хозяйство, 1977, № 9, С. 83-85.

Фуряев В.В. Роль пожаров в процесселесообразования. — Новосибирск: Наука, 1996. — 252 с.

Фуряев В.В. Шелкопрядники тайги и их выжигание. — Москва: Наука, 1966. — 92 с.

Фуряев В.В., Голдаммер И.Г. Экологические проблемы пожаров в бореальных лесах: опыт и пути международного сотрудничества // Лесное хоз-во, 1996, № 3, С. 7-8.

Фуряев В.В., Заблоцкий В.И., Черных В.А. Пожароустойчивость сосновых лесов. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2005. — 160 с.

Фуряев В.В., Киреев Д.М. Изучение послепожарной динамики лесов на ландшафтной основе. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. — 160 с.

Фурьев В.В., Константинов А.В., Попов С.Ю., Новикова Л.М. Контролируемые выжигания напочвенных горючих материалов в сосновых молодняках низменного Заволжья // Лесное хозяйство, 2008, № 3, С. 44-49.

Харук В.И., Пономарев Е.И. Пожары и гари сибирской тайги // Наука из первых рук, 2020, № 2 (870).

Хуршкайнен Т.В., Андреева Е.М., Стеценко С.К., Терехов Г.Г., Кучин А.В. Влияние биопрепаратов Вэрва и Вэрва-ель на рост семян сосны обыкновенной // Химия растительного сырья, 2019, № 1, С. 295-300.

Цветков П.А. Пирогенные свойства лиственницы Гмелина в северной тайге Средней Сибири / П.А. Цветков. — Красноярск, 2005. — 347 с.

Черепанов А.И. Главнейшие энтомофитовредители Тувы и возможные меры борьбы с ними // Изв. Зап. - Сиб. филиала Сиб. отд. АН СССР, 1949, Т. 3-2, С. 35-51.

Черепанов А.И. Насекомые - вредители приречных ленточных лесов Тувы // Лесное хозяйство, 1950, Т. 9, С. 87-88.

Черепанов А.И. Сибирский шелкопряд и проблема борьбы с ним // Зоологический журнал, 1962, Т. 41, № 6, С. 801-813.

Чермных А.И., Магасумова Л.А., Белов Л.А., Шубин Д.А. Методика оценки потенциала предварительного лесовосстановления по электронной базе данных лесного участка // Аграрный вестник Урала, 2018, № 3 (170), С. 49-53.

Чертовской В.Г. О возобновлении леса в связи с рубками на севере // Рубки и восстановление леса на севере, 1968, С. 10-45.

Чилимов А.И., Пентелькин С.К. Проблемы использования стимуляторов роста в лесном хозяйстве // Лесное хозяйство, 1995, № 6, С. 11-12.

Чупров Н.П. О роли подроста ели в формировании елово-березовых насаждений // Лесн. хоз-во, 1963, № 5, С. 7-9.

Шабалина О.М., Безкоровайная И.Н., Баранчиков Ю.Н. Изменение нижних ярусов фитоценозов пихтовых лесов в очагах массового размножения уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandf. ) на территории Красноярского края // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2017, Т. 2, № 356.

Шарагин А.М. Влияние лесных пожаров на экологическую ситуацию // Успехи современного естествознания, 2011, № 7, С. 236-237.

Шешуков М.А. Биоэкологические и зонально-географические основы охраны лесов от пожаров на Дальнем Востоке : Автореферат диссертации доктора с.-х. наук / М.А. Шешуков. — Красноярск, 1988. — 46 с.

Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений, 1971, С. 154-170.

Шуркина В.В. Изменение запаса и фракционного состава лесной подстилки в кедровниках, пораженных шестизубчатым короедом (участок «Малый Абакан» заповедника «Хакасский») // Agricultural sciences, 2019, № 3, С. 40-45.

Якимов Н.И., Гвоздев В.К., Праходский А.Н. Лесные культуры и защитное лесоразведение : учеб. пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство», «Садово-парковое строительство». — Минск: БГТУ, 2007. — 312 с.

Якимов Н.И., Крук Н.К., Домасевич А.А. Агротехника выращивания саженцев лиственных пород для лесовосстановления // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов, 2014, № 1, С. 194-197.

Яхин О.И., Лубянов А.А. Современные представления о биостимуляторах // Агрохимия, 2014, № 7, С. 85-90.

Яхин О.И., Лубянов А.А., Яхин И.А. Биостимуляторы в агротехнологиях: проблемы, решения, перспективы // Агрохимический вестник Биостимуляторы, гуминовые и нанопрепараты. — Уфа, 2016.

Cambi M., Certini G., Neri F., Mar-chi E. Impact of heavy traffic on forest soils: A review // Forest Ecology and Management, 2015, No. 338, P. 124-138.

Gustafson E.J., Shvidenco F.D., Sturtevant B., Scheller R.M. Predicting global change effects on forest biomass and composition in South-Central Siberia // Ecol. Appl., 2010, No. 20, P. 700-715.

Kasischke E.S., Christensen N.L., Stocks B.J. Fire, global warning, and the carbon balance of boreal forests // Ecological applications, 1995, Vol. 5, No. 2, P. 437-451.

Khan S., Basra S.M.A., Nawaz M., Hussain I., Foidl N. Combined application of moringa leaf extract and chemical growth-promoters enhances the plant growth and productivity of wheat crop (*Triticum aestivum* L.): Special Issue on Moringa Research // South african journal of botany, 2020, Vol. 129, P. 74-81.

Malevsky-Malevich S.P., Molkentin E.K., Nadyozhina E.D. An assessment of potential change in wildfire activity in the Russian boreal forest zone induced by climate warming during the twenty-first century // Climatic Change, 2008, No. 86, P. 463-474.

McRae D.J. Prescribed Burning for Stand Conversion in Budworm-killed Balsam Fir // Forestry Chronicle. — Ontario Case History, 1986. — C. 96-100.

McRae D.J., Conard S.G., Ivanova G.A., Sukhinin A.I., Baker S.P., Samsonov Y.N., Blake T.W., Ivanov V.A., Ivanov A.V., Churkina T.V., Hao W.M., Koutzenogii K.P., Kovaleva N. Variability of Fire Behavior, Fire Effects and Emissions in Scotch Pine Forests of Central Siberia // Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 2006, № 11(1), C. 45-74.

Mitra D. Involvement of strigolactone hormone in root development, influence and interaction with mycorrhizal fungi in plant: Mini-review // Current research in microbial sciences, 2021, T. 2.

Noguera P., Abad M., Puchades R., Maquieira A., Noguera V. Influence of Particle Size on Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust as Container Medium // J. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2003, Vols. 3-4, No. 34, P. 593-605.

Saltsevich Y.V., Ageev A.A., Buryak L.V., Achikolova I.S. Use of organic biostimulant for growing Siberian spruce seedlings // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 2021, Vol. 875, No. 1, P. 012084.

Van Wagner C.E. Fire behaviour mechanisms in a Red Pine Plantation: field and laboratory evidence, Forestry branch departmental publication // Queen's printer and controller of stationary, 1968, № 1229, C. 30.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А – ЗАПАСЫ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Таблица А.1 – Запасы напочвенного покрова в лесных формациях с разным видом нарушенности (числитель –  $X \pm m_{cp}$ , т/га; знаменатель – V %)

Вид нарушенности	Подстилка	Опад	Живой напочвенный покров					Всего
			Мох	Папоротник	Вейник	Разнотравье	Итого	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Лиственные: березняки</b>								
Ненарушенное	$\frac{9,46 \pm 1,17}{56}$	$\frac{15,98 \pm 4,23}{42}$	-	-	-	$\frac{4,56 \pm 0,21}{38}$	$\frac{4,56 \pm 0,21}{57}$	$\frac{30,21 \pm 5,64}{61}$
Горельник	-	-	-	-	-	-	-	-
Горельник	$\frac{14,37 \pm 3,97}{72}$	$\frac{3,26 \pm 0,75}{59}$	-	$\frac{2,32 \pm 0,18}{114}$	-	$\frac{1,80 \pm 0,16}{98}$	$\frac{4,12 \pm 0,34}{64}$	$\frac{21,74 \pm 6,75}{73}$
Гарь	$\frac{34,26 \pm 18,93}{89}$	$\frac{12,48 \pm 5,12}{76}$	$\frac{5,96 \pm 0,19}{85}$	-	-	$\frac{4,12 \pm 1,59}{93}$	$\frac{10,08 \pm 1,54}{96}$	$\frac{56,82 \pm 19,59}{54}$
Вырубка	$\frac{26,75 \pm 4,40}{67}$	$\frac{16,94 \pm 1,90}{71}$	$\frac{3,12 \pm 0,12}{49}$	$\frac{6,19 \pm 0,68}{44}$	$\frac{7,14 \pm 2,36}{71}$	$\frac{12,08 \pm 4,39}{63}$	$\frac{28,53 \pm 7,55}{38}$	$\frac{72,22 \pm 28,95}{46}$
Горельник	-	-	-	-	-	-	-	-
Вырубка/ветровал	$\frac{70,17 \pm 18,27}{76}$	$\frac{8,67 \pm 1,34}{81}$	$\frac{3,34 \pm 0,36}{87}$	$\frac{13,28 \pm 3,45}{58}$	$\frac{3,57 \pm 0,82}{49}$	$\frac{14,62 \pm 2,53}{67}$	$\frac{34,81 \pm 7,16}{42}$	$\frac{113 \pm 26,77}{62}$
Горельник	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Лиственные: осинники</b>								
Ненарушенное	$\frac{14,62 \pm 1,87}{71}$	$\frac{2,71 \pm 0,88}{33}$	-	-	-	$\frac{3,99 \pm 0,68}{66}$	$\frac{3,99 \pm 0,68}{46}$	$\frac{21,32 \pm 2,117}{82}$
Горельник	$\frac{17,13 \pm 1,92}{42}$	$\frac{3,91 \pm 0,73}{45}$	-	-	-	$\frac{4,20 \pm 0,55}{61}$	$\frac{4,20 \pm 0,55}{54}$	$\frac{25,24 \pm 1,78}{39}$
Горельник	$\frac{10,36 \pm 1,21}{27}$	$\frac{2,00 \pm 0,45}{57}$	-	-	-	$\frac{3,01 \pm 0,30}{72}$	$\frac{3,01 \pm 0,30}{63}$	$\frac{15,36 \pm 1,31}{54}$
<b>Темнохвойные: кедряки</b>								
Ненарушенное	-	$\frac{27,35 \pm 6,13}{37}$	$\frac{2,26 \pm 0,16}{45}$	-	-	$\frac{2,23 \pm 0,56}{54}$	$\frac{4,49 \pm 0,72}{43}$	$\frac{31,84 \pm 6,85}{51}$

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горельник	-	$4,38 \pm 0,98$ 52	$0,36 \pm 0,11$ 67	-	-	$0,76 \pm 0,23$ 49	$1,12 \pm 0,34$ 59	$5,50 \pm 1,32$ 76
Шелкопрядник	$3,21 \pm 0,67$ 39	$6,76 \pm 2,37$ 48	-	-	-	$5,48 \pm 1,14$ 57	$5,48 \pm 1,14$ 73	$15,45 \pm 4,18$ 64
Горельник	$7,43 \pm 2,56$ 45	$4,25 \pm 0,14$ 53	-	-	-	$4,20 \pm 0,55$ 64	$4,20 \pm 0,55$ 86	$15,88 \pm 3,25$ 83
Горельник	$2,45 \pm 0,37$ 87	$0,97 \pm 0,23$ 48	$0,76 \pm 0,17$ 64	-	-	$3,72 \pm 0,78$ 45	$4,48 \pm 0,95$ 47	$7,90 \pm 1,55$ 76
Горельник	-	$0,50 \pm 0,14$ 41	$0,49 \pm 0,21$ 72	-	-	$0,06 \pm 0,01$ 59	$0,55 \pm 0,22$ 63	$3,50 \pm 0,73$ 79
<b>Темнохвойные: пихтаци</b>								
Ненарушенное	$11,08 \pm 1,25$ 32	$3,34 \pm 0,29$ 57	-	-	-	$2,68 \pm 0,21$ 46	$2,68 \pm 0,21$ 39	$17,10 \pm 1,25$ 43
Горельник	$15,06 \pm 2,06$ 24	$1,88 \pm 0,16$ 64	-	-	-	$3,01 \pm 0,31$ 69	$3,01 \pm 0,31$ 65	$19,95 \pm 2,53$ 57
Шелкопрядник	$3,18 \pm 0,69$ 64	$2,67 \pm 0,35$ 76	-	-	-	$5,53 \pm 2,17$ 86	$5,53 \pm 2,17$ 71	$11,38 \pm 3,21$ 98
Полиграфник	$13,47 \pm 2,90$ 26	$1,49 \pm 0,21$ 48	-	-	-	$4,63 \pm 0,46$ 52	$4,63 \pm 0,46$ 68	$19,59 \pm 3,57$ 82
Полиграфник	$18,35 \pm 0,25$ 108	$11,27 \pm 0,16$ 74	-	-	-	$4,81 \pm 0,16$ 63	$4,81 \pm 0,16$ 63	$34,43 \pm 5,11$ 93
Полиграфник	$3,19 \pm 0,37$ 112	$6,22 \pm 0,16$ 53	-	-	-	$5,72 \pm 1,14$ 76	$5,72 \pm 1,14$ 76	$15,13 \pm 3,46$ 87
<b>Темнохвойные: ельники</b>								
Ненарушенное	$14,28 \pm 3,46$ 67	$1,12 \pm 0,14$ 92	$7,15 \pm 1,24$ 89	-	-	$1,30 \pm 0,06$ 63	$8,45 \pm 1,3$ 87	$23,85 \pm 4,9$ 81
Вырубка	$9,14 \pm 1,67$ 73	$0,36 \pm 0,08$ 79	$4,55 \pm 0,19$ 64	-	-	$6,32 \pm 2,17$ 78	$10,87 \pm 2,36$ 63	$20,37 \pm 4,11$ 49
<b>Светлохвойные: сосняки</b>								
Ненарушенное	$9,57 \pm 2,34$ 75	$1,13 \pm 0,27$ 45	-	-	-	$8,56 \pm 3,73$ 61	$8,56 \pm 3,73$ 53	$19,26 \pm 6,34$ 103

Окончание таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горельник	-	$\frac{3,10 \pm 0,85}{83}$	$\frac{3,04 \pm 1,33}{56}$	-	-	$\frac{0,38 \pm 0,13}{40}$	$\frac{3,42 \pm 1,46}{67}$	$\frac{6,52 \pm 2,31}{72}$
<b>Светлохвойные: лиственничники</b>								
Ненарушенное	$\frac{8,67 \pm 2,48}{69}$	$\frac{2,46 \pm 0,52}{78}$	-	-	-	$\frac{7,45 \pm 2,39}{39}$	$\frac{7,45 \pm 2,39}{51}$	$\frac{18,58 \pm 5,39}{84}$
Горельник	$\frac{5,52 \pm 1,26}{78}$	$\frac{0,84 \pm 0,29}{62}$	-	-	-	$\frac{9,17 \pm 3,85}{56}$	$\frac{9,17 \pm 3,85}{67}$	$\frac{16,53 \pm 5,40}{87}$
Горельник	$\frac{7,26 \pm 2,45}{63}$	$\frac{3,56 \pm 1,03}{94}$	$\frac{0,26 \pm 0,07}{38}$	-	-	$\frac{8,28 \pm 2,76}{47}$	$\frac{8,54 \pm 2,83}{96}$	$\frac{27,9 \pm 6,31}{49}$
Горельник	-	-	-	-	-	-	-	-
Горельник	$\frac{6,73 \pm 2,61}{54}$	$\frac{2,87 \pm 0,76}{39}$	-	-	-	$\frac{9,96 \pm 3,47}{51}$	$\frac{9,96 \pm 3,47}{64}$	$\frac{19,56 \pm 6,84}{88}$
<b>Лесные культуры</b>								
Ненарушенное	$\frac{3,56 \pm 0,67}{59}$	$\frac{0,48 \pm 0,07}{47}$	-	-	-	$\frac{8,43 \pm 2,34}{71}$	$\frac{8,43 \pm 2,34}{89}$	$\frac{12,47 \pm 3,08}{64}$
Гарь	-	-	-	-	-	-	-	-
Гарь	-	-	-	-	-	-	-	-
Гарь	-	-	-	-	-	-	-	-
Гарь	-	-	-	-	-	-	-	-
Гарь	$\frac{1,34 \pm 0,61}{89}$	$\frac{2,23 \pm 0,40}{37}$	-	-	-	$\frac{6,68 \pm 1,54}{65}$	$\frac{6,68 \pm 1,54}{74}$	$\frac{10,25 \pm 2,55}{59}$
Гарь	$\frac{1,37 \pm 0,46}{97}$	$\frac{2,17 \pm 0,57}{53}$	-	-	-	$\frac{16,24 \pm 4,16}{71}$	$\frac{16,24 \pm 4,16}{63}$	$\frac{19,78 \pm 5,19}{76}$
Гарь	$\frac{2,72 \pm 0,88}{91}$	$\frac{7,20 \pm 1,86}{68}$	-	-	-	$\frac{9,65 \pm 1,26}{52}$	$\frac{9,65 \pm 1,26}{79}$	$\frac{19,56 \pm 4,00}{83}$
Вырубка	$\frac{3,56 \pm 1,23}{68}$	$\frac{5,68 \pm 2,45}{63}$	-	-	-	$\frac{12,37 \pm 3,49}{34}$	$\frac{12,37 \pm 3,49}{61}$	$\frac{21,61 \pm 7,17}{62}$
Гарь	$\frac{30,14 \pm 5,22}{47}$	$\frac{15,69 \pm 4,08}{49}$	-	$\frac{3,86 \pm 0,57}{75}$	-	$\frac{5,79 \pm 1,27}{87}$	$\frac{9,65 \pm 1,84}{57}$	$\frac{55,48 \pm 11,14}{81}$

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б – РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И БЛАГОНАДЕЖНОСТЬ  
ПОДРОСТА НА УЧАСТКАХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Таблица Б.1 – Распределение и благонадежность подроста на ненарушенных участках по группам высот

Формация, тип леса	Состав	Характер размещения	Подрост, м					Всего
			до 0,1	0,11-0,25	0,26-0,50	0,51-2,00	>2	
Березовая, ртр	7Ос3Б	равномерное	<u>470</u> 96	<u>429</u> 89	<u>517</u> 100	<u>114</u> 98	<u>70</u> 93	<u>1600</u> 95
Осиновая, ртр	10Ос	неравномерное	<u>8</u> 100	<u>228</u> 89	<u>137</u> 68	<u>103</u> 73	<u>24</u> 92	<u>500</u> 80
Кедровая, мш	8П2К	равномерное	<u>79</u> 92	<u>269</u> 96	<u>386</u> 83	<u>491</u> 79	<u>275</u> 65	<u>1500</u> 81
Пихтовая, ртр	5К3Е2П	неравномерное	<u>14</u> 99	<u>11</u> 100	<u>52</u> 98	<u>28</u> 100	<u>95</u> 98	<u>200</u> 99
Еловая, осоч.	6П4К	неравномерное	<u>16</u> 100	<u>314</u> 99	<u>309</u> 100	<u>514</u> 97	<u>347</u> 95	<u>1500</u> 98
Сосновая, ртр	5К3П2Б	неравномерное	<u>22</u> 17	<u>116</u> 44	<u>8</u> 96	<u>27</u> 67	<u>127</u> 88	<u>300</u> 63
Лиственничная, зм-ртр	6Лц4Б	неравномерное	-	-	<u>16</u> 97	<u>39</u> 93	<u>145</u> 100	<u>200</u> 98
Лесные культуры, вейн.	5Лц5Б	равномерное	<u>271</u> 100	<u>318</u> 100	<u>416</u> 100	<u>628</u> 100	<u>667</u> 98	<u>2300</u> 99

Таблица Б.2 – Распределение и благонадежность подроста на гарях и горельниках по группам высот

Формация	Состав	Характер размещения	Подрост, м					Всего
			до 0,1	0,11-0,25	0,26-0,50	0,51-2,00	>2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Березовая	4Б2С2О с1Лц1К	неравномерное	-	<u>31</u> 67	<u>96</u> 52	<u>117</u> 58	<u>346</u> 73	<u>590</u> 66
	5Б3Ос2 С+Лц, К	неравномерное	-	<u>244</u> 65	<u>189</u> 51	<u>229</u> 69	<u>418</u> 82	<u>1080</u> 70
Осиновая	3К2Е2П 2Ос1Б	равномерное	<u>89</u> 36	<u>257</u> 69	<u>368</u> 75	<u>612</u> 77	<u>377</u> 76	<u>1703</u> 71
	7Ос2С1 Б	неравномерное	<u>17</u> 38	<u>173</u> 53	<u>272</u> 83	<u>583</u> 84	<u>417</u> 83	<u>1462</u> 79
Кедровая	3К3Е2Б +Лц, П ед.Ос	неравномерное	<u>132</u> 43	<u>216</u> 47	<u>78</u> 80	<u>119</u> 76	<u>85</u> 76	<u>630</u> 60
	4К3Б1С 1Е1Ос	неравномерное	<u>156</u> 50	<u>103</u> 42	<u>67</u> 88	<u>199</u> 79	<u>189</u> 94	<u>714</u> 72
Пихтовая	7Е2Б1К	равномерное	<u>419</u> 49	<u>516</u> 57	<u>321</u> 78	<u>284</u> 81	<u>366</u> 97	<u>1906</u> 70

## Окончание таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сосновая	5К3Б2С	неравномерное	<u>82</u> 54	<u>268</u> 42	<u>347</u> 76	<u>220</u> 85	-	<u>917</u> 66
Лиственничная	8Б2Лц +К ед.С	равномерное	<u>45</u> 28	<u>189</u> 44	<u>1556</u> 83	<u>3541</u> 74	<u>1797</u> 84	<u>7128</u> 77
	7Б2Лц1 С	неравномерное	-	-	<u>847</u> 74	-	<u>418</u> 86	<u>1265</u> 78
Лесные культуры	8Б2Ос+ К ед.С	неравномерное	-	-	<u>2499</u> 72	<u>6784</u> 78	<u>113</u> 81	<u>9396</u> 76
	6Лц4Б	неравномерное	-	-	-	<u>56</u> 93	<u>14</u> 72	<u>70</u> 89

Таблица Б.3 – Распределение и благонадежность подроста на вырубках по группам высот

Формация	Состав	Характер размещения	Подрост, м					Всего
			до 0,1	0,11-0,25	0,26-0,50	0,51-2,00	>2	
Березовая	9Б1Лц	неравномерное	-	-	<u>182</u> 89	<u>115</u> 91	<u>203</u> 88	<u>500</u> 89
Еловая	5Е3Б2Л ц	равномерное	-	<u>257</u> 98	<u>491</u> 94	<u>346</u> 86	<u>706</u> 93	<u>1800</u> 93
Лесные культуры	5К3Б2С	неравномерное	<u>137</u> 89	<u>104</u> 92	<u>353</u> 85	<u>112</u> 98	<u>194</u> 91	<u>900</u> 89

Таблица Б.4 – Распределение и благонадежность подроста в шелкопрядниках и полиграфниках по группам высот

Формация, вид нарушения	Состав	Характер размещения	Подрост, м					Всего
			до 0,1	0,11-0,25	0,26-0,50	0,51-2,00	>2	
Кедровая -шелкопрядник	7П2Б1Л ц	неравномерное	-	<u>281</u> 99	<u>114</u> 98	<u>262</u> 100	<u>47</u> 100	<u>704</u> 99
Пихтовая -шелкопрядник	6Лц2К2 Б	неравномерное	<u>116</u> 100	<u>263</u> 98	<u>314</u> 100	<u>273</u> 96	<u>234</u> 99	<u>1200</u> 98
Пихтовая -полиграфник	9П1К+Е	равномерное	-	<u>2365</u> 99	<u>2103</u> 97	<u>3257</u> 99	<u>2250</u> 100	<u>9975</u> 99
Пихтовая -полиграфник	7П2Б1К	неравномерное	-	<u>98</u> 100	<u>217</u> 99	<u>1206</u> 100	<u>853</u> 98	<u>2374</u> 99



## Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	<b>Итого</b>								<b>19 669,77</b>					<b>0,00</b>				<b>918,79</b>	<b>407,46</b>	<b>275,64</b>	<b>478,77</b>	<b>478,77</b>	<b>2 553,44</b>	<b>771,14</b>	<b>22 994,35</b>
<b>Вырубка горельников. Вариант 2</b>																									
11	Валка деревьев ручными бензомоторными пилами	м.куб.	200		Валочная бензопил		3,2258064 <sub>50</sub>	623,00	2 009,68					0,00		0,31	167,66	540,84	237,97	162,25	282,32	282,32	1505,69	454,72	3970,09
21	Трелевка деревьев в пачках (расстояние вывозки до 100 м)	м.куб.	200	ТБ-1		3,2258		3 194,00	10 303,23					0,00	0,31	0,31	185,71	599,06	263,59	179,72	312,71	312,71	1667,80	503,67	12474,70
	<b>Итого</b>								<b>12 312,90</b>					<b>0,00</b>			<b>353,37</b>	<b>1139,90</b>	<b>501,56</b>	<b>341,97</b>	<b>595,03</b>	<b>595,03</b>	<b>3173,49</b>	<b>958,39</b>	<b>16444,79</b>
<b>Очистка полос</b>																									
3	Очистка полос от порубочных остатков ширина полос 2 м с расстоянием между центрами полос 3-4 м	га	1	ТЛТ-100А	ПС-2,4	0,53		3 194,00	1 681,05					0,00	1,90	1,90	185,71	97,74	43,01	29,32	51,02	51,02	272,11	82,18	2035,35
	<b>Итого</b>								<b>1 681,05</b>					<b>0,00</b>			<b>185,71</b>	<b>97,74</b>	<b>43,01</b>	<b>29,32</b>	<b>51,02</b>	<b>51,02</b>	<b>272,11</b>	<b>82,18</b>	<b>2035,35</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Раскорчевка																									
4	Частичная раскорчевка площади от пней в виде полос шириной 2 м с расстоянием между центрами полос 3-4 м	га	1	ТЛТ-100А	КМ-1	2,50		3 194,00	7 985,00					0,00	0,40	0,40	185,71	464,28	204,28	139,28	242,35	242,35	1292,54	390,35	9667,89
5	Трелевка пней на расстояние до 100 м	га	1	ТЛТ-100А		0,48		3 194,00	1 520,95					0,00	2,10	2,10	185,71	88,43	38,91	26,53	46,16	46,16	246,20	74,35	1841,50
	<b>итого</b>								<b>9 505,95</b>					<b>0,00</b>			<b>371,42</b>	<b>552,71</b>	<b>243,19</b>	<b>165,81</b>	<b>288,51</b>	<b>288,51</b>	<b>1538,74</b>	<b>464,70</b>	<b>11509,39</b>
Механическая обработка почвы. Вариант 1																									
61	Подготовка гряд фрезерованием на песчаных и супесчаных почвах с расстоянием между центрами полос до 5 м	га	1	ТЛТ-100А	ФЛШ-1,2	0,29		3 194,00	912,57					0,00	3,50	3,50	185,71	53,06	23,35	15,92	27,70	27,70	147,72	44,61	1104,90
	<b>итого</b>								<b>912,57</b>					<b>0,00</b>			<b>185,71</b>	<b>53,06</b>	<b>23,35</b>	<b>15,92</b>	<b>27,70</b>	<b>27,70</b>	<b>147,72</b>	<b>44,61</b>	<b>1104,90</b>
Механическая обработка почвы. Вариант 2																									

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
62	Создание посадочного гребня по центру обрабатываемой полосы с расстоянием между центрами полос до 5 м	га	1	ТЛТ-100А	ПЛД-1,2	0,24		3 194,00	760,48					0,00	4,20	4,20	185,71	44,22	19,46	13,27	23,08	23,08	123,10	37,18	920,75
	<b>итого</b>								<b>760,48</b>					<b>0,00</b>			<b>185,71</b>	<b>44,22</b>	<b>19,46</b>	<b>13,27</b>	<b>23,08</b>	<b>23,08</b>	<b>123,10</b>	<b>37,18</b>	<b>920,75</b>
Механическая обработка почвы. Вариант 3																									
63	Создание посадочной гряды с бороздами по бокам с расстоянием между центрами полос до 5 м	га	1	ТЛТ-100А	ПЛМ-1,5	0,22		3 194,00	709,78					0,00	4,50	4,50	185,71	41,27	18,16	12,38	21,54	21,54	114,89	34,70	859,37
	<b>итого</b>								<b>709,78</b>					<b>0,00</b>			<b>185,71</b>	<b>41,27</b>	<b>18,16</b>	<b>12,38</b>	<b>21,54</b>	<b>21,54</b>	<b>114,89</b>	<b>34,70</b>	<b>859,37</b>
Посадка лесных культур. Вариант 1																									
71	Ручная посадка с использованием стандартного посадочного материала с открытой корневой системой при норме посадки 3000 шт./га, 1 звено	га	1		Посадочный меч (посадочная лопата)	3,33			0,00	сеянцы	1	3000	5	15000,00		0,30	163,84	546,13	240,30	163,84	285,08	285,08	1520,44	459,17	16979,61

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26										
									0,00					15000,00			327,68	163,84	1092,27	546,13	480,60	240,30	327,68	163,84	570,16	285,08	570,16	285,08	3040,87	1520,44	918,34	459,17	18959,21	1979,61	
<b>Итого</b>																																			
Посадка лесных культур. Вариант 2																																			
72	Ручная посадка с использованием стандартного посадочного материала с закрытой корневой системой при норме посадки 2000 шт./га, 1 звено	га	1		Посадочная груба	3,23			0,00	сеянцы	1	2000	15	30000,00		0,31	163,84	528,52	232,55	158,55	275,89	275,89	1471,39	444,36	31915,75										
									0,00					30000,00			163,84	528,52	232,55	158,55	275,89	275,89	1471,39	444,36	31915,75										
									0,00					30000,00			163,84	528,52	232,55	158,55	275,89	275,89	1471,39	444,36	31915,75										
									0,00					30000,00			163,84	528,52	232,55	158,55	275,89	275,89	1471,39	444,36	31915,75										
<b>Итого</b>																																			
Посадка лесных культур. Вариант 3																																			
73	Механизированная посадка лесопосадочной машиной	га	1	ТЛТ-100А	ЛМД-2	0,19		3 194,00	614,23	сеянцы	1	3000	5	15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	18,64	99,43	30,03	15743,68										
														15000,00	5,20	5,20	185,71	35,71	15,71	10,71	18,64	1													

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
									614,23					15000,00			185,71	103,68	35,71	19,94	15,71	8,77	10,41	10,41	55,51	16,76	72,27	
	<b>ИТОГО</b>																											
Агротехнические уходы за лесными культурами в рядах. Вариант 1																												
81	Механизированные	га	1	МТЗ-82	КДС-1,8	0,17		2 465,00	410,83					0,00	6,00	6,00	185,71	30,95	13,62	9,29	16,16	16,16	86,17	26,02	523,03			
	<b>ИТОГО</b>								<b>410,83</b>					<b>0,00</b>			<b>185,71</b>	<b>30,95</b>	<b>13,62</b>	<b>9,29</b>	<b>16,16</b>	<b>16,16</b>	<b>86,17</b>	<b>26,02</b>	<b>523,03</b>	222		
Агротехнические уходы за лесными культурами в рядах. Вариант 2																												
82	Ручные	га	1		Триммер	2,00								0,00		0,50	85,57	171,14	75,30	51,34	89,34	89,34	476,45	143,89	620,34			
	<b>ИТОГО</b>								<b>0,00</b>					<b>0,00</b>			<b>85,57</b>	<b>171,14</b>	<b>75,30</b>	<b>51,34</b>	<b>89,34</b>	<b>89,34</b>	<b>476,45</b>	<b>143,89</b>	<b>620,34</b>			
Агротехнические уходы за лесными культурами междурядьях																												

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
73	Агротехнические уходы за лесными культурами междурядьях	га	1	ТЛГ- 100А	КУЛ 2А	0,20		3 194,00	638,80					0,00	5,00	5,00	185,71	37,14	16,34	11,14	19,39	19,39	103,40	31,23	773,43
	<b>итого</b>								<b>638,80</b>					<b>0,00</b>			<b>185,71</b>	<b>37,14</b>	<b>16,34</b>	<b>11,14</b>	<b>19,39</b>	<b>19,39</b>	<b>103,40</b>	<b>31,23</b>	<b>773,43</b>
	<b>итого вариант 1</b>								<b>32 818,98</b>					<b>15 000,00</b>			<b>1 441,94</b>	<b>2 782,66</b>	<b>1 227,56</b>	<b>834,80</b>	<b>1 451,71</b>	<b>1 451,71</b>	<b>7 742,46</b>	<b>2 338,22</b>	<b>57 899,66</b>
	<b>общепроизводственны е расходы 20%</b>																								<b>11579,9</b>
	<b>итого себестоимость</b>																								<b>69479,5</b>
	<b>итого вариант 2</b>								<b>24 899,18</b>					<b>30 000,00</b>			<b>1 531,33</b>	<b>2 571,37</b>	<b>1 131,40</b>	<b>771,41</b>	<b>1 342,25</b>	<b>1 342,25</b>	<b>7 158,69</b>	<b>2 161,92</b>	<b>64 219,80</b>
	<b>общепроизводственны е расходы 20%</b>																								<b>12843,959</b>

## Окончание таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
	<b>итого себестоимость</b>																									
	<b>итого вариант 3</b>								<b>33 230,41</b>					<b>15 000,00</b>			<b>1 299,97</b>	<b>1 714,31</b>	<b>757,49</b>	<b>514,29</b>	<b>894,04</b>	<b>894,04</b>	<b>4 768,19</b>	<b>1 439,99</b>	<b>54 438,60</b>	
	<b>общепроизводственны е расходы 20%</b>																									
	<b>итого себестоимость</b>																									<b>65326,3 10887,7</b>
																										<b>77063,76</b>